ระบบวัดอัตราการตกของฝนระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์

RAIN RATE TELEMEASURING SYSTEM VIA TELEPHONE LINE

T032572

โดย

นายชาติพร ประสงค์ความดี

นายภูเบศร์ สุนทรอนันตชัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32572
วัน, เดือน, ปี 18 พ.ค. 2542

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบวัดอัตราการตกของฝนระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์

RAIN RATE TELEMESURING SYSTEM VIA TELEPHONE LINE

โดย

นายชาติพร ประสงค์ความดี 39013004

นายภูเบศร์ สุนทรอนันตชัย 39013053

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ณรงค์ เหมกรณ์

ผศ. นิภา ลีลารุจิ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2541

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบวัดอัตราการตกของฝนระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์

RAIN RATE TELEMEASURING SYSTEM VIA TELEPHONE LINE

ผู้จัดทำ

1. นายชาติพร ประสงค์ความดี 39013004
2. นายภูเบศร์ สุนทรอนันตชัย 39013053

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ฉรงค์ เหมกรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. นิภา ลีลารุจิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบวัดอัตราการตกของฝนระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์

RAIN RATE TELEMEASURING SYSTEM VIA TELEPHONE LINE

โดย นายชาติพร ประสงค์ความดี 39013004
นายภูเบศร์ สุนทรอนันตชัย 39013053

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ฉรงค์ เหมกรณ์
ผศ.นิภา ลีลารุจิ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับระบบวัดอัตราการตกของฝนระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์ โดยการประยุกต์สำหรับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ กับเครื่องมือวัดที่จะแสดงผลการวัดทางกายภาพที่ต้องการ ได้แก่เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบคานกระดก โดยจะทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 โดยใช้ชิพเบอร์ 80C32 และทำการบันทึกผล เทียบเวลาจริง จากนั้นส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางสายโทรศัพท์ จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์และแสดงผลเป็นกราฟบนคอมพิวเตอร์

ABSTRACT

This project presents a design of the long distance rain rate measurement telemetering system via telephone line. It is applied for microcontroller with measurement tool will show the desired physical characteristics. The tipping rain gauge will sent the signal through microcontroller MCS-51 with number 80C32 then it will record the results by comparing with the real time. After that it will sent the data through computer by using the telephone line. Finally, the computer analyzes the data and displays.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 การวัดการตกของฝนและการระเหยของน้ำ	2
2.1.1 หน่วยที่ใช้ในการวัด	2
2.1.2 การวัดจำนวนน้ำฝน	2
2.1.3 การติดตั้งเครื่องมือ	3
2.1.4 เครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดก	4
2.2 การลดทอนคลื่นไมโครเวฟเนื่องจากฝน	5
2.3 การทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.3.1 คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.3.2 การอ้างอิงตำแหน่งพอร์ต 8255 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.3.3 การอ้างอิงตำแหน่งพอร์ตแอลซีดีโมดูลของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.3.4 นาฬิกาเวลาจริงและปฏิทิน	7
2.4 การอินเตอร์รัพต์	9
2.4.1 โครงสร้างการอินเตอร์รัพต์ของ 8051	10
2.4.2 การควบคุมการอินเตอร์รัพต์	11
2.4.3 การจัดการอินเตอร์รัพต์	11
2.5 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	11
2.5.1 อัตราความเร็ว	12
2.5.2 บิตเริ่มต้น	13
2.5.3 พาริตี้บิต	14
2.5.4 บิตหยุด	15
2.5.5 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน 80C32	15
2.6 มาตรฐาน RS-232C	17
2.6.1 ลักษณะของสัญญาณ RS-232C	18
2.7 การสื่อสารผ่านสายโทรศัพท์	18
2.7.1 การต่อโทรศัพท์	18
2.7.2 คำสั่งพื้นฐาน AT	20
2.7.3 ออนไลน์และออฟไลน์	21
2.7.4 โมเด็มกับการอินเตอร์เฟซแบบ RS-232C	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5 การกำหนดจุดต่อของ RS-232C 23
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง 25
3.1 การเชื่อมต่อของคีย์บอร์ดกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 26
3.2 การเชื่อมต่อของซีพียูกับแอลซีดีโมดูล 27
3.3 การเชื่อมต่อของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 28
3.4 การจัดตำแหน่งในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 28
3.5 การเก็บข้อมูลและพื้นที่ในการเก็บข้อมูล 29
3.5.1 รหัสที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและลักษณะของข้อมูลที่เก็บ 29
3.5.2 การเก็บข้อมูลของอัตราการตกของฝน 29
3.5.3 ความสามารถในการเก็บข้อมูล 29
3.6 การออกแบบวงจรของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 30
3.7 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรม 80C32 31
3.7.1 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก 31
3.7.2 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมรับคีย์บอร์ดค่าตัวเลข 32
3.7.3 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการติดต่อกับ DS1202 33
3.7.4 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดควบคุมการทำงาน 34
3.7.5 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการรับสัญญาณจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน 35
3.7.6 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการบันทึกข้อมูลอัตราการตกของฝน 36
3.7.7 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำ (RAM) ไปยังคอมพิวเตอร์ 36
3.7.8 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมย่อยการส่งค่าออกพอร์ตอนุกรมทุกๆ 1 นาที 37
3.7.9 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการอ่านค่าข้อมูลเก่าจากหน่วยความจำ (RAM) 38
3.7.10 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมส่งข้อมูลอัตราการตกของฝนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ 39
3.7.11 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมที่ใช้ในการบันทึกค่า, ส่งข้อมูลและแสดงกราฟ 40
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 41
4.1 การทดลองการเชื่อมต่อของคีย์บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 41
4.2 ทดลองป้อนโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับจอแอสซีดีและคีย์บอร์ด 42
4.3 ทดลองการเชื่อมต่อของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 44
4.4 ทดลองการส่งข้อมูลออกไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ 46
4.5 ทดลองสวิทช์ควบคุมการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 47
4.6 แสดงการทำงานทั้งหมดของเครื่องวัดอัตราการตกของฝน 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

4.7 ทดลองการทำงานของโปรแกรมการใช้งานระบบวัดอัตราการตกของฝน 52

บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป 61

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

เรื่อง หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงกลไกของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดก 4
รูปที่ 2.2 แสดงอัตราการผิดพลาดของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดก 5
รูปที่ 2.3 แสดงไดอะแกรมเวลาของการส่งข้อมูลเพื่อติดต่อกับ DS1202 แบบไบต์เดียว 7
รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ DS1202 9
รูปที่ 2.5 แสดงให้เห็นถึงแผนภาพการทำงานของโปรแกรม 10
รูปที่ 2.6 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรมซึ่งจะทำการส่งข้อมูลทีละบิต 12
รูปที่ 2.7 แสดงสัญญาณของข้อมูลที่ถูกส่งไปตามสายส่งสัญญาณ 12
รูปที่ 2.8 แสดงการเพิ่มบิตเริ่มต้นเข้าไปก่อนหน้าบิต D0 ในกรณีที่บิต D0 เป็น “1” และ “0” ตามลำดับ 13
รูปที่ 2.9 แสดงการเพิ่มพาริตี้ที่เป็น “1” ลงไปในข้อมูลแต่ละไบต์ 14
รูปที่ 2.10 แสดงการเพิ่มพาริตี้ที่เป็น “0” ลงไปในข้อมูลแต่ละไบต์ 15
รูปที่ 2.11แสดงการใช้ RS-232C เชื่อมต่ออุปกรณ์ 17
รูปที่ 2.12 แสดงสายต่อสัญญาณของสายต่อแบบ DB-25 23
รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 25
รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมรวมของระบบวัดอัตราการตกของฝนระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์ 25
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดกับ 8255 26
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรการเชื่อมต่อซีพียูกับแอลซีดีโมดูล 27
รูปที่ 3.5 แสดงการเชื่อมต่อของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 28
รูปที่ 3.6 แสดงการจัดตำแหน่งของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 28
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 30
รูปที่ 3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก 31
รูปที่ 3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดค่าตัวเลข 32
รูปที่ 3.10 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการติดต่อกับ DS1202 33
รูปที่ 3.11 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดควบคุมการทำงาน 34
รูปที่ 3.12 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับสัญญาณจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน 35
รูปที่ 3.13 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการบันทึกข้อมูลอัตราการตกของฝน 36
รูปที่ 3.14 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำ (RAM) ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ 36
รูปที่ 3.15 แสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมย่อยการส่งค่าออกพอร์ตอนุกรมทุกๆ 1 นาที 37
รูปที่ 3.16 แสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการอ่านค่าข้อมูลเก่าจากหน่วยความจำ (RAM) 38
รูปที่ 3..17แสดงโฟลว์ชาร์ตของการส่งข้อมูลอัตราการตกของฝนไปยังแครื่องคอมพิวเตอร์ .39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

รูปที่ 3.18 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการบนทึกค่า, ส่งข้อมูล และแสดงกราฟ 40
รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณที่เข้าไปยังขาของพอร์ต 8255 เมื่อทำการกดสวิทช์ 41
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอแอลซีดีเทียบกับรูปสัญญาณเมื่อกดคีย์บวก 41
รูปที่ 4.3 แสดง demo หน้าจอเมื่อป้อนโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 42
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอก่อนการป้อนค่า ขนาดของอุปกรณ์รับน้ำฝน 42
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอการป้อนค่าขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้รับปริมาณน้ำฝน 43
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอก่อนป้อนค่าเริ่มต้นของ วัน, เดือน, ปี และเวลา 43
รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอเมื่อป้อนค่า วัน, เดือน, ปี และเวลาเริ่มต้นเรียบร้อยแล้ว 44
รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณที่ขาอินเตอร์รัพต์ขณะที่คานกระดกของเครื่องรับมีการเคาะ 1 ครั้ง 44
รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณที่ขาอินเตอร์รัพต์ขณะที่คานกระดกของเครื่องรับมีการเคาะหลายครั้ง 45
รูปที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงหน้าจอแอลซีดีเมื่อมีสัญญาณเข้ามาที่ขาอินเตอร์รัพต์ 45
รูปที่ 4.11 แสดงข้อมูลที่ส่งเข้ามายังเครื่องคอมพิวเตอร์ 46
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าจอแอลซีดีเมื่อมีการกดคีย์ลบข้อมูลในหน่วยความจำ (RAM) 47
รูปที่ 4.13 แสดงการทำงานของโปรแกรมการลบข้อมูลในหน่วยความจำ (RAM) โดยจะมีการตรวจสอบรหัสผ่าน 47
รูปที่ 4.14 แสดงการทำงานการลบข้อมูลในหน่วยความจำ (RAM) โดยเป็นสภาวะหลังจากการมีการตรวจสอบรหัสผ่านว่าถูกต้อง 47
รูปที่ 4.15 แสดงการทำงานการลบข้อมูลในหน่วยความจำ (RAM) โดยเป็นสภาวะหลังจากการมีการตรวจสอบรหัสผ่านว่าไม่ถูกต้อง 48
รูปที่ 4.16 แสดงหน้าจอแอลซีดีหลังจากการมีการกดคีย์ KEEP ควบคุมการบันทึกข้อมูลของอัตราการตกของฝน 48
รูปที่ 4.17 แสดงหน้าจอแอลซีดีเมื่อมีการกดคีย์ BACK เรียกดูข้อมูลเก่า 49
รูปที่ 4.18 แสดงการทำงานการอ่านค่าข้อมูลเก่าโดยเป็นสภาวะหลังจากมีการตรวจสอบว่ามีค่าข้อมูลที่ต้องการเรียกดูนั้นในหน่วยความจำ (RAM) 49
รูปที่ 4.19 แสดงการทำงานการอ่านค่าข้อมูลเก่าโดยเป็นสภาวะหลังจากมีการตรวจสอบว่าไม่มีค่าข้อมูลที่ต้องการเรียกดูนั้นในหน่วยความจำ (RAM) 49
รูปที่ 4.20 แสดงการทำงานสภาวะหลังจากเรียกดูข้อมูลเก่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว 50
รูปที่ 4.21 แสดงเครื่องวัดอัตราการตกของฝน 50
รูปที่ 4.22 แสดงอุปกรณ์ภายในของเครื่องวัดอัตราการตกของฝน 51
รูปที่ 4.23 แสดงอุปกรณ์ในการทำงานทั้งหมดของเครื่องวัดอัตราการตกของฝน 51
รูปที่ 4.24 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมระบบวัดอัตราการตกของฝน 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

รูปที่ 4.25 แสดงหน้าจอก่อนการรับค่าจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน 52
รูปที่ 4.26 แสดงหน้าจอหลังการรับค่าจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน 53
รูปที่ 4.27 แสดงหน้าจอการตั้งค่าพอร์ตอนุกรม 53
รูปที่ 4.28 แสดงหน้าจอให้เลือกไฟล์ข้อมูลเก่าที่ต้องการบันทึกข้อมูลเพิ่มเติม 54
รูปที่ 4.29 แสดงหน้าจอเมื่อโปรแกรมประมวลผลออกมาเป็นกราฟ 54
รูปที่ 4.30 แสดงหน้าจอเมื่อเลือกแสดงผลของกราฟในรูปแบบอื่น 55
รูปที่ 4.31 แสดงหน้าจอหลังจากกด Toolbar Communication 55
รูปที่ 4.32 แสดงหน้าจอการตั้งค่าพอร์ตก่อนการส่งไฟล์ข้อมูล 56
รูปที่ 4.33 แสดงหน้าจอเมื่อทำการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง 56
รูปที่ 4.34 แสดงหน้าจอเพื่อเลือกไฟล์ข้อมูลที่จะส่งไปยังคอมพิวเตอร์ปลายทาง 57
รูปที่ 4.35 แสดงหน้าจอขณะส่งไฟล์ข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ปลายทาง 57
รูปที่ 4.36 แสดงหน้าจอของคอมพิวเตอร์ปลายทางเมื่อรอรับสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทาง 58
รูปที่ 4.37 แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อรับสัญญาณจากเลื่องคอมพิวเตอร์ต้นทางได้แล้ว 58
รูปที่ 4.38 แสดงหน้าจอการรอรับไฟล์ข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางจาก
เครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทาง 59
รูปที่ 4.39 แสดงหน้าจอขณะรับไฟล์ข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทาง 59
รูปที่ 4.40 แสดงรูปกราฟของไฟล์ข้อมูลที่รับเข้ามาจากคอมพิวเตอร์ต้นทาง 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

เรื่อง หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงไบต์คำสั่งในการเขียนและอ่านค่านาฬิกา 8
ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งอินเตอร์รัพต์เวคเตอร์ของสัญญาณอินเตอร์รัพต์ต่างๆ 11
ตารางที่ 2.3 ตารางการใช้ไทม์เมอร์ 1 กำหนดบอดเรท 16
ตารางที่ 2.4 ย่านของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในสัญญาณ RS-232C 18
ตารางที่ 2.5 แสดงลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อโมเด็มตัวหนึ่งเรียกเข้าไปยังโมเด็มอีกตัวหนึ่ง 19
ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งการทำงานของส่วนแอลซีดีโมดูล 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในทางอุตุนิยมวิทยา ลักษณะทางกายภาพของธรรมชาติที่เกิดขึ้น เป็นปัจจัยสำคัญอย่างมาก ในการศึกษาด้านนี้และพยายามหาวิธีที่เหมาะสมในการบันทึกลักษณะทางกายภาพเหล่านี้ไว้เพื่อใช้ในการพยากรณ์ลักษณะต่างๆ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้น อาทิเช่นการวัดความเร็วลม, การวัดอุณหภูมิ, การวัดปริมาณน้ำฝน, การวัดอัตราการตกของฝน เป็นต้น โดยจะมีการนำเอากระบวนการทางวิศวกรรมเข้ามาประยุกต์ใช้กับงานเหล่านี้

โครงงานนี้ได้นำเอาเทคโนโลยีทางวิศวกรรมอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 มาประยุกต์ใช้กับเครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดก ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลนอกสถานที่ เครื่องวัดอัตราการตกของฝนจะให้สัญญาณออกมาเป็นพัลซ์แล้วส่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อเก็บข้อมูลเหล่านี้ไว้ในหน่วยความจำ ในการเก็บข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลเทียบกับเวลาจริง โดยใช้คีย์บอร์ดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการตั้งเวลาในตอนเริ่มทำงาน และมีการแสดงผลบนจอแอลซีดี ซึ่งจอแอลซีดีจะแสดงข้อมูลตามเวลาจริง ผลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำจะถูกส่งออกไปโดยใช้โมเด็มเป็นตัวส่งผ่านข้อมูลไปยังเครื่องรับปลายทาง เครื่องรับปลายทางจะทำการแสดงผลข้อมูลที่ได้ออกยังเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นข้อมูลจะผ่านโปรแกรมในการวิเคราะห์เพื่อแสดงผลออกมาเป็นกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การวัดการตกของฝนและการระเหยของน้ำ (MEASUREMENT OF PRECIPITATION AND EVAPORATION)

2.1.1 หน่วยที่ใช้ในการวัด (Units of measurement)

ในการวัดจำนวนน้ำฝนนั้น ใช้วัดเป็นความสูงของน้ำฝนที่ตกลงมาในเนื้อที่จำกัดอันหนึ่งโดยคิดเสียว่าน้ำฝนนั้นไม่มีการระเหยหรือไหลซึมไปไหน โดยที่เรารู้เนื้อที่ของปากถัง ดังนั้นเมื่อเราต้องการวัดความสูง (หรือความลึก) ของน้ำฝน เราก็สามารถใช้ไม้บรรทัดหยั่งวัดความสูงได้หรือจะทำเป็นแก้วสำหรับตวงน้ำฝนต่างหากก็ได้

หน่วยที่ใช้วัดจำนวนน้ำฝนที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้วัดเป็น มิลลิเมตร การอ่านค่าของจำนวนน้ำฝนต้องวัดให้ได้ใกล้เคียงถึง 0.2 มิลลิเมตร สำหรับจำนวนน้ำฝน 10 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า แต่ถ้าจำนวนน้ำมากกว่านี้ ยอมให้ค่าใกล้เคียง 2% ของจำนวนฝนทั้งหมด ในบางประเทศใช้หน่วยที่วัดเป็นนิ้ว ซึ่งเทียบค่าได้ 1 นิ้วมีค่าเท่ากับ 25.4 มิลลิเมตร ก็นับว่าถูกต้อง

2.1.2 การวัดจำนวนน้ำฝน (Rainfall measurement)

2.1.2.1 เครื่องวัดน้ำฝน (Rain gauges)

แรกเริ่มในการวัดจำนวนน้ำฝนนั้น คาสเทลลี ได้เป็นผู้คิดสร้างเครื่องวัดขึ้นในประเทศอิตาลีเมื่อปี ค.ศ. 1639 เครื่องประกอบด้วยแก้วทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางปากกระบอกประมาณ 5 นิ้ว และลึก 9 นิ้ว ต่อมาจึงได้มีวิวัฒนาการเรื่อยมาจนถึงขนาดทำให้สามารถจดบันทึกรายงานได้ด้วยตัวเอง เครื่องวัดฝนธรรมดาที่ใช้เป็นประจำวันเป็นรูปทรงกระบอก และมีกรวยต่อลงไปยังรองรับภายในขนาดของถังรับน้ำฝนภายนอกไม่สำคัญ แต่เนื้อที่ของบริเวณที่รับน้ำฝนนั้นควรจะอยู่ระหว่าง 200 ถึง 500 ตารางเซนติเมตรเป็นเหมาะที่สุด เส้นผ่านศูนย์กลางของถังรองรับน้ำฝนภายในควรเท่ากับ 1/10 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของปากถังภายนอก โดยทั่วไปที่ใช้กันอยู่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปากถังภายนอกเป็น 8 นิ้ว 6 นิ้ว และ 5 นิ้ว อย่างไรก็ดีไม่ว่าจะใช้ถังขนาดไหนก็ตาม เครื่องวัดฝนที่ใช้ประจำวันจะต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ

- ขอบของปากถังด้านนอกต้องคม โดยทำให้ด้านในเป็นแนวดิ่งตั้งตรง ส่วนด้านนอกลาดเอียงลงเป็นแนวชันมาก
- ต้องรู้เนื้อที่ช่องปากถังให้ใกล้เคียง 0.5 % และเนื้อที่นี้จะต้องคงที่อยู่ตลอดไป
- ถังภายนอกต้องออกแบบให้กันการกระเซ็นของน้ำฝนทั้งเข้าและออก ทำได้โดยทำให้ตัวถังเป็นแนวดิ่งลึกลงไปพอสมควร และแนวลาดของกรวยต้องอย่างน้อย 45 องศา
- ถังรองรับภายในควรทำเป็นคอแคบๆ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำฝนระเหยออกไป เนื่องจากเรดิเอชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 การวัดฝน (Rain measure)

การวัดฝนตามวิธีธรรมดาโดยทั่วไปมีอยู่ 2 วิธีคือ ใช้แก้วตวงอย่างหนึ่งและใช้ไม้บรรทัดหยั่งวัด แก้วตวงที่ใช้ตวงเป็นแก้วใส และมีสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวต่ำ และต้องบอกให้ชัดเจนด้วยว่าใช้กับเครื่องวัดฝนแบบใด ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแก้วตวงต้องไม่โตกว่าประมาณ 1/3 ของปากถังของเครื่องวัดฝน และถ้าจะให้ดีควรให้เล็กกว่าขนาดที่กล่าวนี้

สเกลที่แบ่งไว้บนแก้วตวงต้องขีดให้ชัดเจน โดยทั่วไปจะขีดไว้ทุกๆ 0.2 มิลลิเมตร และเส้นจำนวนเต็มของสเกลต้องเขียนเลขกำกับไว้ด้วย ถ้าจะให้ดีควรขีดสเกลให้อ่านได้ถึง 0.1 มิลลิเมตร ในการวัดเพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียงที่สุดควรอ่านค่าอย่าให้อัตราผิดพลาดเกินกว่า 0.02 มิลลิเมตร เมื่อจำนวนฝนน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

เพื่อที่จะให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำจริงๆ เมื่อมีจำนวนฝนน้อย เขาจึงทำกระบอกแก้วตวงตอนก้นสุดให้เรียวเล็กลง ในการตรวจทุกครั้งต้องถือแก้วตวงให้ได้ในแนวดิ่งจริงๆ เพื่อว่าระดับน้ำฝนในแก้วตวงจะได้อยู่ในแนวนอนตามขีดสเกล ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันอัตราผิดเนื่องจากการเหลื่อม เพื่อช่วยในการนี้ควรขีดเส้นสเกลเฉพาะเลขหลักใหญ่ซ้ำอีกทางด้านที่อยู่ตรงข้าม

ไม้บรรทัดหยั่งวัดทำด้วยไม้สีดาหรือวัตถุที่เหมาะสมอื่นเช่น ไฟเบอร์กลาส ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ดูดน้ำ ขีดสเกลทำไว้อย่างน้อยทุกๆ 10 มิลลิเมตร อัตราผิดสูงสุดของสเกลต้องไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร

ในการวัดด้วยไม้บรรทัดหยั่งวัดนี้ ถ้าสามารถทำได้ให้เทียบกับการวัดด้วยกระบอกแก้วตวงด้วยก็จะเป็นการดี

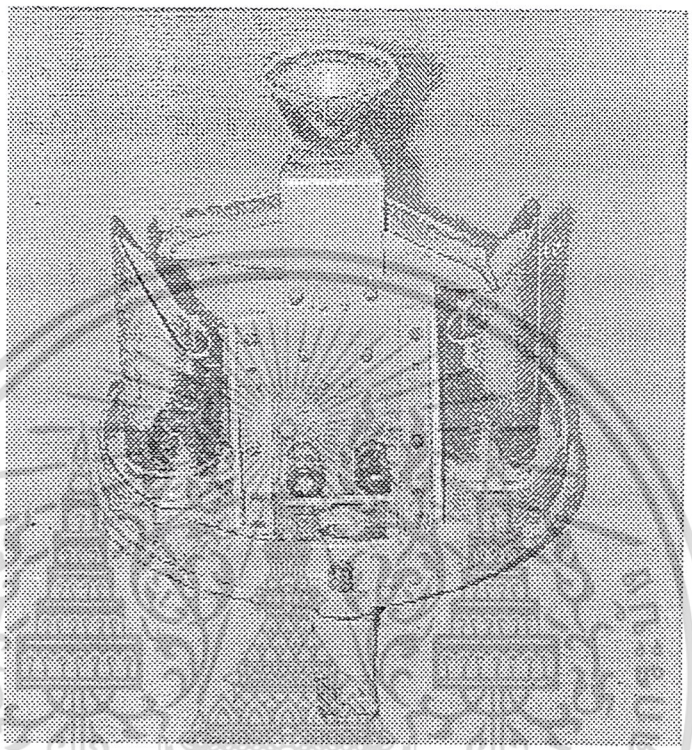
2.1.3 การติดตั้งเครื่องมือ (Exposure)

จำนวนน้ำฝนที่จะเข้าไปในถังนั้นขึ้นอยู่กับลมประการหนึ่ง วิธีการในการติดตั้งเครื่องมือประการหนึ่ง และความสูงของบรรดาสิ่งที่อยู่แวดล้อมอีกประการหนึ่ง ค่าที่เปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นเหตุมาจากลม และส่วนใหญ่เป็นลมหวนรอบๆ ถังวัดน้ำฝนนั้น กระแสอากาศไหลขึ้นทำให้ได้จำนวนฝนน้อยลง และกระแสอากาศไหลลงทำให้ได้จำนวนน้ำฝนมากขึ้นกว่าความเป็นจริง ถ้ายิ่งมีลมหวนอย่างแรงและบ่อยๆ จำนวนฝนที่ได้ก็ยิ่งน้อยกว่าความเป็นจริงยิ่งขึ้น ความแรงและความถี่ของลมหวนนี้ขึ้นอยู่กับความแรงของลมอย่างหนึ่ง ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นดินรอบๆ เครื่องวัดอย่างหนึ่ง ความห่างและความสูงของสิ่งแวดล้อม เครื่องวัดอย่างหนึ่งและความสูงของเครื่องซึ่งตั้งอยู่เหนือระดับพื้นดินอีกอย่างหนึ่ง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการเปรียบเทียบผลการตรวจของสถานีต่าง ด้วยว่าเป็นอย่างไร ในเมื่อสถานีต่างๆ เหล่านี้ได้ทำการติดตั้งเครื่องมือเป็นแบบเดียวกัน สำหรับประเทศไทยเรากำหนดให้ติดตั้งไว้บนพื้นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 เครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดก (Tilting Bucket)

เครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดกนี้ใช้เพื่อวัดอัตราการตกของฝนที่ตกลงมาซึ่งสามารถติดตั้งไว้ภายนอกอาคารได้ และทำการต่อสายเคเบิลเพื่อเข้าไปยังเครื่องบันทึกสัญญาณที่อยู่ภายในอาคารซึ่งวิธีนี้จะไม่ทำให้กระดาษบันทึกสัญญาณเปียกฝนได้

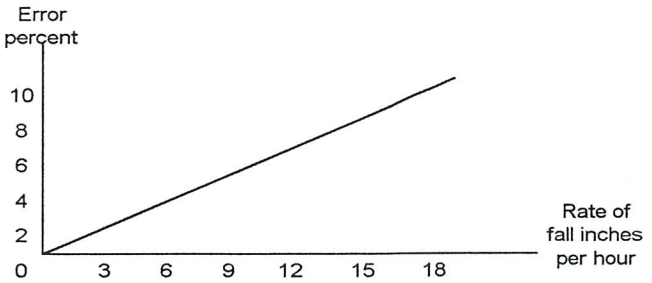


รูปที่ 2.1 แสดงกลไกของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดก

หลักการที่นำมาใช้ของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดกนี้ใช้หลักการง่ายๆ คือ จะมีอุปกรณ์ที่รองรับน้ำฝน ซึ่งจะทำให้สมดุลและมีการขึ้นลงโดยสมำ่เสมอบนแกน มันจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน จากรูปที่ 2.1 เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเข้าไปในปากถังจะทำให้ที่รองรับด้านหนึ่งปริมาณน้ำเต็มและเมื่อได้ปริมาณตามความจุจะทำให้คานกระดกไปยังด้านตรงข้าม เมื่อรับน้ำฝนจนเต็มจะกระดกกลับมายังด้านเดิมสลับกันไป โดยที่รองรับจะถูกออกแบบให้รับน้ำที่ตกลงมา 0.01 นิ้ว ซึ่งจะมีสกรูเอาไว้ใช้ในการปรับให้ระยะเวลาในการกระดกต่างๆกัน อีกทั้งยังใช้สวิทซ์ปรอทในการออสซิลเลชั่นแล้วต่อกับเครื่องบันทึกเวลาในที่ที่ติดตั้งในอาคารซึ่งจะแก้ปัญหากระดาษบันทึกเปียกได้ เครื่องวัดแบบนี้จะไม่ใช้บริเวณที่ฝนตกประปราย

การกระดกของที่รองรับน้ำฝนจะมีเวลาในการทำงานที่แน่นอนประมาณ 0.2 วินาที เมื่อน้ำเต็มที่ข้างหนึ่งคานก็จะกระดกแล้วเทน้ำลงไป ขณะเดียวกันสวิทซ์ปรอทก็จะทำการทิปสวิทซ์ทำให้เกิดสัญญาณพัลซ์ขึ้นมาและจะเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นกับอัตราการตกของฝนดังรูปที่ 2.2 ซึ่งอัตราการผิดพลาดนี้ไม่ค่อยจะมีผลอะไรมากนักยกเว้นในกรณีเมื่อมีฝนตกหนักกว่า 2 นิ้วต่อชั่วโมงหรือตกหนักมากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



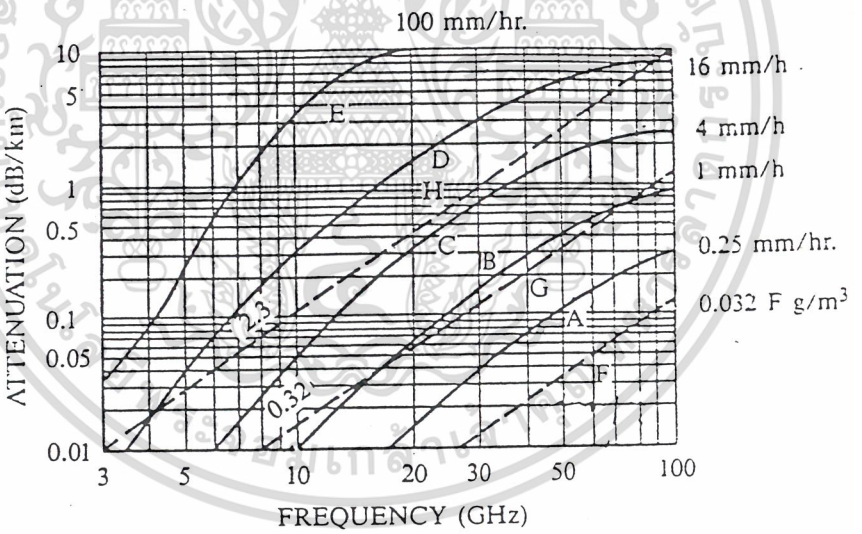
รูปที่ 2.2 แสดงอัตราการผิดพลาดของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดก

2.2 การลดทอนคลื่นไมโครเวฟเนื่องจากฝน

การลดทอนของคลื่นวิทยุไมโครเวฟเมื่อถูกส่งผ่านมีสาเหตุเกิดจากการดูดกลืน และการแตกกระจายของคลื่นเมื่อกระทบเม็ดฝนที่มีขนาดต่างๆ ทำให้เกิดการลดทอนของคลื่นเกิดขึ้น

เมื่อความยาวคลื่นของคลื่นวิทยุไมโครเวฟมีค่ายาวมากเมื่อเทียบกับขนาดของเม็ดฝน การลดทอนเนื่องจากฝนจะเกิดจากการดูดกลืนพลังงานคลื่น ในขณะที่ความยาวคลื่นมีค่าลดลง หรือใกล้เคียงกับขนาดของเม็ดฝน ผลของการแตกกระจายเมื่อคลื่นกระทบเม็ดฝนก็จะมีค่ามากขึ้น

ระดับของการลดทอนสัญญาณของคลื่นเนื่องจากเม็ดฝนจะมีค่ามากในย่านความถี่มิลลิเมตรเวฟ



_____ Attenuation in rainfall of intensity as

A: 0.25 mm/h (drizzle),

B: 1 mm/h (light rain),

C: 4 mm/h (moderate rain),

D: 16 mm/h (heavy rain),

E: 100 mm/h (very heavy rain).

– – – – Attenuation in fog or clouds as

F: 0.032 g/m^3 (visibility) 〉 600 m),

G: 0.32 g/m^3 (visibility ≈ 120 m),

H: 2.3 g/m^3 (visibility ≈ m).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.1 คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.1.1 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยใช้ CPU เบอร์ 80C32 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 11.0592 เมกกะเฮิร์ซ

2.3.1.2 ใช้งานหน่วยความจำบนบอร์ดได้ 2 ตำแหน่ง คือ เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (program memory) ใช้ EPROM ขนาด 32 กิโลไบต์ เบอร์ 27256 เป็นหน่วยความจำข้อมูล (data memory) ใช้ RAM ขนาด 32 กิโลไบต์ เบอร์ 62256 สามารถแบคอัพข้อมูลได้โดยใช้แบตเตอรี่ลิเธี่ยม

2.3.1.3 มีพอร์ตอินพุต / เอาท์พุต เบอร์ 8255 จำนวน 1 ตัว (24 บิต) สำหรับต่อใช้งานภายนอก

2.3.1.4 มีพอร์ตแอลซีดี สำหรับการต่อใช้งานกับแอลซีดีแบบดอทเมตริก

2.3.1.5 มีวงจรการเชื่อมต่อแบบอนุกรมกับ RS-232 ใช้ชิพเบอร์ MAX232 สำหรับการต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.3.1.6 มีวงจร วอท์ชด็อก ไทม์เมอร์, เพาเวอร์อัพ / ดาวน์รีเซต ใช้ชิพเบอร์ MAX691

2.3.1.7 มีวงจรนาฬิกาเวลาจริง (real time clock) ใช้ชิพเบอร์ DS1202

2.3.2 การอ้างอิงตำแหน่งพอร์ต 8255 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

8255 เป็นชิพพอร์ตแบบขนานที่เป็นที่นิยมใช้กันมาก สำหรับบอร์ดนี้ใช้พอร์ต 8255 จำนวน 1 ตัว ทำหน้าที่เป็นพอร์ต ทำให้มีอินพุท / เอาท์พุท ถึง 24 บิต โดยมีตำแหน่งแอดเดรสดังนี้

พอร์ต A	ตำแหน่งแอดเดรส 8000H+00H=8000H
พอร์ต B	ตำแหน่งแอดเดรส 8000H+01H=8001H
พอร์ต C	ตำแหน่งแอดเดรส 8000H+02H=8002H
คอนโทรลเลอร์พอร์ต	ตำแหน่งแอดเดรส 8000H+03H=8003H

ก่อนที่จะใช้งานพอร์ต 8255 จะต้องทำการกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ต A, B และ C ให้เป็นอินพุทหรือเอาท์พุท โดยทำการเขียนค่า คอนโทรลโค๊ด ไปที่คอนโทรลพอร์ต

2.3.3 การอ้างตำแหน่งพอร์ต แอลซีดีโมดูล ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีแอลซีดีพอร์ต ให้สำหรับการต่อใช้งานโดยสามารถต่อเข้ากับแอลซีดี โมดูลแบบดอทเมตริกได้ทันที ซึ่งจะใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 14 ขา และสำหรับการใช้งานแอลซีดีพอร์ตเท่านั้น จะมีการจัดวงจรให้แบบ เมโมรี่แม็พ ซึ่งจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่าย โดยจะมองเห็นตำแหน่งต่างๆ สรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอดเดรส	ลักษณะของพอร์ตที่ติดต่อ
8100H	สำหรับเขียนคำสั่ง (RS=0, R/W=0)
8101H	สำหรับเขียนค่าไม่ว่าง (RS=0, R/W=1)
8102H	สำหรับเขียนข้อมูล (RS=1, R/W=0)
8103H	สำหรับอ่านข้อมูล (RS=1, R/W=1)

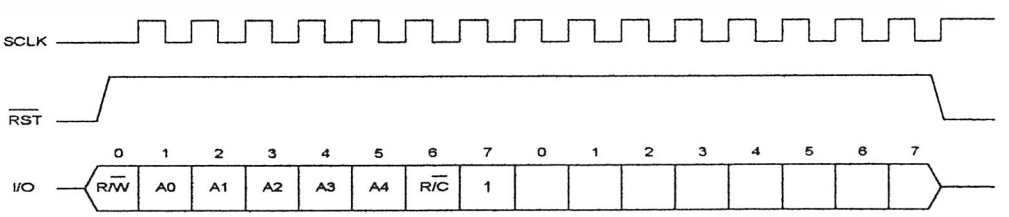
การอ่านค่าแอลซีดีแบบดอทเมตริก จะสามารถเลือกรุ่นใดๆ ก็ได้ โดยมีจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัดและจำนวนบรรทัดตามต้องการ เพราะสายสัญญาณที่ใช้ จะใช้แบบเดียวกันหมด จะแตกต่างกันที่โปรแกรมเท่านั้น การนับหมายเลขขั้วต่อของแอลซีดีพอร์ต จะไม่เหมือนการนับทั่วๆ ไป

2.3.4 นาฬิกาเวลาจริงและปฏิทิน (OPTIONAL REAL TIME CLOCK & CALENDAR)

สำหรับการใช้งานระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีเวลามาเกี่ยวข้องด้วย จำเป็นต้องมีวงจรในส่วนที่ทำหน้าที่เป็นนาฬิกาเวลาจริง ซึ่งบอร์ดใช้ชิพเบอร์ DS1202 โดยต่อรวมกับอุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อยและที่สำคัญคือ ไม่ต้องทำการปรับแต่ง ซึ่งเมื่อจะใช้นาฬิกาเวลาจริงนี้ ต้องมีชิพ DS1202 และ MAX691 รวมทั้งคริสตอล 32.768 กิโลเฮิร์ซ และแบตเตอรี่ลิเธี่ยมบนบอร์ด

DS1202 ประกอบไปด้วยนาฬิกาเวลาจริง / ปฏิทิน และสแตติสติกแรม ขนาด 24 ไบต์ ทำการอินเตอร์เฟซกับซีพียูในแบบอนุกรม โดยใช้สายเพียง 3 เส้นคือ ขารีเซต, ขาอินพุท / เอาท์พุท (สำหรับข้อมูล) และขาคล็อกอนุกรม (serial clock)

ขาสัญญาณทั้งสามนี้จะต่อเข้ากับขา P1.6, P1.4 และ P1.5 ของซีพียูตามลำดับ เมื่อต้องการทราบค่าเวลาจะต้องอ่านเวลาจากชิพ เพราะว่าชิพนี้ไม่มีขาสำหรับไปอินเตอร์รัพต์ซีพียู ซีพียูสามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลของนาฬิกาได้ 2 วิธีคือ ไบต์เดี่ยวและหลายไบต์ โดยทั้งสองวิธีซีพียูต้องส่งไบต์คำสั่ง (8 บิต) ให้ DS1202 เพื่อบอกให้ทราบว่าจะทำการเขียนหรืออ่านนาฬิกา พร้อมตำแหน่งและตามด้วยข้อมูลในขณะที่กำลังติดต่อกับ DS1202 สัญญาณที่ขารีเซตต้องเป็นลอจิก 1 ขาคล็อกอนุกรมจะเป็นสัญญาณ เพื่อทำการเขียนข้อมูลโดยจะใช้สัญญาณคล็อก 1 ลูก สำหรับข้อมูล 1 บิต ส่วนขาอินพุท / เอาท์พุท เป็นข้อมูลอนุกรม โดยจะเป็นอินพุทเมื่อทำการเขียนและเป็นเอาท์พุทเมื่อทำการอ่าน โดยข้อมูลที่จะเขียนหรืออ่านนี้จะเริ่มจากบิต 0 และจบด้วยบิต 7 ค่าของไบต์คำสั่ง



รูปที่ 2.3 รูปแสดงไดอะแกรมเวลาของการส่งข้อมูลเพื่อติดต่อกับ DS1202 แบบไบต์เดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

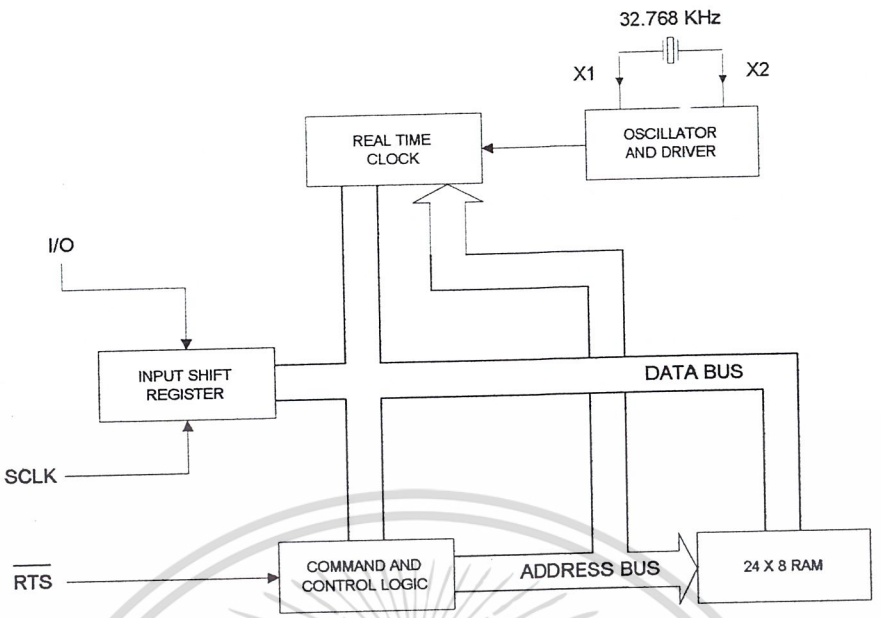
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงไบต์คำสั่งในการเขียนและอ่านค่านาฬิกา

COMMAND BYTES/DEFINITION												
REGISTER	FUNCTION	COMMAN 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	12 HRS 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	10 DATE		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						

การทำงาน

จะมีการทำงานตามบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 2.4 โดยมีชิพรีจิสเตอร์, คอนโทรลลอจิก, ออสซิลเลเตอร์, นาฬิกาเวลาจริง และหน่วยความจำสำรอง การเริ่มต้นของการส่งผ่านข้อมูลรีเซตจะทำให้เป็นลอจิก 1 และ 8 บิต ถูกนำเข้าไปในชิพรีจิสเตอร์ซึ่งจะทำการแปลงทั้งแอดเดรสและคำสั่ง โดยที่ข้อมูลที่เป็นอินพุทจะเป็นแบบอนุกรมใช้ 8 บิตแรกของ 32 ไบต์เป็นทางเข้า โดยไม่คำนึงว่ารอบการอ่าน / เขียน จะเกิดขึ้นหรือไม่หลังจากนั้น 8 คล็อกแรก จะเกิดขึ้นและจะนำคำสั่งไปยังชิพรีจิสเตอร์โดยจะใช้กับข้อมูลออกเมื่อมีการอ่าน หรือข้อมูลเข้าเมื่อมีการเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



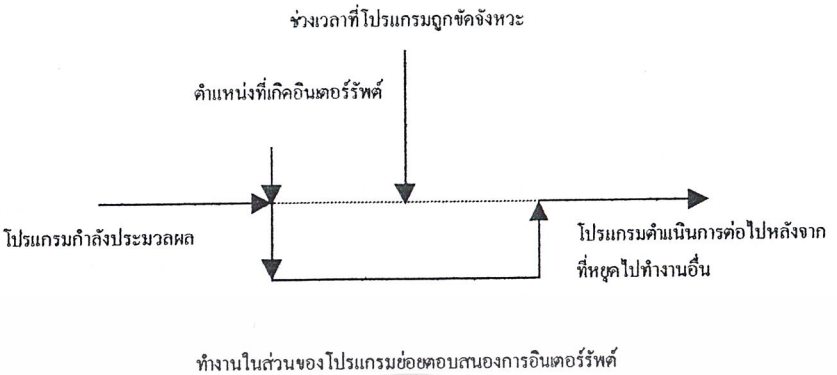
รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมของ DS1202

2.4 การอินเตอร์รัพต์

โดยปกติแล้วในการให้บริการหรือควบคุมอุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุทต่างๆ ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ มักจะใช้การวนรอบในช่วงระยะเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสภาพของการติดต่อ แม้ว่าอุปกรณ์นั้นๆ จะไม่ต้องการการติดต่อใดๆ ก็ตามซึ่งทำให้เสียเวลาในการประมวลผลกลางไปโดยเปล่าประโยชน์ การนำเทคนิคของการอินเตอร์รัพต์เข้ามาช่วยในการดำเนินการนั้นนอกจากจะทำให้ระบบมีการตอบสนองต่อเหตุการณ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้นแล้ว ยังมีผลทำให้ลดความซับซ้อนของโปรแกรมลงได้อย่างมากด้วย เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีส่วนของโปรแกรมที่ทำการวนตรวจนี้อีกต่อไป

เนื่องจากลักษณะการร้องขอการอินเตอร์รัพต์ของอุปกรณ์ต่างๆเข้ามายังไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ไม่ว่ากำลังประมวลผลโปรแกรมอยู่ในส่วนใดของโปรแกรมก็ตาม ดังนั้นเมื่อโปรแกรมถูกอินเตอร์รัพต์ ก็จะดำเนินการคำสั่งที่กำลังทำอยู่ให้เสร็จสิ้นหลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงตอบรับการอินเตอร์รัพต์นั้น และควบคุมให้ไปดำเนินการประมวลผลโปรแกรมยังตำแหน่งหนึ่ง เพื่อให้บริการต่อการอินเตอร์รัพต์นั้น ซึ่งยังจะมีผลทำให้สถานะการรับรู้ว่ามีการอินเตอร์รัพต์ทางด้านฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์เปลี่ยนแปลงและกลับไปเป็นสู่สภาวะเช่นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงให้เห็นถึงแผนภาพการทำงานของโปรแกรม

จากรูปซึ่งโดยปกติจะทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งอยู่ เมื่อมีการอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้นส่วนนี้จะหยุดค้าง เนื่องจากโปรเซสเซอร์จะทำการกระโดดไปทำงานในส่วนของโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัพต์ เมื่อเสร็จสิ้นงานในโปรแกรมย่อยนี้แล้วจึงจะได้กลับไปทำงานเก่าที่ค้างอยู่ต่อไป

การจำแนกประเภทของสัญญาณที่ทำให้เกิดการอินเตอร์รัพต์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ใช้การพิจารณาแหล่งที่มาของสัญญาณอินเตอร์รัพต์นั้นได้แก่ สัญญาณอินเตอร์รัพต์ภายนอก ซึ่งมีที่มาจากวงจรหรืออุปกรณ์ภายนอกโดยสัญญาณ จะผ่านเข้ามาทางขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ภายในนั้น จะเป็นการสร้างสัญญาณจากวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เอง

2.4.1 โครงสร้างการอินเตอร์รัพต์ของ 8051

จากแผนภาพโครงสร้างระบบอินเตอร์รัพต์ของ 8051 ในรูป แสดงให้เห็นว่าสัญญาณที่เข้ามาทำการอินเตอร์รัพต์ 8051 นั้นเกิดขึ้นได้ห้าลักษณะตามตารางข้อมูล โดยจะเห็นได้ว่าสามารถที่จะกำหนดเลือกเพื่อยินยอม (หรือ อีนาเบิล) และห้าม (หรือ ดิสเอเบิล) ไม่ให้มีการอินเตอร์รัพต์แต่ละประเภทได้ โดยการกำหนดบิตของข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่งมักจะอยู่ภายในรีจิสเตอร์ TCON และ SCON นอกจากนี้ยังมีตำแหน่งบิตภายในรีจิสเตอร์ IE (interrupt enable register) ซึ่งทำหน้าที่เสมือนกับเป็นสวิทช์ หลักที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ทั้งหมด โดยหากว่ากำหนดให้ห้ามการเกิดอินเตอร์รัพต์แล้ว การกำหนดบิตเพื่อห้ามหรือยินยอมของแต่ละอินเตอร์รัพต์ก็จะไม่มีผลใดๆ เกิดขึ้น นอกจากนี้ภาพในรูปยังแสดงให้เห็นด้วยว่าสัญญาณอินเตอร์รัพต์แต่ละประเภทยังสามารถกำหนด ระดับความสำคัญ ของการอินเตอร์รัพต์ได้ 2 ลักษณะคือ ระดับความสำคัญสูงหรือต่ำ กล่าวคือ ขณะที่กำลังประมวลผลอยู่ภายในส่วนของโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัพต์ของสัญญาณที่มีระดับความสำคัญต่ำอยู่ ก็อาจจะถูกขัดจังหวะให้ไปประมวลผลของสัญญาณอินเตอร์รัพต์ ที่มีระดับความสำคัญสูงกว่าได้ แต่หากว่าเป็นสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่ระดับความสำคัญต่ำเช่นเดียวกันแล้ว ก็จะต้องรอให้เสร็จสิ้นการประมวลผลที่ดำเนินการอยู่ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การควบคุมการอินเตอร์รัพต์

ตามโครงสร้างด้านการจัดการอินเตอร์รัพต์ของ 8051 สามารถกำหนดเลือกเพื่อยินยอมหรือไม่ยินยอม ให้มีการอินเตอร์รัพต์ของแต่ละสัญญาณได้ โดยใช้การกำหนดค่าของบิตภายใน รีจิสเตอร์ IE ซึ่งจะมีทั้งแบบที่ระบุถึงอินเตอร์รัพต์โดยรวมทั้งหมด (บิตที่ 7) และอินเตอร์รัพต์แต่ละประเภทได้ ในกรณีที่กำหนดค่าข้อมูลเป็น 1 ให้กับซีพียูจะมีความหมายถึงการยินยอมให้มีการอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้นได้ โดยจะต้องทำการกำหนดให้ยินยอมให้มีการอินเตอร์รัพต์ทั้งหมดให้เกิดขึ้นก่อน จึงมีผลทำให้การกำหนดบิตเพื่อยินยอมของแต่ละอินเตอร์รัพต์มีผลขึ้นได้

2.4.3 การจัดการอินเตอร์รัพต์

เมื่อมีการอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำคำสั่งที่กำลังดำเนินการอยู่ให้แล้วเสร็จ จากนั้นจึงจะทำการเก็บค่าตำแหน่งแอดเดรสของคำสั่งที่จะทำงานต่อไปไว้ยังบริเวณของหน่วยความจำที่ถูกกำหนดไว้ให้เป็นสแต็ก และกระโดดไปยังตำแหน่งแอดเดรสที่ได้มีการกำหนดไว้แน่นอนตำแหน่งหนึ่งโดยอัตโนมัติ ตำแหน่งนี้เรียกว่า แอดเดรสของอินเตอร์รัพต์ (interrupt vector address) ซึ่งจะต้องทำการเขียนโปรแกรมย่อย (subroutine) ที่ตำแหน่งแอดเดรสเหล่านี้ไว้ ซึ่งเรียกว่า โปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัพต์

ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งอินเตอร์รัพต์เวกเตอร์ของสัญญาณอินเตอร์รัพต์ต่างๆ

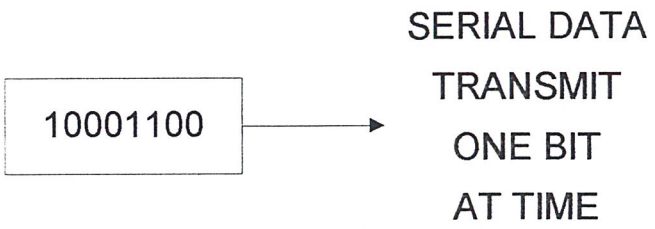
แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพต์	ตำแหน่งแอดเดรส (ฐานสิบหก)
อินเตอร์รัพต์ภายนอก 0	0003
วงจรนับ / จับเวลา 0	0008
อินเตอร์รัพต์ภายนอก 1	0013
วงจรนับ / จับเวลา 1	001B
วงจรรับส่งข้อมูลอนุกรม	0023

2.5 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การรับส่งข้อมูลโดยทั่วไปนั้น ข้อมูลทุกๆ บิตจะถูกรับหรือส่งออกไปในเวลาเดียวกัน เช่นการอ่านหรือการเขียน ข้อมูลลงในหน่วยความจำ ซึ่งเรียกการรับส่งข้อมูลในลักษณะนี้ว่า "การรับส่งข้อมูลแบบขนาน"

สำหรับในที่นี้จะกล่าวถึงการรับส่งข้อมูลอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลทีละบิตแทนที่จะทำการส่งข้อมูลพร้อมกันทุกบิตในเวลาเดียวกัน การรับส่งข้อมูลแบบนี้มีชื่อว่า "การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



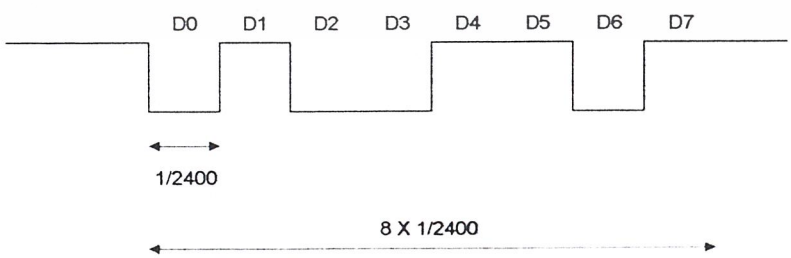
รูปที่ 2.6 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งจะทำการส่งข้อมูลทีละบิต

สำหรับการส่งข้อมูลแบบขนานนั้น ถึงแม้ว่าจะมีความเร็วสูงกว่าอยู่มากก็ตาม แต่ต้องใช้จำนวนสายในการส่งผ่านข้อมูลเป็นจำนวนมากกว่าแบบอนุกรมทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการวางสายโดยไม่จำเป็นและยังมีการลดทอนของสัญญาณมากกว่าแบบอนุกรมอีกด้วย ทำให้เกิดความผิดพลาดในการรับส่งผ่านข้อมูลได้ง่าย ดังนั้นในการส่งผ่านข้อมูลในระยะทางไกลๆ เรามักจะเลือกใช้การส่งข้อมูลแบบอนุกรมเพื่อลดจำนวนของสายส่งซึ่งจะช่วยในการลดค่าใช้จ่ายในการวางสายลงได้มาก ถึงแม้การรับส่งข้อมูลแบบนี้จะมีความยุ่งยากและช้ากว่าการรับส่งข้อมูลแบบขนานอยู่บ้างก็ตาม

2.5.1 อัตราความเร็ว (BAUD RATE)

สิ่งที่สำคัญมากสิ่งหนึ่งในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมก็คือ ความถี่ที่ใช้ในการส่งข้อมูลซึ่งจะต้องสัมพันธ์กันระหว่างอุปกรณ์ที่ทำการรับและส่งข้อมูล ความถี่ที่ใช้นี้มีชื่อเรียกว่า "อัตราความเร็ว" ซึ่งมีความหมายถึง "อัตราการรับส่งข้อมูลเป็นจำนวนบิตใน 1 วินาที" ถ้าหากว่าเครื่องส่งใช้อัตราความเร็วที่ไม่สัมพันธ์กับเครื่องรับแล้วก็จะทำให้การรับส่งข้อมูลเกิดการผิดพลาดขึ้นได้

โดยทั่วไปค่าของอัตราความเร็วนั้นจะให้ค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ 110, 150, 300, 1200, 2400, 4800 และ 9600 บิตต่อวินาที สำหรับในที่นี้จะสมมติว่าต้องการที่จะส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยอัตรา 1200 baud (2400 บิตต่อวินาที) และข้อมูลที่ต้องการส่งคือ 0B2H หรือ 1011001B ซึ่งเราสามารถที่จะแสดงได้ในรูปของสัญญาณดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงสัญญาณของข้อมูลที่ถูกส่งไปตามสายส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.7 เห็นได้ว่าความกว้างของสัญญาณของแต่ละบิตจะมีค่าเท่ากับ 1/baud rate วินาที ซึ่งจากอัตราความเร็วที่ต้องการใช้คือ 2400 บิตต่อวินาทีนั้น จะทำให้ความกว้างของแต่ละบิตที่จะส่งไปตามสายส่งนี้ทำให้เราสามารถทำจะคำนวณเวลาที่จะต้องใช้ในการรับ ส่งข้อมูลแต่ละไบต์ (8 บิต) ได้เท่ากับ 8 x 416 ไมโครวินาที หรือ 3,328 ไมโครวินาที อย่างไรก็ตามเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ จึงมีการเพิ่มบิตต่างๆ ลงไปในไบต์ของข้อมูล เพื่อช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่เครื่องรับได้รับมา (แต่ไม่ได้หมายความว่าเมื่อเพิ่มบิตต่างๆ เหล่านี้เข้าไปแล้ว จะทำให้การส่งผ่านข้อมูลมีความถูกต้อง 100%) สำหรับบิตต่างๆ ที่เพิ่มเข้ามานี้ก็คือ บิตเริ่มต้น (start bit) บิตหยุด (stop bit) และบิตพาริตี้ (parity bit) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลในแต่ละไบต์ที่ส่งออกไปนี้มีมากกว่า 8 บิต และเวลาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลก็จะมากขึ้นตามไปด้วย

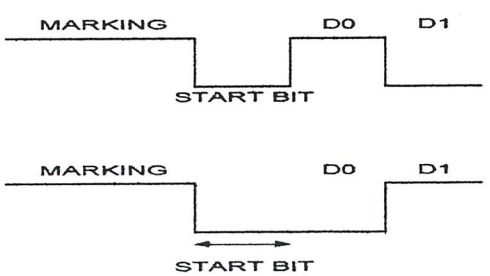
2.5.2 บิตเริ่มต้น

ในการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมนี้ จำเป็นที่จะต้องทำให้อุปกรณ์ที่จะรับข้อมูลทราบว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นเริ่มต้นที่จุดใด ดังนั้นเราจึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มข้อมูล 1 บิต ลงไปก่อนหน้าข้อมูลจริงที่จะทำการส่ง (การส่งอนุกรมจะส่งบิต D0 เป็นบิตแรก และบิต D7 เป็นบิตสุดท้าย) นั่นก็คือทำการเพิ่มบิตนี้ลงไปข้างหน้าบิต D0 นั่นเอง และเรียกบิตนี้ว่า "บิตเริ่มต้น"

หน้าที่ของบิตเริ่มต้นนี้นอกจากจะใช้ในการบอกว่าข้อมูลนั้นเริ่มต้นที่ใดแล้ว ยังทำงานร่วมกับบิตหยุด (ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป) เพื่อช่วยในการแยกข้อมูลแต่ละชุดออกจากกันและความกว้างของบิตนี้จะเท่ากับความกว้างของบิตอื่นๆ ในข้อมูลที่จะส่ง (D0-D7)

เมื่ออุปกรณ์ที่จะส่งข้อมูลไปยังพอร์ตไม่ได้ทำการส่งข้อมูลใดๆ ออกมานั้น สายส่งจะอยู่ในสภาวะที่เรียกว่า "มาร์คกิ้ง" ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่มีการรับส่งข้อมูลใดๆ เกิดขึ้น ในที่นี้เราจะสมมุติให้มาร์คกิ้งของสายส่งเป็นลอจิก "1" บิตเริ่มต้นที่จะเพิ่มเข้าไปนี้จะมีลอจิกที่ตรงข้ามกับลอจิกของมาร์คกิ้ง ดังนั้นในกรณีนี้บิตเริ่มต้นจะมีลอจิกเป็น "0"

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 แสดงการเพิ่มบิตเริ่มต้นเข้าไปก่อนหน้าบิต D0 ในกรณีที่บิต D0 เป็น "1" และ "0" ตามลำดับ

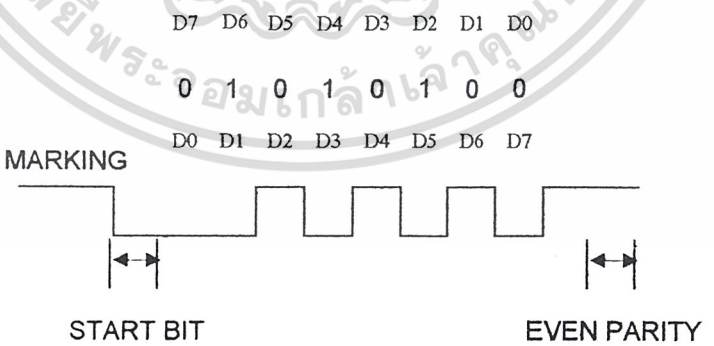
2.5.3 พาริตี้บิต

สำหรับบิตนี้จะทำหน้าที่ในการบอกให้ส่วนรับข้อมูลทราบว่า ข้อมูลที่ได้รับเข้ามานั้นมีความถูกต้องเหมือนกับข้อมูลที่ถูกส่งออกมาหรือไม่ (ถึงแม้ว่าการตรวจสอบบิตนี้จะไม่พบความผิดพลาด แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าข้อมูลที่ได้รับเข้ามานี้จะถูกต้อง 100 %) โดยที่บิตนี้จะทำหน้าที่ในการบอกให้ส่วนรับข้อมูลทราบว่าข้อมูลที่ส่งออกมาในแต่ละไบต์นั้นมีจำนวนบิตที่เป็น “1” อยู่เป็นจำนวนคี่ เป็นต้น สำหรับบิตที่ใช้ในการตรวจสอบนี้เรียกว่า “พาริตี้บิต”

พาริตี้บิตนี้จะถูกส่งออกมาโดยอุปกรณ์ส่งข้อมูล ซึ่งบิตนี้จะเป็น “1” หรือ “0” นั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ส่งออกมา (D0-D7) ว่ามีจำนวนบิตที่เป็น “1” เป็นจำนวนคู่หรือคี่ และยังขึ้นอยู่กับอุปกรณ์รับส่งข้อมูลด้วยว่าถูกออกแบบ (โปรแกรม) ไว้ให้รับส่งพาริตี้ในลักษณะของพาริตี้คู่หรือ พาริตี้คี่ อีกด้วย

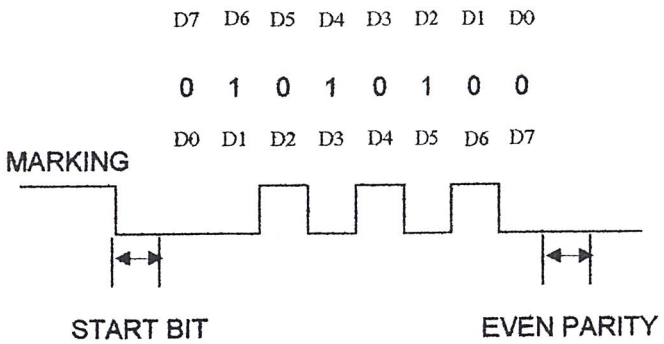
ในกรณีที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูลถูกออกแบบไว้ให้เป็นพาริตี้คู่ อุปกรณ์ส่งข้อมูลจะทำการส่งพาริตี้บิตเป็นลอจิก “1” ออกไป เมื่อจำนวนบิตที่เป็น “1” ของข้อมูล (D0-D7) เป็นจำนวนคี่ “1” และจะทำการส่งพาริตี้บิตเป็นลอจิก “0” เมื่อจำนวนบิตที่เป็น “1” ของข้อมูลเป็นจำนวนคู่ และจะเป็น “0” ในกรณีที่เป็นจำนวนคี่ ในที่นี้จะสมมติว่าอุปกรณ์ถูกออกแบบไว้สำหรับพาริตี้คู่และเราต้องการที่จะส่งข้อมูลออกไปให้กับส่วนรับข้อมูลเป็นจำนวน 2 ไบต์ คือ 54H และ 55H

เมื่อเราส่งข้อมูล 54H ออกไป ซึ่งมีจำนวนบิตที่เป็น “1” เป็นจำนวนคี่ ดังนั้นในกรณีนี้อุปกรณ์ส่งข้อมูลก็จะทำการส่งพาริตี้บิตเป็นลอจิก “1” ตามออกมาด้วย เพื่อจะให้บิตที่เป็น “1” ของข้อมูล 54H รวมกับพาริตี้บิตแล้วได้เป็นจำนวนคู่ ส่วนข้อมูล 55H นั้นจำนวนบิตที่เป็น ”1” นั้นเป็นจำนวนคู่อยู่แล้วดังนั้นอุปกรณ์ส่งข้อมูลก็จะส่งพาริตี้บิตเป็น “0” ให้กับส่วนรับข้อมูล ดังในรูปที่ 2.9 และรูปที่ 2.10 สำหรับส่วนรับข้อมูลนั้นเมื่อทำการรับข้อมูลเข้ามาแล้วก็จะตรวจสอบสัญญาณว่า จำนวนบิตที่เป็น “1” ของข้อมูล รวมกับพาริตี้บิตนั้นเป็นจำนวนคู่หรือไม่ ถ้าหากว่าเป็นจำนวนคี่ก็แสดงว่า ข้อมูลที่ได้รับเข้ามามีความผิดพลาดเกิดขึ้น (แต่ไม่ได้หมายความว่า ถ้าเป็นจำนวนคู่อยู่แล้ว ข้อมูลที่รับเข้ามาจะถูกต้องเสมอไป)



รูปที่ 2.9 แสดงการเพิ่มพาริตี้เป็น “1” ลงไปในข้อมูลแต่ละไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงการเพิ่มพาริตี้ที่เป็น "0" ลงไปในข้อมูลแต่ละไบต์

สิ่งที่สำคัญอีกสิ่งหนึ่งก็คือ ถ้าอุปกรณ์ส่งข้อมูลทำการส่งในลักษณะพาริตี้คู่ หรือคี่ก็ตาม ส่วนรับข้อมูลก็จะต้องทำการรับในเดียวกับอุปกรณ์ส่งข้อมูลด้วย เช่นในกรณีที่อุปกรณ์ส่งข้อมูลทำการส่งข้อมูลในลักษณะของพาริตี้คู่ อุปกรณ์รับข้อมูลก็จะต้องทำการรับข้อมูลในลักษณะของพาริตี้คู่ด้วย เป็นต้น

2.5.4 บิตหยุด

สำหรับบิตสุดท้ายที่เพิ่มเข้าไปนี้ จะใช้ในการตรวจสอบจุดสิ้นสุดของข้อมูล บิตนี้จะถูกเพิ่มเข้าไปหลังพาริตี้บิต ถ้าอุปกรณ์รับข้อมูลบิตตรวจไม่พบบิตนี้ก็แสดงว่า ข้อมูลที่ได้รับเข้ามานั้นมีความผิดพลาดเกิดขึ้น สำหรับบิตหยุดนี้อาจมีจำนวนบิตเป็น 1, 1.5, 2 บิตก็ได้ รูปที่ 2.14 จะแสดงข้อมูลทั้ง 8 บิตที่ส่งเพียงข้อมูล 8 บิตเท่านั้น แต่อาจจะมีได้ถึง 12 บิต (กรณีที่ส่งบิตหยุดออกมา 2 บิต) ดังนั้น ถ้าเราทำการส่งด้วยอัตรา 2400 BAUD เราจะต้องใช้เวลาในการส่งทั้งหมดเท่ากับ 12 x 416 ไมโครวินาที หรือ 4,099 มิลลิวินาที ไม่ใช่ 3328 ไมโครวินาที ดังที่คำนวณไว้ในตอนต้น

2.5.5 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน 80C32

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ 80C32 สามารถรับและส่งข้อมูลแบบ Universal Asynchronous Receive Transmitter (UART) แบบฟลูดูเพล็กซ์ ที่สามารถเลือกรูปแบบในการรับส่งได้ถึง 4 แบบ

สำหรับในโครงงานได้เลือกใช้การับและส่งข้อมูลในโหมด 1 โดยข้อมูลที่รับส่ง 1 ชุด มีขนาด 10 บิต

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

และอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลมีค่าเป็น 9600 บิตต่อวินาที โดยอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลคำนวณได้จากสมการ

$$BAUDRATE = \frac{2^{SMOD}}{32} \times \frac{OsillatorFrequency}{12 \times [256 - (TH1)]}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 เป็นค่าอัตราความเร็วต่างๆ ที่ใช้กันมากและบอกว่าสามารถใช้ได้จากไทม์เมอร์ 1 อย่างไร

ตารางที่ 2.3 ตารางการใช้ไทม์เมอร์ 1 กำหนดบอดเรท

BAUD RATE	ความถี่ของคริสตอล	บิต SMOD	ไทม์เมอร์ 1		
			C/T	โหมด	ค่าที่ใช้โหลด
MODE 0 MAX : 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
MODE 2 MAX : 375 K	12 MHz	1	X	X	X
MODE 1,3 : 62.5 K	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2 K	11.059 MHz	1	0	2	FDH
9.6 K	11.059 MHz	0	0	2	FDH
4.8 K	11.059 MHz	0	0	2	FAH
2.4 K	11.059 MHz	0	0	2	F4H
1.2 K	11.059 MHz	0	0	2	E8H
137.5 K	11.059 MHz	0	0	2	1DH
110 K	11.059 MHz	0	0	2	72H
110 K	11.059 MHz	0	0	1	FEEBH

จากตารางที่ 2.3 จะเห็นว่าในการทำงานของพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 0 จะมีความเร็วในการส่งมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับโหมดอื่นที่มีความถี่คริสตอลค่าเดียวกัน และจะเป็นว่าหากเลือกใช้คริสตอลความถี่ 11.059 เมกกะเฮิรตซ์ จะสามารถตั้งค่าอัตราความเร็วในโหมด 1 และโหมด 3 เป็นค่ามาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปได้เช่น 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ในระบบควบคุมส่วนใหญ่เลือกใช้ความถี่ 11.059 เมกะเฮิรตซ์ มากกว่า 12 เมกะเฮิรตซ์

นอกจากจะแสดงค่าอัตราความเร็วค่าต่างๆ เปรียบเทียบให้เห็นแล้ว ยังแสดงค่าที่ต้องโหลดไปไว้ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TH1 ที่ค่าอัตราความเร็วมาตรฐานต่างๆ ให้ทราบอีกด้วย ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำค่านี้ไปใช้ได้เลย

จากโครงงานได้กำหนดใช้ไทม์เมอร์ 1 ทำงานในโหมด 1 และความถี่ระบบเท่ากับ 11.059 เมกะเฮิรตซ์ บิต SMOD = 0 และรีจิสตอร์ TH1 = FDH (253D)

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

$$BAUDRATE = 9600$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 มาตรฐาน RS-232C

พอร์ต RS232 ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลในแบบอนุกรมเรียกว่า Universal Asynchronous Adapter เหตุที่มีชื่อเรียกว่า RS232 ก็เนื่องจากสมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกาหรือ EIA ได้กำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์สื่อสารแบบอนุกรมเอาไว้ภายใต้ชื่อว่า RS232 ความจริงมาตรฐานของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีหลายมาตรฐาน แต่ที่นิยมกันมากที่สุดสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์คือ RS232C

หน้าที่ของการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสคือ

ก) รับสัญญาณ

เปลี่ยนสัญญาณที่เข้ามาแบบอนุกรมให้เป็นแบบขนาน

ตรวจสอบความผิดพลาดของสัญญาณที่ได้รับ

ตัดบิตหยุดและบิตพาริตี้ออก

ส่งสัญญาณให้ซีพียูรู้ว่ารับสัญญาณไว้ได้แล้ว

ข) ส่งสัญญาณ

1. เปลี่ยนสัญญาณแบบขนานจากซีพียูแล้วทยอยส่งออกไปแบบอนุกรม
2. เพิ่มบิตหยุดและบิตพาริตี้
3. เพิ่มสัญญาณควบคุมโมเด็มที่ต่อเนื่อง (ถ้ามี)

มาตรฐาน RS232C ได้จัดพิมพ์ขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1969 โดยสมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แห่งสหรัฐอเมริกา RS ย่อมาจากคำว่า Recommened Standard ส่วน 232 เป็นหมายเลขของมาตรฐานตัวนี้ C เป็นตัวอักษรที่แสดงถึงฉบับสุดท้ายของมาตรฐานตัวนี้ จุดประสงค์ของมาตรฐานตัวนี้ก็เพื่อบรรยายคุณลักษณะของการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Terminal Equipment : DTE) กับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication Equipment : DCE) สำหรับผู้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ DET ก็หมายถึงตัวไมโครคอมพิวเตอร์และ DCE ก็หมายถึงโมเด็ม อุปกรณ์อื่นๆ เช่นเครื่องพิมพ์ที่ไดรับสัญญาณแบบอนุกรมอาจจะเป็นได้ทั้ง DTE และ DCE ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต ข้อแตกต่างของ DTE และ DCE จะเห็นได้จากรูปที่ 2.8 จากรูปนี้จะเห็นว่า RS232C มีส่วนสำคัญอย่างมาก สำหรับการสื่อสารข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์

รูปที่ 2.11 แสดงการใช้ RS232C เชื่อมต่ออุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วและระยะทางในการเชื่อมต่อ RS232 สามารถเชื่อมต่อการถ่ายโอนข้อมูลได้จาก 0-20,000 บิตต่อวินาที ซึ่งเพียงพอสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดอัตราบอด 110 ถึง 9600 บอด ความยาวของสายเชื่อมต่อโดยสัญญาณมาตรฐานของ RS232C จำกัดอยู่ที่ 50 ฟุต ซึ่งเพียงพอสำหรับการสื่อสารไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบนอก

2.6.1 ลักษณะของสัญญาณ RS232C

เพื่อเป็นหลักประกันว่าข้อมูลถูกส่งออกไปอย่างถูกต้อง และอุปกรณ์ถูกควบคุมอย่างถูกต้อง จำเป็นจะต้องมีข้อตกลงกันในเรื่องของสัญญาณที่ใช้มาตรฐาน RS232C กำหนดย่านของแรงดันไฟฟ้าในสัญญาณเพื่อสนองจุดประสงค์ข้างบน ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ย่านของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในสัญญาณ RS232C

มาตรฐานของการใช้แรงดันไฟฟ้า			
แรงดันไฟฟ้า	สถานภาพลอจิก	สถานภาพของสัญญาณ	ฟังก์ชันในการควบคุม
บวก	0	SPACE	ON
ลบ	1	MARK	OFF

2.7 การสื่อสารผ่านสายโทรศัพท์

2.7.1 การต่อโทรศัพท์

เมื่อต่อโทรศัพท์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล การโต้ตอบที่ซับซ้อนจะเกิดขึ้นระหว่างผู้ใช้กับซอฟต์แวร์การสื่อสารและโมเด็ม การทำงานของโมเด็มจะมีลำดับการทำงานที่เป็นขั้นตอน เสียงที่ออกจากลำโพงของมันคือ ไดแอ็ลโทน ตามด้วยเสียงทัชโทน หรือเสียงการหมุนโทรศัพท์ (กรณีโทรศัพท์แบบหมุน) เสียงริงกิง (ringing) จากโมเด็มอีกฝั่ง หลังจากนั้นสองสามวินาที ลำโพงจะส่งเสียงสัญญาณการติดต่อ แล้วโมเด็มทั้งสองตัวจะเชื่อมต่อกัน ลำดับขั้นตอนต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อโมเด็มตัวหนึ่งเรียกเข้าไปยังโมเด็มอีกตัวหนึ่ง

ขั้นตอน	ผู้ใช้	ซอฟต์แวร์	โมเด็มตัวเรียก	โมเด็มตัวตอบรับ
1	เลือก “dial” จากเมนูของซอฟต์แวร์หรือบรรทัดคำสั่ง	เปิดสัญญาณ DTR ให้ on ส่งคำสั่งหมุนโทรศัพท์ให้แก่โมเด็ม คือ ATDT + เบอร์ปลายทาง	โมเด็มเปิดเสียงลำโพง ทำให้สายโทรศัพท์เป็น off hook รอสัญญาณไดแอ็ลโทน และหมุนหมายเลขโทรศัพท์	
2		เริ่มรอรับรหัสผลลัพธ์จากโมเด็ม	รอการตอบรับ เวลาที่รอถูกตั้งค่าในรีจิสเตอร์ S7	
3				เสียงโทรศัพท์ดัง
4				โมเด็มตรวจจับสัญญาณริงกิงได้ โมเด็มตอบกลับโดยการใส่โทนเสียงตอบกลับ
5			โมเด็มตัวรับรู้โทนเสียงตอบกลับ ใส่ออริจิเนตแคเรีย (originate carrier) บนสาย	
6			โมเด็มตกลงกันเรื่องวิธีการมอดูเลตและความเร็วการรับส่ง	โมเด็มตกลงกันเรื่องวิธีการมอดูเลต และความเร็วการรับส่ง
7			โมเด็มพิจารณาเรื่องการบีบอัดข้อมูล และ / หรือ ความสามารถในการควบคุมข้อผิดพลาดของทั้งสองฝ่าย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8			ส่งรหัสผลลัพท์คำว่า “connect” ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ปิดเสียงจากลำโพง เปิดสัญญาณ CD ให้ on	
9		ส่งรหัสผลลัพธ์ และ/หรือสัญญาณ CD แจ้งให้แก่ผู้ใช้รู้การเกิดการเชื่อมต่อขึ้นแล้ว		
10	เริ่มสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ตัวเรียก	จัดการเซสชันการสื่อสาร โดยการเฝ้าดูว่าแคเรียหายไปหรือไม่ โดยควบคุมสัญญาณ CD	ส่งและรับข้อมูล	ส่งและรับข้อมูล
11	เสร็จสิ้นการสื่อสารเลือกคำสั่ง “disconnect”	ปิดสัญญาณ DTR เป็น off หรือ ส่ง +++ ตามด้วย ATH		
12			วางสายโทรศัพท์	รับรู้ว่าไม่มีการส่งแคเรียมาแล้ววางสายโทรศัพท์

2.7.2 คำสั่งพื้นฐาน AT

ในการติดต่อสื่อสารระหว่างโมเด็มสองตัว เงื่อนไขระหว่างโมเด็มและซอฟต์แวร์ในการต่อโทรศัพท์เข้ามายังโมเด็มอีกตัว เพื่อทำให้เกิดการเชื่อมต่อ โมเด็มทั้งคู่จะต้องตกลงความเร็วรูปแบบข้อมูลและโปรโตคอลโมเด็มตัวที่เรียกเข้าจะต้องรู้หมายเลขโทรศัพท์ระยะเวลาที่ต้องรอให้โมเด็มอีกฝั่งตอบกลับและการหมุนโทรศัพท์จะเป็นลักษณะกดปุ่มที่เรียกกันว่าทัชโทน หรือการหมุนหมายเลขหรือที่เรียกกันว่ารีไดเอ็ลริง โมเด็มตัวตอบรับจะต้องรู้เสียงริงกิงแบบใดที่ต้องตอบรับและต้องรอการตอบสนองกลับจากโมเด็มตัวเรียกเข้าเป็นเวลานานเท่าใด การปฏิบัติการทั้งหมดนี้คือการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ การตอบรับ และการตั้งค่าตัวแปร ถูกควบคุมด้วยคำสั่ง AT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง AT พื้นฐานจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ คำสั่งกระทำการทันที เช่นการหมุนโทรศัพท์ ATD การตอบรับ ATA หรือการยกเลิกการติดต่อ ATH คำสั่งประเภทที่สอง เป็นคำสั่งการเปลี่ยนค่าที่ตั้งไว้ เช่น ATS7=90 ตั้งค่ารีจิสเตอร์ S7 เป็นการบอกโมเด็มว่าให้รอการตอบรับหลังจากการหมุนหมายเลขโทรศัพท์เป็นเวลา 90 วินาที

โดยปกติซอฟต์แวร์การสื่อสารจะต้องตั้งค่ารีจิสเตอร์ S ไว้เป็นค่าที่แน่นอนก่อน แล้วจากนั้นออกคำสั่งหมุนหมายเลขโทรศัพท์ หรือตอบรับ ในการตั้งค่ารีจิสเตอร์ S ให้เป็นค่าต่างๆ กัน

2.7.3 ออนไลน์และออฟไลน์

ก่อนการติดต่อจะทำงานได้ โมเด็มจะต้องพร้อมรับคำสั่งเสียก่อนสถานะนี้เรียกว่า "คอมมานด์สเตท" คือทุกสิ่งที่ส่งไปยังโมเด็มจะถูกแปรความเป็นคำสั่ง โมเด็มปกติจะอยู่ในคอมมานด์สเตทในขณะที่ไม่ได้ต่อกับโมเด็มตัวใดๆ อยู่ แต่ถ้าโมเด็มต่ออยู่ในสภาวะออนไลน์ คือเชื่อมต่ออยู่กับโมเด็มตัวอื่น ทุกอย่างที่ป้อนเข้ามาผ่านคีย์บอร์ดจะถูกส่งผ่านไปยังโมเด็มปลายทาง

คำสั่ง AT พื้นฐานที่ใช้

- คำสั่งตอบรับ ATA
- คำสั่งหมุนหมายเลขโทรศัพท์ ATD
- คำสั่งวางหูโทรศัพท์ ATH

2.7.4 โมเด็มกับการอินเตอร์เฟซแบบ RS-232C

- Data Terminal Ready

สัญญาณ Data Terminal Ready (DTR) เป็นขา 20 ของอินเตอร์เฟซ RS-232C สัญญาณนี้ส่งจากพีซีไปยังโมเด็ม สัญญาณนี้บอกโมเด็มว่าพีซีเปิดอยู่และพร้อมที่จะติดต่อแล้วถ้าสัญญาณ DTR ถูกปิดในขณะที่โมเด็มออนไลน์อยู่กับโมเด็มตัวอื่น (สถานะคล้ายกับการ off-hook) โมเด็มจะหยุดเซสชันการสื่อสารและวางหูโทรศัพท์ โปรแกรมการสื่อสารบางตัวใช้วิธีนี้ตัดการเชื่อมต่อเพราะมันรวดเร็วกว่าวิธี "+++ATH"

- Carrier Detect

สัญญาณ Carrier Detect (CD) (ขา 8) บอกพีซีว่าตอนนี้โมเด็มกำลังออนไลน์และเชื่อมต่ออยู่กับโมเด็มตัวอื่น โมเด็มเปิดสัญญาณ CD ณ เวลาเดียวกับที่มันส่งรหัสผลลัพธ์ที่เป็นข่าวสารว่า CONNECT ไปยังพีซี สัญญาณนี้เป็นวิธีหนึ่งที่ซอฟต์แวร์การสื่อสารใช้พิจารณาว่าตอนนี้โมเด็มต่อออนไลน์อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Flow Control

ถ้าการส่งข้อมูลเป็นลักษณะท่อทางเดียวสองท่อเชื่อมระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ดังนั้น Flow Control ก็คือวาล์วที่ควบคุมการไหลของข้อมูลในท่อ Flow Control เป็นสิ่งจำเป็น เพราะโมเด็มอาจรับข้อมูลได้ไม่เร็วเท่ากับที่คอมพิวเตอร์ส่งมาให้ ในทางกลับกัน เครื่องคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถรับข้อมูลที่เข้ามาได้เร็วเท่ากับที่โมเด็มส่งมา Flow Control จะเป็นตัวหยุดการไหลของข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม Flow Control ทำงานทั้งสองทิศทาง โมเด็มอาจหยุดข้อมูลที่ส่งมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์และในทางกลับกัน Flow Control มีสองวิธี คือวิธีทางฮาร์ดแวร์และวิธีทางซอฟต์แวร์

ฮาร์ดแวร์โฟลว์คอนโทรล

ในวงจรโฟลว์คอนโทรลของโมเด็ม สัญญาณ Requset to Send (RTS) และ Clear to Send (CTS) เป็นสัญญาณที่ทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และโมเด็มใช้ในการหยุดการไหลของข้อมูลไปยังอีกฝั่ง เครื่องคอมพิวเตอร์และโมเด็มสามารถใช้สัญญาณ RTS และ CTS หยุดพักการไหลของข้อมูลเป็นการชั่วคราวทั้งไปและกลับจากโมเด็ม วงจรนี้ปกติเปิด ถ้าโมเด็มไม่สามารถรับข้อมูลจากพีซีเข้าไปได้อีก โมเด็มจะปิดวงจร RTS ซอฟต์แวร์การสื่อสารจะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ RTS ได้ และการหยุดส่งข้อมูลจนกระทั่ง RTS เปิดอีกครั้งคล้ายกัน ถ้าซอฟต์แวร์การสื่อสารของเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องการหยุดข้อมูลที่ไหลเข้ามาจากโมเด็มอื่น มันจะปิดวงจร CTS และโมเด็มหยุดการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

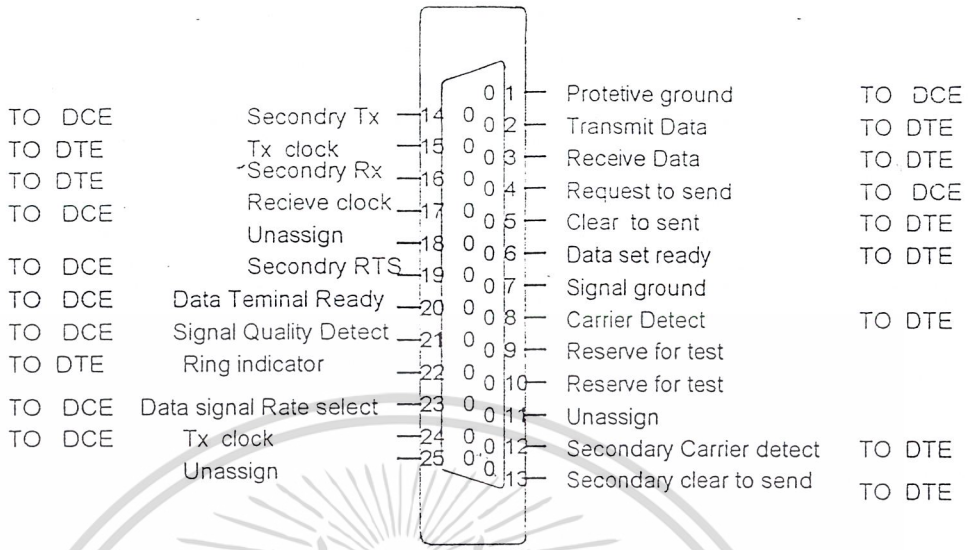
ซอฟต์แวร์โฟลว์คอนโทรล

ซอฟต์แวร์โฟลว์คอนโทรลทำงานคล้ายกับฮาร์ดแวร์โฟลว์คอนโทรล แทนที่จะใช้วงจร RTS และ CTS ซอฟต์แวร์โฟลว์คอนโทรลจะใช้อักขระที่เรียกกันว่า XON และ XOFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5 การกำหนดจุดต่อของ RS-232C

มาตรฐานของ RS-232C กำหนดข้อต่อแบบ DB-25 แต่ละขาของข้อต่อกำหนดไว้ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงขาสัญญาณของสายต่อแบบ DB-25

สัญญาณต่างๆ ทำหน้าที่ดังนี้

- Transmit Data (TD ขาที่ 2)

เป็นสัญญาณที่ส่งออกจาก DTE (ตัวไมโครคอมพิวเตอร์) ไปยังโมเด็มหรือต่อเข้าโดยตรงกับไมโครคอมพิวเตอร์ตัวอื่น หรือเครื่องพิมพ์ เมื่อไม่มีสัญญาณส่งออกสถานภาพของลอจิกที่ขานี้จะมีค่าเท่ากับ "1" หรือเทียบเท่ากับ Stop bit

- Receive Data (RD ที่ขา 3)

เป็นทางของสัญญาณเข้าไปยัง DTE หรือไมโครคอมพิวเตอร์เมื่อไม่มีสัญญาณรับเข้ามานี้จะมีสถานะทางลอจิกเป็น "1"

- Request To Send (RTS ขาที่ 4)

ใช้สำหรับส่งสัญญาณไปยังโมเด็มหรือเครื่องพิมพ์ที่เป็นการเรียกร้องที่จะส่งสัญญาณมายังที่ขาที่ 2 สัญญาณนี้ใช้คู่กับ CTS หรือ Clear To Send อุปกรณ์รับหากได้สัญญาณ RTS จะตรวจสอบตัวเองว่าพร้อมจะรับสัญญาณได้หรือยัง หากพร้อมที่จะรับส่งสัญญาณออกไปที่สาย CTS

- Clear To Send (CTS ขาที่ 5)

ดังอธิบายไว้ใน RTS เมื่อสัญญาณอยู่ในสถานะ OFF (Negative Voltage หรือลอจิก "1") หมายความว่าอุปกรณ์รับกำลังบอกว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้ว

- Data Set Ready (DSR ขาที่ 6)

สัญญาณที่อยู่ในสถานะ ON (ลอจิก "0") ไปบอกไมโครคอมพิวเตอร์เมื่อได้รับสัญญาณจากโมเด็มอีกไฟล์หนึ่ง เมื่อสัญญาณสายนี้อยู่ในสถานะ ON (หรือลอจิก "0") เป็นการบอกไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือฝ่ายส่งโมเด็มต่อเข้ากับสายโทรศัพท์เรียบร้อยแล้วและพร้อมที่จะส่งได้แล้ว โมเด็มที่มีการหมุนหมายเลขอัตโนมัติจะส่งสัญญาณสายนี้ไปบอกให้คอมพิวเตอร์รู้ว่าต่อโทรศัพท์ได้แล้ว

- Signal Ground (SG ขาที่ 7)

SG ทำหน้าที่เป็นระดับแรงดันอ้างอิงสำหรับทุกๆสายของสัญญาณจะมีแรงดันเป็น "0" เมื่อเทียบกับสัญญาณตัวอื่น

- Carrier Detect (CD ขาที่ 8)

โมเด็มจะส่งสัญญาณนี้ซึ่งทำให้ LED สว่าง บอกว่าได้รับสัญญาณจากโมเด็มอีกฝ่ายหนึ่งแล้วไฟ LED จะอยู่บนหน้าปัดของโมเด็มเอง

- Data Terminal Ready (DTR ขาที่ 20)

คอมพิวเตอร์เปิดสัญญาณนี้ให้ ON (ลอจิก "0") เมื่อพร้อมที่จะติดต่อกับโมเด็ม โมเด็มส่วนมากจะไม่รายงานสถานะภาพของตัวเอง (CD, USR, และ CTS) ให้คอมพิวเตอร์รู้ถ้าหากคอมพิวเตอร์ไม่เปิดสัญญาณ DTR

- Ring Indicator (RI ขาที่ 22)

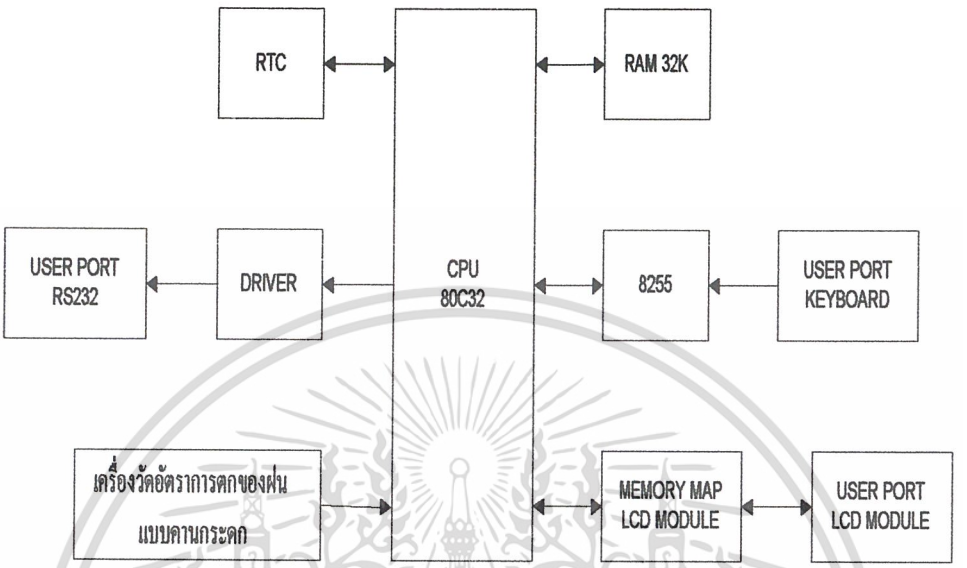
สัญญาณนี้ใช้โมเด็มเป็นระบบอัตโนมัติ (Auto-Answer) สัญญาณนี้จะ ON เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งมาและระหว่างเสียงดังของกระดิ่ง

จากมาตรฐานของ RS 232 C ซึ่งจะติดต่อสื่อสารโดยใช้ระดับแรงดันคือ +/- 15 V แต่ในวงจรจะทำงานของเราซึ่งทำงานเป็นเป็นดิจิตอลจะใช้ระดับสัญญาณอยู่ในช่วง 0-5 V ดังนั้นจึงต้องแปลงสัญญาณดังกล่าวให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลมาตรฐานเสียก่อน

ไอซีที่ทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันตามมาตรฐาน RS 232 (+/-15V) ให้เป็นระดับแรงดันดิจิตอลที่เรียกว่า Line Receiver ในที่นี้ใช้ไอซีเบอร์ MAX 232

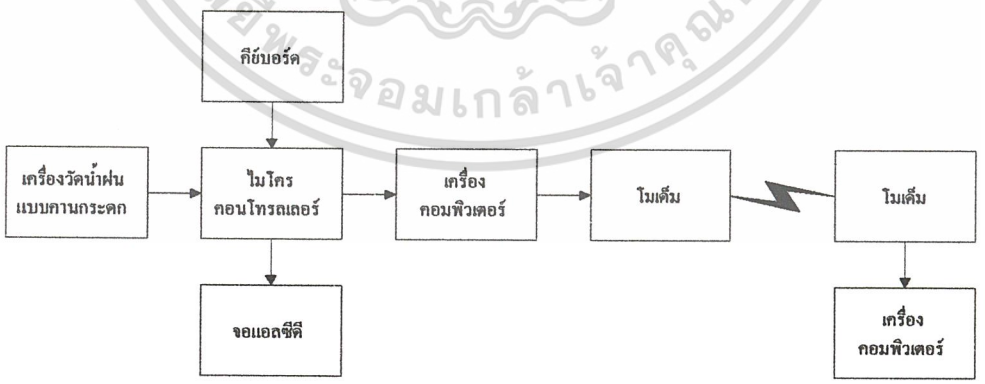
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 3.1 เป็นบล็อกไดอะแกรมในส่วนต่างๆ ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนกับอุปกรณ์ประกอบภายนอกที่ใช้ในการรับและแสดงผลของข้อมูลโดยผ่านทางพอร์ตต่างๆ คือ USER PORT KEYBOARD, USER PORT RS232 และ USER PORT LCD MODULE

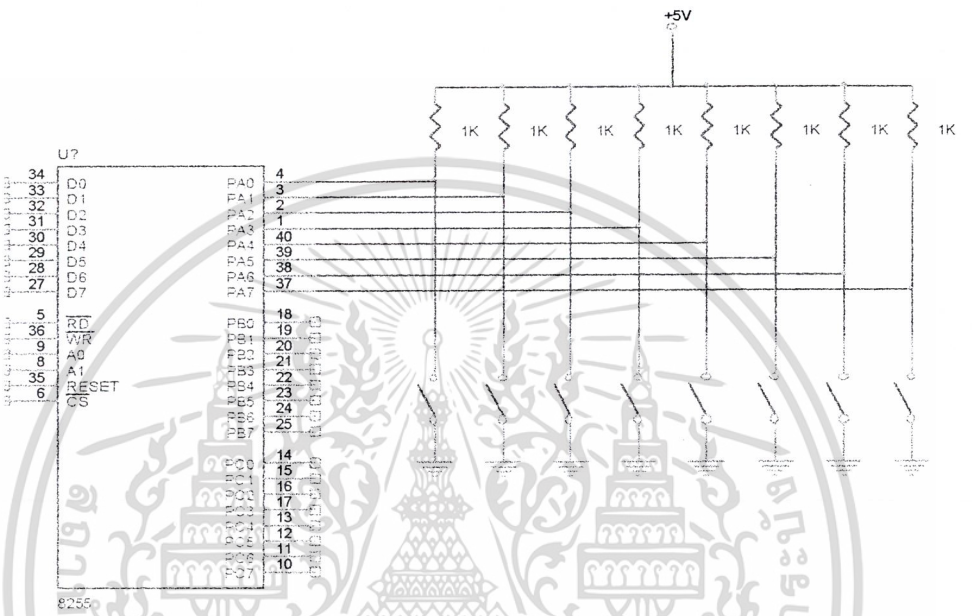


รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมรวมของระบบวัดอัตราการตกของฝนระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเครื่องบันทึกแสดงดังรูป โดยเมื่อเริ่มต้นการทำงาน จะมีการรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดเพื่อนำใช้ตั้งเวลา และจะบันทึกอัตราการตกของฝน เมื่อมีการส่งสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน หลังจากนั้นจะมีการนำข้อมูลที่เก็บได้ ทำการส่งผ่านไปยังคอมพิวเตอร์ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงออกมาเป็นกราฟ

3.1 การเชื่อมต่อของคีย์บอร์ดกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

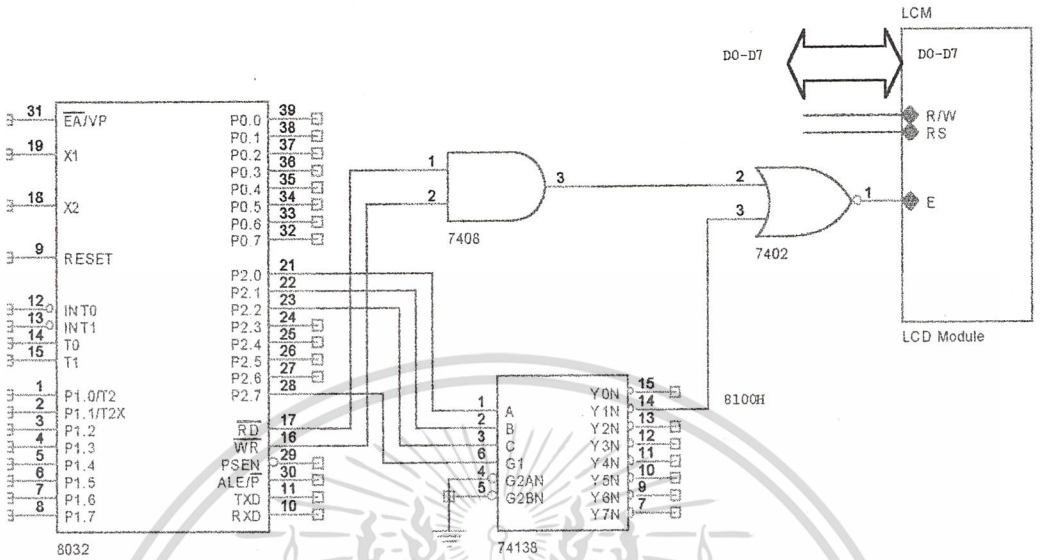


รูปที่ 3.3 วงจรการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดกับ 8255

ในการเชื่อมต่อสวิทซ์ 8 ตัว โดยสวิทซ์ 1 ตัวจะเชื่อมต่อกับพอร์ตของ 8255 1 ขา ดังนั้นสวิทซ์ 8 ตัวก็เชื่อมต่อกับขาของ 8255 ทั้งหมด 8 ขา นั่นคือใช้พอร์ต 8255 จำนวน 1 พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเชื่อมต่อของซีพียูกับแอลซีดีโมดูล



รูปที่ 3.4 วงจรการเชื่อมต่อซีพียูกับแอลซีดีโมดูล

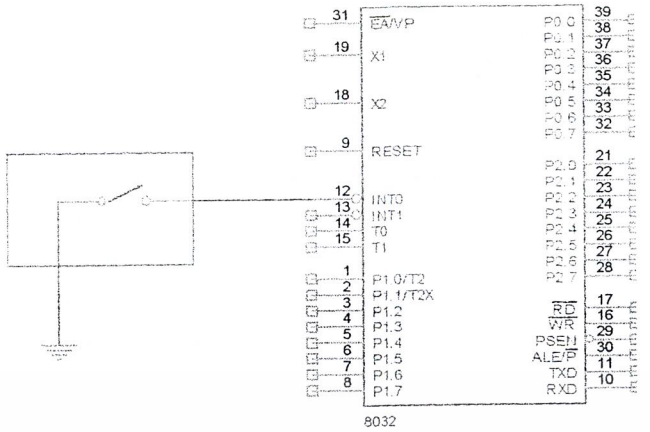
การต่อแอลซีดีโมดูลเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีการจัดวงจรในแบบ MEMORY MAP ซึ่งจะใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 14 ขา โดยจะมองเห็นตำแหน่งต่างๆ พอสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งการทำงานของส่วนแอลซีดีโมดูล

แอดเดรส	หน้าที่
8100H	สำหรับเขียนคำสั่ง
8101H	สำหรับอ่านค่า BUSY
8102H	สำหรับเขียนข้อมูล
8103H	สำหรับอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

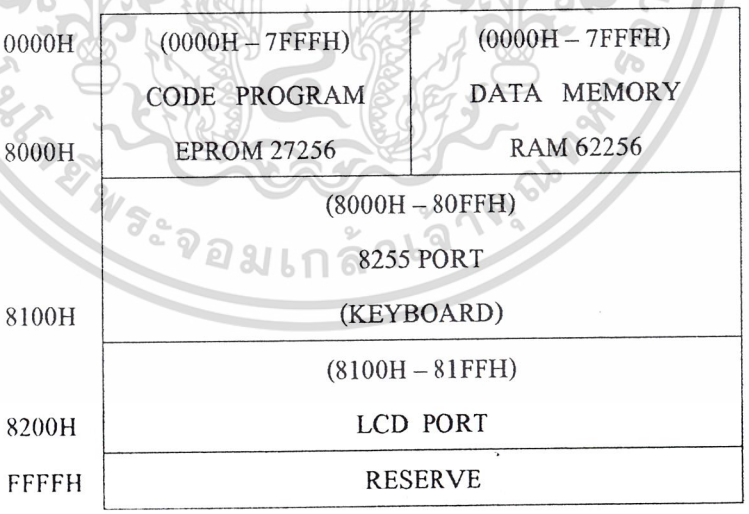
3.3 การเชื่อมต่อของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.5 แสดงการเชื่อมต่อของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการเชื่อมต่อเครื่องวัดอัตราการตกของฝนกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น เครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดก จะเป็นเหมือนกับสวิทซ์ 1 ตัว โดยขาอินเตอร์รัพต์ของ 80C32 จะแอคทีฟเมื่อลอจิกเปลี่ยนจาก "1" เป็น "0" ดังนั้นเมื่อข้างหนึ่งของสวิทซ์ต่อลงกราวน์ อีกข้างหนึ่งต่อกับขาอินเตอร์รัพต์ของ 80C32 เมื่อคานกระดกก็จะเป็นเหมือนกับสวิทซ์ ขาอินเตอร์รัพต์ก็จะต่อลงกราวน์ ทำให้เกิดอินเตอร์รัพต์ขึ้น

3.4 การจัดตำแหน่งในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.6 แสดงการจัดตำแหน่งของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจัดตำแหน่งของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.6 โดยที่ตำแหน่ง 0000H – 7FFFH เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) และหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ส่วนที่ตำแหน่ง 8000H – 80FFH เป็นส่วนของไอซีเบอร์ 8255 และที่ตำแหน่ง 8100H – 81FFH เป็นส่วนของแอลซีดีโมดูล ในส่วนที่เหลือเป็นตำแหน่งสำรองที่ไม่ได้ใช้งาน

3.5 การเก็บข้อมูลและพื้นที่ในการเก็บข้อมูล

3.5.1 รหัสที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและลักษณะของข้อมูลที่เก็บ

F0 เป็นรหัสแสดงการเริ่มต้นการเก็บข้อมูล หลังจากนี้แล้วจะมีข้อมูลตามมา คือ ข้อมูลของ วัน, เดือน, ปี, ชั่วโมง, นาที

FC เป็นรหัสแสดงการเปลี่ยนชั่วโมง หลังจากรหัสนี้แล้วจะมีข้อมูลที่ตามมาคือ วัน, เดือน, ปี, ชั่วโมง, นาที

FA เป็นรหัสแสดงสถานะว่าหน่วยความจำเต็มแล้ว

3.5.2 การเก็บข้อมูลของอัตราการตกของฝน

ข้อมูลของอัตราการตกของฝน จะมีบัฟเฟอร์คอยนับจำนวนพัลซ์ ในการเคาะของกระเดื่องของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนแบบคานกระดก เมื่อครบหนึ่งนาทีก็จะมีการเก็บค่าจำนวนพัลซ์ในบัฟเฟอร์นี้ลงหน่วยความจำต่อไป

3.5.3 ความสามารถในการเก็บข้อมูล

พื้นที่ในการเก็บข้อมูลทั้งหมดมีจำนวน 32,768 ไบต์

การคำนวณอัตราการตกของฝน

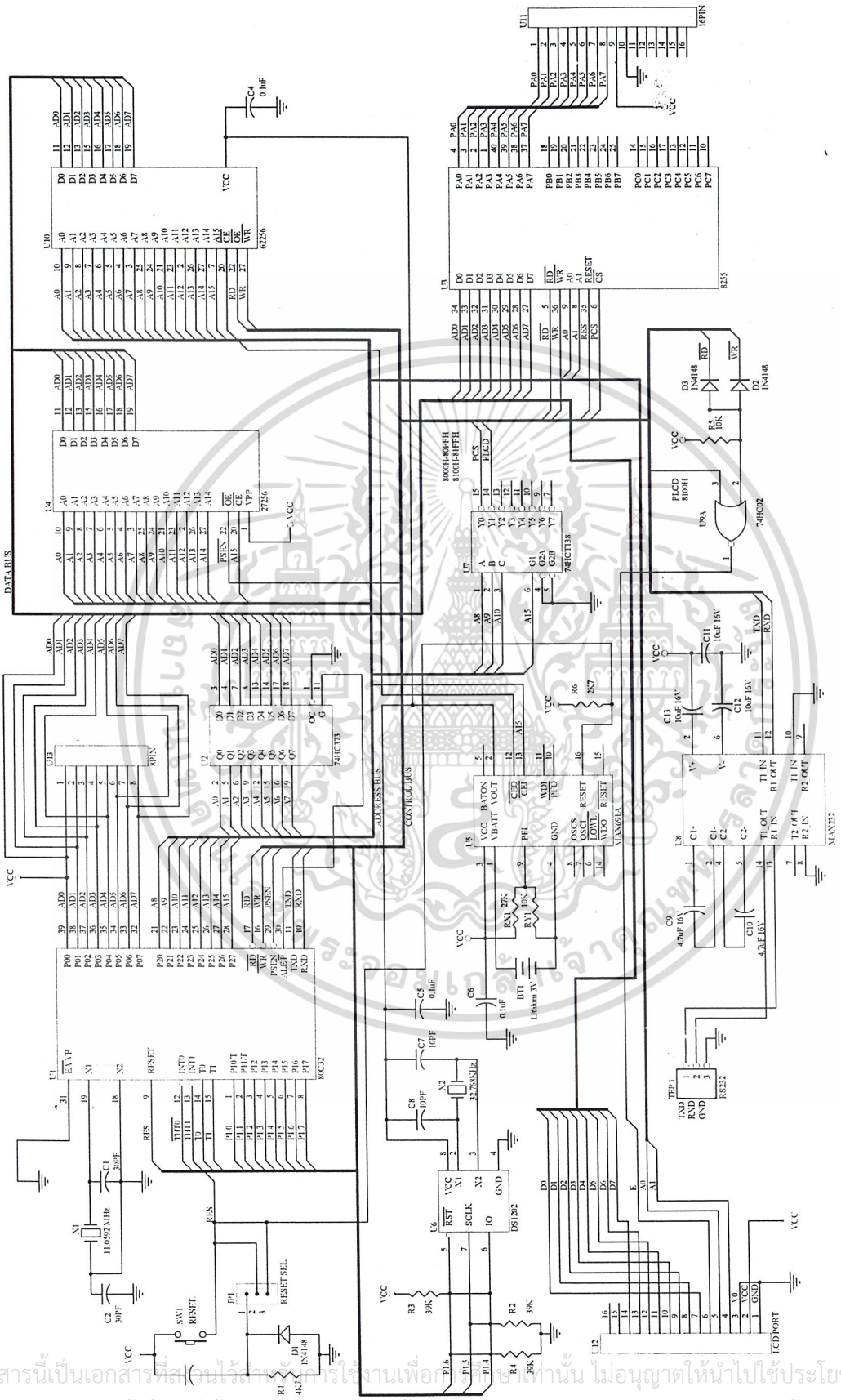
อัตราการตกของฝนใน 1 ชั่วโมง เก็บ รหัส, วัน, เดือน, ปี, ชั่วโมง, นาที โดยมีจำนวนทั้งหมด 6 ไบต์และเก็บค่าของข้อมูลจำนวน 60 ไบต์

ดังนั้นใน 1 ชั่วโมงจะใช้พื้นที่ในการเก็บทั้งหมด	66 ไบต์
เพราะฉะนั้นใน 1 วันจะใช้พื้นที่ในการเก็บทั้งหมด	24 * 66 = 1,584 ไบต์
ในระยะเวลา 20 วัน ใช้พื้นที่ในการเก็บทั้งหมด	1,584 * 20 = 31,680 ไบต์
รหัสบอกสถานะหน่วยความจำเต็มใช้พื้นที่	1 ไบต์
เก็บแอดเดรส ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลอยู่ของอัตราการตก 2 ไบต์	
ดังนั้นพื้นที่ที่เหลือในการเก็บข้อมูล	32,768 – (2+1+31,680) = 1,085 ไบต์
ทำการเก็บข้อมูลในเวลา 16 ชั่วโมง ใช้พื้นที่ไปทั้งหมด 1,056 ไบต์	
จะเหลือพื้นที่	1,085 – 1,056 = 29 ไบต์
เก็บรหัส วัน, เดือน, ปี, ชั่วโมง, นาที	6 ไบต์
เพราะฉะนั้น จะเก็บข้อมูลได้อีกประมาณ	29 - 6 = 23 ไบต์

เพราะฉะนั้นจะจัดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้ทั้งหมด 20 วัน 16 ชั่วโมง 23 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบวงจรของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



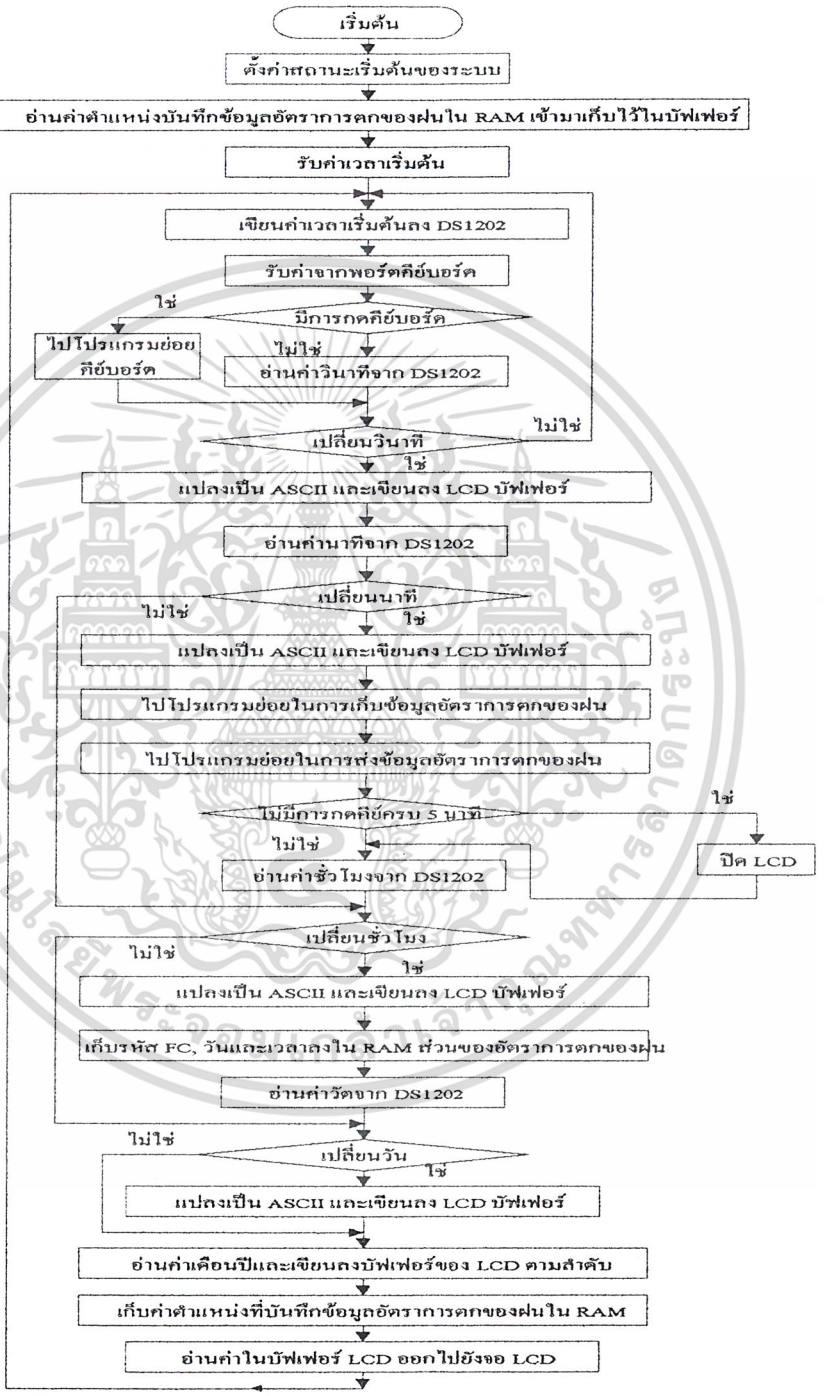
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 แสดงวงจรการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

3.7 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรม 80C32

3.7.1 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก

เป็นโฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมหลัก โดยจะมีการเซตบอร์ดให้พร้อมจะทำงาน และจะรวมโปรแกรมการทำงานของนาฬิกาเวลาจริงและปฏิทิน โดยแสดงออกทางแอลซีดีโมดูล

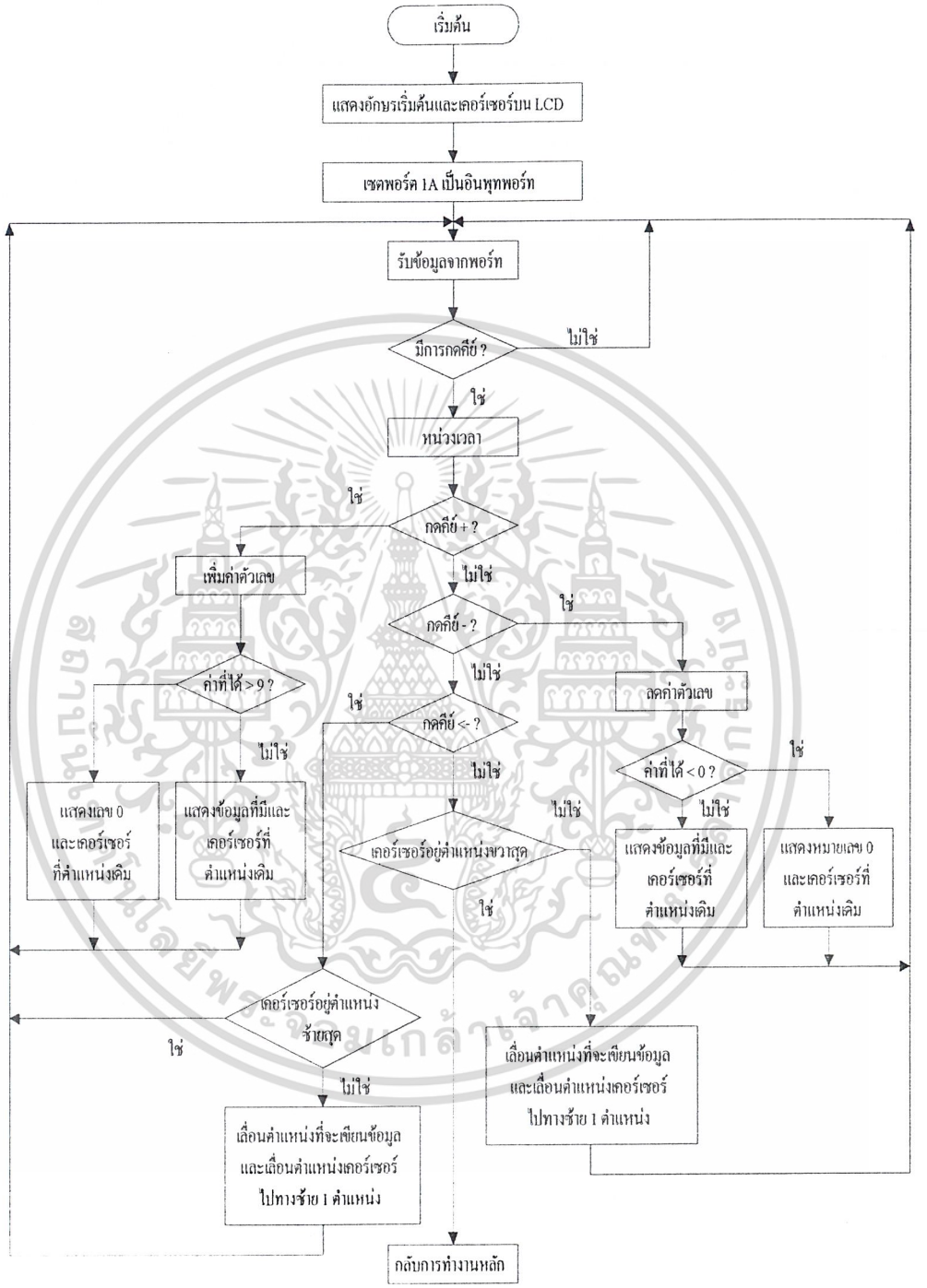


รูปที่ 3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมรับคีย์บอร์ดค่าตัวเลข

เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการรับคีย์บอร์ดที่ต่อกับพอร์ตของ 8255 เพื่อรับคำสั่งและ นำคำสั่งไปใช้ในการตั้งเวลารวมทั้งการรับรหัสผ่าน

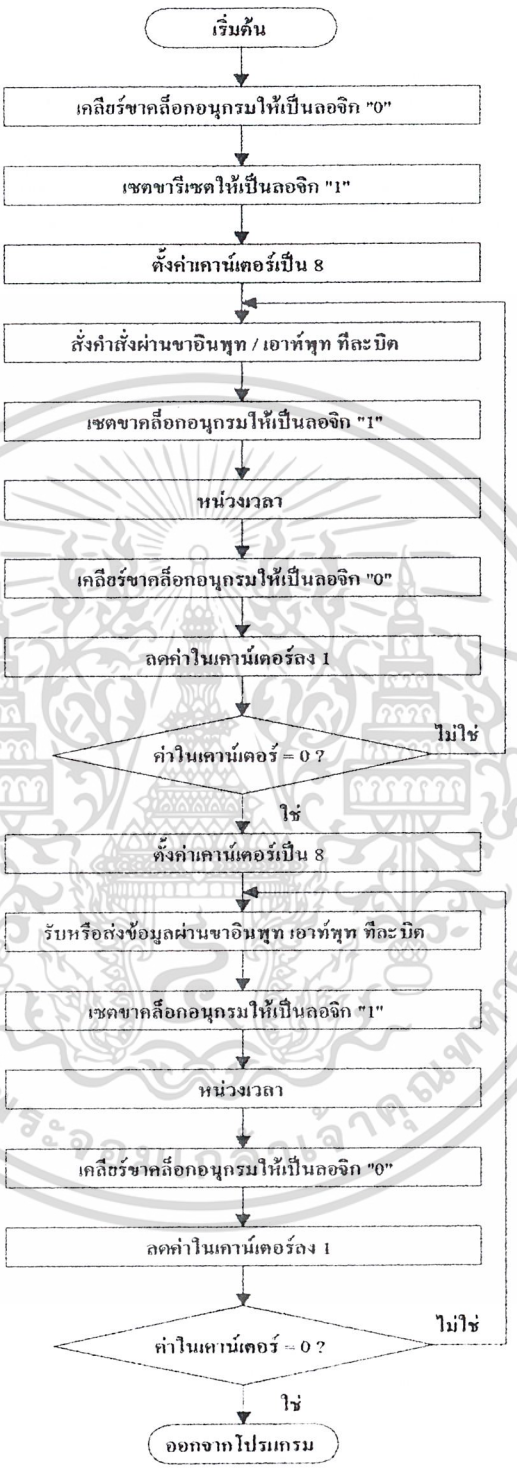


รูปที่ 3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดค่าตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการติดต่อกับ DS1202

เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการติดต่อกับชิพนาฬิกา ทั้งอ่านข้อมูลและเขียนข้อมูล

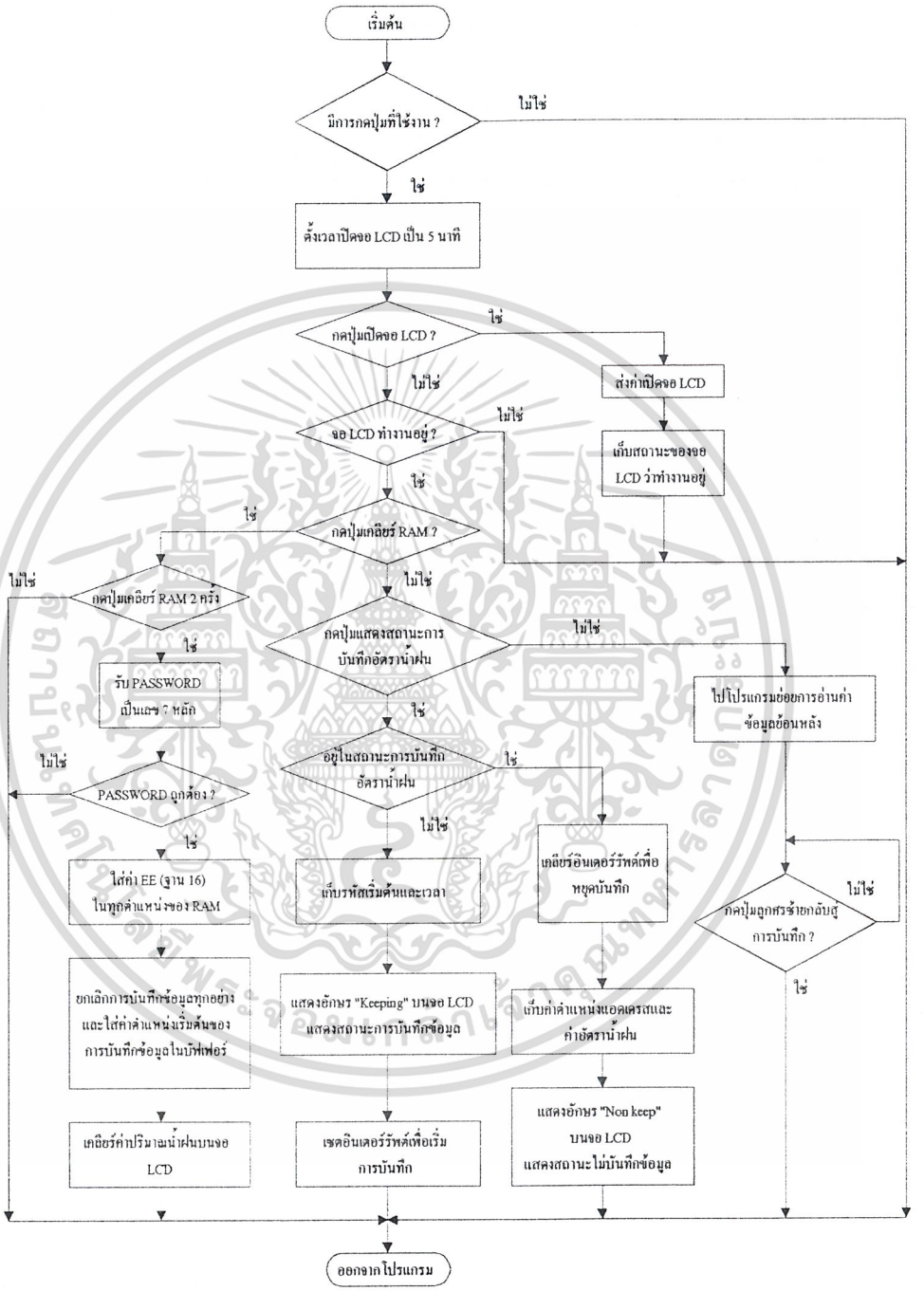


รูปที่ 3.10 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการติดต่อกับ DS1202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.4 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดควบคุมการทำงาน

เป็นโปรแกรมย่อยทำหน้าที่ในการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของจอ LCD การเก็บข้อมูลอัตราการตกของฝนและการเคลียร์ข้อมูลในหน่วยความจำ รวมทั้งการเรียกดูข้อมูลเก่าในหน่วยความจำ

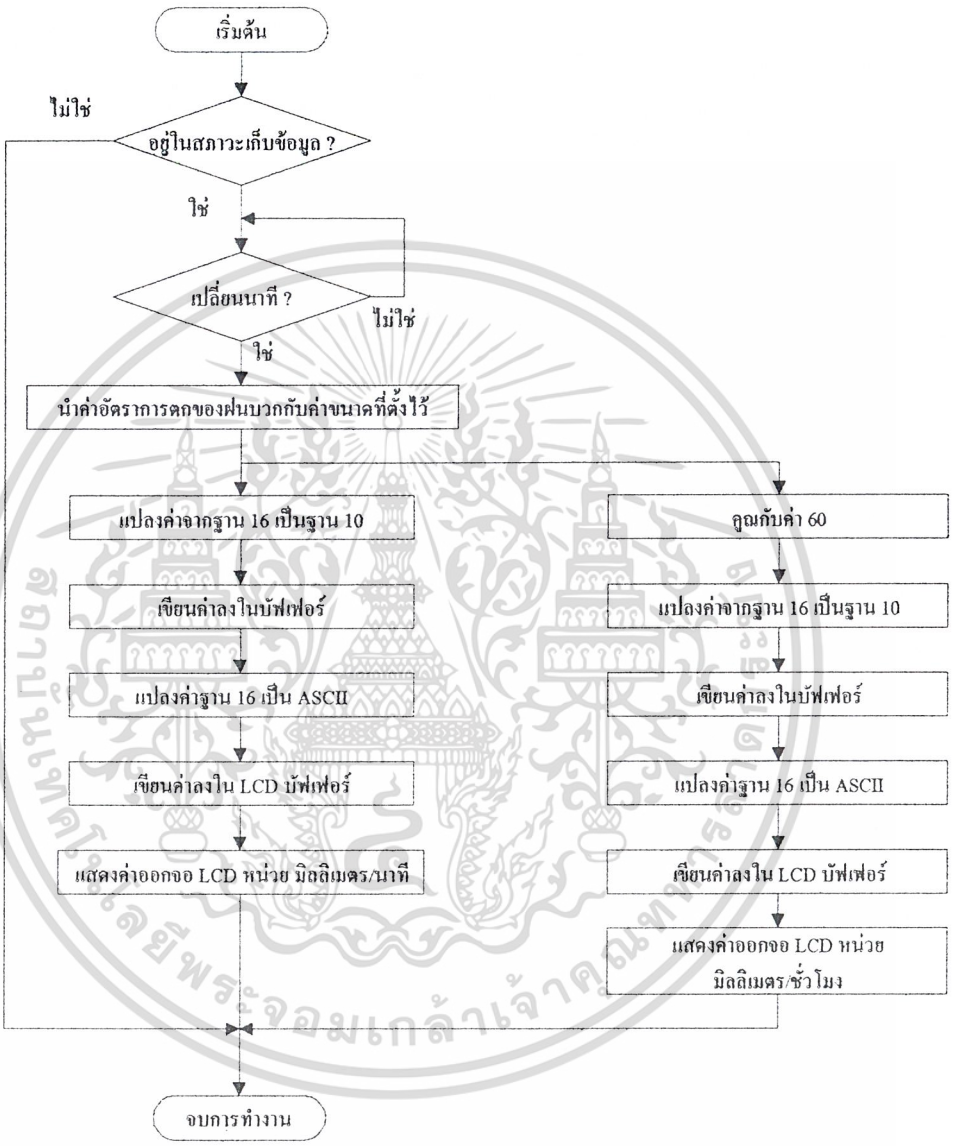


รูปที่ 3.11 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับคำสั่งจากคีย์บอร์ดควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.5 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการรับสัญญาณจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน

เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน ซึ่งจะเป็นสัญญาณที่เข้ามาทำให้เกิดการอินเตอร์รัพต์ และทำการบันทึกข้อมูลของสัญญาณแสดงออกหน้าจอ LCD ทุกๆ 1 นาที

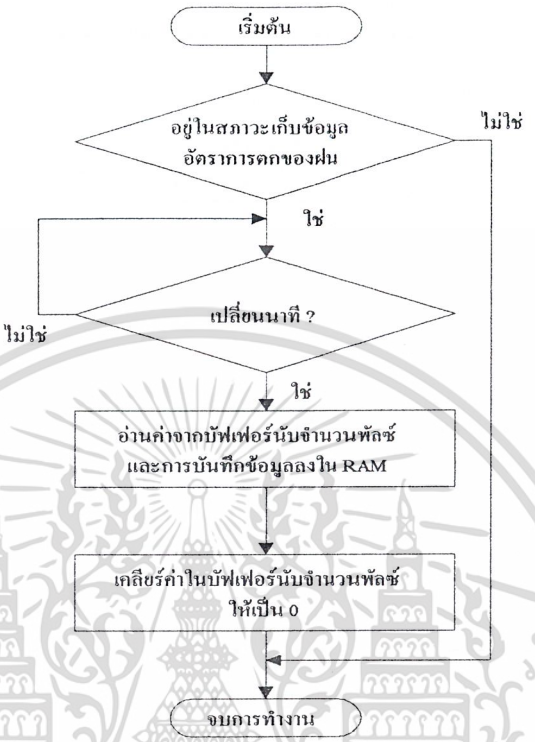


รูปที่ 3.12 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการรับสัญญาณจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.6 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการบันทึกข้อมูลอัตราการตกของฝน

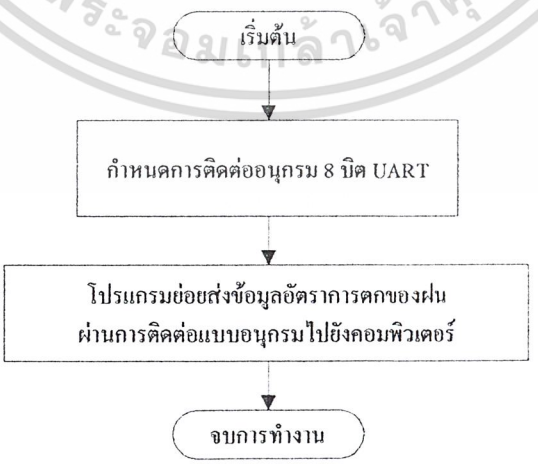
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลอัตราการตกของฝนลงในหน่วยความจำทุกๆ 1 นาที



รูปที่ 3.13 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการบันทึกข้อมูลอัตราการตกของฝน

3.7.7 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำ (RAM) ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

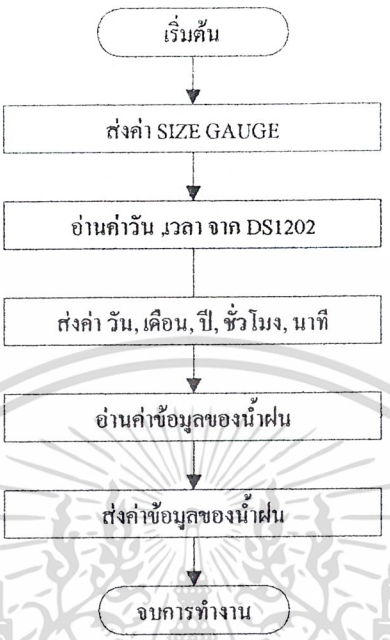
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำ (RAM) ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.14 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำ (RAM) ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.8 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมย่อยการส่งค่าออกพอร์ตอนุกรมทุกๆ 1 นาที

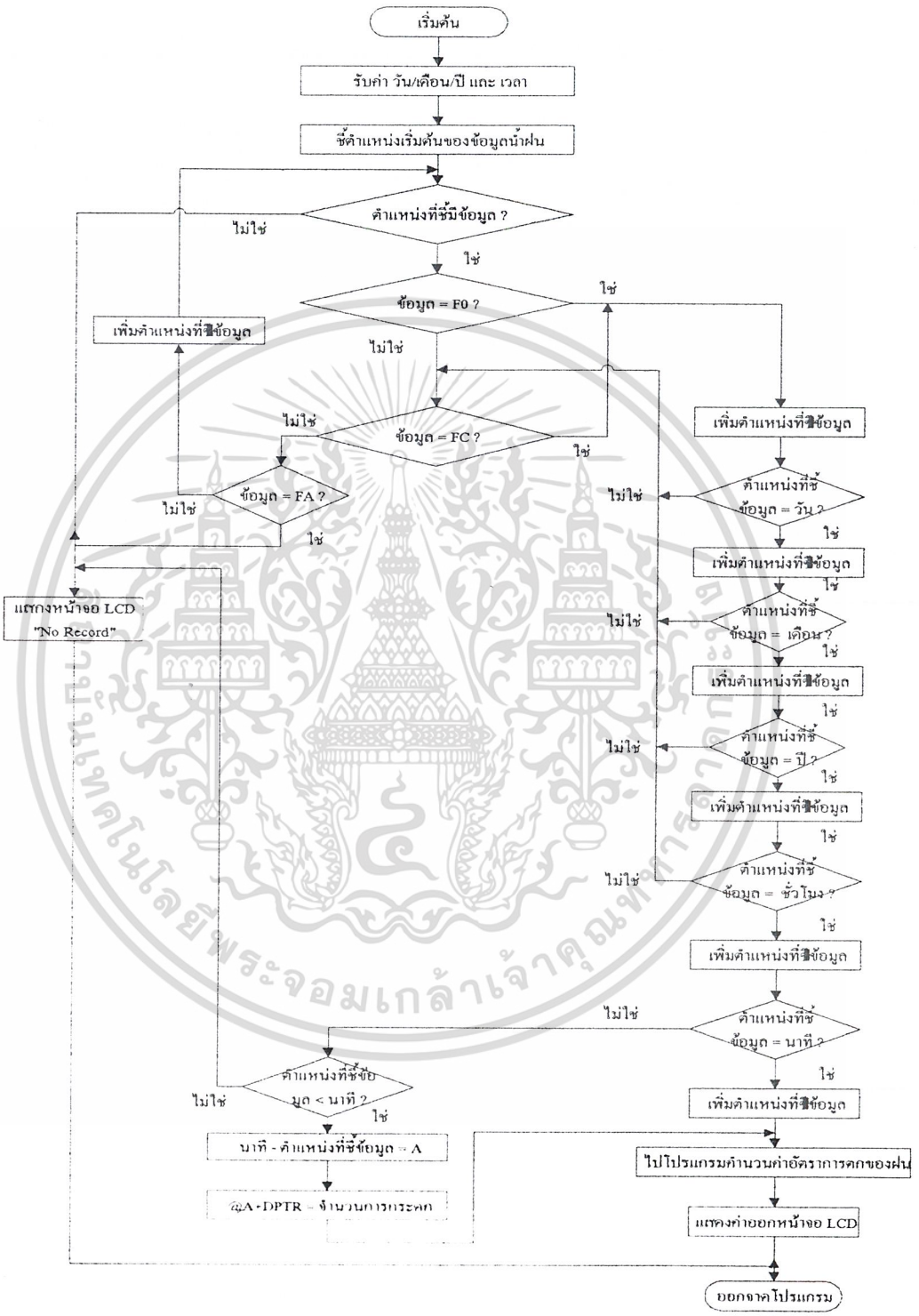


รูปที่ 3.15 แสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมย่อยการส่งค่าออกพอร์ตอนุกรมทุกๆ 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.9 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการอ่านค่าข้อมูลเก่าจากหน่วยความจำ (RAM)

เป็นโปรแกรมย่อยทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลเก่าที่ได้ทำการบันทึกลงในหน่วยความจำ โดยการตั้งค่า วัน / เดือน / ปี และเวลาที่ต้องการจะดูข้อมูลก่อน



รูปที่ 3.16 แสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมการอ่านค่าข้อมูลเก่าจากหน่วยความจำ (RAM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.10 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมส่งข้อมูลอัตราการตกของฝนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

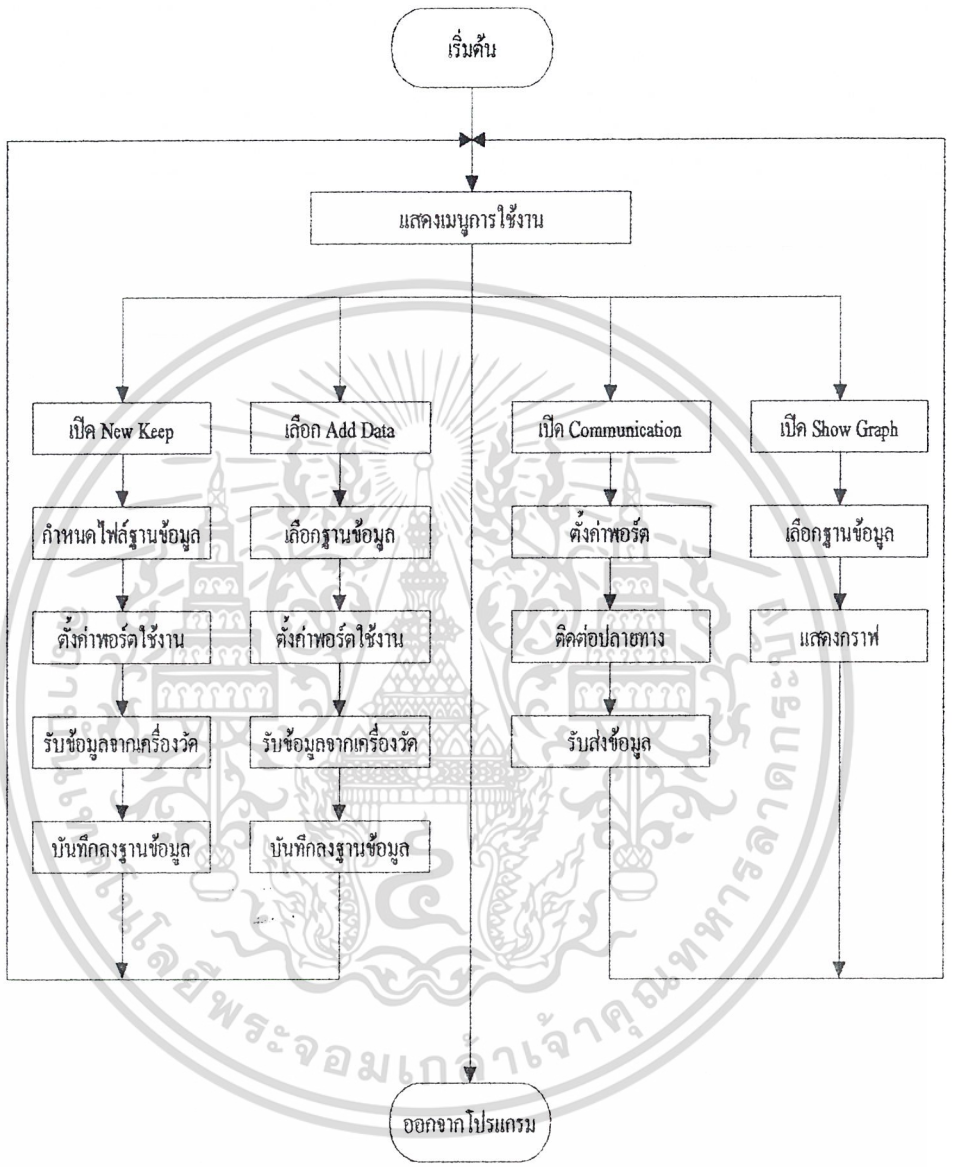
เป็นโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์และส่งข้อมูลอัตราการตกของฝนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.17 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการส่งข้อมูลอัตราการตกของฝนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.11 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการบันทึกค่า, ส่งข้อมูล และแสดงกราฟ

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการบันทึกค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดและนำค่าเหล่านั้นไปทำการพร็อตกราฟและทำการส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ไปยังปลายทาง



รูปที่ 3.18 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการบันทึกค่า, ส่งข้อมูล และแสดงกราฟ

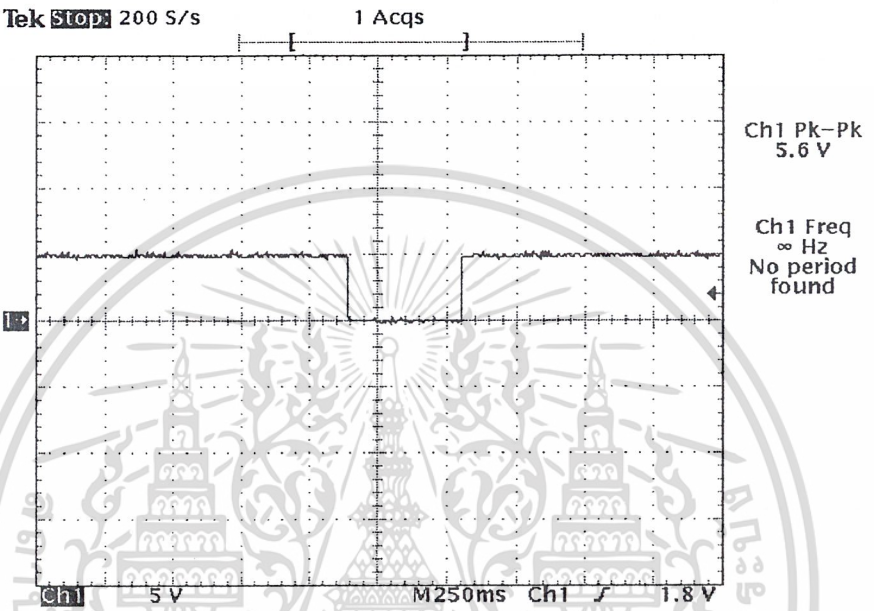
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองเชื่อมต่อของคีย์บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1.1 ทำการต่อวงจรเชื่อมต่อสวิทซ์คีย์บอร์ดและสังเกตรูปสัญญาณที่เข้าขาของพอร์ต 8255 เมื่อกดคีย์บวกและเทียบกับหน้าจอแอลซีดีจะเห็นว่าค่าตัวเลขเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณที่เข้าไปยังขาของพอร์ต 8255 เมื่อทำการกดสวิทซ์

รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอแอลซีดีเทียบกับรูปสัญญาณเมื่อกดคีย์บวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดลองป้อนโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับจอแอลซีดีและคีย์บอร์ด

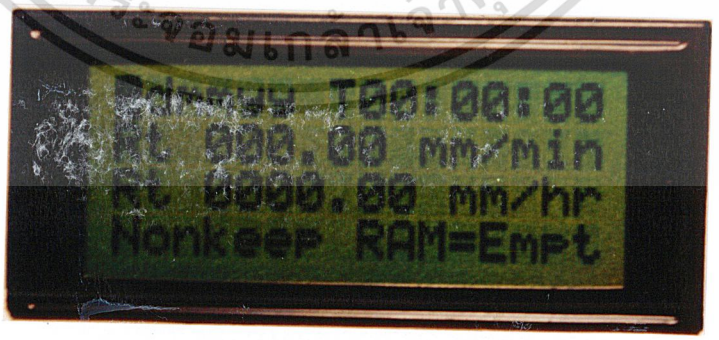
4.2.1 ทำการป้อนค่าจากคีย์บอร์ดลงในไมโครคอนโทรลเลอร์และสังเกตผลที่หน้าจอแอลซีดี

รูปที่ 4.3 แสดง DEMO หน้าจอเมื่อป้อนโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอก่อนการป้อนค่าขนาดของอุปกรณ์รับน้ำฝน

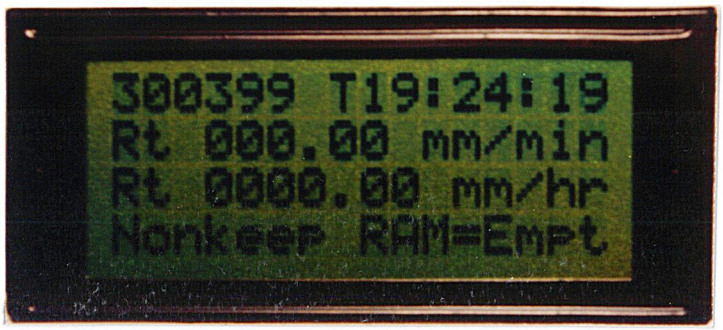
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอการป้อนค่าขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้รับปริมาณน้ำฝน



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอก่อนป้อนค่าเริ่มต้นของ วัน, เดือน, ปี และเวลา

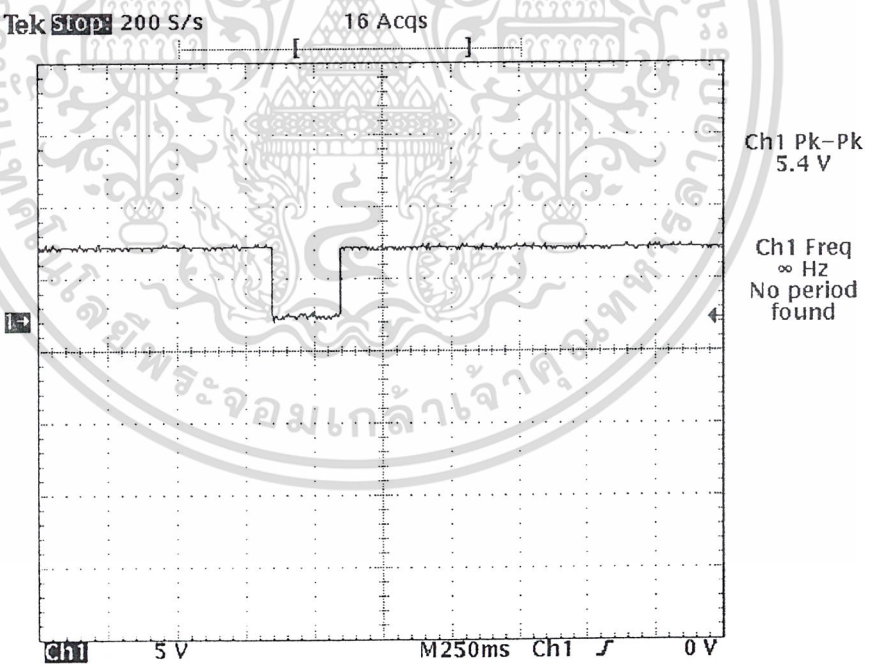
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอเมื่อป้อนค่า วัน, เดือน, ปี และเวลา เริ่มต้น เรียบร้อยแล้ว

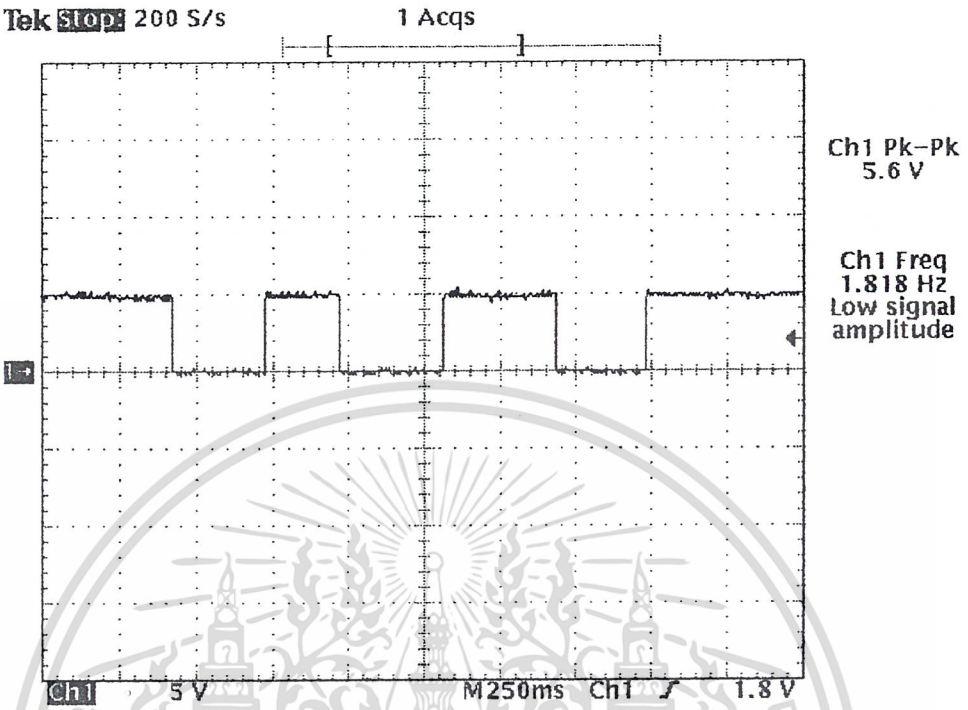
4.3 ทดลองการเชื่อมต่อของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4.3.1 ทำการต่อเครื่องวัดอัตราการตกของฝน โดยข้างหนึ่งต่อกับขาอินเตอร์รัพท์ 0 ของ 80C32 ในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อีกข้างต่อลงกราวด์และทำการสังเกตรูปสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงที่ขาอินเตอร์รัพท์ของ 80C32 และสังเกตหน้าจอแอลซีดีเทียบกับการเปลี่ยนแปลงที่ขาอินเตอร์รัพท์ จะได้ผลดังรูปที่ 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ



รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณที่ขาอินเตอร์รัพท์ขณะที่คานกระดกของเครื่องรับมีการเคาะ 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณที่ขาอินเตอร์รัพท์ขณะที่คานกระดกของเครื่องรับมีการเคาะหลายครั้ง

รูปที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงหน้าจอแอลซีดีเมื่อมีสัญญาณเข้ามาที่ขาอินเตอร์รัพต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ทดลองการส่งข้อมูลออกไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

การส่งข้อมูลจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลออกไปทุกๆ 1 นาทีไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์โดยข้อมูลที่แสดงออกที่เครื่องคอมพิวเตอร์คือ ขนาดของเครื่องวัดอัตราการตกของฝน, วัน, เดือน, ปี, ชั่วโมง, นาที และจำนวนพัลซ์ในการกระดก เช่น 0.12530/03/9919:2602 จะเป็นค่าของขนาด 0.125 มิลลิเมตร ค่าของวันที่ 30 เดือนมีนาคม (เดือน 3) ปี 1999 เวลา 19 นาฬิกา 26 นาที มีการกระดก 2 ครั้ง

รูปที่ 4.11 แสดงข้อมูลที่ส่งเข้ามายังเครื่องคอมพิวเตอร์

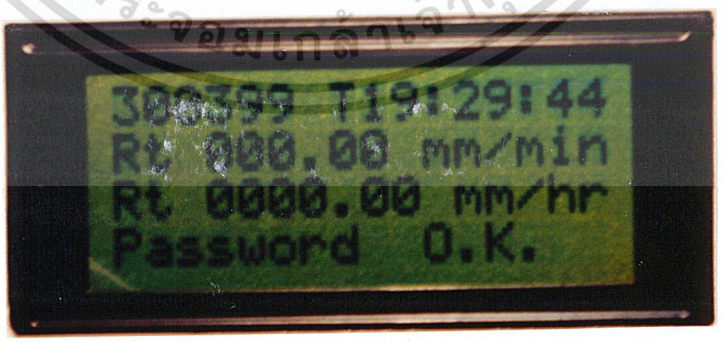
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ทดลองสวิทซ์ควบคุมการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4.5.1 ทดลองการทำงานของสวิทซ์ควบคุมการลบข้อมูลในหน่วยความจำ (RAM) ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และแสดงการตรวจสอบรหัสผ่านดังรูปที่ 4.13, 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ

รูปที่ 4.12 แสดงหน้าจอแอลซีดีเมื่อมีการกดคีย์ลบข้อมูลในหน่วยความจำ (RAM)

รูปที่ 4.13 แสดงการทำงานของโปรแกรม การลบข้อมูล
ในหน่วยความจำ (RAM) โดยจะมีการตรวจสอบรหัสผ่าน



รูปที่ 4.14 แสดงการทำงานการลบข้อมูลในหน่วยความจำ (RAM)
โดยเป็นสภาวะหลังจากการมีการตรวจสอบรหัสผ่านว่าถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 แสดงการทำงานการลบข้อมูลในหน่วยความจำ (RAM)
โดยเป็นสภาวะหลังจากการมีการตรวจสอบรหัสผ่านว่าไม่ถูกต้อง

4.5.2 ทดลองการทำงานของสวิทซ์ควบคุมการบันทึกข้อมูลของอัตราการตกของฝน เมื่อทำการกดคีย์ KEEP แล้วจะขึ้นคำว่า Keeping แสดงว่าอยู่ในสภาวะการเก็บข้อมูล

รูปที่ 4.16 แสดงหน้าจอแอลซีดีหลังจากมีการกดคีย์ KEEP
ควบคุมการบันทึกข้อมูลของอัตราการตกของฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

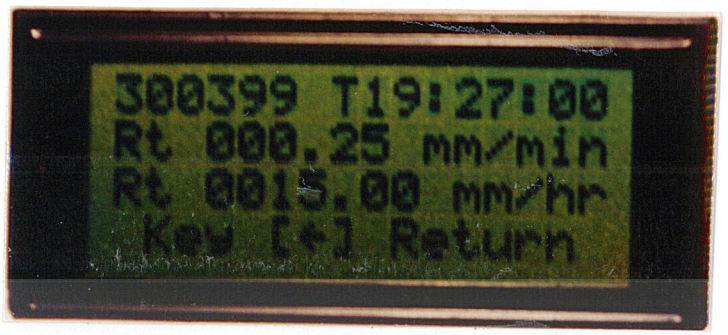
4.5.3 ทดลองการทำงานของสวิทช์เรียกดูข้อมูลเก่า (BACK) ของอัตราการตกของฝน เมื่อทำการกดแล้วจะแสดงออกหน้าจอแอลซีดีดังรูปที่ 4.17 เพื่อรอรับค่า วัน / เดือน / ปี และเวลาที่ต้องการเรียกดูข้อมูลเก่า

รูปที่ 4.17 แสดงหน้าจอแอลซีดีเมื่อมีการกดคีย์ BACK เรียกดูข้อมูลเก่า

รูปที่ 4.18 แสดงการทำงานการอ่านค่าข้อมูลเก่าโดยเป็นสภาวะหลังจากมีการตรวจสอบว่ามีค่าข้อมูลที่ต้องการเรียกดูนั้นในหน่วยความจำ (RAM)

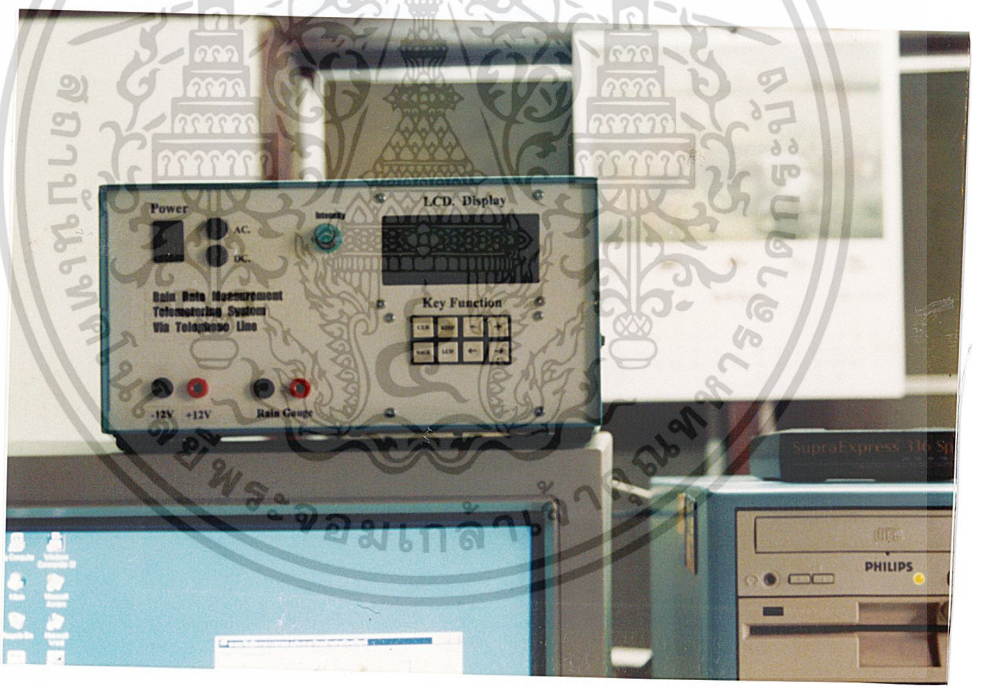
รูปที่ 4.19 แสดงการทำงานการอ่านค่าข้อมูลเก่าโดยเป็นสภาวะหลังจากมีการตรวจสอบว่าไม่มีค่าข้อมูลที่ต้องการเรียกดูนั้นในหน่วยความจำ (RAM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



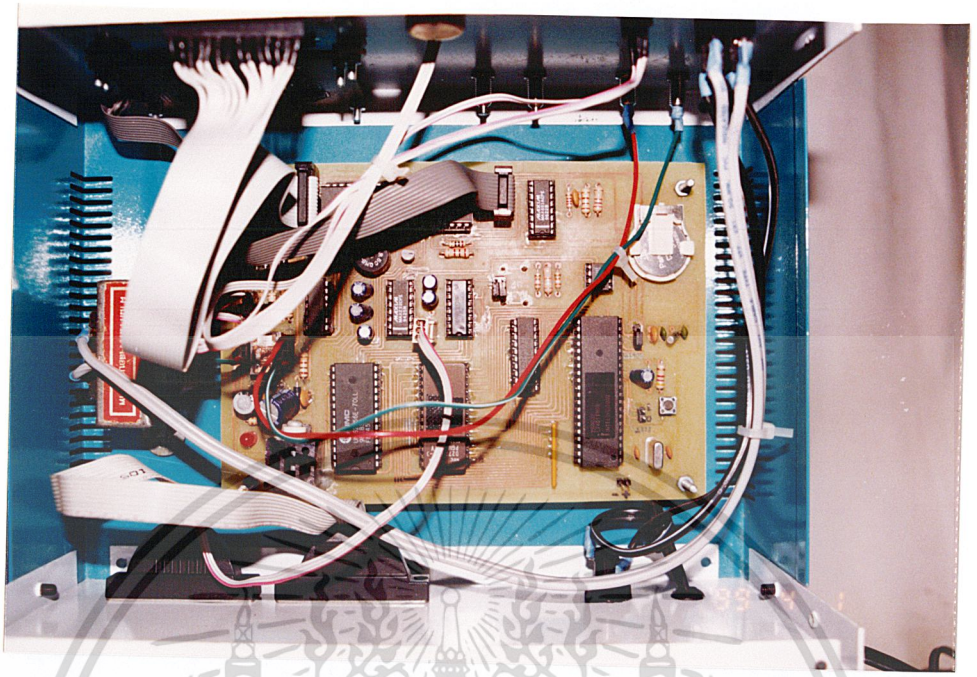
รูปที่ 4.20 แสดงการทำงานสภาวะหลังจากเรียกดูข้อมูลเก่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4.6 แสดงการทำงานทั้งหมดของเครื่องวัดอัตราการตกของฝน

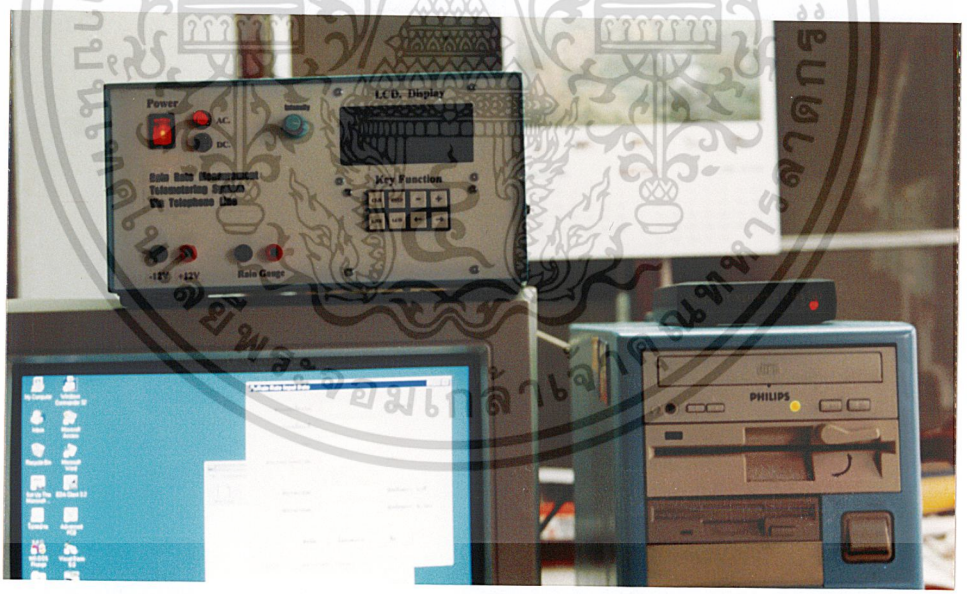


รูปที่ 4.21 แสดงเครื่องวัดอัตราการตกของฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 แสดงอุปกรณ์ภายในของเครื่องวัดอัตราการตกของฝน

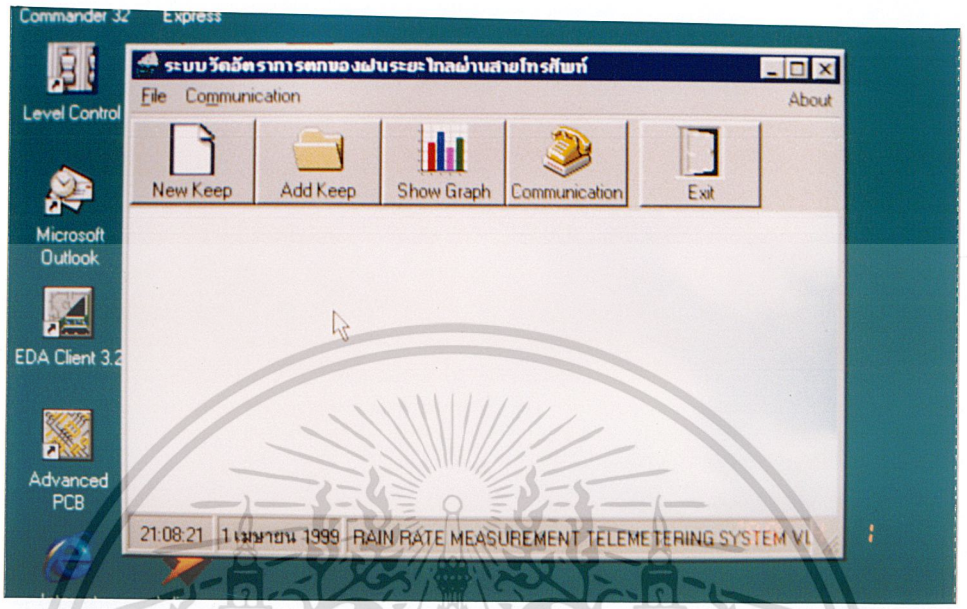


รูปที่ 4.23 แสดงอุปกรณ์ในการทำงานทั้งหมดของเครื่องวัดอัตราการตกของฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

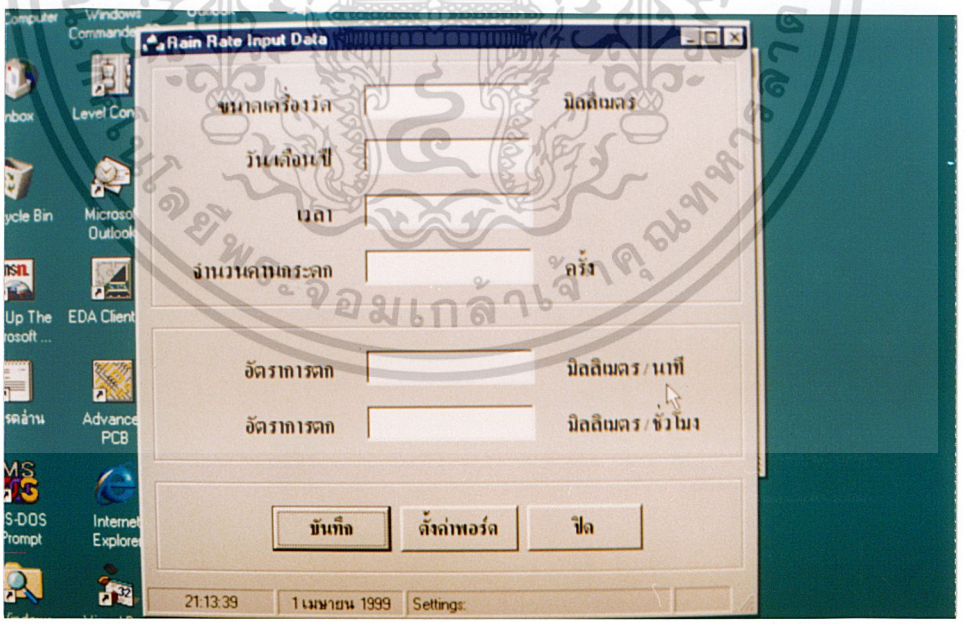
4.7 ทดลองการทำงานของโปรแกรมการใช้งานระบบวัดอัตราการตกของฝน

4.7.1 ทดลองหน้าจอหลักของโปรแกรมระบบวัดอัตราการตกของฝนระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์ โดยจะมี Toolbar ที่ใช้ในการเลือกการทำงานต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.24



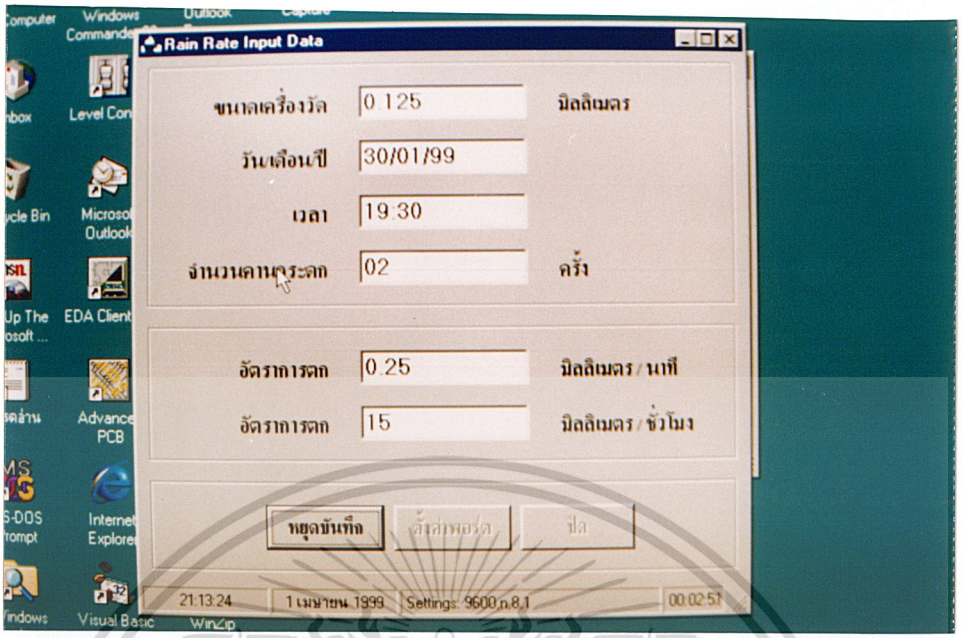
รูปที่ 4.24 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมระบบวัดอัตราการตกของฝน

4.7.2 ทดลองการรับค่าจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝนหลังจากเลือก Toolbar New Keep



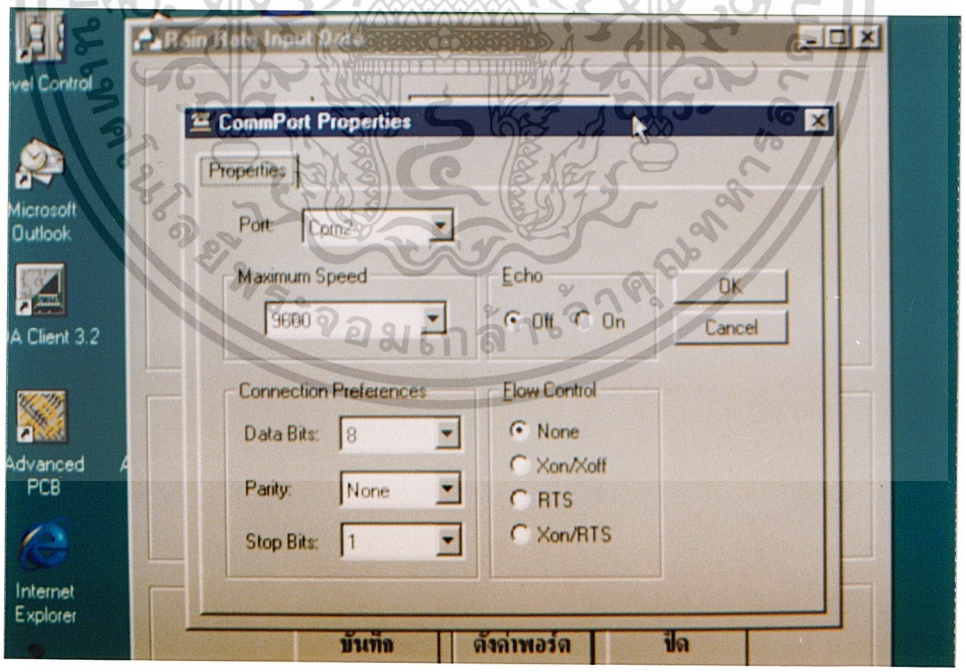
รูปที่ 4.25 แสดงหน้าจอก่อนการรับค่าจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 แสดงหน้าจอหลังจากรับค่าจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน

4.7.3 ทดลองการทำงานการตั้งค่าพอร์ตอนุกรมเพื่อรับข้อมูลจากเครื่องวัดอัตราการตกของฝน เมื่อเลือกปุ่มตั้งค่าพอร์ต



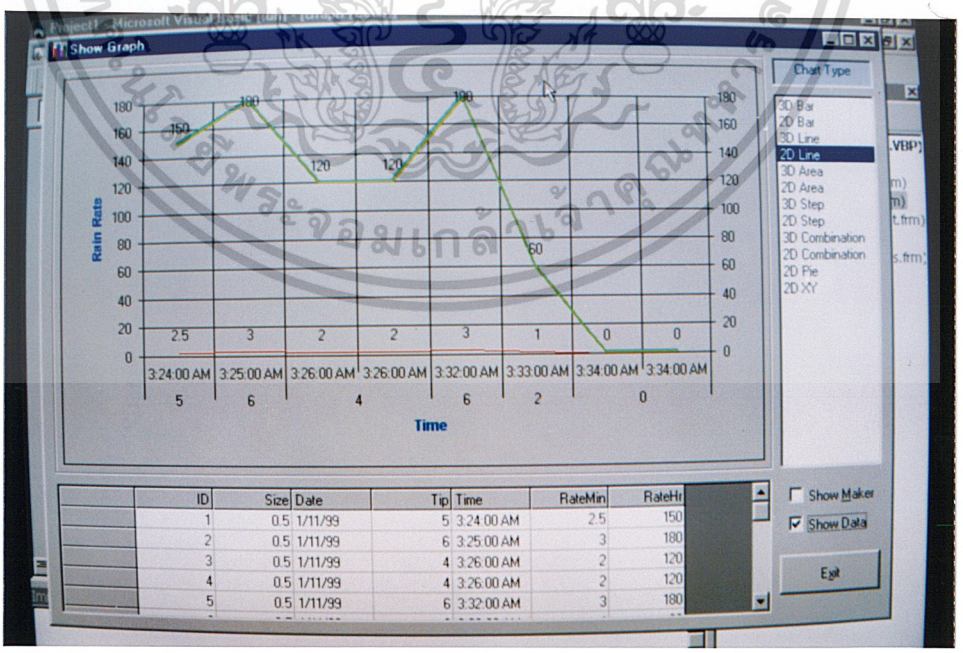
รูปที่ ที่ 4.27 แสดงหน้าจอการตั้งค่าพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.4 ทดลองการทำงานเมื่อกด Toolbar Add New เมื่อต้องการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากข้อมูลเก่า โดยจะมีไฟล์ข้อมูลเก่าให้เลือกเพื่อที่จะบันทึกข้อมูลเพิ่มเติม

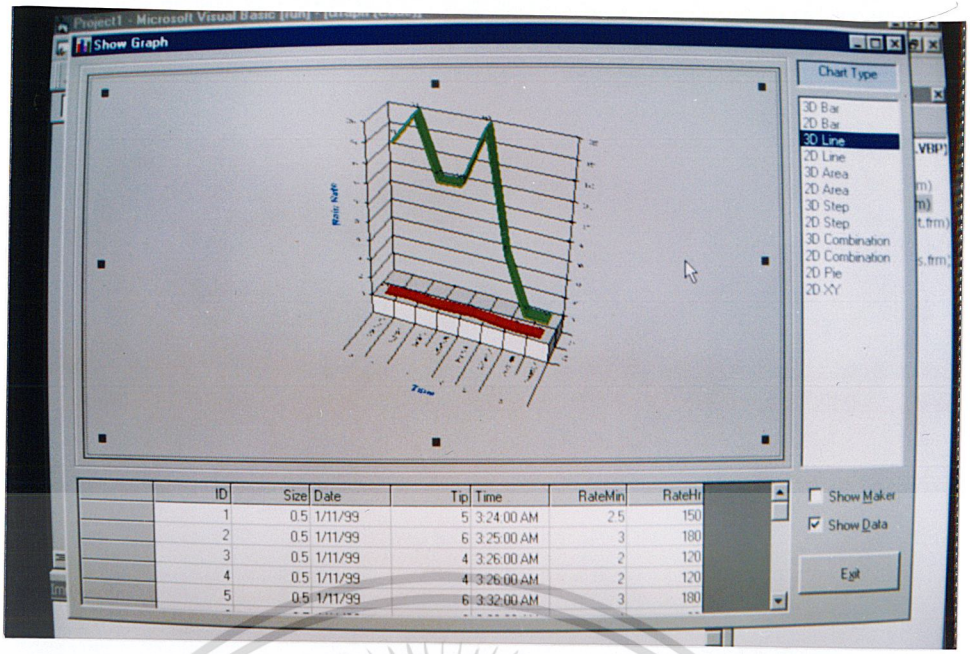
รูปที่ 4.28 แสดงหน้าจอให้เลือกไฟล์ข้อมูลเก่าที่ต้องการบันทึกข้อมูลเพิ่มเติม

4.7.5 ทดลองการทำงานเมื่อกด Toolbar Show Graph เมื่อต้องการแสดงข้อมูลอัตราการตกของฝนที่แสดงผลออกมาเป็นกราฟ โดยในกราฟจะแสดงค่าอัตราการตกของฝน , เวลา และฐานข้อมูลที่บันทึกค่าอัตราการตกของฝน



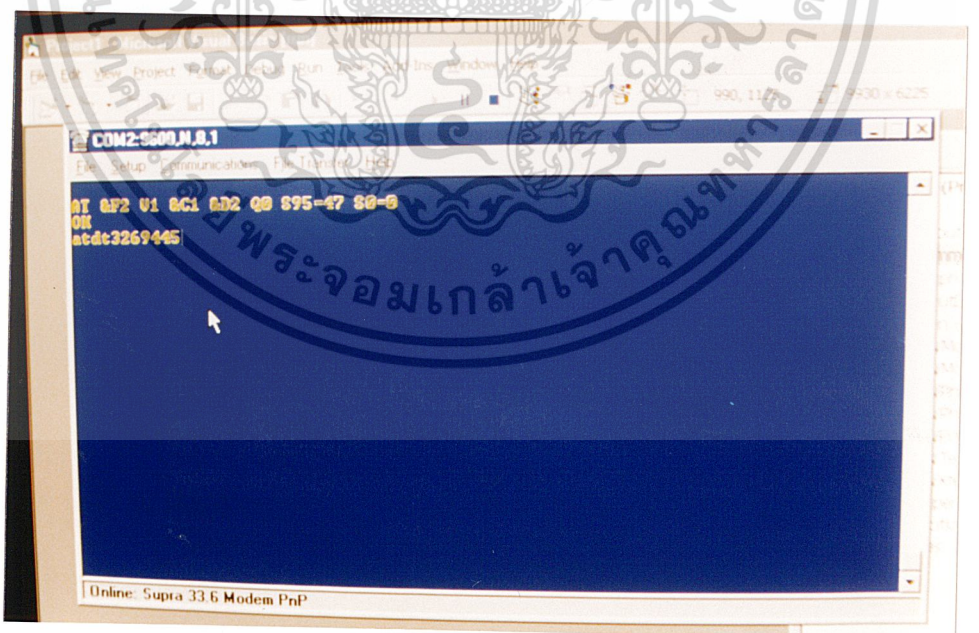
รูปที่ 4.29 แสดงหน้าจอเมื่อโปรแกรมประมวลผลออกมาเป็นกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



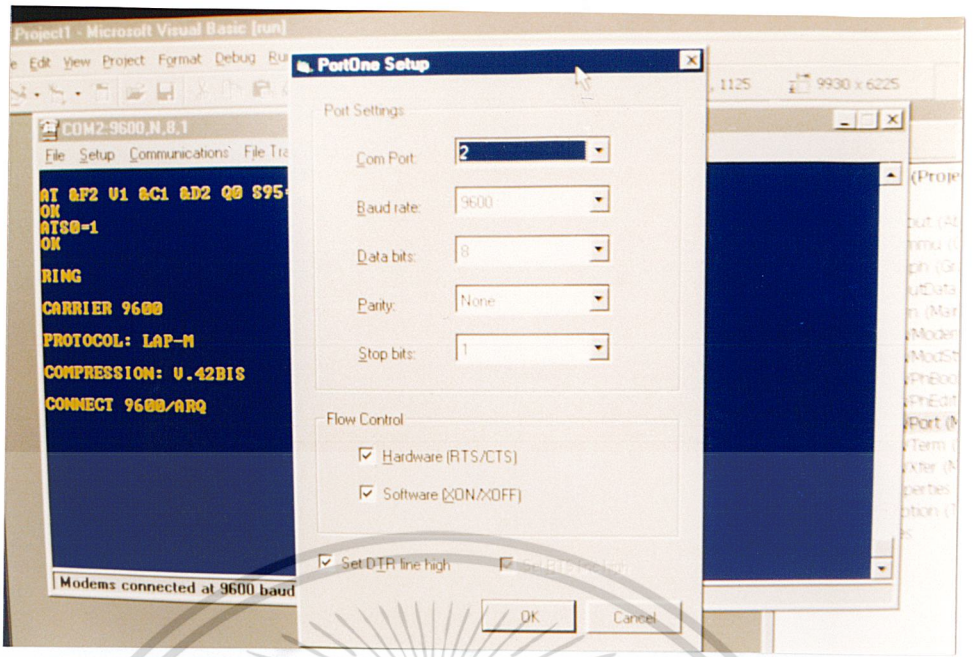
รูปที่ 4.30 แสดงหน้าจอเมื่อเลือกแสดงผลของกราฟในรูปแบบอื่น

4.7.6 ทดลองการทำงานเมื่อกด Toolbar Communication เมื่อต้องการรับและส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์โดยโปรแกรมจะอ่านค่าพอร์ตอนุกรมและตั้งค่าเริ่มต้นของโมเด็ม รวมทั้งการส่งไฟล์ข้อมูลที่ต้องการรับและส่งระหว่างคอมพิวเตอร์เครื่องส่งและคอมพิวเตอร์เครื่องรับ

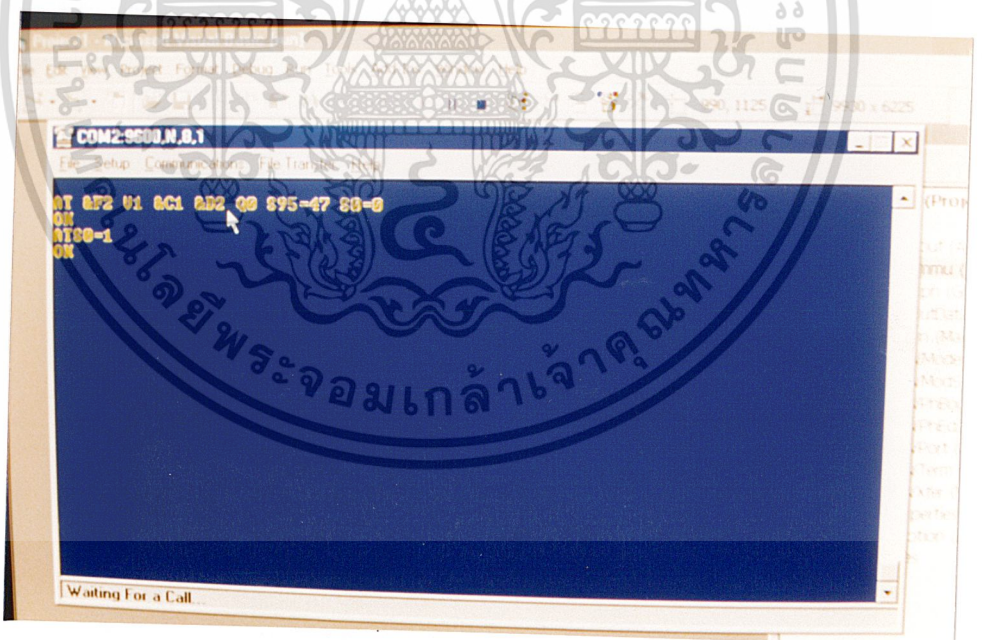


รูปที่ 4.31 แสดงหน้าจอหลังจากกด Toolbar Communication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

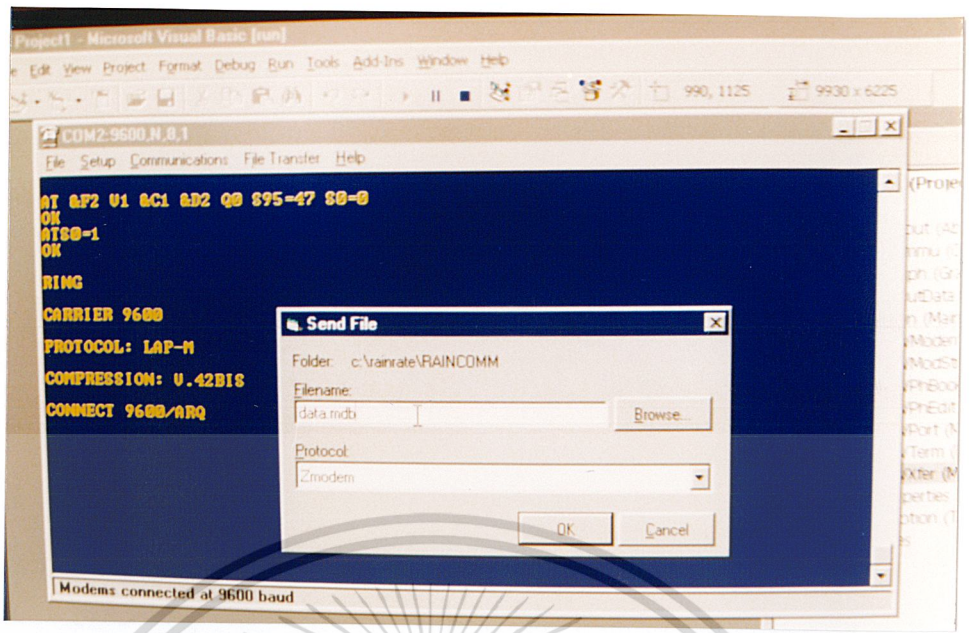


รูปที่ 4.32 แสดงหน้าจอการตั้งค่าพอร์ตก่อนการส่งไฟล์ข้อมูล

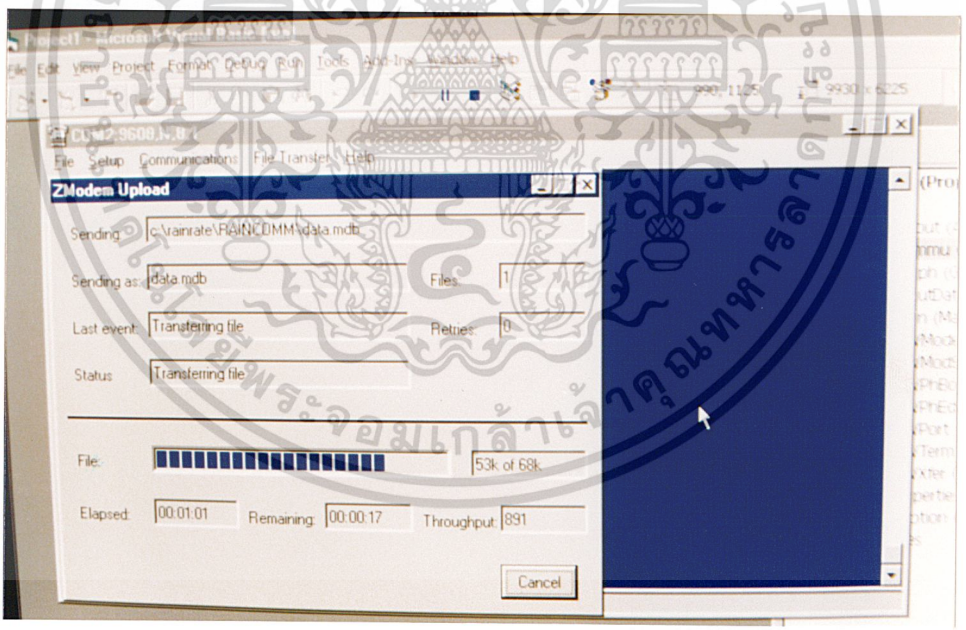


รูปที่ 4.33 แสดงหน้าจอเมื่อทำการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

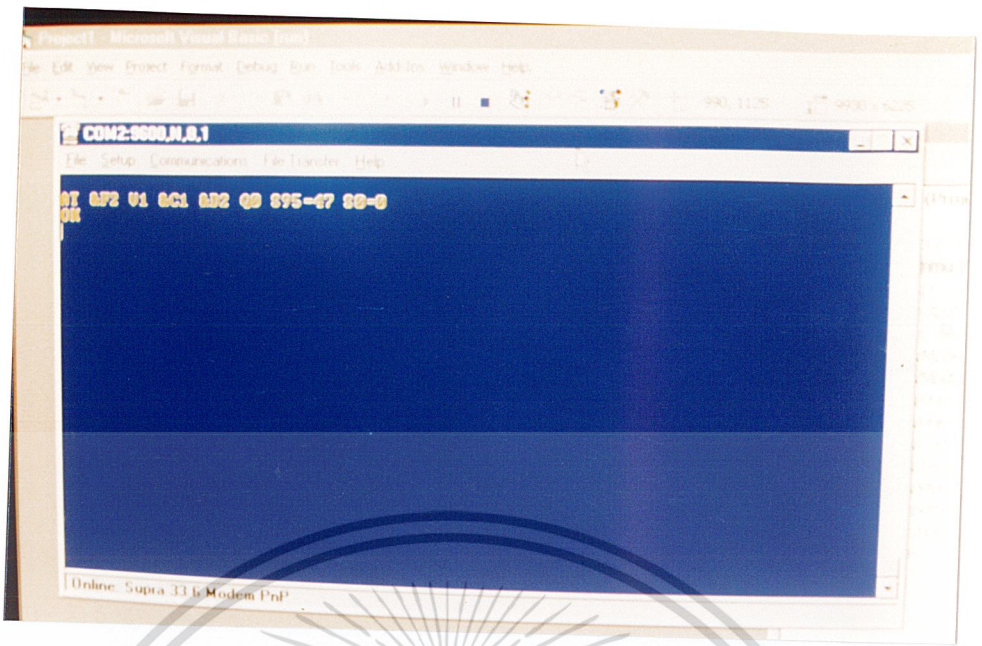


รูปที่ 4.34 แสดงหน้าจอเพื่อเลือกไฟล์ข้อมูลที่จะส่งไปยังคอมพิวเตอร์ปลายทาง

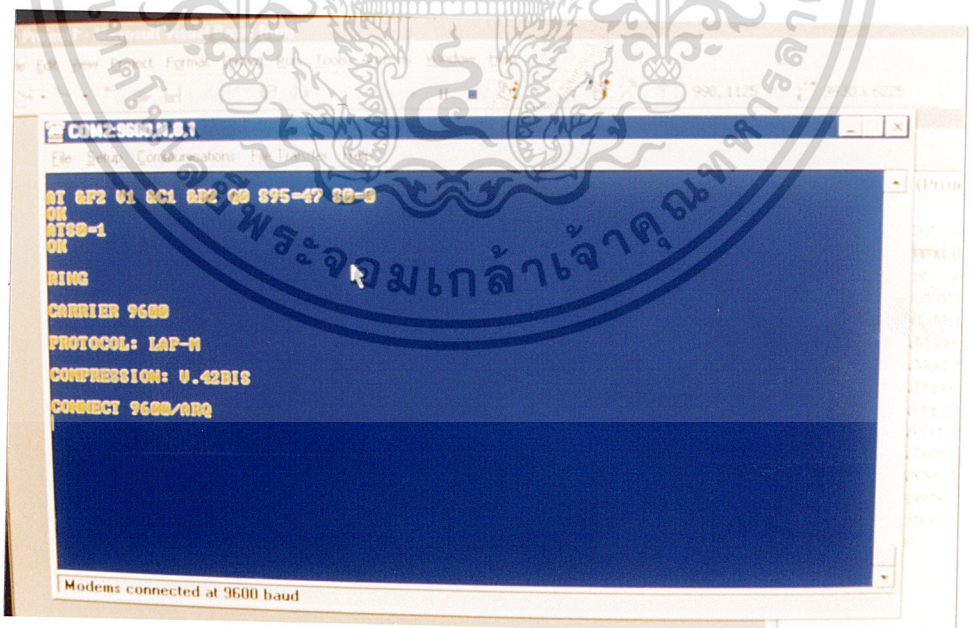


รูปที่ 4.35 แสดงหน้าจอขณะส่งไฟล์ข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

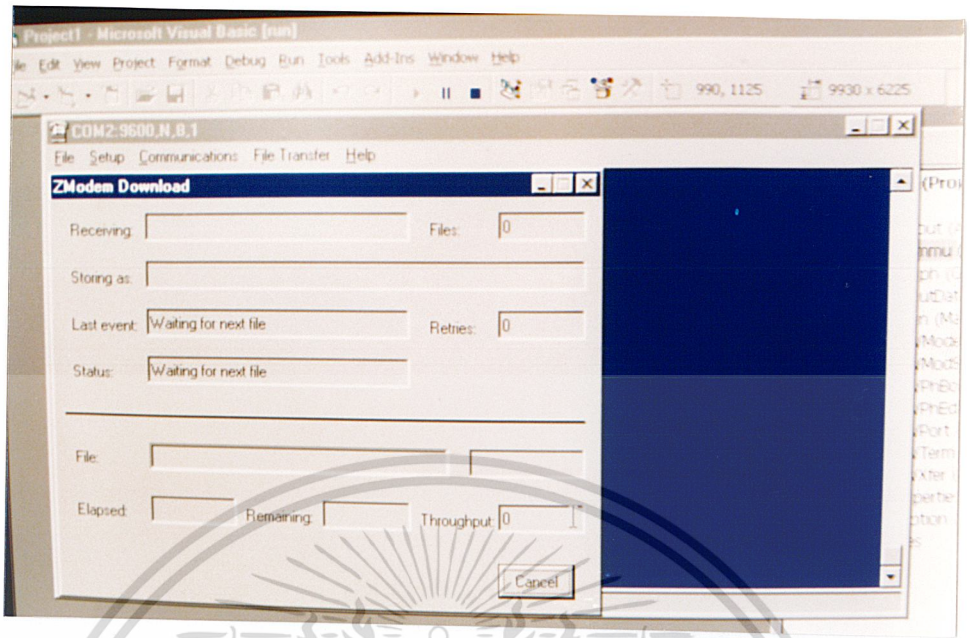


รูปที่ 4.36 แสดงหน้าจอของคอมพิวเตอร์ปลายทางเมื่อรอรับสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทาง



รูปที่ 4.37 แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อรับสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทางได้แล้ว

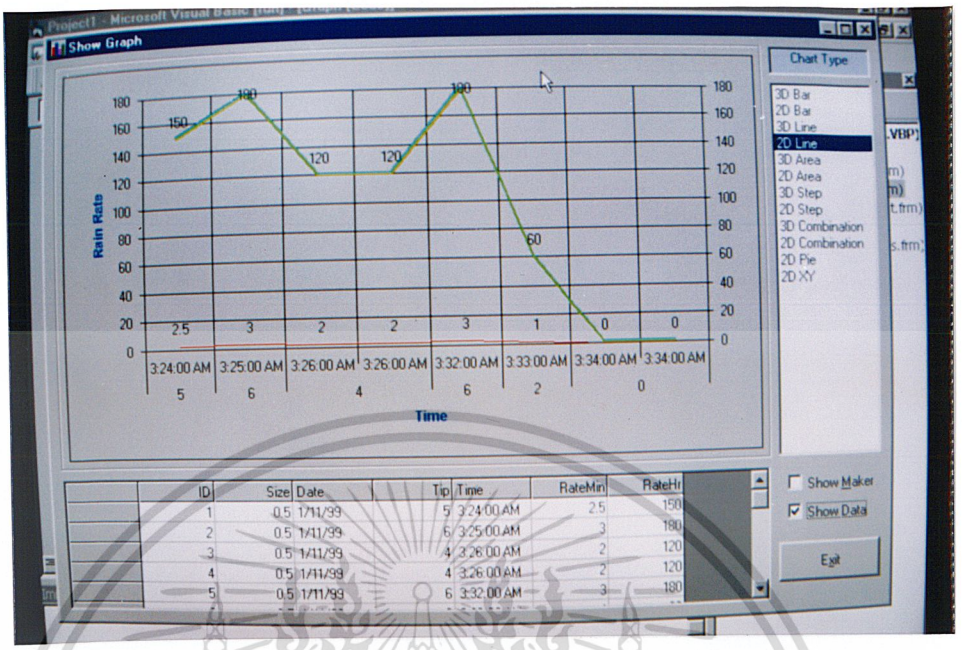
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 แสดงหน้าจอการรอรับไฟล์ข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทาง

รูปที่ 4.39 แสดงหน้าจอขณะรับไฟล์ข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 แสดงรูปกราฟของไฟล์ข้อมูลที่รับเข้ามาจากคอมพิวเตอร์ต้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

การทำงานของเครื่องวัดอัตราการตกของฝนระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์นั้น เครื่องจะทำงานเทียบกับเวลาจริง ดังนั้นก่อนทำงานจึงทำการป้อนค่าเวลา เพื่อให้เวลาที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลเป็นเวลาจริงอยู่เสมอและในการป้อนข้อมูลจะใช้การกดปุ่มคีย์บอร์ดในการป้อนข้อมูล เมื่อป้อนเวลาจนครบก็จะนำเวลาที่ป้อนให้กับ DS1202 ที่ทำหน้าที่เป็นนาฬิกา

การเก็บข้อมูลเราจะตั้งค่าขนาดของอุปกรณ์วัดอัตราการตกของฝนแบบถ้วยกระดกว่ามีขนาดกี่มิลลิเมตร เพื่อให้ข้อมูลที่ได้ตรงกับค่าขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้และค่าที่วัดได้แสดงเป็นมิลลิเมตรต่อนาทีและมิลลิเมตรต่อชั่วโมง เมื่อเครื่องวัดอัตราการตกของฝนทำการบันทึกข้อมูลจนเต็มแล้วจะไม่ทำการบันทึกข้อมูลที่ส่งมาได้อีก แต่สัญญาณนาฬิกาจะยังคงเดินต่อไปจนกว่าจะมีการขนถ่ายข้อมูลออกจากหน่วยความจำ (RAM) จึงจะสามารถเก็บข้อมูลได้อีก

การเรียกดูข้อมูลเดิมที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำ (RAM) สามารถเรียกดูได้โดยป้อนค่าเวลาที่ต้องการดูค่าอัตราการตกของฝนในเวลานั้น ซึ่งถ้าในหน่วยความจำ (RAM) มีข้อมูลในเวลานั้นอยู่ก็จะแสดงค่าอัตราการตกของฝนในขณะนั้นออกมาที่หน้าจอแอลซีดี

การส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ (RAM) ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกๆ 1 นาที โดยจะใช้การติดต่ออนุกรมผ่าน RS-232 และเข้ามาที่พอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ และจัดเก็บเป็นไฟล์ฐานข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์และแสดงผลออกมาเป็นกราฟทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

ข้อมูลที่บันทึกอัตราการตกของฝนจะจัดเก็บเป็นไฟล์ฐานข้อมูลเพื่อที่จะสามารถส่งผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้โมเด็มเป็นตัวส่งและรับเพื่อนำไปวิเคราะห์และแสดงผลออกทางหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางโดยจะใช้โปรแกรมการส่งผ่านข้อมูลซึ่งเขียนขึ้นโดยโปแกรม Visual Basic ทำการส่งและรับข้อมูล

แนวทางการพัฒนา เนื่องจากในปัจจุบันมีการบันทึกข้อมูลอัตราการตกของฝนยังไม่ดีพออุปกรณ์ที่ใช้วัดที่ทันสมัยยังมีไม่เพียงพอเพราะฉะนั้นการบันทึกข้อมูลในปัจจุบันยังต้องใช้บุคลากรบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งการทำสถิติของข้อมูล ดังนั้นเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติแบบเคลื่อนที่จึงมีประโยชน์มากในการที่จะนำมาใช้แต่ในการวัดอัตราการตกของฝนนั้นจะต้องมีการวัดหลายๆ พื้นที่เพราะฉะนั้นถ้าจะใช้เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติหลายๆ เครื่องก็จะเป็นการสิ้นเปลือง

ในการพัฒนานั้นถ้าสามารถทำเป็นระบบเครือข่ายติดต่อผ่านทางอินเตอร์เน็ตก็จะสะดวกและประหยัดในการเรียกดูข้อมูลที่ต้องการทราบในแต่ละพื้นที่ต่างๆ ที่อยู่ห่างไกลกันมากขึ้น โดยถ้าเป็นการติดต่อผ่านทางโทรศัพท์ทางไกลก็จะเป็นการสิ้นเปลืองมากกว่าการใช้ติดต่อผ่านทางอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดเครื่องวัดอัตราการตกของฝน

แหล่งจ่ายไฟ	220 VAC. หรือ ±12 VDC.
ชนิดและขนาดของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	แบบคานกระดก ปริมาตร 1 กระบวย เท่ากับ ความสูง 0.125 มิลลิเมตร
ความถี่ในการเก็บข้อมูลขณะทำการบันทึก	ปริมาณน้ำฝน ทุก 1 นาที
ระยะเวลาในการบันทึก	20 วัน 16 ชั่วโมง 23 นาที
การเปิด-ปิดจอแอลซีดี	เปิดโดยปุ่มควบคุม (LCD) ปิดโดยอัตโนมัติหลังจากไม่มีการ กดปุ่มใดๆ 5 นาที
รายละเอียดที่แสดงบนจอแอลซีดี	นาฬิกาเวลาจริงและวันเดือนปี อัตราการตกของฝนในหน่วยมิลลิเมตรต่อ นาทีและมิลลิเมตรต่อชั่วโมง ทุกๆ 1 นาที สถานะการบันทึกข้อมูลว่าทำการบันทึกข้อ มูลอยู่หรือไม่ พื้นที่ในหน่วยความจำ (RAM) ที่ยังสามารถ บันทึกข้อมูลได้ แสดงข้อมูลเก่าที่บันทึกอยู่ในหน่วยความจำ (RAM) ตามวันเดือนปีและเวลาที่ต้องการ
การถ่ายข้อมูลมายังเครื่องคอมพิวเตอร์	พอร์ตติดต่อแบบอนุกรม (RS-232)

การแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์

อัตราการตกของฝน	แสดงการบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 นาที แสดงกราฟข้อมูล
การรับและส่งข้อมูล	รับและส่งไฟล์ฐานข้อมูลที่ได้จากการบันทึก ผ่านทางสายโทรศัพท์โดยใช้โมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ณรงค์ เหมกรณ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิภา ลีลารุจิ เป็นอย่างสูงที่ได้ประสิทธ์ประสาทวิชาการแก่ผู้จัดทำ ตลอดจนช่วยแนะนำและให้คำปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่มีส่วนช่วยเหลือ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือในการทดลองการทำงานของโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

รศ.สมยศ จุณณะปิยะ “การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51”
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพ, 2541

ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์ – ปิยพงษ์ เผ่าวาณิช “คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”
บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพ, 2536

“ANT-32 VERSION 3.0 EMBEDDED CONTROL BOARD”
บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด, กรุงเทพ

สุทธิศักดิ์ พงศ์ธนาพานิช “Visual Basic Professional 5.0 การใช้คำสั่งและคอนโทรล ActiveX”
บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพ, 2541

โชคชัย เตชพรรุ่ง “เจาะแก่น Visual Basic”
บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพ, 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำสั่ง: HD44780

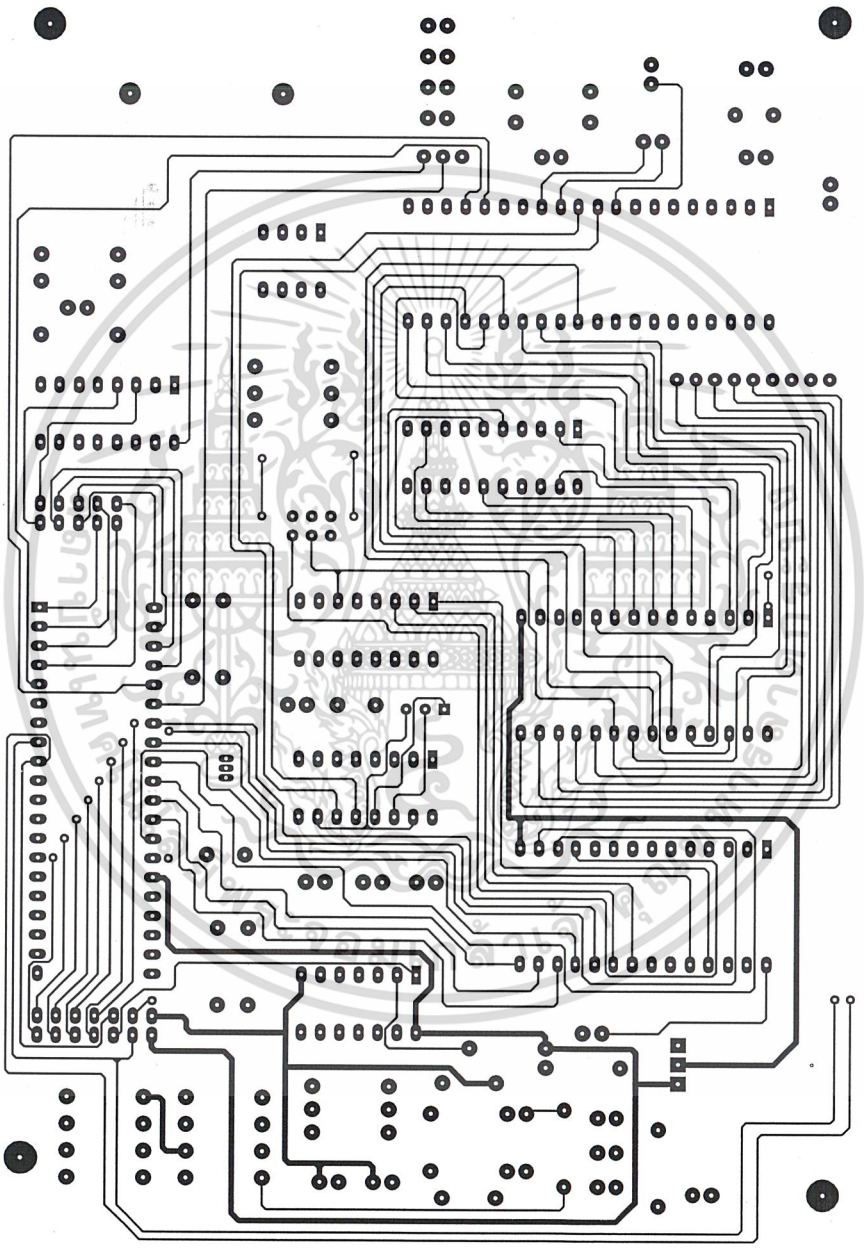
Instructions

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when fcp or fosc is 250 kHz)
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
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 being 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.	40μs
Display On/Off Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of entire display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40μs
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves cursor and shifts display without changing DD RAM contents.	40μs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL), number of display lines (L) and character font (F).	40μs
Set CG RAM Address	0	0	0	1	ACG						Sets CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40μs
Set DD RAM Address	0	0	1	ADD							Sets DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40μs
Read Busy Flag & Address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	0μs
Write Data to CG or DD RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40μs
Read Data from CG or DD RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40μs
	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: 5×10 dots, F = 0: 5×7 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: $40\mu s \times \frac{250}{270} = 37\mu s$

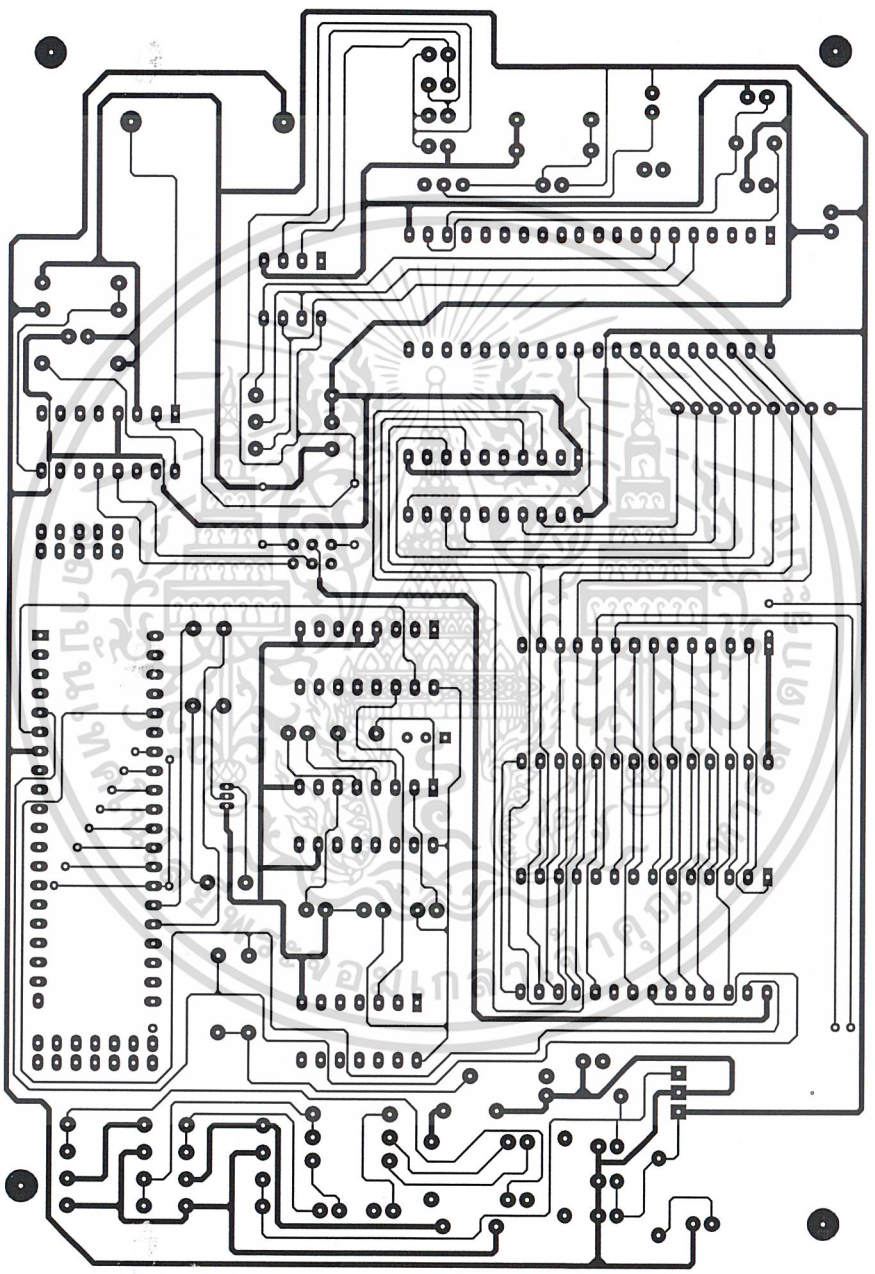
* No effect

ตารางคำสั่งในการใช้งานแอลซีดีโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-0094; Rev 7A; 12/96

MAXIM

Microprocessor Supervisory Circuits

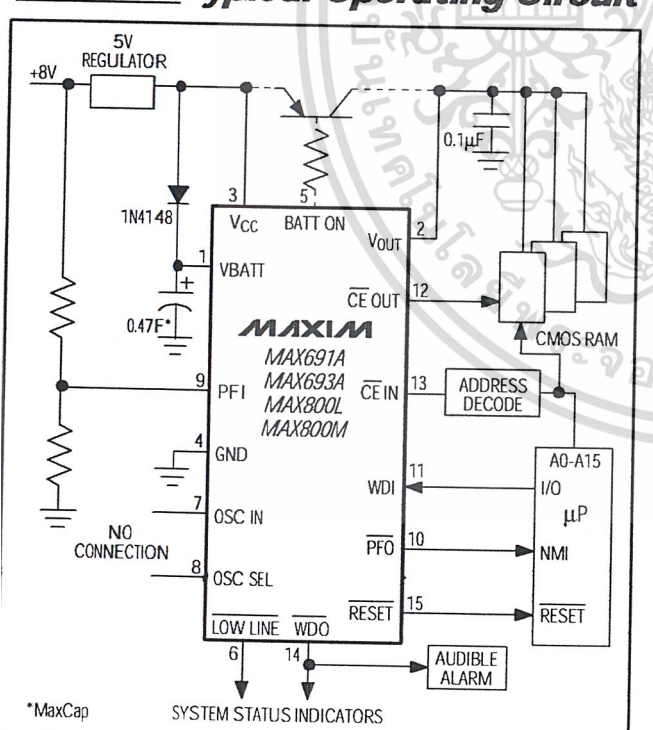
General Description

The MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M microprocessor (µP) supervisory circuits are pin-compatible upgrades to the MAX691, MAX693, and MAX695. They improve performance with 30µA supply current, 200ms typ reset active delay on power-up, and 6ns chip-enable propagation delay. Features include write protection of CMOS RAM or EEPROM, separate watchdog outputs, backup-battery switchover, and a $\overline{\text{RESET}}$ output that is valid with V_{CC} down to 1V. The MAX691A/MAX800L have a 4.65V typical reset-threshold voltage, and the MAX693A/MAX800M's reset threshold is 4.4V typical. The MAX800L/MAX800M guarantee power-fail accuracies to ±2%.

Applications

Computers
Controllers
Intelligent Instruments
Automotive Systems
Critical µP Power Monitoring

Typical Operating Circuit



Features

- ♦ 200ms Power-OK/Reset Timeout Period
- ♦ 1µA Standby Current, 30µA Operating Current
- ♦ On-Board Gating of Chip-Enable Signals, 10ns Max Delay
- ♦ MaxCap™ or SuperCap™ Compatible
- ♦ Guaranteed $\overline{\text{RESET}}$ Assertion to V_{CC} = +1V
- ♦ Voltage Monitor for Power-Fail or Low-Battery Warning
- ♦ Power-Fail Accuracy Guaranteed to ±2% (MAX800L/M)
- ♦ Available in 16-Pin Narrow SO and Plastic DIP Packages

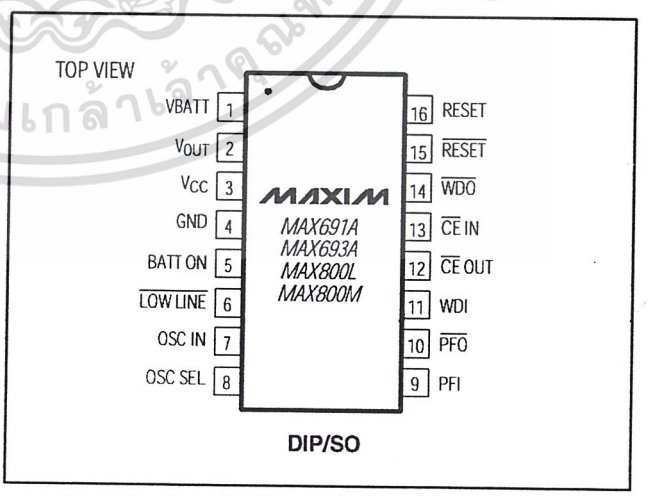
Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX691ACPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX691ACSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX691ACWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX691AC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX691AEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX691AESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX691AEWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX691AEJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX691AMJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering Information continued on last page.

** Dice are specified at T_A = +25 °C, DC parameters only.*

Pin Configuration



SuperCap is a registered trademark of Baknor Industries. MaxCap is a registered trademark of The Carborundum Corp.

For free samples & the latest literature: http://www.maxim-ic.com, or phone 1-800-998-8800.
For small orders, phone 408-737-7600 ext. 3468.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Terminal Voltage (with respect to GND)
- V_{CC} ..... -0.3V to +6V
- VBATT ..... -0.3V to +6V
- All Other Inputs ..... -0.3V to (V_{OUT} + 0.3V)

Input Current
- V_{CC} Peak 1.0A
- V_{CC} Continuous 250mA
- VBATT Peak 250mA
- VBATT Continuous 25mA
- GND, BATT ON 100mA
- All Other Outputs 25mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
- Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) 842mW
- Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C) 696mW
- Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
- CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW

Operating Temperature Ranges
- MAX69_AC_ _/MAX800_C_ _ ..... 0°C to +70°C
- MAX69_AE_ _/MAX800_E_ _ ..... -40°C to +85°C
- MAX69_AMJE ..... -55°C to +125°C

Storage Temperature Range ..... -65°C to +160°C

Lead Temperature (soldering, 10sec) ..... +300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(MAX691A, MAX800L: V_{CC} = +4.75V to +5.5V, MAX693A, MAX800M: V_{CC} = +4.5V to +5.5V, VBATT = 2.8V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage Range, V_{CC}, VBATT (Note 1)				0		5.5	V
V_{OUT} Output	V_{CC} = 4.5V	I_{OUT} = 25mA			V_{CC} - 0.02	V_{CC} - 0.05	V
		I_{OUT} = 250mA	MAX69_AC		V_{CC} - 0.2	V_{CC} - 0.3	
			MAX69_AE, MAX800_C/E		V_{CC} - 0.2	V_{CC} - 0.35	
			MAX69_A/M			V_{CC} - 0.40	
		I_{OUT} = 210mA	MAX69_AC/AE, MAX800_C/E		V_{CC} - 0.17	V_{CC} - 0.3V	
V_{CC}-to-V_{OUT} On-Resistance	V_{CC} = 4.5V	MAX69_AC, MAX800_C			0.8	1.2	Ω
		MAX69_AE, MAX800_E			0.8	1.4	
		MAX69_A/M			0.8	1.6	
V_{OUT} in Battery-Backup Mode	VBATT = 4.5V, I_{OUT} = 20mA			VBATT - 0.3			V
	VBATT = 2.8V, I_{OUT} = 10mA			VBATT - 0.25			
	VBATT = 2.0V, I_{OUT} = 5mA			VBATT - 0.15			
VBATT-to-V_{OUT} On-Resistance	VBATT = 4.5V					15	Ω
	VBATT = 2.8V					25	
	VBATT = 2.0V					30	
Supply Current in Normal Operating Mode (Excludes I_{OUT})	V_{CC} > VBATT - 1V				30	100	µA
Supply Current in Battery-Backup Mode (Excludes I_{OUT}) (Note 2)	V_{CC} < VBATT - 1.2V, VBATT = 2.8V	T_A = +25°C			0.04	1	µA
		T_A = T_{MIN} + T_{MIN}				5	
VBATT Standby Current (Note 3)	VBATT + 0.2V ≤ V_{CC}	T_A = +25°C		-0.1		0.02	µA
		T_A = T_{MIN} + T_{MIN}		-1.0		0.02	
Battery Switchover Threshold	Power-up				VBATT + 0.3		V
	Power-down				VBATT - 0.3		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(MAX691A, MAX800L: V_{CC} = +4.75V to +5.5V, MAX693A, MAX800M: V_{CC} = +4.5V to +5.5V, VBATT = 2.8V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Battery Switchover Hysteresis			60		mV
BATT ON Output Low Voltage	I_{SINK} = 3.2mA		0.1	0.4	V
	I_{SINK} = 25mA		0.7	1.5	
BATT ON Output Short-Circuit Current	Sink current		60		mA
	Source current	1	15	100	µA
RESET AND WATCHDOG TIMER					
Reset Threshold Voltage	MAX691A, MAX800L	4.50	4.65	4.75	V
	MAX693A, MAX800M	4.25	4.40	4.50	
	MAX800L, T_A = +25°C, V_{CC} falling	4.55		4.70	
	MAX800M, T_A = +25°C, V_{CC} falling	4.30		4.45	
Reset Threshold Hysteresis			15		mV
V_{CC} to RESET Delay	Power-down		80		µs
$\overline{\text{LOW LINE}}$-to-$\overline{\text{RESET}}$ Delay			800		ns
Reset Active Timeout Period, Internal Oscillator	Power-up	140	200	280	ms
Reset Active Timeout Period, External Clock (Note 4)	Power-up		2048		Clock Cycles
Watchdog Timeout Period, Internal Oscillator	Long period	1.0	1.6	2.25	sec
	Short period	70	100	140	ms
Watchdog Timeout Period, External Clock (Note 4)	Long period		4096		Clock Cycles
	Short period		1024		
Minimum Watchdog Input Pulse Width	V_{IL} = 0.8V, V_{IH} = 0.75 x V_{CC}	100			ns
$\overline{\text{RESET}}$ Output Voltage	I_{SINK} = 50µA, V_{CC} = 1V, VBATT = 0V, V_{CC} falling		0.004	0.3	V
	I_{SINK} = 3.2mA, V_{CC} = 4.25V		0.1	0.4	
	I_{SOURCE} = 1.6mA, V_{CC} = 5V	3.5			
$\overline{\text{RESET}}$ Output Short-Circuit Current	Output source current		7	20	mA
RESET Output Voltage Low (Note 5)	I_{SINK} = 3.2mA	0.1	0.4		V
$\overline{\text{LOW LINE}}$ Output Voltage	I_{SINK} = 3.2mA, V_{CC} = 4.25V			0.4	V
	I_{SOURCE} = 1µA, V_{CC} = 5V	3.5			
$\overline{\text{LOW LINE}}$ Output Short-Circuit Current	Output source current	1	15	100	µA
$\overline{\text{WDO}}$ Output Voltage	I_{SINK} = 3.2mA			0.4	V
	I_{SOURCE} = 500µA, V_{CC} = 5V	3.5			
$\overline{\text{WDO}}$ Output Short-Circuit Current	Output source current		3	10	mA
WDI Threshold Voltage (Note 6)	V_{IH}	0.75 x V_{CC}			V
	V_{IL}			0.8	
WDI Input Current	WDI = 0V	-50	-10		µA
	WDI = V_{OUT}		20	50	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(MAX691A, MAX800L: V_{CC} = +4.75V to +5.5V, MAX693A, MAX800M: V_{CC} = +4.5V to +5.5V, VBATT = 2.8V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER-FAIL COMPARATOR					
PFI Input Threshold	MAX69_AC/AE/AM, V_{CC} = 5V	1.2	1.25	1.3	V
	MAX800_C/E, V_{CC} = 5V	1.225	1.25	1.275	
PFI Leakage Current			±0.01	±25	nA
$\overline{PFO}$ Output Voltage	I_{SINK} = 3.2mA			0.4	V
	I_{SOURCE} = 1µA, V_{CC} = 5V	3.5			
$\overline{PFO}$ Output Short-Circuit Current	Output source current	1	15	100	µA
PFI-to-PFO Delay	V_{IN} = -20mV, V_{OD} = 15mV		25		µs
	V_{IN} = 20mV, V_{OD} = 15mV		60		
CHIP-ENABLE GATING					
$\overline{CE}$ IN Leakage Current	Disable mode		±0.005	±1	µA
$\overline{CE}$ IN-to-$\overline{CE}$ OUT Resistance (Note 7)	Enable mode		75	150	Ω
$\overline{CE}$ OUT Short-Circuit Current (Reset Active)	Disable mode, $\overline{CE}$ OUT = 0V	0.1	0.75	2.0	mA
$\overline{CE}$ IN-to-$\overline{CE}$ OUT Propagation Delay (Note 8)	50Ω source impedance driver, C_{LOAD} = 50pF		6	10	ns
$\overline{CE}$ OUT Output Voltage High (Reset Active)	V_{CC} = 5V, I_{OUT} = -100µA	3.5			V
	V_{CC} = 0V, VBATT = 2.8V, I_{OUT} = 1µA	2.7			
RESET-to-$\overline{CE}$ OUT Delay	Power-down		12		µs
INTERNAL OSCILLATOR					
OSC IN Leakage Current	OSC SEL = 0V		0.10	±5	µA
OSC IN Input Pull-Up Current	OSC SEL = V_{OUT} or floating, OSC IN = 0V		10	100	µA
OSC SEL Input Pull-Up Current	OSC SEL = 0V		10	100	µA
OSC IN Frequency Range	OSC SEL = 0V		50		kHz
OSC IN External Oscillator Threshold Voltage	V_{IH}	V_{OUT} - 0.3	V_{OUT} - 0.6		V
	V_{IL}		3.65	2.00	
OSC IN Frequency with External Capacitor	OSC SEL = 0V, COSC = 47pF		100		kHz

Note 1: Either V_{CC} or VBATT can go to 0V, if the other is greater than 2.0V.

Note 2: The supply current drawn by the MAX691A/MAX800L/MAX800M from the battery excluding I_{OUT} typically goes to 10µA when (VBATT - 1V) < V_{CC} < VBATT. In most applications, this is a brief period as V_{CC} falls through this region.

Note 3: "+" = battery-discharging current, "--" = battery-charging current.

Note 4: Although presented as typical values, the number of clock cycles for the reset and watchdog timeout periods are fixed and do not vary with process or temperature.

Note 5: RESET is an open-drain output and sinks current only.

Note 6: WDI is internally connected to a voltage divider between V_{OUT} and GND. If unconnected, WDI is driven to 1.6V (typ), disabling the watchdog function.

Note 7: The chip-enable resistance is tested with V_{CC} = +4.75V for the MAX691A/MAX800L and V_{CC} = +4.5V for the MAX693A/MAX800M. $\overline{CE}$ IN = $\overline{CE}$ OUT = V_{CC} / 2.

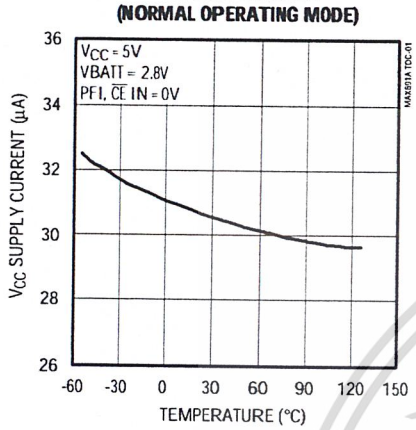
Note 8: The chip-enable propagation delay is measured from the 50% point at $\overline{CE}$ IN to the 50% point at $\overline{CE}$ OUT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

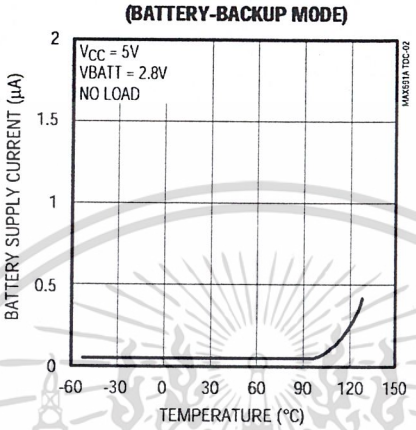
Typical Operating Characteristics

(T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

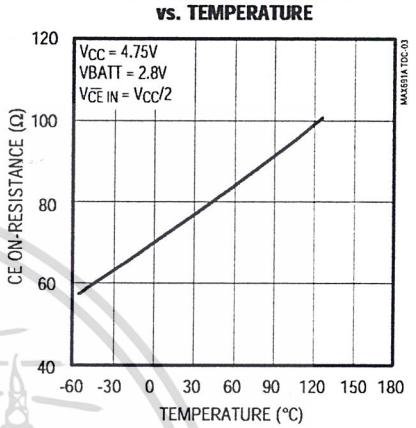
V_{CC} SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE (NORMAL OPERATING MODE)



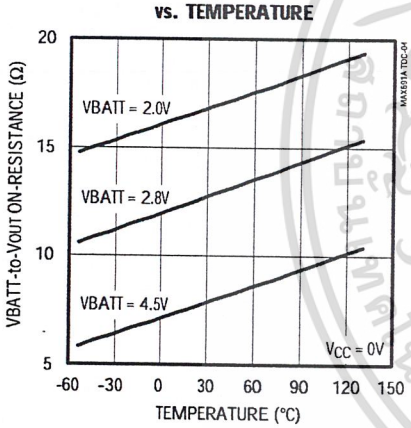
BATTERY SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE (BATTERY-BACKUP MODE)



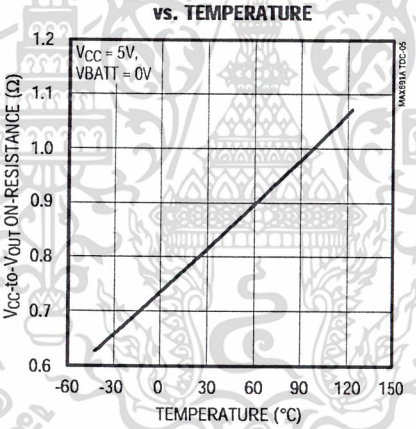
CHIP-ENABLE ON-RESISTANCE vs. TEMPERATURE



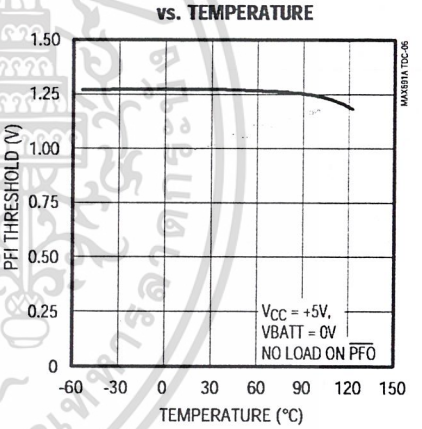
VBATT to V_{OUT} ON-RESISTANCE vs. TEMPERATURE



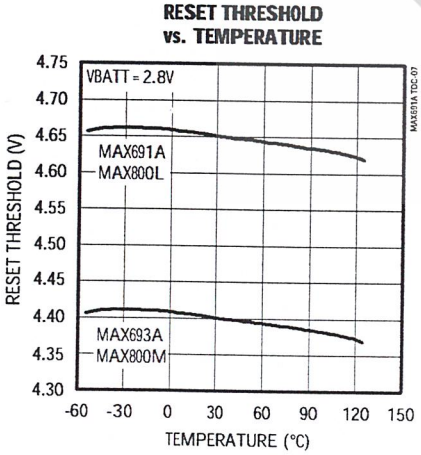
V_{CC} to V_{OUT} ON-RESISTANCE vs. TEMPERATURE



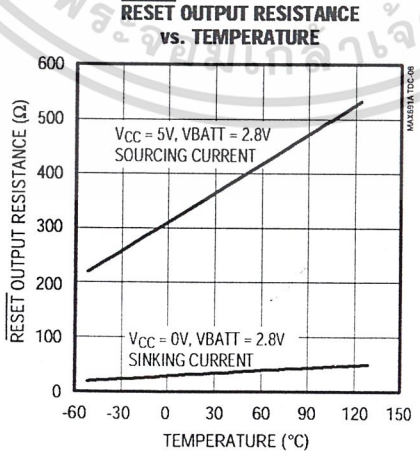
PFI THRESHOLD vs. TEMPERATURE



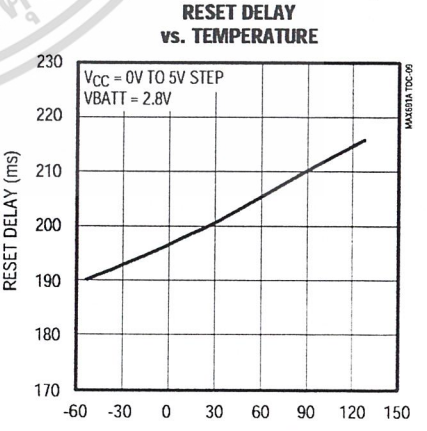
RESET THRESHOLD vs. TEMPERATURE



$\overline{RESET}$ OUTPUT RESISTANCE vs. TEMPERATURE



RESET DELAY vs. TEMPERATURE

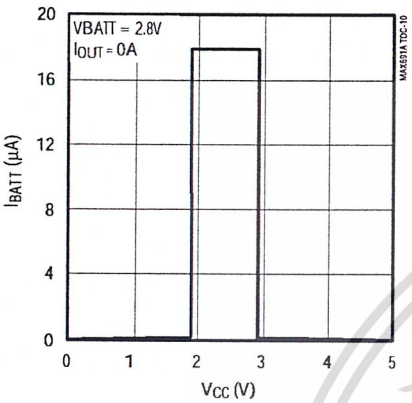


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

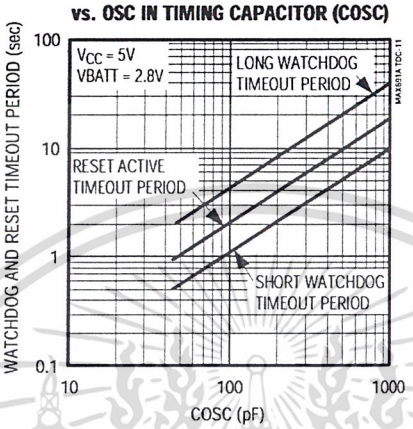
Typical Operating Characteristics (continued)

(T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

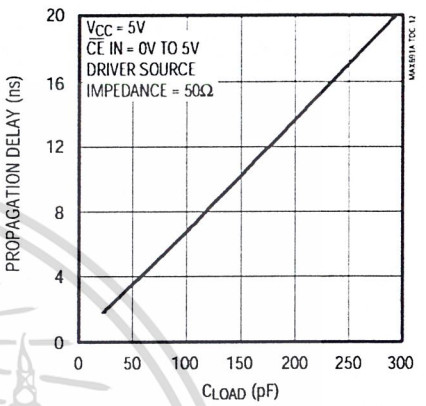
BATTERY CURRENT vs. INPUT SUPPLY VOLTAGE



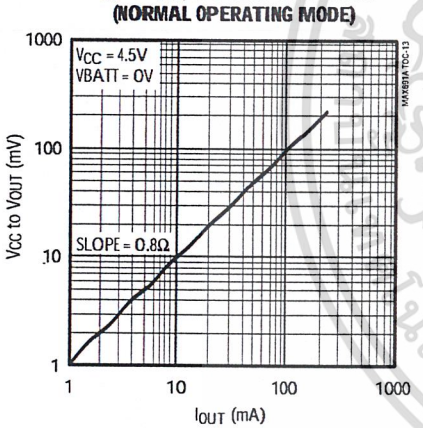
WATCHDOG AND RESET TIMEOUT PERIOD vs. OSC IN TIMING CAPACITOR (COSC)



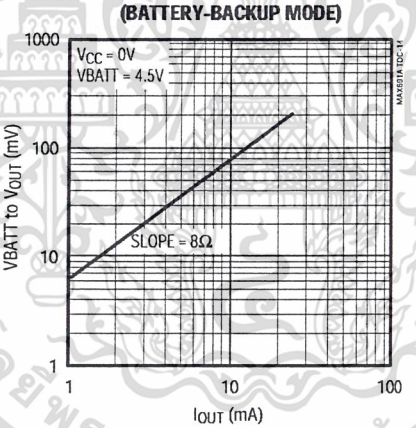
CHIP-ENABLE PROPAGATION DELAY vs. $\overline{CE}$ OUT LOAD CAPACITANCE



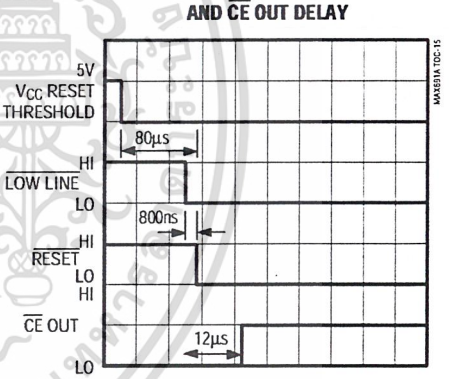
VCC to VOUT vs. OUTPUT CURRENT (NORMAL OPERATING MODE)



VBATT to VOUT vs. OUTPUT CURRENT (BATTERY-BACKUP MODE)



VCC to $\overline{LOW\ LINE}$ AND $\overline{CE}$ OUT DELAY



MAXIM
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	VBATT	Battery-Backup Input. Connect to external battery or capacitor and charging circuit. If backup battery is not used, connect to GND.
2	V_{OUT}	Output Supply Voltage. When V_{CC} is greater than VBATT and above the reset threshold, V_{OUT} connects to V_{CC}. When V_{CC} falls below VBATT and is below the reset threshold, V_{OUT} connects to VBATT. Connect a 0.1µF capacitor from V_{OUT} to GND. Connect V_{OUT} to V_{CC} if no backup battery is used.
3	V_{CC}	Input Supply Voltage, 5V input.
4	GND	Ground. 0V reference for all signals.
5	BATT ON	Battery On Output. When V_{OUT} switches to VBATT, BATT ON goes high. When V_{OUT} switches to V_{CC}, BATT ON goes low. Connect the base of a PNP through a current-limiting resistor to BATT ON for V_{OUT} current requirements greater than 250mA.
6	$\overline{\text{LOW LINE}}$	$\overline{\text{LOW LINE}}$ output goes low when V_{CC} falls below the reset threshold. It returns high as soon as V_{CC} rises above the reset threshold.
7	OSC IN	External Oscillator Input. When OSC SEL is unconnected or driven high, a 10µA pull-up connects from V_{OUT} to OSC IN, the internal oscillator sets the reset and watchdog timeout periods, and OSC IN selects between fast and slow watchdog timeout periods. When OSC SEL is driven low, the reset and watchdog timeout periods may be set either by a capacitor from OSC IN to ground or by an external clock at OSC IN (Figure 3).
8	OSC SEL	Oscillator Select. When OSC SEL is unconnected or driven high, the internal oscillator sets the reset delay and watchdog timeout period. When OSC SEL is low, the external oscillator input (OSC IN) is enabled (Table 1). OSC SEL has a 10µA internal pull-up.
9	PFI	Power-Fail Input. This is the noninverting input to the power-fail comparator. When PFI is less than 1.25V, $\overline{\text{PFO}}$ goes low. When PFI is not used, connect PFI to GND or V_{OUT}.
10	$\overline{\text{PFO}}$	Power-Fail Output. This is the output of the power-fail comparator. $\overline{\text{PFO}}$ goes low when PFI is less than 1.25V. This is an uncommitted comparator, and has no effect on any other internal circuitry.
11	WDI	Watchdog Input. WDI is a three-level input. If WDI remains either high or low for longer than the watchdog timeout period, $\overline{\text{WDO}}$ goes low and reset is asserted for the reset timeout period. $\overline{\text{WDO}}$ remains low until the next transition at WDI. Leaving WDI unconnected disables the watchdog function. WDI connects to an internal voltage divider between V_{OUT} and GND, which sets it to mid-supply when left unconnected.
12	$\overline{\text{CE}}$ OUT	Chip-Enable Output. $\overline{\text{CE}}$ OUT goes low only when $\overline{\text{CE}}$ IN is low and V_{CC} is above the reset threshold. If CE IN is low when reset is asserted, $\overline{\text{CE}}$ OUT will stay low for 15µs or until $\overline{\text{CE}}$ IN goes high, whichever occurs first.
13	$\overline{\text{CE}}$ IN	Chip-Enable Input. The input to chip-enable gating circuit. If $\overline{\text{CE}}$ IN is not used, connect $\overline{\text{CE}}$ IN to GND or V_{OUT}.
14	$\overline{\text{WDO}}$	Watchdog Output. If WDI remains high or low longer than the watchdog timeout period, $\overline{\text{WDO}}$ goes low and reset is asserted for the reset timeout period. $\overline{\text{WDO}}$ returns high on the next transition at WDI. $\overline{\text{WDO}}$ remains high if WDI is unconnected.
15	$\overline{\text{RESET}}$	$\overline{\text{RESET}}$ Output goes low whenever V_{CC} falls below the reset threshold. $\overline{\text{RESET}}$ will remain low typically for 200ms after V_{CC} crosses the reset threshold on power-up.
16	RESET	RESET is an active-high output. It is open drain, and the inverse of $\overline{\text{RESET}}$.

Detailed Description

$\overline{\text{RESET}}$ and RESET Outputs

The MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M's $\overline{\text{RESET}}$ and RESET outputs ensure that the µP (with reset inputs asserted either high or low) powers up in a known state, and prevents code-execution errors during power-down or brownout conditions.

The $\overline{\text{RESET}}$ output is active low, and typically sinks 3.2mA at 0.1V saturation voltage in its active state. When deasserted, $\overline{\text{RESET}}$ sources 1.6mA at typically V_{OUT} - 0.5V. RESET output is open drain, active high, and typically sinks 3.2mA with a saturation voltage of 0.1V. When no backup battery is used, $\overline{\text{RESET}}$ output is guaranteed to be valid down to V_{CC} = 1V, and an external 10kΩ pull-down resistor on $\overline{\text{RESET}}$ insures that it will be valid with V_{CC} down to GND (Figure 1). As V_{CC} goes below 1V, the gate drive to the $\overline{\text{RESET}}$ output switch reduces accordingly, increasing the $R_{DS(ON)}$ and the saturation voltage. The 10kΩ pull-down resistor insures the parallel combination of switch plus resistor is around 10kΩ and the output saturation voltage is below 0.4V while sinking 40µA. When using a 10kΩ external pull-down resistor, the high state for $\overline{\text{RESET}}$ output with V_{CC} = 4.75V will be 4.5V typical. For battery voltages ≥ 2V connected to VBATT, RESET and $\overline{\text{RESET}}$ remain valid for V_{CC} from 0V to 5.5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

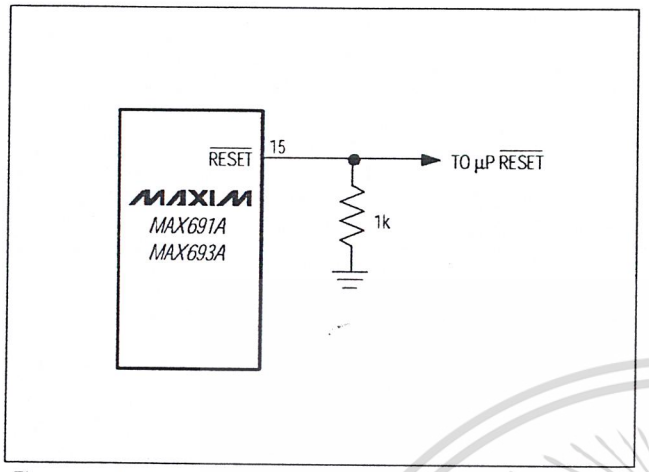


Figure 1. Adding an external pull-down resistor ensures RESET is valid with V_{CC} down to GND.

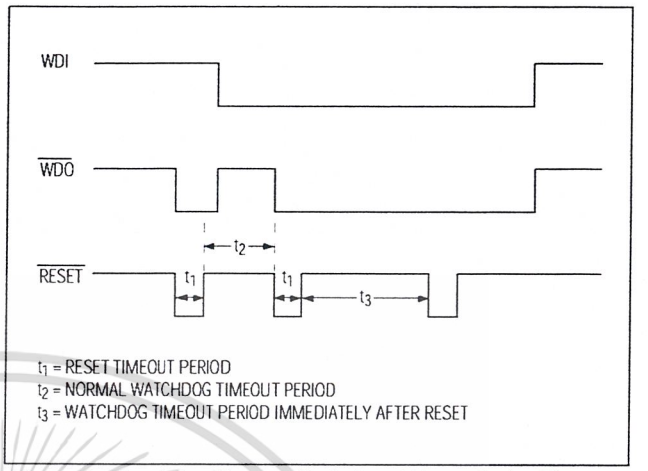


Figure 2. Watchdog Timeout Period and Reset Active Time

RESET and RESET are asserted when V_{CC} falls below the reset threshold (4.65V for the MAX691A/MAX800L, 4.4V for the MAX693A/MAX800M) and remain asserted for 200ms typ after V_{CC} rises above the reset threshold on power-up (Figure 5). The devices' battery-switchover comparator does not affect reset assertion. However, both reset outputs are asserted in battery-backup mode since V_{CC} must be below the reset threshold to enter this mode.

Watchdog Function

The watchdog monitors µP activity via the Watchdog Input (WDI). If the µP becomes inactive, RESET and RESET are asserted. To use the watchdog function, connect WDI to a bus line or µP I/O line. If WDI remains high or low for longer than the watchdog time-out period (1.6sec nominal), WDO, RESET, and RESET are asserted (see *RESET and RESET Outputs* section, and the *Watchdog Output* discussion on this page).

Watchdog Input

A change of state (high to low, low to high, or a minimum 100ns pulse) at the WDI during the watchdog period resets the watchdog timer. The watchdog default timeout is 1.6sec.

To disable the watchdog function, leave WDI floating. An internal resistor network (100kΩ equivalent impedance at WDI) biases WDI to approximately 1.6V. Internal comparators detect this level and disable the watchdog timer. When V_{CC} is below the reset threshold, the watchdog function is disabled and WDI is disconnected from its internal resistor network, thus becoming high impedance.

Watchdog Output

The Watchdog Output (WDO) remains high if there is a transition or pulse at WDI during the watchdog timeout period. The watchdog function is disabled and WDO is a logic high when V_{CC} is below the reset threshold, battery-backup mode is enabled, or WDI is an open circuit. In watchdog mode, if no transition occurs at WDI during the watchdog timeout period, RESET and RESET are asserted for the reset timeout period (200ms typical). WDO goes low and remains low until the next transition at WDI (Figure 2). If WDI is held high or low indefinitely, RESET and RESET will generate 200ms pulses every 1.6sec. WDO has a 2 x TTL output characteristic.

Selecting an Alternative Watchdog and Reset Timeout Period

The OSC SEL and OSC IN inputs control the watchdog and reset timeout periods. Floating OSC SEL and OSC IN or tying them both to V_{OUT} selects the nominal 1.6sec watchdog timeout period and 200ms reset timeout period. Connecting OSC IN to GND and floating or connecting OSC SEL to V_{OUT} selects the 100ms normal watchdog timeout delay and 1.6sec delay immediately after reset. The reset timeout delay remains 200ms (Figure 2). Select alternative timeout periods by connecting OSC SEL to GND and connecting a capacitor between OSC IN and GND, or by externally driving OSC IN (Table 1 and Figure 3). OSC IN is internally connected to a ±100nA (typ) current source that charges and discharges the timing capacitor to create the oscillator frequency, which sets the reset and watchdog timeout periods (see *Connecting a Timing Capacitor at OSC IN* in the *Applications Information* section).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Reset Pulse Width and Watchdog Timeout Selections

OSC SEL	OSC IN	Watchdog Timeout Period		Reset Timeout Period
		Normal	Immediately After Reset	
Low	External Clock Input	1024 clks	4096 clks	2048 clks
Low	External Capacitor	(600/47pF x C)ms	(2.4/47pF x C)sec	(1200/47pF x C)ms
Floating	Low	100ms	1.6sec	200ms
Floating	Floating	1.6sec	1.6sec	200ms

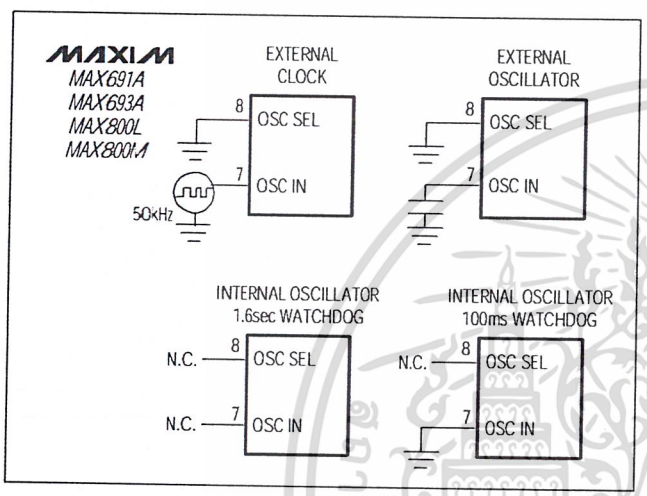


Figure 3. Oscillator Circuits

Chip-Enable Signal Gating

The MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M provide internal gating of chip-enable (CE) signals to prevent erroneous data from being written to CMOS RAM in the event of a power failure. During normal operation, the CE gate is enabled and passes all CE transitions. When reset is asserted, this path becomes disabled, preventing erroneous data from corrupting the CMOS RAM. All these parts use a series transmission gate from $\overline{CE}$ IN to $\overline{CE}$ OUT (Figure 4).

The 10ns max CE propagation delay from $\overline{CE}$ IN to $\overline{CE}$ OUT enables the parts to be used with most µPs.

Chip-Enable Input

The Chip-Enable Input ($\overline{CE}$ IN) is high impedance (disabled mode) while RESET and $\overline{RESET}$ are asserted.

During a power-down sequence where V_{CC} falls below the reset threshold or a watchdog fault, $\overline{CE}$ IN assumes a high-impedance state when the voltage at $\overline{CE}$ IN goes high or 15µs after reset is asserted, whichever occurs first (Figure 5).

During a power-up sequence, $\overline{CE}$ IN remains high impedance, regardless of $\overline{CE}$ IN activity, until reset is deasserted following the reset timeout period.

In the high-impedance mode, the leakage currents into this terminal are ±1µA max over temperature. In the low-impedance mode, the impedance of $\overline{CE}$ IN appears as a 75Ω resistor in series with the load at $\overline{CE}$ OUT.

The propagation delay through the CE transmission gate depends on both the source impedance of the drive to $\overline{CE}$ IN and the capacitive loading on the Chip-Enable Output ($\overline{CE}$ OUT) (see Chip-Enable Propagation Delay vs. $\overline{CE}$ OUT Load Capacitance in the *Typical Operating Characteristics*). The CE propagation delay is production tested from the 50% point of $\overline{CE}$ IN to the 50% point of $\overline{CE}$ OUT using a 50Ω driver and 50pF of load capacitance (Figure 6). For minimum propagation delay, minimize the capacitive load at $\overline{CE}$ OUT, and use a low output-impedance driver.

Chip-Enable Output

In the enabled mode, the impedance of $\overline{CE}$ OUT is equivalent to 75Ω in series with the source driving $\overline{CE}$ IN. In the disabled mode, the 75Ω transmission gate is off and $\overline{CE}$ OUT is actively pulled to V_{OUT}. This source turns off when the transmission gate is enabled.

$\overline{\text{LOW LINE}}$ Output

$\overline{\text{LOW LINE}}$ is the buffered output of the reset threshold comparator. $\overline{\text{LOW LINE}}$ typically sinks 3.2mA at 0.1V. For normal operation (V_{CC} above the $\overline{\text{LOW LINE}}$ threshold), $\overline{\text{LOW LINE}}$ is pulled to V_{OUT}.

Power-Fail Comparator

The power-fail comparator is an uncommitted comparator that has no effect on the other functions of the IC. Common uses include low-battery indication (Figure 7), and early power-fail warning (see *Typical Operating Circuit*).

Power-Fail Input

Power Fail Input (PFI) is the input to the power-fail comparator. It has a guaranteed input leakage of ±25nA max over temperature. The typical comparator delay is 25µs from V_{IL} to V_{OL} (power failing), and 60µs from V_{IH} to V_{OH} (power being restored). If PFI is not used, connect it to ground.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

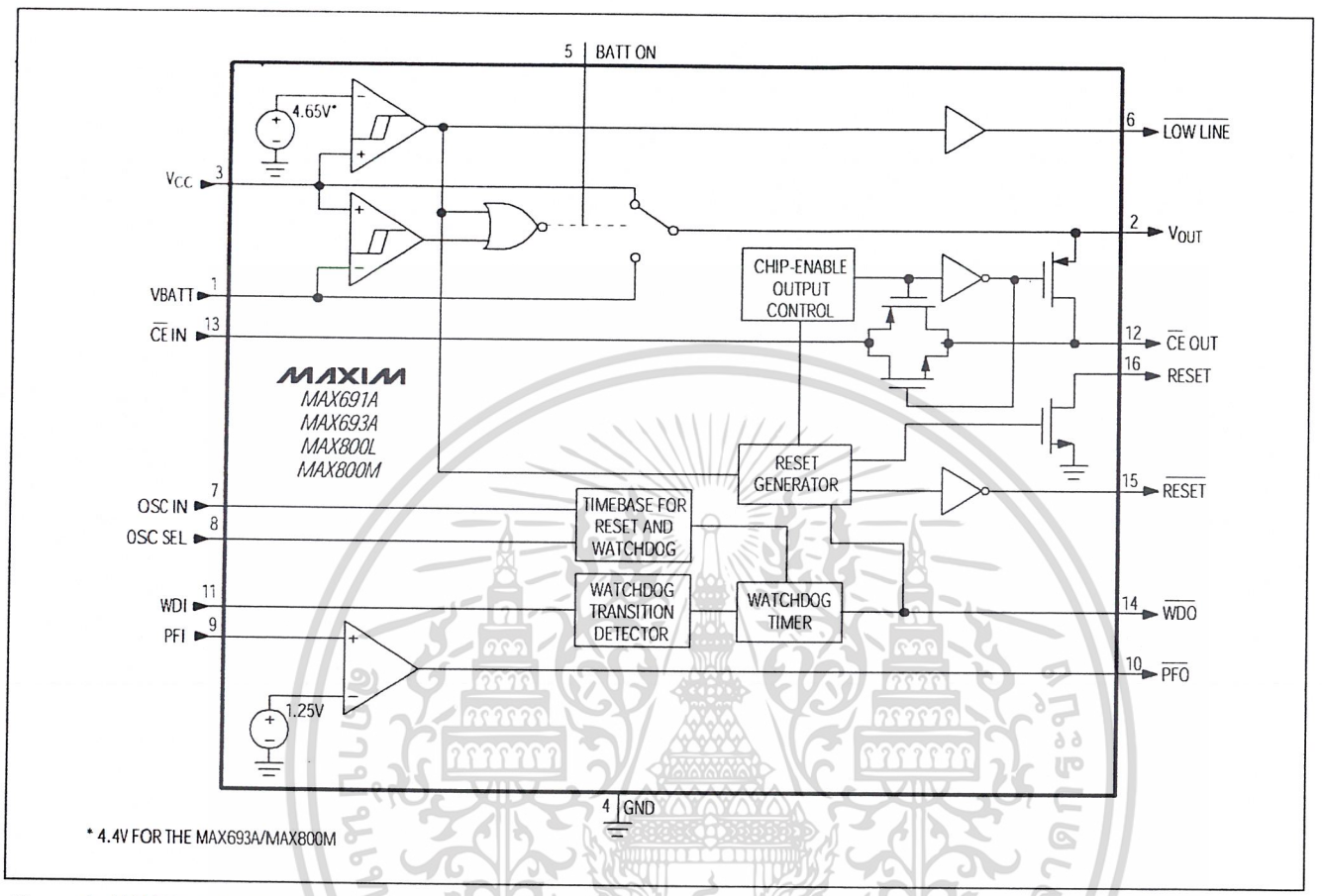


Figure 4. MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M Block Diagram

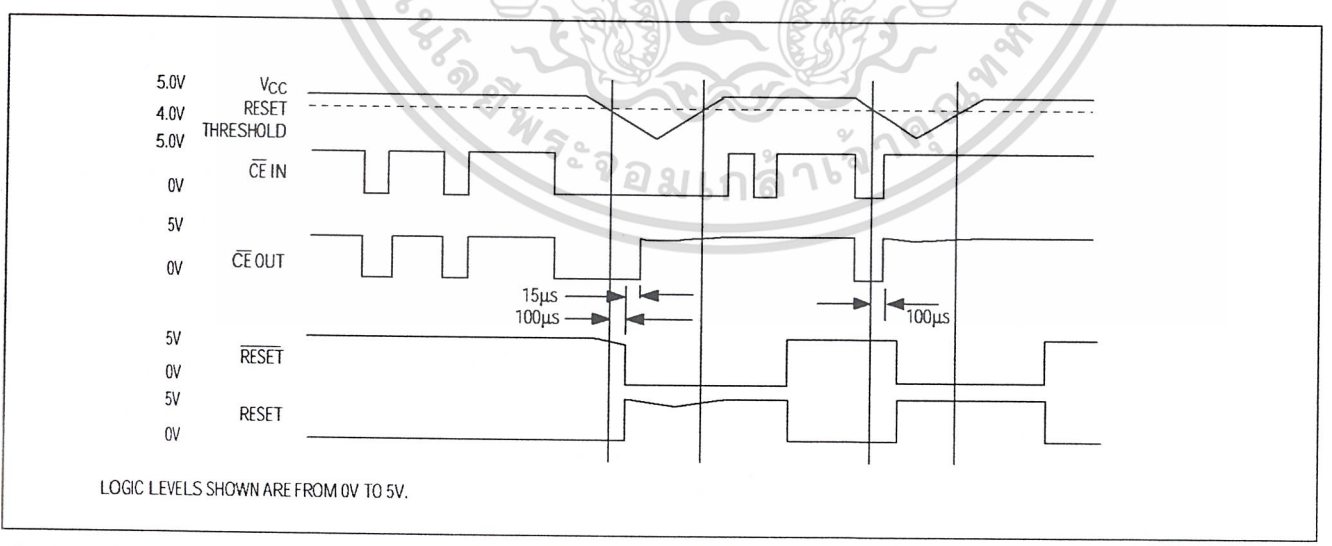


Figure 5. Reset and Chip-Enable Timing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

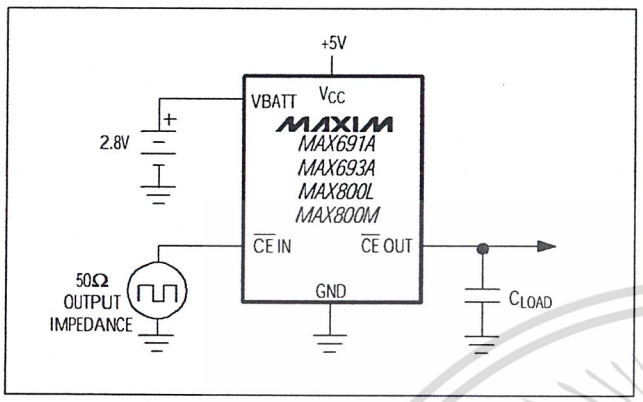


Figure 6. CE Propagation Delay Test Circuit

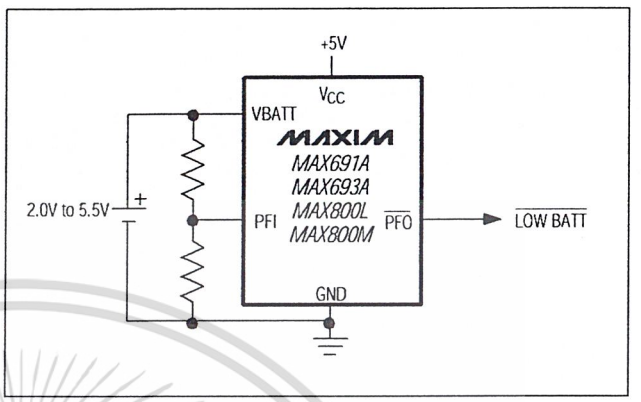


Figure 7. Low-Battery Indicator

Table 2. Input and Output Status in Battery-Backup Mode

PIN	NAME	STATUS
1	VBATT	Supply current is 1µA max.
2	V_{OUT}	V_{OUT} is connected to VBATT through an internal PMOS switch.
3	V_{CC}	Battery switchover comparator monitors V_{CC} for active switchover.
4	GND	GND 0V, 0V reference for all signals.
5	BATT ON	Logic high. The open-circuit output is equal to V_{OUT}.
6	$\overline{\text{LOWLINE}}$	Logic low*
7	OSC IN	OSC IN is ignored.
8	OSC SEL	OSC SEL is ignored.
9	PFI	The power-fail comparator remains active in the battery-backup mode for $V_{CC} \geq$ VBATT - 1.2V typ.
10	$\overline{\text{PFO}}$	The power-fail comparator remains active in the battery-backup mode for $V_{CC} \geq$ VBATT - 1.2V typ. Below this voltage, PFO is forced low.
11	WDI	Watchdog is ignored.
12	$\overline{\text{CE}}$ OUT	Logic high. The open-circuit voltage is equal to V_{OUT}.
13	$\overline{\text{CE}}$ IN	High impedance
14	$\overline{\text{WDO}}$	Logic high. The open-circuit voltage is equal to V_{OUT}.
15	$\overline{\text{RESET}}$	Logic low*
16	RESET	High impedance*

** V_{CC} must be below the reset threshold to enter battery-backup mode.*

Power-Fail Output

The Power-Fail Output ($\overline{\text{PFO}}$) goes low when PFI goes below 1.25V. It typically sinks 3.2mA with a saturation voltage of 0.1V. With PFI above 1.25V, $\overline{\text{PFO}}$ is actively pulled to V_{OUT}.

Battery-Backup Mode

Two conditions are required to switch to battery-backup mode: 1) V_{CC} must be below the reset threshold, and 2) V_{CC} must be below VBATT. Table 2 lists the status of the inputs and outputs in battery-backup mode.

Battery On Output

The Battery On (BATT ON) output indicates the status of the internal V_{CC}/battery-switchover comparator, which controls the internal V_{CC} and VBATT switches. For V_{CC} greater than VBATT (ignoring the small hysteresis effect), BATT ON typically sinks 3.2mA at 0.1V saturation voltage. In battery-backup mode, this terminal sources approximately 10µA from V_{OUT}. Use BATT ON to indicate battery-switchover status or to supply base drive to an external pass transistor for higher-current applications (see *Typical Operating Circuit*).

Input Supply Voltage

The Input Supply Voltage (V_{CC}) should be a regulated 5V. V_{CC} connects to V_{OUT} via a parallel diode and a large PMOS switch. The switch carries the entire current load for currents less than 250mA. The parallel diode carries any current in excess of 250mA. Both the switch and the diode have impedances less than 1Ω each. The maximum continuous current is 250mA, but power-on transients may reach a maximum of 1A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Battery-Backup Input

The Battery-Backup Input (VBATT) is similar to the V_{CC} input except the PMOS switch and parallel diode are much smaller. Accordingly, the on-resistances of the diode and the switch are each approximately 10Ω. Continuous current should be limited to 25mA and peak currents (only during power-up) limited to 250mA. The reverse leakage of this input is less than 1µA over temperature and supply voltage (Figure 8).

Output Supply Voltage

The Output Supply Voltage (V_{OUT}) pin is internally connected to the substrate of the IC and supplies current to the external system and internal circuitry. All open-circuit outputs will, for example, assume the V_{OUT} voltage in their high states rather than the V_{CC} voltage. At the maximum source current of 250mA, V_{OUT} will typically be 200mV below V_{CC}. Decouple this terminal with a 0.1µF capacitor.

Applications Information

The MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M are not short-circuit protected. Shorting V_{OUT} to ground, other than power-up transients such as charging a decoupling capacitor, destroys the device.

All open-circuit outputs swing between V_{OUT} and GND rather than V_{CC} and GND.

If long leads connect to the chip inputs, insure that these leads are free from ringing and other conditions that would forward bias the chip's protection diodes.

There are three distinct modes of operation:

1) Normal operating mode with all circuitry powered up. Typical supply current from V_{CC} is 35µA while only leakage currents flow from the battery.
2) Battery-backup mode where V_{CC} is typically within 0.7V below VBATT. All circuitry is powered up and the supply current from the battery is typically less than 60µA.
3) Battery-backup mode where V_{CC} is less than VBATT by at least 0.7V. VBATT supply current is 1µA max.

Using SuperCap™ or MaxCap™ with the MAX691A/MAX693A/MAX800L/MAX800M

VBATT has the same operating voltage range as V_{CC}, and the battery switchover threshold voltages are typically ±30mV centered at VBATT, allowing use of a SuperCap and a simple charging circuit as a backup source (Figure 9).

If V_{CC} is above the reset threshold and VBATT is 0.5V above V_{CC}, current flows to V_{OUT} and V_{CC} from VBATT until the voltage at VBATT is less than 0.5V above V_{CC}. For example, with a SuperCap connected to VBATT and through a diode to V_{CC}, if V_{CC} quickly changes from 5.4V to 4.9V, the capacitor discharges through V_{OUT} and V_{CC} until VBATT reaches 5.1V typ. Leakage current through the SuperCap charging diode and the internal power diode eventually discharges the SuperCap to V_{CC}. Also, if V_{CC} and VBATT start from 0.1V above the reset threshold and power is lost at V_{CC}, the SuperCap on VBATT discharges through V_{CC} until VBATT reaches the reset threshold; then the battery-backup mode is initiated and the current through V_{CC} goes to zero.

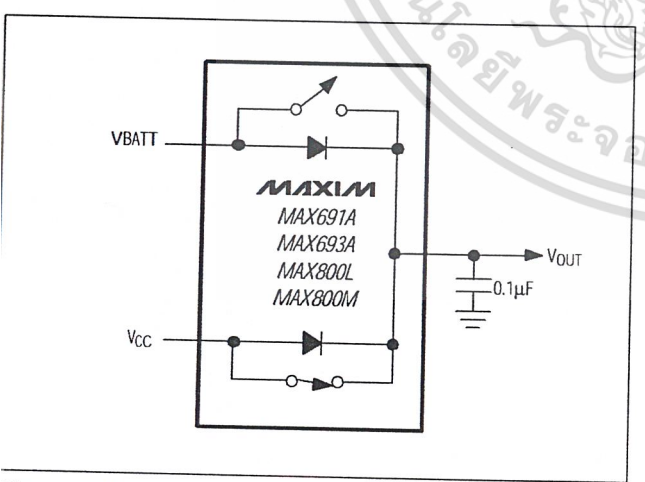


Figure 8. V_{CC} and VBATT to V_{OUT} Switch

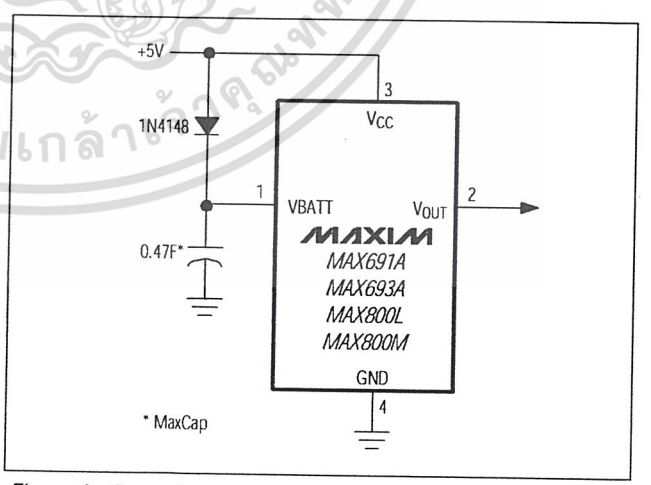


Figure 9. SuperCap or MaxCap on VBATT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

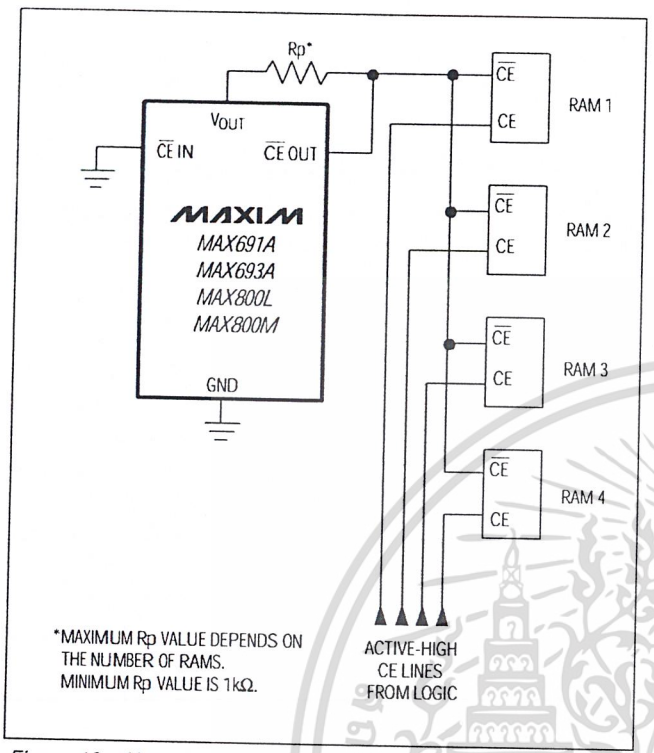


Figure 10. Alternate CE Gating

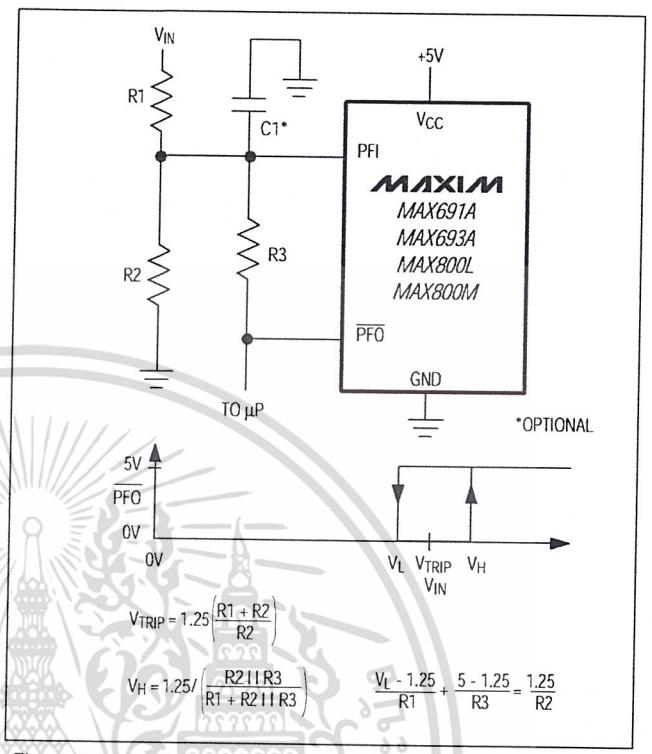


Figure 11. Adding Hysteresis to the Power-Fail Comparator

Using Separate Power Supplies for VBATT and V_{CC}

If using separate power supplies for V_{CC} and VBATT, VBATT must be less than 0.3V above V_{CC} when V_{CC} is above the reset threshold. As described in the previous section, if VBATT exceeds this limit and power is lost at V_{CC}, current flows continuously from VBATT to V_{CC} via the VBATT-to-V_{OUT} diode and the V_{OUT}-to-V_{CC} switch until the circuit is broken (Figure 8).

Alternate Chip-Enable Gating

Using memory devices with both CE and $\overline{CE}$ inputs allows the CE loop to be bypassed. To do this, connect $\overline{CE}$ IN to ground, pull up $\overline{CE}$ OUT to V_{OUT}, and connect $\overline{CE}$ OUT to the $\overline{CE}$ input of each memory device (Figure 10). The CE input of each part then connects directly to the chip-select logic, which does not have to be gated.

Adding Hysteresis to the Power-Fail Comparator

Hysteresis adds a noise margin to the power-fail comparator and prevents repeated triggering of $\overline{PFO}$ when V_{IN} is near the power-fail comparator trip point. Figure 11 shows how to add hysteresis to the power-fail com-

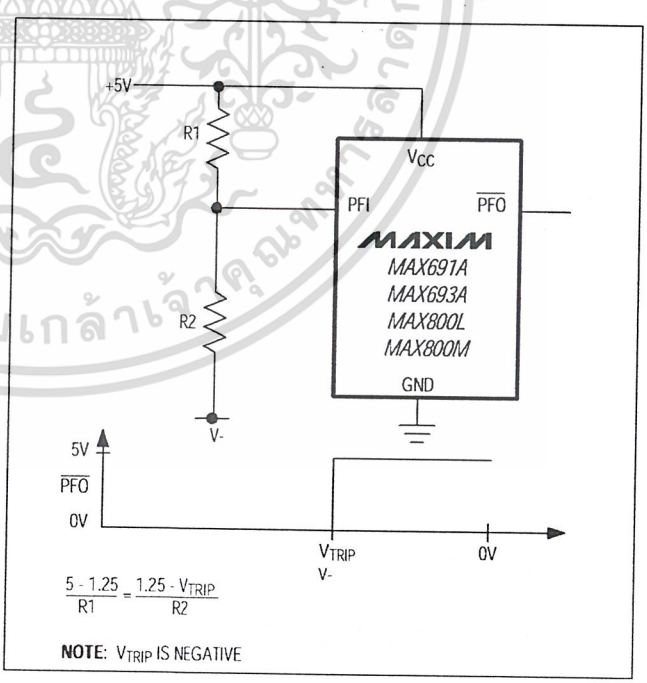


Figure 12. Monitoring a Negative Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

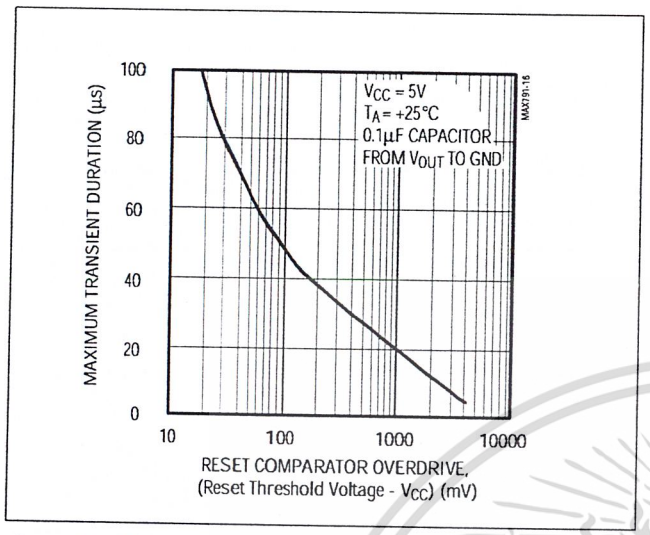


Figure 13. Maximum Transient Duration without Causing a Reset Pulse vs. Reset Comparator Overdrive

parator. Select the ratio of R1 and R2 such that PFI sees 1.25V when V_{IN} falls to the desired trip point (V_{TRIP}). Resistor R3 adds hysteresis. It will typically be an order of magnitude greater than R1 or R2. The current through R1 and R2 should be at least 1µA to ensure that the 25nA (max) PFI input current does not shift the trip point. R3 should be larger than 10kΩ to prevent it from loading down the $\overline{PFO}$ pin. Capacitor C1 adds noise rejection.

Monitoring a Negative Voltage

The power-fail comparator can be used to monitor a negative supply voltage using Figure 12's circuit. When the negative supply is valid, $\overline{PFO}$ is low. When the negative supply voltage drops, $\overline{PFO}$ goes high. This circuit's accuracy is affected by the PFI threshold tolerance, the V_{CC} voltage, and resistors R1 and R2.

Backup-Battery Replacement

The backup battery may be disconnected while V_{CC} is above the reset threshold. No precautions are necessary to avoid spurious reset pulses.

Negative-Going Vcc Transients

While issuing resets to the µP during power-up, power-down, and brownout conditions, these supervisors are relatively immune to short-duration, negative-going V_{CC} transients (glitches). It is usually undesirable to reset the µP when V_{CC} experiences only small glitches.

Figure 13 shows maximum transient duration vs. reset-comparator overdrive, for which reset pulses are **not** generated. The graph was produced using negative-going V_{CC} pulses, starting at 5V and ending below the reset threshold by the magnitude indicated (reset comparator overdrive). The graph shows the maximum pulse width a negative-going V_{CC} transient may typically have without causing a reset pulse to be issued. As the amplitude of the transient increases (i.e., goes farther below the reset threshold), the maximum allowable pulse width decreases. Typically, a V_{CC} transient that goes 100mV below the reset threshold and lasts for 40µs or less will not cause a reset pulse to be issued.

A 100nF bypass capacitor mounted close to the V_{CC} pin provides additional transient immunity.

Connecting a Timing Capacitor at OSC IN

When OSC SEL is connected to ground, OSC IN disconnects from its internal 10µA (typ) pull-up and is internally connected to a ±100nA current source. When a capacitor is connected from OSC IN to ground (to select alternative reset and watchdog timeout periods), the current source charges and discharges the timing capacitor to create the oscillator that controls the reset and watchdog timeout period. To prevent timing errors or oscillator start-up problems, minimize external current leakage sources at this pin, and locate the capacitor as close to OSC IN as possible. The sum of PC-board leakage plus OSC capacitor leakage must be small compared to ±100nA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maximum V_{CC} Fall Time

The V_{CC} fall time is limited by the propagation delay of the battery switchover comparator and should not exceed 0.03V/µs. A standard rule of thumb for filter capacitance on most regulators is on the order of 100µF per amp of current. When the power supply is shut off or the main battery is disconnected, the associated initial V_{CC} fall rate is just the inverse or 1A/100µF = 0.01V/µs. The V_{CC} fall rate decreases with time as V_{CC} falls exponentially, which more than satisfies the maximum fall-time requirement.

Watchdog Software Considerations

A way to help the watchdog timer keep a closer watch on software execution involves setting and resetting the watchdog input at different points in the program, rather than "pulsing" the watchdog input high-low-high or low-high-low. This technique avoids a "stuck" loop where the watchdog timer continues to be reset within the loop, keeping the watchdog from timing out. Figure 14 shows an example flow diagram where the I/O driving the watchdog input is set high at the beginning of the program, set low at the beginning of every subroutine or loop, then set high again when the program returns to the beginning. If the program should "hang" in any subroutine, the I/O is continually set low and the watchdog timer is allowed to time out, causing a reset or interrupt to be issued.

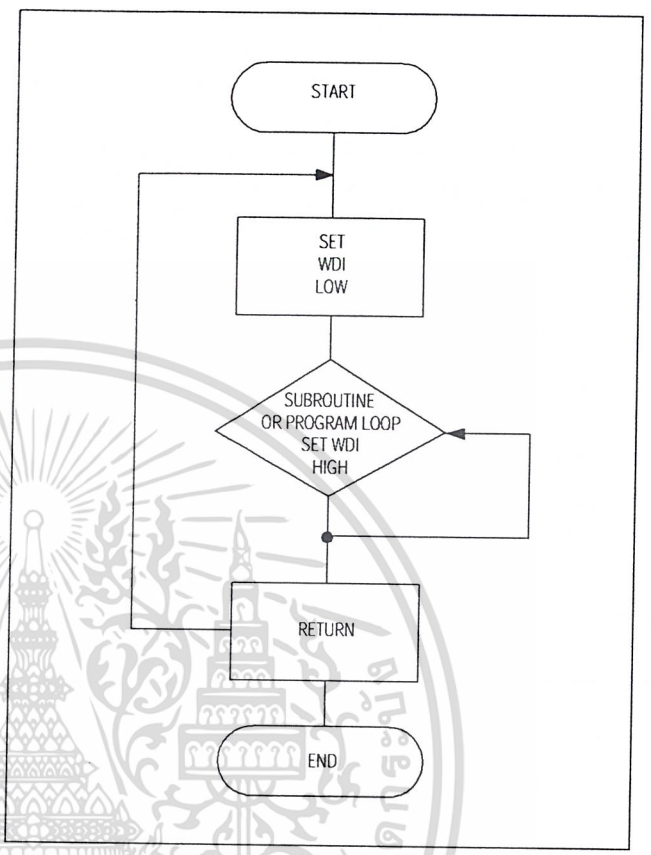


Figure 14. Watchdog Flow Diagram

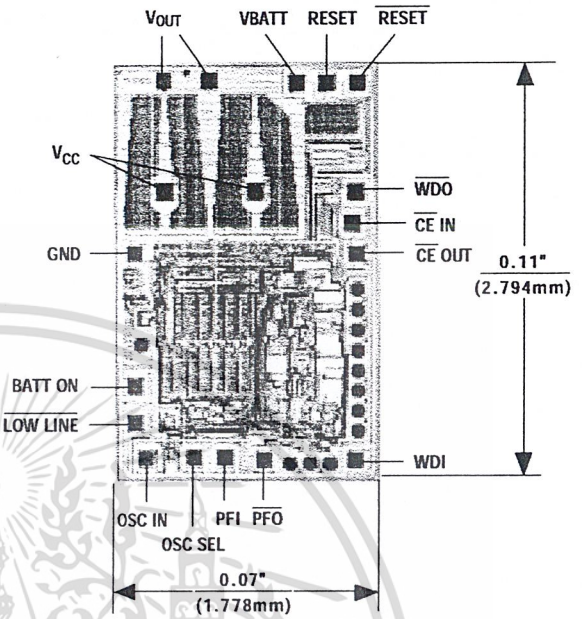
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information (continued)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX693ACPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX693ACSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX693ACWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX693AC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX693AEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic SO
MAX693AESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX693AEWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX693AEJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX693AMJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP
MAX800LCPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX800LCSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX800LEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX800LESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX800MCPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX800MCSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX800MEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX800MESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO

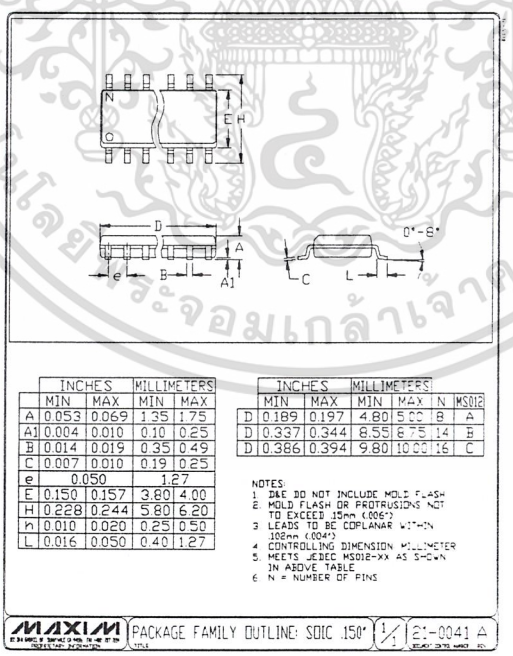
** Dice are specified at T_A = +25°C, DC parameters only.*

Chip Topography



TRANSISTOR COUNT: 729
SUBSTRATE CONNECTED TO VOUT

Package Information



	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
e	0.050		1.27	
E	0.150	0.157	3.80	4.00
H	0.228	0.244	5.80	6.20
h	0.010	0.020	0.25	0.50
L	0.016	0.050	0.40	1.27

	INCHES		MILLIMETERS			
	MIN	MAX	MIN	MAX	N	MS012
D	0.189	0.197	4.80	5.00	8	A
D	0.337	0.344	8.55	8.75	14	B
D	0.386	0.394	9.80	10.00	16	C

NOTES:
1. DIE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .15mm (.006")
3. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN .102mm (.004")
4. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER
5. MEETS JEDEC MS012-XX AS SHOWN IN ABOVE TABLE
6. N = NUMBER OF PINS

MAXIM | PACKAGE FAMILY OUTLINE: SOIC .150" | 1/1 | 21-0041 A

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

© 1996 Maxim Integrated Products Printed USA MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1202, DS1202S
Serial Timekeeping Chip

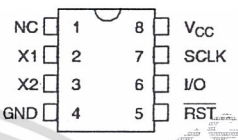
FEATURES

- Real time clock counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap year compensation valid up to 2100
- 24 x 8 RAM for scratchpad data storage
- Serial I/O for minimum pin count
- 2.0–5.5 volt full operation
- Uses less than 300 nA at 2 volts
- Single–byte or multiple–byte (burst mode) data transfer for read or write of clock or RAM data
- 8–pin DIP or optional 16–pin SOIC for surface mount
- Simple 3–wire interface
- TTL–compatible (V_{CC} = 5V)
- Optional industrial temperature range –40°C to +85°C (IND)

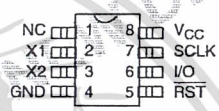
ORDERING INFORMATION

DS1202	8–pin DIP
DS1202S	16–pin SOIC
DS1202S–8	8–pin SOIC
DS1202N	8–pin DIP (IND)
DS1202SN	16–pin SOIC (IND)
DS1202SN–8	8–pin SOIC (IND)

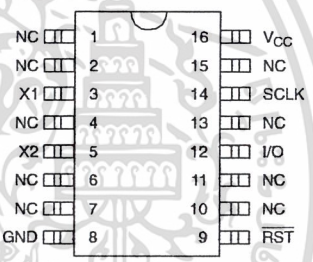
PIN ASSIGNMENT



8–PIN DIP



8–PIN SOIC (208 mil)



16–PIN SOIC

PIN DESCRIPTION

NC	– No Connection
X1, X2	– 32.768 KHz Crystal Input
GND	– Ground
$\overline{RST}$	– Reset
I/O	– Data Input/Output
SCLK	– Serial Clock
V_{CC}	– Power Supply Pin

DESCRIPTION

The DS1202 Serial Timekeeping Chip contains a real time clock/calendar and 24 bytes of static RAM. It communicates with a microprocessor via a simple serial interface. The real time clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with less than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24–hour or 12–hour format with an AM/PM indicator. Interfacing the DS1202 with a microprocessor is simplified by using synchronous serial communication. Only three wires are required to communicate with the clock/RAM: (1) $\overline{RST}$ (Reset), (2) I/O (Data line), and (3) SCLK (Serial clock). Data can be transferred to and from the clock/RAM one byte at a time or in a burst of up to 24 bytes. The DS1202 is designed to operate on very low power and retain data and clock information on less than 1 microwatt.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

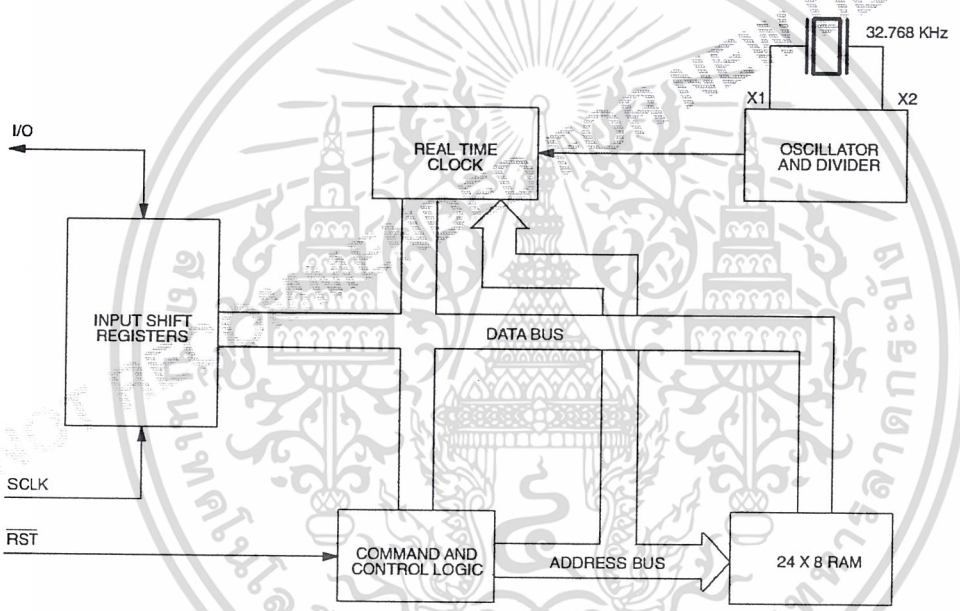
OPERATION

The main elements of the Serial Timekeeper are shown in Figure 1: shift register, control logic, oscillator, real time clock, and RAM. To initiate any transfer of data, $\overline{RST}$ is taken high and eight bits are loaded into the shift register providing both address and command information. Data is serially input on the rising edge of the SCLK. The first eight bits specify which of 32 bytes will be accessed, whether a read or write cycle will take place, and whether a byte or burst mode transfer is to occur. After the first eight clock cycles have occurred which load the command word into the shift register, additional clocks will output data for a read or input data for a write. The number of clock pulses equals eight plus eight for byte mode or eight plus up to 192 for burst mode.

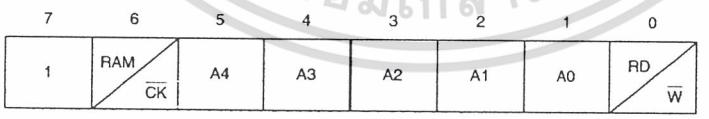
COMMAND BYTE

The command byte is shown in Figure 2. Each data transfer is initiated by a command byte. The MSB (Bit 7) must be a logic 1. If it is zero, further action will be terminated. Bit 6 specifies clock/calendar data if logic 0 or RAM data if logic 1. Bits one through five specify the designated registers to be input or output, and the LSB (Bit 0) specifies a write operation (input) if logic 0 or read operation (output) if logic 1. The command byte is always input starting with the LSB (bit 0).

DS1202 BLOCK DIAGRAM Figure 1



ADDRESS/COMMAND BYTE Figure 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESET AND CLOCK CONTROL

All data transfers are initiated by driving the $\overline{RST}$ input high. The $\overline{RST}$ input serves two functions. First, $\overline{RST}$ turns on the control logic which allows access to the shift register for the address/command sequence. Second, the $\overline{RST}$ signal provides a method of terminating either single byte or multiple byte data transfer. A clock cycle is a sequence of a falling edge followed by a rising edge. For data inputs, data must be valid during the rising edge of the clock and data bits are output on t he falling edge of clock. All data transfer terminates if the $\overline{RST}$ input is low and the I/O pin goes to a high impedance state. Data transfer is illustrated in Figure 3.

DATA INPUT

Following the eight SCLK cycles that input a write command byte, a data byte is input on the rising edge of the next eight SCLK cycles. Additional SCLK cycles are ignored should they inadvertently occur. Data is input starting with bit 0. Due to the inherent nature of the logic state machine, writing times containing an absolute value of "59" seconds should be avoided.

DATA OUTPUT

Following the eight SCLK cycles that input a read command byte, a data byte is output on the falling edge of the next eight SCLK cycles. Note that the first data bit to be transmitted occurs on the first falling edge after the last bit of the command byte is written. Additional SCLK cycles retransmit the data bytes should they inadvertently occur so long as $\overline{RST}$ remains high. This operation permits continuous burst mode read capability. Data is output starting with bit 0.

BURST MODE

Burst mode may be specified for either the clock/calendar or the RAM registers by addressing location 31 decimal (address/command bits one through five = logical one). As before, bit six specified clock or RAM and bit 0 specifies read or write. There is no data storage capacity at locations 8 through 31 in the Clock/Calendar Registers or locations 24 through 31 in the RAM registers. When writing to the clock registers in the burst mode, the first eight registers must be written in order for the data to be transferred.

However, when writing to RAM in burst mode it is not necessary to write all 24 bytes for the data to transfer. Each byte that is written to will be transferred to RAM regardless of whether all 24 bytes are written or not.

CLOCK/CALENDAR

The clock/calendar is contained in eight write/read registers as shown in Figure 4. Data contained in the clock/calendar registers is in binary coded decimal format (BCD).

CLOCK HALT FLAG

Bit 7 of the seconds register is defined as the clock halt flag. When this bit is set to logic 1, the clock oscillator is stopped and the DS1202 is placed into a low–power standby mode with a current drain of not more than 100 nanoamps. When this bit is written to logic 0, the clock will start.

AM–PM/12–24 MODE

Bit 7 of the hours register is defined as the 12– or 24–hour mode select bit. When high, the 12–hour mode is selected. In the 12–hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24–hour mode, bit 5 is the second 10 hour bit (20–23 hours).

WRITE PROTECT BIT

Bit 7 of the control register is the write protect bit. The first seven bits (bits 0–6) are forced to zero and will always read a zero when read. Before any write operation to the clock or RAM, bit 7 must be zero. When high, the write protect bit prevents a write operation to any other register.

CLOCK/CALENDAR BURST MODE

The clock/calendar command byte specifies burst mode operation. In this mode the eight clock/calendar registers can be consecutively read or written (see Figure 4) starting with bit 0 of address 0.

RAM

The static RAM is 24 x 8 bytes addressed consecutively in the RAM address space.

RAM BURST MODE

The RAM command byte specifies burst mode operation. In this mode, the 24 RAM registers can be consecutively read or written (see Figure 4) starting with bit 0 of address 0.

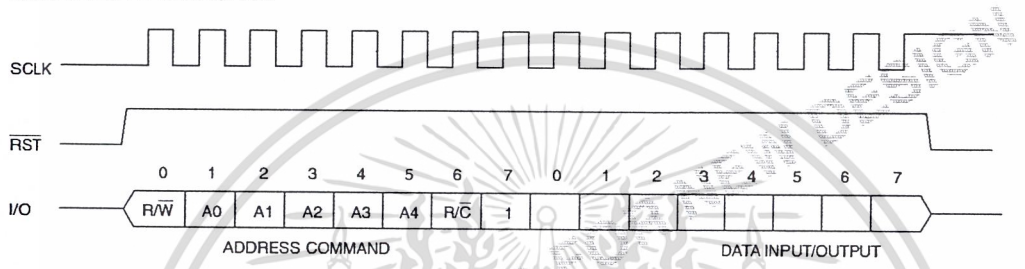
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER SUMMARY
A register data format summary is shown in Figure 4.

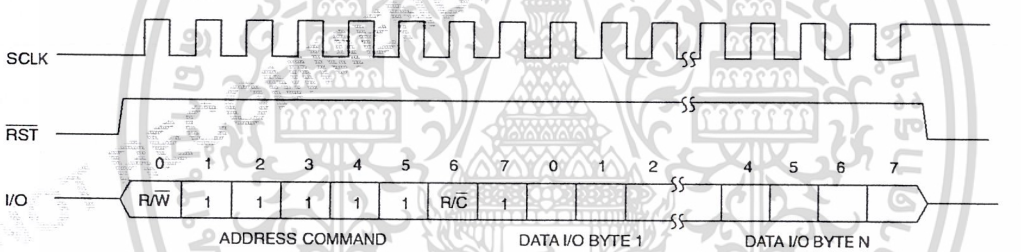
CRYSTAL SELECTION
A 32.768 KHz crystal, can be directly connected to the DS1202 via pins 2 and 3 (X1, X2). The crystal selected for use should have a specified load capacitance (CL) of 6 pF. The crystal is connected directly to the X1 and X2 pins. There is no need for external capacitors or resistors. Note: X1 and X2 are very high impedance nodes. It is recommended that they and the crystal be guard–ringed with ground and that high frequency signals be kept away from the crystal area. For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real Time Clocks".

DATA TRANSFER SUMMARY Figure 3

SINGLE BYTE TRANSFER



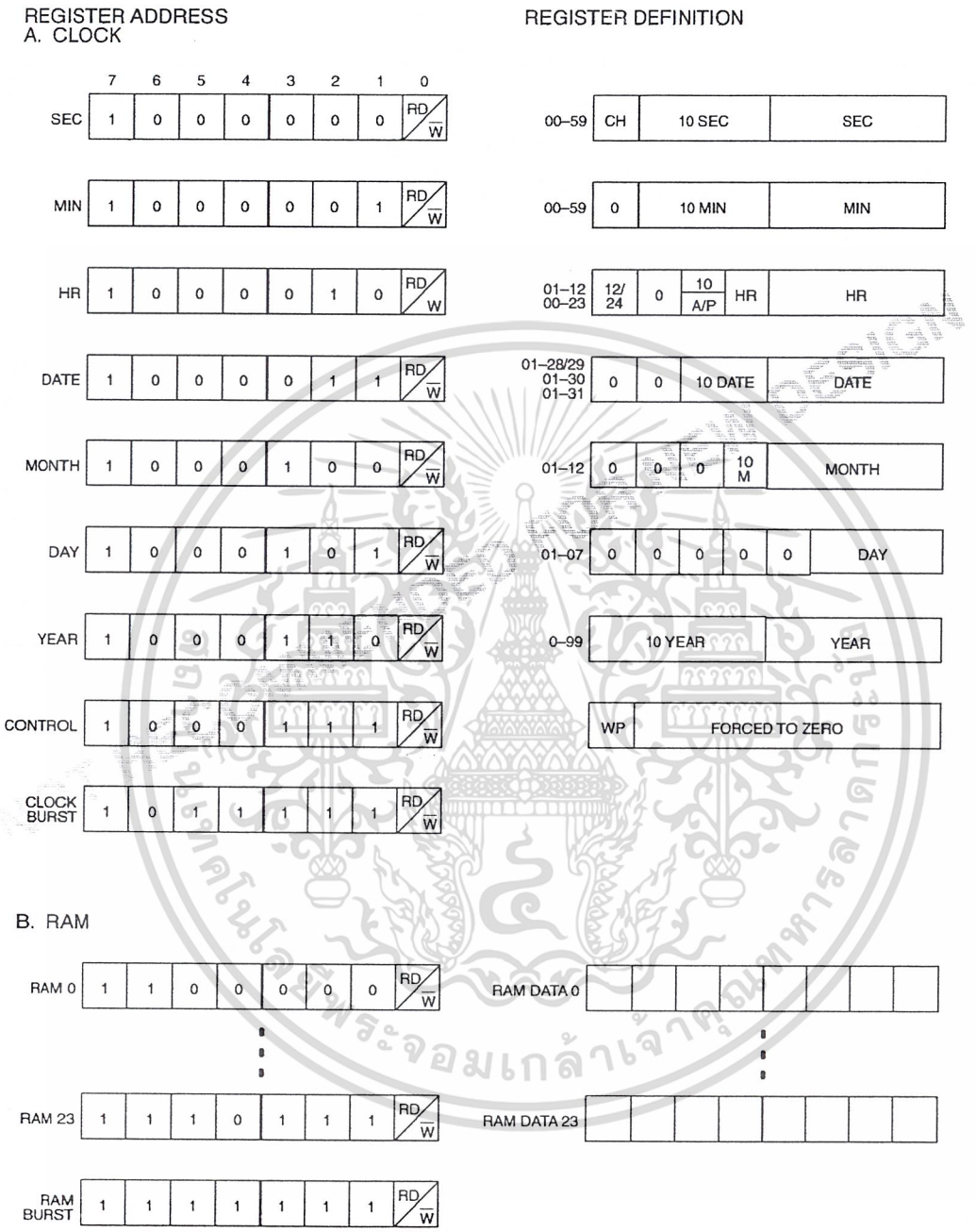
BURST MODE TRANSFER



FUNCTION	BYTE N	SCLK n
CLOCK	8	72
RAM	24	200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER ADDRESS/DEFINITION Figure 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	–0.3V to +7.0V
Operating Temperature	0°C to 70°C
Storage Temperature	–55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds

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

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{CC}		2.0		5.5	V	1
Logic 1 Input	V_{IH}		2.0		V_{CC}+0.3	V	1
Logic 0 Input	V_{IL}	V_{CC}=2.0V	–0.3		+0.3	V	1
		V_{CC}=5V	–0.3		+0.8		

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(0°C to 70°C; V_{CC} = 2.0 to 5.5V*)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage	I_{LI}				+500	µA	6
I/O Leakage	I_{LO}				+500	µA	6
Logic 1 Output	V_{OH}	V_{CC}=2V	1.6			V	2
		V_{CC}=5V	2.4				
Logic 0 Output	V_{OL}	V_{CC}=2V			0.4	V	3
		V_{CC}=5V			0.4		
Active Supply Current	I_{CC}	V_{CC}=2V			0.4	mA	5
		V_{CC}=5V			1.2		
Timekeeping Current	I_{CC1}	V_{CC}=2V			0.3	µA	4
		V_{CC}=5V			1		
Leakage Current	I_{CC2}	V_{CC}=2V			100	nA	10
		V_{CC}=5V			100		

*Unless otherwise noted.

CAPACITANCE

(t_A = 25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Capacitance	C_I		5		pF	
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Capacitance	C_X		6		pF	

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

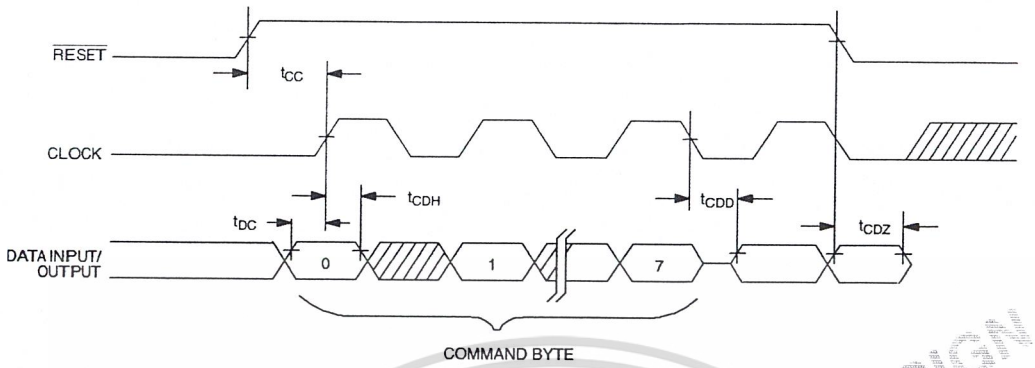
(0°C to 70°C; V_{CC} = 2.0 to 5.5V*)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Data to CLK Setup	t_{DC}	V_{CC}=2V	200			ns	7
		V_{CC}=5V	50				
CLK to Data Hold	t_{CDH}	V_{CC}=2V	280			ns	7
		V_{CC}=5V	70				
CLK to Data Delay	t_{CDD}	V_{CC}=2V			800	ns	7, 8, 9
		V_{CC}=5V			200		
CLK Low Time	t_{CL}	V_{CC}=2V	1000			ns	7
		V_{CC}=5V	250				
CLK High Time	t_{CH}	V_{CC}=2V	1000			ns	7, 12
		V_{CC}=5V	250				
CLK Frequency	f_{CLK}	V_{CC}=2V			0.5	MHz	7, 12
		V_{CC}=5V	DC		2.0		
CLK Rise and Fall	t_R, t_F	V_{CC}=2V			2000	ns	
		V_{CC}=5V			500		
$\overline{RST}$ to CLK Setup	t_{CC}	V_{CC}=2V	4			µs	7
		V_{CC}=5V	1				
CLK to $\overline{RST}$ Hold	t_{CCH}	V_{CC}=2V	1000			ns	7
		V_{CC}=5V	250				
$\overline{RST}$ Inactive Time	t_{CWH}	V_{CC}=2V	4			µs	7
		V_{CC}=5V	1				
$\overline{RST}$ to I/O High Z	t_{CDZ}	V_{CC}=2V			280	ns	7
		V_{CC}=5V			70		

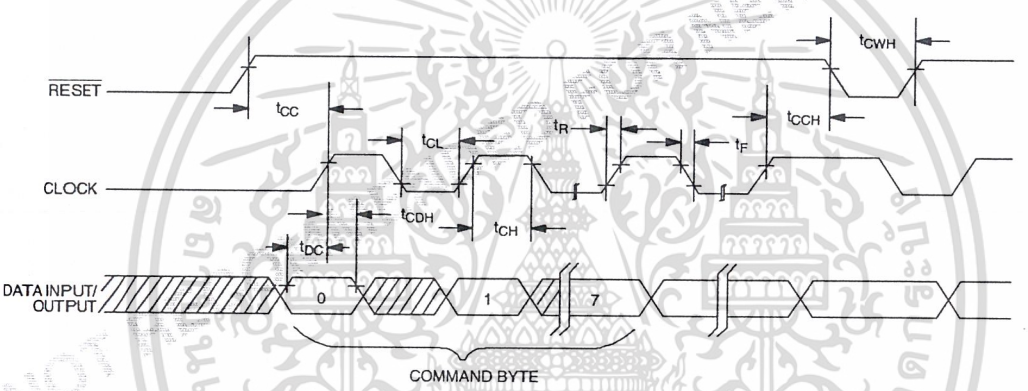
*Unless otherwise noted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM: READ DATA TRANSFER Figure 5



TIMING DIAGRAM: WRITE DATA TRANSFER Figure 6



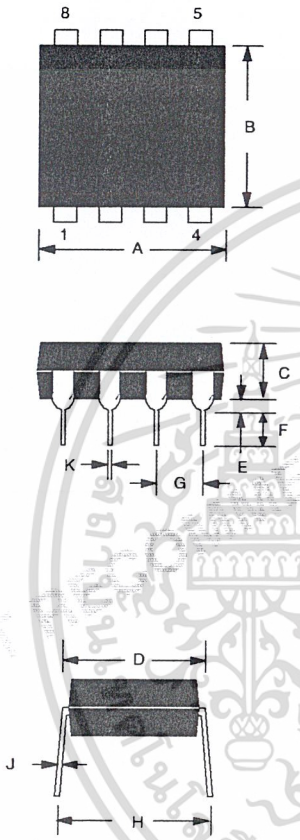
NOTES:

1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA at V_{CC}=5V and 0.4 mA at V_{CC}=2V, V_{OH}=V_{CC} for capacitive loads.
3. Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA at V_{CC}=5V and 1.5 mA at V_{CC}=2V.
4. I_{CC1} is specified with I/O open, $\overline{RST}$ set to a logic 0, and clock halt flag=0 (oscillator enabled).
5. I_{CC} is specified with the I/O pin open, $\overline{RST}$ high, SCLK=2 MHz at V_{CC}=5V; SCLK=500 KHz, V_{CC}=2V and clock halt flag=0 (oscillator enabled).
6. $\overline{RST}$, SCLK, and I/O all have 40KΩ pull–down resistors to ground.
7. Measured at V_{IH}=2.0V or V_{IL}=0.8V and 10 ms maximum rise and fall time.
8. Measured at V_{OH}=2.4V or V_{OL}=0.4V.
9. Load capacitance = 50 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. I_{CC2} is specified with $\overline{RST}$, I/O, and SCLK open. The clock halt flag must be set to logic one (oscillator disabled).
11. At power–up, $\overline{RST}$ must be at a logic 0 until $V_{CC} \geqq 2$ volts. Also, SCLK must be at a logic 0 when $\overline{RST}$ is driven to a logic one state.
12. If t_{CH} exceeds 100 ms with $\overline{RST}$ in a logic one state, then I_{CC} may briefly exceed I_{CC} specification.

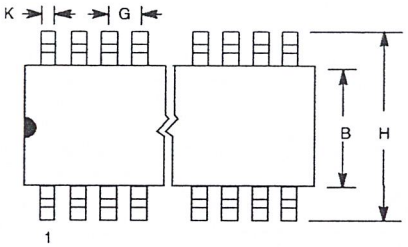
DS1202 SERIAL TIMEKEEPER 8–PIN DIP

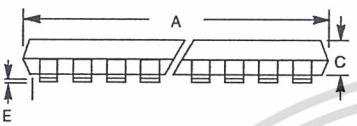


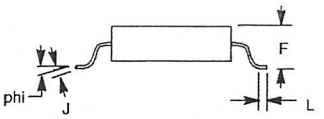
PKG	8–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.360	0.400
B IN. MM	0.240	0.260
C IN. MM	0.120	0.140
D IN. MM	0.300	0.325
E IN. MM	0.015	0.040
F IN. MM	0.110	0.140
G IN. MM	0.090	0.110
H IN. MM	0.320	0.370
J IN. MM	0.008	0.012
K IN. MM	0.015	0.021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1202S SERIAL TIMEKEEPER 16–PIN SOIC



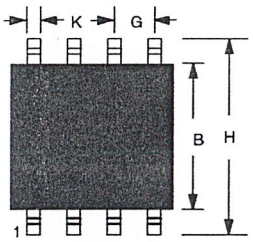


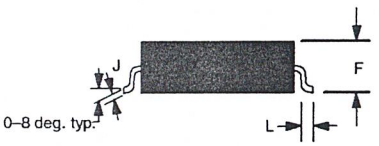


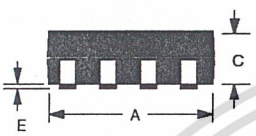
PKG	16–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.500 12.70	0.511 12.99
B IN. MM	0.290 7.37	0.300 7.65
C IN. MM	0.089 2.26	0.095 2.41
E IN. MM	0.004 0.102	0.012 0.30
F IN. MM	0.094 2.38	0.105 2.68
G IN. MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN. MM	0.398 10.11	0.416 10.57
J IN. MM	0.009 0.229	0.013 0.33
K IN. MM	0.013 0.33	0.019 0.48
L IN MM	0.016 0.406	0.040 1.20
phi	0°	8°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1202S8 8–PIN SOIC 200 MIL







PKG	8–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.203 5.16	0.213 5.41
B IN. MM	0.203 5.16	0.213 5.41
C IN. MM	0.070 1.78	0.074 1.88
E IN. MM	0.004 0.102	0.010 0.390
F IN. MM	0.074 1.88	0.84 2.13
G IN. MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN. MM	0.302 7.67	0.318 8.07
J IN. MM	0.006 0.152	0.010 0.254
K IN. MM	0.013 0.33	0.020 0.508
L IN. MM	0.19 4.83	0.030 0.762

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; FILENAME      RAIN_V3.ASM
; 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
;       & WRITE DATA TO RAM
;       & UPLOAD DATA TO PC
;       & PASSWORD FOR CLEAR RAM
;       & SEND DATA OF RAIN EVERY MINUTE
; HARDWARE      - MCS-51 (8032)
;               - EPROM :32 KBYTE (27256)
;               - RAM :32 KBYTE (62256)
;               - DS1202
;               - MAX691
;               - MAX232
;               - TTL I/O (8255)
;               - LCD164 DMC
; ASSEMBLER     SXA51
;
; ********** VARIABLE **********
; ***** PORT *****
DATABI    EQU     P1.4
CLKBIT    EQU     P1.5
RSTBIT    EQU     P1.6
; ***** PARAMETER *****
LCDWRC    EQU     8100H           ;LCD WRITE INSTRUCTION
LCDRDC    EQU     8101H           ;LCD READ INSTRUCTION (CHECK BUSY
FLAG)
LCDWRD    EQU     8102H           ;LCD WRITE DATA
LCDRDD    EQU     8103H           ;LCD READ DATA
P1A       EQU     8000H           ;USER PORT 1 PORT A
P1B       EQU     8001H           ;USER PORT 1 PORT B
P1C       EQU     8002H           ;USER PORT 1 PORT C
P1P       EQU     8003H           ;USER PORT 1 CONTROL PORT
;BRAT12   EQU     0E8H             ;1200 BAUD RATE
;BRAT24   EQU     0F4H             ;2400
;BRAT48   EQU     0FAH             ;4800
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
DISBUF:   DS 64                     ;DISPLAY BUFFER (SEGMENT CODE)
SECBUF:   DS 1                      ;SECOND BUFFER
MINBUF:   DS 1                      ;MINUTE BUFFER
HOURBUF:  DS 1                      ;HOUR BUFFER
TIMLCD:   DS 1                      ;TIME FOR TURN OFF LCD
RAIN:     DS 5                      ;VALUE RATE OF RAIN/MINUTE
RATEMIN:  DS 4                      ;VALUE RATE OF RAIN/MINUTE (KEY RT)
RAINHOUR:DS 3                       ;VALUE RATE OF RAIN/HOUR
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
DISBUFS:  DS 16                     ;DISPLAY BUFFER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CLER:     DS 1                          ;CLEAR BUFFER
SIZEGAGE:DS 2                           ;RAIN GAGE SIZE
ADDRL:    DS 1                          ;KEEP ADDRESS LOW FOR SEND
ADDRH:    DS 1                          ;KEEP ADDRESS HIGH FOR SEND
CH_DATE:  DS 1
CH_MONTH:DS 1
CH_YEAR:  DS 1
CH_HOUR:  DS 1
CH_MINUTE:DS 1
RT_DAY:   DS 1
RT_MONTH:DS 1
RT_YEAR:  DS 1
RT_HOUR:  DS 1
RT_MINUTE:DS 1
SYSSTK:   DS 48
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,#40H                 ;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
RES2:   MOV     @R0,#0
        INC     R0
        DJNZ    R2,RES2
        LCALL   LCDINI                  ;LCD INITIALIZE
        MOV     R2,#20                  ;DELAY
        LCALL   DTSEC
        LCALL   CURSOF
        LCALL   CLRDIS                  ;CLEAR DISPLAY
        MOV     DPTR,#7FFEH             ;OLD ADDRESS BEFORE TURN OFF
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     RHADRAM,A
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     RLADRAM,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     TIMLCD,#05H             ;SET START TIME FOR LCD
        MOV     CLER,#02H               ;SET 2 PULSE FOR CLEAR
        MOV     STATUS,#00H             ;CLEAR STATUS
        LCALL   DEMO
        MOV     DPTR,#P1P               ;INITIAL I/P PORT FOR KEYBOARD
        MOV     A,#90H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   CREATE_BY
        LCALL   GAGESIZE
        LCALL   SCHAR_LCD               ;SET CHARACTER ON LCD DISPLAY
        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
;
;******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
;
        ; ********** LOOP ************
;
RTC:    MOV     DPTR,#P1A               ;GET DATA FROM KEYBOARD
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,KL0
        SJMP    RTC0
KL0:    CJNE    A,#11111111B,KL1        ;CHECK KEYBOARD
RTC0:   MOV     R2,#81H                 ;READ TIME LOOP
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3                    ;SECOND
        CJNE    A,SECBUF,RTC1
        SJMP    RTC
KL1:    LJMP    KEYLOOP
RTC1:   MOV     SECBUF,A
        LCALL   HTOA
        MOV     DISBUF+14,R2
        MOV     DISBUF+15,R3
        MOV     R2,#83H                 ;MINUTE
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        LCALL   HTOA
        MOV     DISBUF+11,R2
        MOV     DISBUF+12,R3
        CJNE    A,MINBUF,RTC2
        LJMP    RTC4
RTC2:   MOV     MINBUF,A
        JNB     IE.0,RTC3               ;ABOUT KEEPING RAIN DATA
        PUSH    DPH
        PUSH    DPL
        MOV     DPH,RHADRAM
        MOV     DPL,RLADRAM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,PULSE
        LCALL   HEXTOBCD
        LCALL   CH_RAM
        LCALL   SENDDATA
        MOV     RHADRAM,DPH
        MOV     RLADRAM,DPL
        POP     DPL
        POP     DPH
        LCALL   LCDSL2
        LCALL   LCDSL3
        MOV     DISBUF+19,#'0'
        MOV     DISBUF+20,#'0'
        MOV     DISBUF+21,#'0'
        MOV     DISBUF+23,#'0'
        MOV     DISBUF+24,#'0'
        MOV     DISBUF+35,#'0'
        MOV     DISBUF+36,#'0'
        MOV     DISBUF+37,#'0'
        MOV     DISBUF+38,#'0'
        MOV     DISBUF+40,#'0'
        MOV     DISBUF+41,#'0'
        MOV     RAIN,#00H
        MOV     RAIN+1,#00H
        MOV     RAIN+2,#00H
        MOV     RAIN+3,#00H
        MOV     RAIN+4,#00H
        MOV     RAINHOUR,#00H
        MOV     RAINHOUR+1,#00H
        MOV     RAINHOUR+2,#00H
        MOV     PULSE,#00H
RTC3:   DJNZ    TIMLCD,RTC4             ;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+56,#'R'
        MOV     DISBUF+57,#'A'
        MOV     DISBUF+58,#'M'
        LCALL   LCDSL4
RTC4:   MOV     R2,#85H                 ;HOUR
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        LCALL   HTOA
        MOV     DISBUF+8,R2
        MOV     DISBUF+9,R3
        CJNE    A,HOURBUF,RTC5
        SJMP    RTC6
RTC5:   MOV     HOURBUF,A
        JNB     IE.0,RTC6
        LCALL   KEEPFC
RTC6:   MOV     R2,#87H                 ;DATE
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        LCALL   HTOA
        MOV     DISBUF,R2
        MOV     DISBUF+1,R3
RTC7:   MOV     R2,#89H                 ;MONTH
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        LCALL   HTOA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        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
RTC8:   MOV     DISBUF+6,#' '
        MOV     DISBUF+7,#'T'
        MOV     DISBUF+10,#':'
        MOV     DISBUF+13,#':'
        MOV     DPTR,#7FFEH
;
; **** OLD ADDRESS BEFORE TURN OFF ****
;
        MOV     A,RHADRAM
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,RLADRAM
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   LCDSL1
        LCALL   LCDSL4
        LJMP    RTC
;
; ***************** END MAIN ****************
;
; *************** SUB PROGRAM **************
;
; ***************** DEMO ********************
;
DEMO:   LCALL   CREATEDEMO
        LCALL   CREATECHAR
        MOV     DISBUF+50,#01H
        MOV     DISBUF+51,#02H
        MOV     DISBUF+52,#03H
        LCALL   LCDSL41
        LCALL   KDELAY
        LCALL   KDELAY
        LCALL   DISPOF
        LCALL   KDELAY
        LCALL   KDELAY
        LCALL   DISPON
        LCALL   KDELAY
        LCALL   KDELAY
        LCALL   DISPOF
        LCALL   KDELAY
        LCALL   KDELAY
        LCALL   DISPON
        LCALL   KDELAY
        LCALL   KDELAY
        RET
;
; ***************** 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   KEEP_DATE_TIME          ;KEEP DATE & TIME
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        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,#05H             ;SET TIME FOR TURN OF LCD
         LCALL  SOUND                   ;SYSTEM SOUND CALL
         LCALL  KDELAY
         CJNE   A,#11101111B,CH_LCD     ;CHECK DATA FROM KEYBOARD
ONLCD:   LCALL  DISPON                  ;TURN ON LCD
         MOV    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_ORAI
         MOV    DISBUF+56,#'C'
         MOV    DISBUF+57,#'l'
         MOV    DISBUF+58,#'r'
         LCALL  LCDSL4
         DJNZ   CLER,CR
         LJMP   CLRRAM
CR:      LJMP   RTC0
CH_ORAI: CJNE   A,#11011111B,CH_RT
         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  KEEP_DATE_TIME          ;KEEP DATE & TIME
         MOV    RHADRAM,DPH
         MOV    RLADRAM,DPL
         SETB   IE.0
         MOV    RAIN,#00H
         MOV    RAIN+1,#00H
         MOV    RAIN+2,#00H
         MOV    RAIN+3,#00H
         MOV    RAIN+4,#00H
         MOV    PULSE,#00H              ;CLEAR PULSE BUFFER
         MOV    DISBUF+19,#'0'
         MOV    DISBUF+20,#'0'
         MOV    DISBUF+21,#'0'
         MOV    DISBUF+23,#'0'
         MOV    DISBUF+24,#'0'
         MOV    DISBUF+35,#'0'
         MOV    DISBUF+36,#'0'
         MOV    DISBUF+37,#'0'
         MOV    DISBUF+38,#'0'
         MOV    DISBUF+40,#'0'
         MOV    DISBUF+41,#'0'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   LCDSL2
        LCALL   LCDSL3
        LCALL   KEEPING
        LCALL   LCDSL4
        LJMP    RTC0
OFFRAIN: CLR    IE.0
        MOV     DPH,RHADRAM             ;RAM ADDRESS
        MOV     DPL,RLADRAM
        MOV     A,PULSE
        LCALL   HEXTOBCD
        LCALL   CH_RAM
        MOV     RHADRAM,DPH
        MOV     RLADRAM,DPL
        LCALL   NONKEEP
        LCALL   LCDSL4
ONR:    LJMP    RTC0
;
; ************* SHOW VALUE OLD OF RATE/MINUTE *************
;
CH_RT:  CLR     IE.2
        JNB     IE.0,CH_RT1
        CLR     IE.0
        MOV     DPH,RHADRAM             ;RAM ADDRESS
        MOV     DPL,RLADRAM
        MOV     A,PULSE
        LCALL   HEXTOBCD
        LCALL   CH_RAM
        MOV     RHADRAM,DPH
        MOV     RLADRAM,DPL
CH_RT1:  LCALL  SCHAR_LCD
        LCALL   KEYRT
        LCALL   KEYBOARD
        MOV     R2,DISBUF+11
        MOV     R3,DISBUF+12
        LCALL   ATOH
        MOV     RT_MINUTE,A
        MOV     R2,DISBUF+8
        MOV     R3,DISBUF+9
        LCALL   ATOH
        MOV     RT_HOUR,A
        MOV     R2,DISBUF+4
        MOV     R3,DISBUF+5
        LCALL   ATOH
        MOV     RT_YEAR,A
        MOV     R2,DISBUF+2
        MOV     R3,DISBUF+3
        LCALL   ATOH
        MOV     RT_MONTH,A
        MOV     R2,DISBUF
        MOV     R3,DISBUF+1
        LCALL   ATOH
        MOV     RT_DAY,A
        MOV     DPTR,#0000H
RATEM1:  MOVX   A,@DPTR
         CJNE   A,#0EEH,CHK_F0      ;CHECK IN RAM = 0EEH (HAS DATA)
         LJMP   NOTRT
CHK_F0:  CJNE   A,#0F0H,CHK_FC      ;CHECK IN RAM = 0F0H (KEEPING)
FIND_RT: INC    DPTR
         MOVX   A,@DPTR
         CJNE   A,RT_DAY,CHK_FC
         INC    DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,RT_MONTH,CHK_FC
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,RT_YEAR,CHK_FC
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,RT_HOUR,CHK_FC
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,RT_MINUTE,CHK_MIN
        INC     DPTR
CALMIN: MOVX    A,@DPTR
        LCALL   CALRTMIN
        ACALL   READDATA
        SJMP    RTLCD
REP_RT: INC     DPTR
        SJMP    RATEM1
CHK_MIN: JC     PULRT
        SJMP    NOTRT
PULRT:  LCALL   DTOH
        MOV     R0,A
        MOV     A,RT_MINUTE
        LCALL   DTOH
        CLR     C
        SUBB    A,R0
        MOV     R7,A
POINTRT: INC    DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#0EEH,CHK1_F0     ;CHECK IN RAM = 0EEH (HAS DATA)
        SJMP    NOTRT
CHK1_F0: CJNE   A,#0F0H,CHK1_FA     ;CHECK IN RAM = 0F0H (KEEPING)
        SJMP    FIND_RT
CHK1_FA: CJNE   A,#0FAH,CHK11       ;CHECK IN RAM = 0FAH (FULL RAM)
        SJMP    NOTRT
CHK11:  DJNZ    R7,POINTRT
        SJMP    CALMIN
CHK_FC: CJNE    A,#0FCH,CHK_FA      ;CHECK IN RAM = 0FCH (NEW HOUR)
        SJMP    FIND_RT
CHK_FA: CJNE    A,#0FAH,REP_RT      ;CHECK IN RAM = 0FAH (FULL RAM)
NOTRT:  LCALL   NOTREC
RTLCD:  PUSH    ACC
        LCALL   LCDSL2
        LCALL   LCDSL3
        LCALL   LCDSLS
        LCALL   LCDSL1
        POP     ACC
        LCALL   KDELAY
        LCALL   KDELAY
        LCALL   KDELAY
        LCALL   KDELAY
        ACALL   KEYBACK
        LCALL   LCDSLS
KEYRETURN: MOV   DPTR,#P1A
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,KEYR1
        SJMP    KEYRETURN
 KEYR1: ORL     A,#11111011B            ;CHECK KEY  <-  RETURN
        CJNE    A,#11111111B,KEYR2
        SJMP    KEYRETURN
 KEYR2: LCALL   SOUND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   NONKEEP
        MOV     DISBUF+55,#' '
        LCALL   RAMEMPTY
        MOV     DPL,#00H
        MOV     A,RHADRAM
        ANL     A,#0F0H
        MOV     DPH,A
        LCALL   RAM1
        MOV     DISBUF+19,#'0'
        MOV     DISBUF+20,#'0'
        MOV     DISBUF+21,#'0'
        MOV     DISBUF+23,#'0'
        MOV     DISBUF+24,#'0'
        MOV     DISBUF+35,#'0'
        MOV     DISBUF+36,#'0'
        MOV     DISBUF+37,#'0'
        MOV     DISBUF+38,#'0'
        MOV     DISBUF+40,#'0'
        MOV     DISBUF+41,#'0'
        LCALL   LCDSL2
        LCALL   LCDSL3
        MOV     RAINHOUR,#00H
        MOV     RAINHOUR+1,#00H
        MOV     RAINHOUR+2,#00H
        SETB    IE.2
        LJMP    RTC0
;
; ********* DISPLAY LCD : GET KEY TIME *********
;
KEYRT:  MOV     DISBUF+48,#' '
        MOV     DISBUF+49,#' '
        MOV     DISBUF+50,#'G'
        MOV     DISBUF+51,#'e'
        MOV     DISBUF+52,#'t'
        MOV     DISBUF+53,#' '
        MOV     DISBUF+54,#'K'
        MOV     DISBUF+55,#'e'
        MOV     DISBUF+56,#'y'
        MOV     DISBUF+57,#' '
        MOV     DISBUF+58,#'T'
        MOV     DISBUF+59,#'i'
        MOV     DISBUF+60,#'m'
        MOV     DISBUF+61,#'e'
        MOV     DISBUF+62,#' '
        MOV     DISBUF+63,#' '
        RET
;
;********** DISPLAY LCD : READ DATA ***********
;
READDATA:ACALL  CLRLINE4
         MOV    DISBUFS+3,#'R'
         MOV    DISBUFS+4,#'e'
         MOV    DISBUFS+5,#'a'
         MOV    DISBUFS+6,#'d'
         MOV    DISBUFS+8,#'D'
         MOV    DISBUFS+9,#'a'
         MOV    DISBUFS+10,#'t'
         MOV    DISBUFS+11,#'a'
         RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
;********** DISPLAY LCD : NOT RECORD ***********
;
NOTREC:  ACALL  CLRLINE4
         MOV    DISBUFS+3,#'N'
         MOV    DISBUFS+4,#'o'
         MOV    DISBUFS+5,#'t'
         MOV    DISBUFS+7,#'R'
         MOV    DISBUFS+8,#'e'
         MOV    DISBUFS+9,#'c'
         MOV    DISBUFS+10,#'o'
         MOV    DISBUFS+11,#'r'
         MOV    DISBUFS+12,#'d'
         RET
;
;********** DISPLAY LCD : KEY <- RETURN **********
;
KEYBACK: ACALL  CLRLINE4
         MOV    DISBUFS+1,#'K'
         MOV    DISBUFS+2,#'e'
         MOV    DISBUFS+3,#'y'
         MOV    DISBUFS+5,#'['
         MOV    DISBUFS+6,#7FH
         MOV    DISBUFS+7,#']'
         MOV    DISBUFS+9,#'R'
         MOV    DISBUFS+10,#'e'
         MOV    DISBUFS+11,#'t'
         MOV    DISBUFS+12,#'u'
         MOV    DISBUFS+13,#'r'
         MOV    DISBUFS+14,#'n'
         RET
;
; *********** CLEAR LINE 4 OF LCD ************
;
CLRLINE4:PUSH   00H
       PUSH   02H
       MOV    R2,#16
       MOV    R0,#DISBUFS
INSPC: MOV    @R0,#' '
       INC    R0
       DJNZ   R2,INSPC
       POP    02H
       POP    00H
       RET
;
; *********** CALCULATE RATE/MIN OF RAIN *********
;
CALRTMIN:PUSH   DPH
       PUSH   DPL
       PUSH   00H
       PUSH   06H
       PUSH   07H
       PUSH   ACC
       MOV    RATEMIN,#00H
       MOV    RATEMIN+1,#00H
       MOV    RATEMIN+2,#00H
       MOV    RATEMIN+3,#00H
       MOV    RAINHOUR,#00H
       MOV    RAINHOUR+1,#00H
       MOV    RAINHOUR+2,#00H
       MOV    R6,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    R6,#00H,RTLOOP
        SJMP    ENDRT
RTLOOP:  MOV     R0,#RATEMIN+3
        MOV     A,@R0
        ADD     A,SIZEGAGE+1
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        MOV     DISBUF+24,R2
        MOV     R0,#RATEMIN+2
        MOV     A,@R0
        ADD     A,SIZEGAGE
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        MOV     DISBUF+21,R2
        MOV     DISBUF+23,R3
        MOV     R0,#RATEMIN+1
        MOV     A,@R0
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        MOV     DISBUF+19,R2
        MOV     DISBUF+20,R3
;
;********** CALCULATE RATE/HOUR OF RAIN ***********
;
        MOV     R7,#06H
RATERT1: MOV     R0,#RAINHOUR+2          ;ON NEXT POSITION
        MOV     A,@R0
        ADD     A,SIZEGAGE+1
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        DJNZ    R7,RATERT1
        MOV     DISBUF+40,R2
        MOV     DISBUF+41,R3
        MOV     R7,#06H
RATERT2: MOV     R0,#RAINHOUR+1          ;ON NEXT POSITION
        MOV     A,@R0
        ADD     A,SIZEGAGE
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        DJNZ    R7,RATERT2
        MOV     DISBUF+37,R2
        MOV     DISBUF+38,R3
        MOV     R7,#06H
RATERT3: MOV     R0,#RAINHOUR            ;ON NEXT POSITION
        MOV     A,@R0
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        DJNZ    R7,RATERT3
        MOV     DISBUF+35,R2
        MOV     DISBUF+36,R3
        DJNZ    R6,RTLOOP
ENDRT:  POP     ACC
        POP     07H
        POP     06H
        POP     00H
        POP     DPL
        POP     DPH
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; ********** SOUND SUB **********
; SOUND GENERATOR
; IN  = R2 FREQUENCY
;     = R3 LENGTH
; REG = A,R2,R3,R4,R5,DPTR

SOUND:   PUSH   02H
         PUSH   03H
         PUSH   04H
         PUSH   05H
         MOV    R0,A
         MOV    R2,#15H
         MOV    R3,#70H
         MOV    R5,#0            ;END FLAG
         MOV    R4,#80H          ;DELAY CONSTANT
SOUND1:  CALL   SOUNDS
         CJNE   R5,#1,SOUND1
         POP    05H
         POP    04H
         POP    03H
         POP    02H
         MOV    A,R0
         RET

SOUNDS:  MOV    DPTR,#P1B        ;OUT PORTB BIT7
         MOVX   A,@DPTR
         SETB   ACC.7
         MOVX   @DPTR,A
         CALL   SOUNDX
         MOV    DPTR,#P1B        ;OUT 0
         MOVX   A,@DPTR
         CLR    ACC.7
         MOVX   @DPTR,A
         CALL   SOUNDX
         RET

SOUNDX:  MOV    A,R2             ;FREQUENCY DELAY
SOUNDX1: CALL   SOUNDY
         DEC    A
         JNZ    SOUNDX1
         RET

SOUNDY:  DJNZ   R4,SOUNDY1       ;LENGTH COUNT DOWN
         MOV    R4,#80H
         DJNZ   R3,SOUNDY1
         MOV    R5,#1
SOUNDY1: RET

;
; ************** CLRRAM SUB ************
; CLEAR RAM
; REG = A,R0-R7
;
CLRRAM:  CLR    IE.0              ;WHILE RUN CLEAR RAM PROGRAM
         CLR    IE.2              ;DON'T GET INTERRUPT
         PUSH   ACC
         PUSH   00H
         PUSH   01H
         PUSH   02H
         PUSH   03H
         PUSH   04H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        PUSH    05H
        PUSH    06H
        PUSH    07H
        MOV     DISBUFS,#'P'              ;PASSWORD
        MOV     DISBUFS+1,#'a'
        MOV     DISBUFS+2,#'s'
        MOV     DISBUFS+3,#'s'
        MOV     DISBUFS+4,#'w'
        MOV     DISBUFS+5,#'o'
        MOV     DISBUFS+6,#'r'
        MOV     DISBUFS+7,#'d'
        MOV     DISBUFS+8,#' '
        MOV     DISBUFS+9,#0FFH
        MOV     DISBUFS+10,#0FFH
        MOV     DISBUFS+11,#0FFH
        MOV     DISBUFS+12,#0FFH
        MOV     DISBUFS+13,#0FFH
        MOV     DISBUFS+14,#0FFH
        MOV     DISBUFS+15,#0FFH
        LCALL   LCDSLS
        MOV     DISBUFS+9,#'0'
        MOV     R0,#DISBUF
        MOV     R1,#DISBUFS+9
        LCALL   CURSONFSH
        LCALL   LCDSLS
        MOV     R7,#7
        LCALL   SETCURS
GET:    MOV     DPTR,#P1A                 ;GET DATA FROM KEYBOARD
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,GETJ
        SJMP    GET
GETJ:   ORL     A,#11110100B
        CJNE    A,#11111111B,GETCH
        SJMP    GET                       ;LOOP FOR GET DATA
GETCH:  PUSH    00H
        LCALL   SOUND                     ;SYSTEM SOUND CALL
        POP     00H
        LCALL   KDELAY                    ;DELAY
        CJNE    A,#11111110B,GETCH1
        MOV     A,@R1                     ;INCREMENT NUMBER
        INC     A
        CJNE    A,#3AH,GETS11
        MOV     A,#30H
GETS11:  MOV     @R1,A
        LCALL   LCDSLS                    ;SHOW DATA IN LINE S
        LCALL   SETCURS
        SJMP    GET
GETCH1:  CJNE    A,#11111101B,GETCH2
        MOV     A,@R1                     ;DECREMENT NUMBER
        DEC     A
        CJNE    A,#2FH,GETS21
        MOV     A,#39H
GETS21:  MOV     @R1,A
        LCALL   LCDSLS
        LCALL   SETCURS
        SJMP    GET
GETCH2:  CJNE    R1,#DISBUFS+15,GETS4     ;CHECK POSITION
        MOV     A,@R1
        CJNE    A,#'0',UNCORRECT
        DEC     R0
        MOV     A,@R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    A,#'0',UNCORRECT        ;CHECK PASSWORD
        DEC     R0
        MOV     A,@R0
        CJNE    A,#'0',UNCORRECT
        DEC     R0
        MOV     A,@R0
        CJNE    A,#'0',UNCORRECT
        DEC     R0
        MOV     A,@R0
        CJNE    A,#'0',UNCORRECT
        DEC     R0
        MOV     A,@R0
        CJNE    A,#'0',UNCORRECT
        DEC     R0
        MOV     A,@R0
        CJNE    A,#'1',UNCORRECT
        SJMP    CLRRAM1                 ;PASSWORD IS CORRECT (CLEAR)
GETS4:    MOV     A,@R1                   ;SHIFT RIGHT
        MOV     @R0,A
        MOV     @R1,#0FFH
        INC     R1
        INC     R0
        DEC     R7
        MOV     @R1,#'0'
        LCALL   LCDSLS
        LCALL   SETCURS
        LJMP    GET
;
; ************* UNCORRECT ***********
;
UNCORRECT:SETB  IE.2
          MOV   DISBUFS,#'*'
          MOV   DISBUFS+1,#'*'
          MOV   DISBUFS+2,#' '
          MOV   DISBUFS+3,#'U'
          MOV   DISBUFS+4,#'n'
          MOV   DISBUFS+5,#'c'
          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+56,#'R'
          MOV   DISBUF+57,#'A'
          MOV   DISBUF+58,#'M'
          POP   07H
          POP   06H
          POP   05H
          POP   04H
          POP   03H
          POP   02H
          POP   01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        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
       MOV     STATUS,A
       CLR     IE.0                        ;CLEAR OPERATING RAIN DATA
       LCALL   NONKEEP                     ;CLEAR LCD FOR STARTING
       MOV     DISBUF+55,#' '
       LCALL   RAMEMPTY
       LCALL   LCDSL4
       MOV     RAIN,#00H
       MOV     RAIN+1,#00H
       MOV     RAIN+2,#00H
       MOV     RAIN+3,#00H
       MOV     RAIN+4,#00H
       MOV     RHADRAM,#00H                ;SET ADDRESS RAM FOR START
       MOV     RLADRAM,#00H
       MOV     CLER,#02H
       POP     07H
       POP     06H
       POP     05H
       POP     04H
       POP     03H
       POP     02H
       POP     01H
       POP     00H
       POP     ACC
       SETB    IE.2
       LJMP    RTC0
;
;********** DTOH ************
;DEC TO HEX
;REG = IN ACC , OUT ACC
;
DTOH:    PUSH    06H
      PUSH    07H
      MOV     R7,A
      SWAP    A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        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
;
; ************ KEEP DATE & TIME ***********
;
KEEP_DATE_TIME:
        PUSH    02H
        PUSH    03H
MM:     MOV     R2,#87H                 ;DATE
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        LCALL   CH_RAM
DD:     MOV     R2,#89H                 ;MONTH
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        LCALL   CH_RAM
YY:     MOV     R2,#8DH                 ;YEAR
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        LCALL   CH_RAM
HH:     MOV     R2,#85H                 ;HOUR
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        LCALL   CH_RAM
MIN:    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
        MOV     ADDRL,DPL
        MOV     ADDRH,DPH
        INC     DPTR
RAM1:   MOV     R2,DPH
        MOV     R3,DPL
        CJNE    R3,#00H,BELOW
        CJNE    R2,#10H,RAM2
        MOV     DISBUF+60,#'1'
        MOV     DISBUF+61,#'/'
        MOV     DISBUF+62,#'8'
        MOV     DISBUF+63,#' '
        LCALL   LCDSL4
        RET
BELOW:  LJMP    CH_RAM1
RAM2:   CJNE    R2,#20H,RAM3
        MOV     DISBUF+60,#'2'
        MOV     DISBUF+61,#'/'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DISBUF+62,#'8'
        MOV     DISBUF+63,#' '
        LCALL   LCDSL4
        RET
RAM3:   CJNE    R2,#30H,RAM4
        MOV     DISBUF+60,#'3'
        MOV     DISBUF+61,#'/'
        MOV     DISBUF+62,#'8'
        MOV     DISBUF+63,#' '
        LCALL   LCDSL4
        RET
RAM4:   CJNE    R2,#40H,RAM5
        MOV     DISBUF+60,#'4'
        MOV     DISBUF+61,#'/'
        MOV     DISBUF+62,#'8'
        MOV     DISBUF+63,#' '
        LCALL   LCDSL4
        RET
RAM5:   CJNE    R2,#50H,RAM6
        MOV     DISBUF+60,#'5'
        MOV     DISBUF+61,#'/'
        MOV     DISBUF+62,#'8'
        MOV     DISBUF+63,#' '
        LCALL   LCDSL4
        RET
RAM6:   CJNE    R2,#60H,RAM7
        MOV     DISBUF+60,#'6'
        MOV     DISBUF+61,#'/'
        MOV     DISBUF+62,#'8'
        MOV     DISBUF+63,#' '
        LCALL   LCDSL4
        RET
RAM7:   CJNE    R2,#70H,CH_RAM1
        MOV     DISBUF+60,#'7'
        MOV     DISBUF+61,#'/'
        MOV     DISBUF+62,#'8'
        MOV     DISBUF+63,#' '
        LCALL   LCDSL4
        RET
CH_RAM1: CJNE   R3,#0CDH,CH_RAM2
        CJNE    R2,#79H,CH_RAM2
        MOV     DISBUF+60,#'1'
        MOV     DISBUF+61,#'D'
        MOV     DISBUF+62,#'A'
        MOV     DISBUF+63,#'Y'
        LCALL   LCDSL4
        RET
CH_RAM2: CJNE   R3,#0BBH,CH_RAM3
        CJNE    R2,#7FH,CH_RAM3
        MOV     DISBUF+60,#'1'
        MOV     DISBUF+61,#'h'
        MOV     DISBUF+62,#'r'
        MOV     DISBUF+63,#'.'
        LCALL   LCDSL4
        RET
CH_RAM3: CJNE   R3,#0FDH,CONTINUE
        CJNE    R2,#7FH,CONTINUE
        SJMP    FULLRAM
CONTINUE:RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; *************** FULL RAM ********************
; FULL RAM
;
FULLRAM: MOV    A,#0FAH
       MOVX   @DPTR,A
       LCALL  NONKEEP
       MOV    DISBUF+60,#'F'
       MOV    DISBUF+61,#'u'
       MOV    DISBUF+62,#'l'
       MOV    DISBUF+63,#'l'
       MOV    A,STATUS
       SETB   ACC.4
       SETB   ACC.7
       MOV    STATUS,A
       MOV    TIMLCD,#05H
       LCALL  DISPON
       LCALL  LCDSL4
       CLR    IE.0
       LJMP   RTC4
;
; *** SET CHARACTER ON LCD DISPLAY SUB *****
;
SCHAR_LCD: MOV  R0,#DISBUF+8
       MOV    R7,#40
CLRB:  MOV    @R0,#'0'
       INC    R0
       DJNZ   R7,CLRB
       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,#'t'
       MOV    DISBUF+18,#' '
       MOV    DISBUF+22,#'.'
       MOV    DISBUF+25,#' '
       MOV    DISBUF+26,#'m'
       MOV    DISBUF+27,#'m'
       MOV    DISBUF+28,#'/'
       MOV    DISBUF+29,#'m'
       MOV    DISBUF+30,#'i'
       MOV    DISBUF+31,#'n'
       MOV    DISBUF+32,#'R'
       MOV    DISBUF+33,#'t'
       MOV    DISBUF+34,#' '
       MOV    DISBUF+35,#'0'
       MOV    DISBUF+36,#'0'
       MOV    DISBUF+37,#'0'
       MOV    DISBUF+38,#'0'
       MOV    DISBUF+39,#'.'
       MOV    DISBUF+40,#'0'
       MOV    DISBUF+41,#'0'
       MOV    DISBUF+42,#' '
       MOV    DISBUF+43,#'m'
       MOV    DISBUF+44,#'m'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DISBUF+45,#'/'
        MOV     DISBUF+46,#'h'
        MOV     DISBUF+47,#'r'
        LCALL   NONKEEP
        MOV     DISBUF+55,#' '
        LCALL   RAMEMPTY
        MOV     DPL,#00H
        MOV     A,RHADRAM
        ANL     A,#0F0H
        MOV     DPH,A
        LCALL   RAM1
        RET
;
; ********** NONKEEP SUB ***********
;
NONKEEP: MOV    DISBUF+48,#'N'
         MOV    DISBUF+49,#'o'
         MOV    DISBUF+50,#'n'
         MOV    DISBUF+51,#'k'
         MOV    DISBUF+52,#'e'
         MOV    DISBUF+53,#'e'
         MOV    DISBUF+54,#'p'
         RET
;
; ********** KEEPING SUB ***********
;
KEEPING: MOV    DISBUF+48,#'K'
         MOV    DISBUF+49,#'e'
         MOV    DISBUF+50,#'e'
         MOV    DISBUF+51,#'p'
         MOV    DISBUF+52,#'i'
         MOV    DISBUF+53,#'n'
         MOV    DISBUF+54,#'g'
         RET
;
; ********** RAM EMPTY SUB ********
;
RAMEMPTY:
        MOV     DISBUF+56,#'R'
        MOV     DISBUF+57,#'A'
        MOV     DISBUF+58,#'M'
        MOV     DISBUF+59,#'='
        MOV     DISBUF+60,#'E'
        MOV     DISBUF+61,#'m'
        MOV     DISBUF+62,#'p'
        MOV     DISBUF+63,#'t'
        RET
;
; ********** GAUGESIZE ***************
; GET SIZE OF RAINGAUGE
;
GAGESIZE:MOV    R1,#64
         MOV    R0,#DISBUF
CLRLOOP: MOV    @R0,#' '
         INC    R0
         DJNZ   R1,CLRLOOP
         MOV    DISBUF+5,#'S'          ;  DISPLAY LCD :
         MOV    DISBUF+6,#'i'          ;    Size Of
         MOV    DISBUF+7,#'z'          ;   Rainguage
         MOV    DISBUF+8,#'e'
         MOV    DISBUF+10,#'O'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DISBUF+11,#'f'
        MOV     DISBUF+20,#'R'
        MOV     DISBUF+21,#'a'
        MOV     DISBUF+22,#'i'
        MOV     DISBUF+23,#'n'
        MOV     DISBUF+24,#'g'
        MOV     DISBUF+25,#'a'
        MOV     DISBUF+26,#'u'
        MOV     DISBUF+27,#'g'
        MOV     DISBUF+28,#'e'
        MOV     DISBUF+36,#'0'
        MOV     DISBUF+37,#'.'
        MOV     DISBUF+38,#'0'
        MOV     DISBUF+39,#'0'
        MOV     DISBUF+40,#'0'
        MOV     DISBUF+43,#'m'
        MOV     DISBUF+44,#'m'
        LCALL   LCDSL2
        LCALL   LCDSL4
        LCALL   CURSONFSH
        LCALL   CURSHM
        LCALL   LCDSL1
        LCALL   LCDSL3
        MOV     R1,#DISBUF+38
        MOV     R7,#0AH
        LCALL   SETCURS
GOT:    MOV     DPTR,#P1A               ;GET DATA FROM KEYBOARD
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,GOTJ
        SJMP    GOT
GOTJ:   ORL     A,#11110100B
        CJNE    A,#11111111B,GOTCH
        SJMP    GOT                     ;LOOP FOR GET DATA
GOTCH:  LCALL   SOUND                   ;SOUND SYSTEM CALL
        LCALL   KDELAY                  ;DELAY
        CJNE    A,#11111110B,GOTCH1
        MOV     A,@R1                   ;INCREMENT NUMBER
        INC     A
        CJNE    A,#3AH,GOTS11
        MOV     A,#30H
GOTS11: MOV     @R1,A
        LCALL   LCDSL3                  ;SHOW DATA IN LINE 3
        LCALL   SETCURS
        SJMP    GOT
GOTCH1: CJNE    A,#11111101B,GOTCH2
        MOV     A,@R1                   ;DECREMENT NUMBER
        DEC     A
        CJNE    A,#2FH,GOTS21
        MOV     A,#39H
GOTS21: MOV     @R1,A
        LCALL   LCDSL3
        LCALL   SETCURS
        SJMP    GOT
GOTCH2: CJNE    R1,#DISBUF+40,GOTS4     ;CHECK POSITION
        MOV     R2,DISBUF+36
        MOV     R3,DISBUF+38
        LCALL   ATOH
        MOV     SIZEGAGE,A
        MOV     R2,DISBUF+39
        MOV     R3,DISBUF+40
        LCALL   ATOH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     SIZEGAGE+1,A
        RET
GOTS4:  INC     R1                      ;SHIFT RIGHT
        DEC     R7
        LCALL   CURR
        LJMP    GOT
;
; ************ SET CURSOR ***********
; SET CURSOR FOR GET SIZE OF RAINGAGE
;
SETCURS: MOV    A,R7
        MOV     R6,A
SETCURS1:LCALL  CURL
        DJNZ    R6,SETCURS1
        RET
;
; *********** KEYBOARD SUB *************
; GET START TIME FROM KEYBOARD
;
KEYBOARD:LCALL  LCDSL2
        LCALL   LCDSL3
        LCALL   LCDSL4
        LCALL   LCDSL1
        LCALL   CURSONFSH
        LCALL   CURSHM
        MOV     DPTR,#P1P               ;INITIAL I/P PORT FOR KEYBOARD
        MOV     A,#90H
        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   SOUND                   ;SOUND SYSTEM CALL
        LCALL   KDELAY                  ;DELAY
        CJNE    A,#11111110B,KEYCH1
        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
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        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
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
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
       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
KE_DD: MOV     R2,#87H                 ;DATE
       LCALL   RTCRD
       MOV     A,R3
       MOV     CH_DATE,A
KE_MM: MOV     R2,#89H                 ;MONTH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        MOV     CH_MONTH,A
KE_YY:  MOV     R2,#8DH                 ;YEAR
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        MOV     CH_YEAR,A
KE_HH:  MOV     R2,#85H                 ;HOUR
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        MOV     CH_HOUR,A
KE_MIN:   MOV     R2,#83H               ;MINUTE
        LCALL   RTCRD
        MOV     A,R3
        MOV     CH_MINUTE,A
        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
        JC      ATOHS1
        ADD     A,#9
ATOHS1:   ANL     A,#0FH
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
; ********** 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
       MOV    R3,A
       CLR    RSTBIT                    ;RST=0
       LCALL  RTCDL
       RET
;
; ********** LCDSL1 *********
; LCD SHOW LINE1
; REG = A,R0
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
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
;
 LCDSL4: MOV    A,#ADLINE4              ;DISPLAY TIME ADDRESS LINE4
         MOV    R0,#DISBUF+48
         LCALL  LCDINTS
         RET
;
; ************ LCDSL41 ********
; LCD SHOW LINE4
; REG = A,R0
;
 LCDSL41: MOV   A,#ADLINE4              ;DISPLAY TIME ADDRESS LINE4
          INC   A
          INC   A
          MOV   R0,#DISBUF+50
          LCALL LCDINTS_1
          RET
; ************ LCDSLS *********
; LCD SHOW LINE S
; REG = A,R0
;
 LCDSLS: PUSH   ACC
         PUSH   00H
         MOV    A,#ADLINE4              ;DISPLAY TIME ADDRESS LINE S
         MOV    R0,#DISBUFS
         LCALL  LCDINTS
         POP    00H
         POP    ACC
         RET
;
; ********* LCDINI SUB **********
; LCD INITIALIZE
; REG = A,DPTR
;
LCDINI:  LCALL  FUNSET                  ;FUNCTION SET
         LCALL  CLRDIS                  ;CLEAR DISPLAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   DISPON                  ;ON DISPLAY
        LCALL   ENTRY_MS                ;ENTRY MODE SET
        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
;
; ********** CURSON FLASH SUB **********
; DISPLAY ON/OFF INSTRUCTION
; ON CURSOR (DIPLAY FLASH)
; REG = A,DPTR
;
CURSONFSH:  MOV     A,#00001111B
            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
;
; ********** CURL SUB **********
; DISPLAY SHIFT INSTRUCTION
; CURSOR SHIFT LEFT
; REG = A,DPTR
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
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
;
; ********** ENTRY MODE SET SUB *********
; SET CURSOR MOV TO THE RIGHT DURING DATA SHIFT IN
; REG = A,DPTR
;
ENTRY_MS: MOV    A,#00000110B          ;MODE SET
          LCALL  LCDWI
          RET
;
; ********** LCDINT SUB **********
; LOAD INTERNAL RAM TO LCD-MODULE (DMC164)
; IN  = DISBUF
; 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
;
; ********** LCDINT_1 SUB ******
; LOAD INTERNAL RAM TO LCD-MODULE (DMC164)
; IN  = DISBUF
; REG = A,R0,R2
LCDINTS_1:PUSH   02H
          LCALL  LCDWI
          MOV    R2,#3
LCDINTS_2:MOV    A,@R0
          LCALL  LCDWD
          INC    R0
          DJNZ   R2,LCDINTS_2
          POP    02H
          RET
;
; ********** LCDWI SUB **********
; LCD WRITE INSTRUCTION (RS=0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; 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
;
;************* INT0 ************
;PROGRAM INTERRUPT FROM INT0 PIN
;IN : INT0 (RAINGUAGE)
;
INTER0:  PUSH   ACC
         PUSH   B
         PUSH   00H
         PUSH   02H
         PUSH   03H
         PUSH   07H
         PUSH   DPH
         PUSH   DPL
         PUSH   PSW
         LCALL  KDELAY
;
; ******** ABOUT LCD ********
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R0,#RAIN+4
        MOV     A,@R0
        ADD     A,SIZEGAGE+1
        LCALL   HTODL               ;HEX TO DECIMAL LOW BIT WITH CARRY
        LCALL   HTODH               ;HEX TO DECIMAL HIGH BIT WITH CARRY
        MOV     DISBUF+24,R2            ;WRITE TO LCD BUFFER
        MOV     R0,#RAIN+3              ;ON NEXT POSITION
        MOV     A,@R0
        ADD     A,SIZEGAGE
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        MOV     DISBUF+21,R2
        MOV     DISBUF+23,R3
        MOV     R0,#RAIN+2              ;ON NEXT POSITION
        MOV     A,@R0
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        MOV     DISBUF+19,R2
        MOV     DISBUF+20,R3
;
;******** RATE ***********
;
        MOV     R7,#06H
RATE1:    MOV     R0,#RAINHOUR+2          ;ON NEXT POSITION
        MOV     A,@R0
        ADD     A,SIZEGAGE+1
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        DJNZ    R7,RATE1
        MOV     DISBUF+40,R2
        MOV     DISBUF+41,R3
        MOV     R7,#06H
RATE2:    MOV     R0,#RAINHOUR+1          ;ON NEXT POSITION
        MOV     A,@R0
        ADD     A,SIZEGAGE
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        DJNZ    R7,RATE2
        MOV     DISBUF+37,R2
        MOV     DISBUF+38,R3
        MOV     R7,#06H
RATE3:    MOV     R0,#RAINHOUR            ;ON NEXT POSITION
        MOV     A,@R0
        LCALL   HTODL
        LCALL   HTODH
        DJNZ    R7,RATE3
        MOV     DISBUF+35,R2
        MOV     DISBUF+36,R3
; ****** ABOUT DATA *****
        INC     PULSE
        POP     PSW
        POP     DPL
        POP     DPH
        POP     07H
        POP     03H
        POP     02H
        POP     00H
        POP     B
        POP     ACC
        RETI
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; ******** 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
       PUSH   02H
       PUSH   01H
       PUSH   00H
       PUSH   ACC
       PUSH   DPL
       PUSH   DPH
       LCALL  KDELAY
       MOV    A,STATUS                  ;ON LCD
       SETB   ACC.7
       MOV    STATUS,A
       MOV    TIMLCD,#05H
       LCALL  DISPON
;
; ************ SERIAL OUT ************
;
       MOV    DPTR,#0000H               ;ADDRESS IN RAM
                                ;START BY RAIN'S DATA
       LCALL  CRRET
       LCALL  LFEED
       CLR    TI
       MOV    SBUF,#'0'
       JNB    TI,$
       CLR    TI
       MOV    SBUF,#'.'
       JNB    TI,$
       MOV    A,SIZEGAGE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   HTOA
        CLR     TI
        MOV     SBUF,R3
        JNB     TI,$
        MOV     A,SIZEGAGE+1
        LCALL   HTOA
        CLR     TI
        MOV     SBUF,R2
        JNB     TI,$
        CLR     TI
        MOV     SBUF,R3
        JNB     TI,$
;
SERIAL:
;
; ************ CHECK DATA **********
;
CH_DA: MOVX    A,@DPTR
       CJNE    A,#0EEH,CH_COD
       SJMP    IEND
;
CH_COD:  CJNE   A,#0F0H,CH_FC
DMYOUT:  LCALL  CRRET                    ;RETURN TO END LINE
       LCALL   LFEED                    ;FEED NEW LINE
       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    IEND
COUNT: DJNZ    R7,CHELO
       MOV     DPL,R2                   ; RETURN ADDRESS
       MOV     DPH,R3
       INC     DPTR                     ; SEND DATE,MONTH,YEAR AND TIME
       LCALL   DOUT
       LCALL   SENDST
       INC     DPTR
       LCALL   DOUT
       LCALL   SENDST
       INC     DPTR
       LCALL   DOUT
       LCALL   SENDSP
       INC     DPTR
       LCALL   DOUT
       LCALL   SENDSEMI
       INC     DPTR
       LCALL   DOUT
       LCALL   CRRET
       LCALL   LFEED
       INC     DPTR
       LJMP    SERIAL
CH_FC: CJNE    A,#0FCH,CH_FA
       SJMP    DMYOUT
CH_FA: CJNE    A,#0FAH,CH_DA1           ;*****CH_DA1 => CH_FF
       SJMP    IEND
CH_DA1:LCALL   DOUT
       LCALL   SENDJU
       INC     DPTR
       LJMP    SERIAL
IEND:  MOV     DISBUF+6,#' '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        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,$
        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
        MOV     SBUF,#'/'               ;SEND '/'
        JNB     TI,$
        RET
;
; ************ CARRAIGE RETURN ***********
;
CRRET:   CLR    TI
        MOV     SBUF,#0DH
        JNB     TI,$
        RET
;
; ************* LINE FEED ***************
;
LFEED:   CLR    TI
        MOV     SBUF,#0AH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JNB     TI,$
        RET
;
; ************* SEND CODE ' ' ****************
;
SENDSP:  CLR     TI
        MOV     SBUF,#' '
        JNB     TI,$
        RET
;
;*****************************************************
;SUB PROGRAM FOR CONVERSE HEX TO BCD
;INPUT = REG A
;OUTPUT = R3(high),R2(low)
;
HEXTOBCD:   MOV     R2,#00
            MOV     R3,#00
MORE_100:   CJNE    A,#100,$+3
            JC      LESS_100
            SUBB    A,#100
            INC     R3
            JMP     MORE_100
LESS_100:   CJNE    A,#10,$+3
            JC      LESS_10
            SUBB    A,#10
            INC     R2
            JMP     LESS_100
LESS_10:    PUSH    ACC
            MOV     A,R2
            SWAP    A
            MOV     R2,A
            POP     ACC
            ADD     A,R2
            MOV     R2,A
            RET
;************************************************************
;****** SEND SIZE DATE MONTH YEAR HOUR MINUTE AND DATA *******
;SEND WHEN KEEP DATA RAIN
;
SENDDATA:   PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            PUSH    02H
            PUSH    03H
;
        MOV     SBUF,#'0'               ;SEND SIZEGAGE
        JNB     TI,$
        CLR     TI
        MOV     SBUF,#'.'
        JNB     TI,$
        MOV     A,SIZEGAGE
        LCALL   HTOA
        CLR     TI
        MOV     SBUF,R3
        JNB     TI,$
        MOV     A,SIZEGAGE+1
        LCALL   HTOA
        CLR     TI
        MOV     SBUF,R2
        JNB     TI,$
        CLR     TI
        MOV     SBUF,R3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JNB     TI,$
        CLR     TI
;
; ************ SEND DATE & TIME ***********
;
        MOV     A,CH_DATE                   ;SEND DATE
        LCALL   DOUT1
        LCALL   SENDSLASH
        MOV     A,CH_MONTH                  ;SEND MONTH
        LCALL   DOUT1
        LCALL   SENDSLASH
        MOV     A,CH_YEAR                   ;SEND YEAR
        LCALL   DOUT1
        MOV     A,CH_HOUR                   ;SEND HOUR
        LCALL   DOUT1
        LCALL   SENDSEMICO
        MOV     A,CH_MINUTE                 ;SEND MINUTE
        LCALL   DOUT1
DATAPULSE:MOV    DPL,ADDRL                  ;RETURN ADDRESS
          MOV    DPH,ADDRH
SENDPULSE:LCALL  DOUT2                      ;SEND DATA PULSE OF RAIN
                                            ;DECIMAL VALUE
;
SE_DD:    MOV    R2,#87H                    ;KEEP DATE
          LCALL  RTCRD
          MOV    A,R3
          MOV    CH_DATE,A
SE_MM:    MOV    R2,#89H                    ;KEEP MONTH
          LCALL  RTCRD
          MOV    A,R3
          MOV    CH_MONTH,A
SE_YY:    MOV    R2,#8DH                    ;KEEP YEAR
          LCALL  RTCRD
          MOV    A,R3
          MOV    CH_YEAR,A
SE_HH:    MOV    R2,#85H                    ;KEEP HOUR
          LCALL  RTCRD
          MOV    A,R3
          MOV    CH_HOUR,A
SE_MIN:   MOV    R2,#83H                    ;KEEP MINUTE
          LCALL  RTCRD
          MOV    A,R3
          MOV    CH_MINUTE,A
;
        POP     03H
        POP     02H
        POP     DPL
        POP     DPH
        RET
;
;************ DATA OUT **************
;
DOUT1:  LCALL   HTOA
        MOV     SBUF,R2
        JNB     TI,$
        CLR     TI
        MOV     SBUF,R3
        JNB     TI,$
        CLR     TI
        RET
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************ DATA OUT FOR RAIN **************
;
DOUT2: MOVX   A,@DPTR
       LCALL  HTOA
       MOV    SBUF,R2
       JNB    TI,$
       CLR    TI
       MOV    SBUF,R3
       JNB    TI,$
       CLR    TI
       RET
;
; ************ SEND CODE / EVERY MINUTE ************
;
SENDSLASH:
       MOV    SBUF,#'/'              ;SEND '/'
       JNB    TI,$
       CLR    TI
       RET
;
; *********** SEND SEMICOLON ********
;
SENDSEMICO:
       MOV    SBUF,#':'              ;SEND ':'
       JNB    TI,$
       CLR    TI
       RET
;
;************** DELAY 1 MSEC *************
;
;DELAY_1MS:MOV   R6,#03H
;DEL2:     MOV   R7,#97H
;DEL1:     DJNZ  R7,DEL1
;         DJNZ  R6,DEL2
;         RET
;
;************** DISPLAY LINE2 ON LCD **********
;
FUNLINE2:   MOV     DPTR,#LCDWRC
            MOV     A,#ADLINE2
            MOVX    @DPTR,A
            ACALL   BUSYDELAY
            RET

;
;************** DISPLAY LINE3 ON LCD **********
;
FUNLINE3:   MOV     DPTR,#LCDWRC
            MOV     A,#ADLINE3
            MOVX    @DPTR,A
            ACALL   BUSYDELAY
            RET
;
;************** DISPLAY LINE4 ON LCD **********
;
FUNLINE4:   MOV     DPTR,#LCDWRC
            MOV     A,#ADLINE4
            MOVX    @DPTR,A
            ACALL   BUSYDELAY
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
;*************************************************
;         CREATEDEMO BY USE TABLE
;*************************************************
;        DELAY 50 US FOR BUSY LCD
BUSYDELAY:      MOV     R7,#23D
BUSY:           DJNZ    R7,BUSY
                RET
CREATEDEMO: MOV     DPTR,#LCDWRC        ;LOAD ADDRESS INSTRUCTION
            MOV     A,#ADLINE1              ;ADRESS LINE 1
            MOVX    @DPTR,A
            ACALL   BUSYDELAY
            MOV     DPTR,#DEMO_TBL1         ;LOAD DEMO TABLE LINE 1
            LCALL   WRCHAR1                 ;WRITE CHAR TO LCD
            MOV     DPTR,#LCDWRC
            MOV     A,#ADLINE2              ;ADRESS LINE 2
            MOVX    @DPTR,A
            ACALL   BUSYDELAY
            MOV     DPTR,#DEMO_TBL2         ;LOAD DEMO TABLE LINE 2
            LCALL   WRCHAR1
            MOV     DPTR,#LCDWRC
            MOV     A,#ADLINE3              ;ADRESS LINE 3
            MOVX    @DPTR,A
            ACALL   BUSYDELAY
            MOV     DPTR,#DEMO_TBL3         ;LOAD DEMO TABLE LINE 3
            LCALL   WRCHAR1
            MOV     DPTR,#LCDWRC
            MOV     A,#ADLINE4              ;ADRESS LINE 4
            MOVX    @DPTR,A
            ACALL   BUSYDELAY
            MOV     DPTR,#DEMO_TBL4         ;LOAD DEMO TABLE LINE 4
            LCALL   WRCHAR1
            RET
;
CREATECHAR: MOV     DPTR,#LCDWRC
            MOV     A,#01001000B            ;SET CGRAM ADDRESS
            MOVX    @DPTR,A
            ACALL   BUSYDELAY
            MOV     DPTR,#CHAR_TBL1         ;LOAD CHAR TABLE
            LCALL   WRCHAR                  ;WRITE CHAR TO LCD
            MOV     DPTR,#CHAR_TBL2
            LCALL   WRCHAR
            MOV     DPTR,#CHAR_TBL3
            LCALL   WRCHAR
            RET
;
CREATE_BY:      MOV     R1,#64
                MOV     R0,#DISBUF
CLRDISP:        MOV     @R0,#' '
                INC     R0
                DJNZ    R1,CLRDISP
                LCALL   LCDSL1
                LCALL   LCDSL2
                LCALL   LCDSL3
                LCALL   LCDSL4
                MOV     DPTR,#LCDWRC
                MOV     A,#ADLINE1
                MOVX    @DPTR,A
                ACALL   BUSYDELAY
                MOV     DPTR,#DEMO_BY
                LCALL   WRCHAR1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_1
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE3
MOV     DPTR,#DEMO_1
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_2
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE2
MOV     DPTR,#DEMO_1
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE3
MOV     DPTR,#DEMO_2
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_3
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE2
MOV     DPTR,#DEMO_2
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE3
MOV     DPTR,#DEMO_3
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_4
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE2
MOV     DPTR,#DEMO_3
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE3
MOV     DPTR,#DEMO_4
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_5
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE2
MOV     DPTR,#DEMO_4
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV     DPTR,#DEMO_5
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_6
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE2
MOV     DPTR,#DEMO_5
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE3
MOV     DPTR,#DEMO_6
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_7
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE2
MOV     DPTR,#DEMO_6
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE3
MOV     DPTR,#DEMO_7
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_8
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE2
MOV     DPTR,#DEMO_7
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE3
MOV     DPTR,#DEMO_8
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_9
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   FUNLINE2
MOV     DPTR,#DEMO_8
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE3
MOV     DPTR,#DEMO_9
LCALL   WRCHAR1
LCALL   FUNLINE4
MOV     DPTR,#DEMO_10
LCALL   WRCHAR1
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
LCALL   KDELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   FUNLINE2
                MOV     DPTR,#DEMO_9
                LCALL   WRCHAR1
                LCALL   FUNLINE3
                MOV     DPTR,#DEMO_10
                LCALL   WRCHAR1
                LCALL   FUNLINE4
                MOV     DPTR,#DEMO_11
                LCALL   WRCHAR1
                LCALL   KDELAY
                LCALL   KDELAY
                LCALL   KDELAY
                LCALL   KDELAY
                LCALL   FUNLINE2
                MOV     DPTR,#DEMO_10
                LCALL   WRCHAR1
                LCALL   FUNLINE3
                MOV     DPTR,#DEMO_11
                LCALL   WRCHAR1
                LCALL   FUNLINE4
                MOV     DPTR,#DEMO_11
                LCALL   WRCHAR1
                LCALL   KDELAY
                LCALL   KDELAY
                LCALL   KDELAY
                LCALL   FUNLINE2
                MOV     DPTR,#DEMO_11
                LCALL   WRCHAR1
                LCALL   FUNLINE3
                MOV     DPTR,#DEMO_11
                LCALL   WRCHAR1
                LCALL   FUNLINE4
                MOV     DPTR,#DEMO_11
                LCALL   WRCHAR1
                LCALL   KDELAY
                LCALL   KDELAY
                LCALL   DISPOF
                LCALL   KDELAY
                LCALL   KDELAY
                LCALL   KDELAY
                LCALL   DISPON
                RET

WRCHAR:     MOV     R5,#00H
LOAD:       MOV     A,R5
            MOVC    A,@A+DPTR
            PUSH    DPL
            PUSH    DPH
            MOV     DPTR,#LCDWRD            ;LOAD LCD WRITE DATA
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   BUSYDELAY
            POP     DPH
            POP     DPL
            INC     R5
            CJNE    R5,#08H,LOAD
            RET
;
WRCHAR1:    MOV     R4,#0FFH
LOAD1:      INC     R4
            MOV     A,R4
            MOVC    A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            PUSH    DPL
            PUSH    DPH
            MOV     DPTR,#LCDWRD            ;LOAD LCD WRITE DATA
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   BUSYDELAY
            POP     DPH
            POP     DPL
            CJNE    R4,#0FH,LOAD1
            RET
;
;***************** TABLE *****************
;
DEMO_TBL1:      DB      "    Rain Rate    "
DEMO_TBL2:      DB      "  Telemetering   "
DEMO_TBL3:      DB      "     System      "
DEMO_TBL4:      DB      "      .  (2541)  "
;
DEMO_BY:        DB      "        BY       "
DEMO_1:         DB      "  P.CHARTIPORN   "
DEMO_2:         DB      "  Code:39013004  "
DEMO_3:         DB      "  Class:3T/1     "
DEMO_4:         DB      "        &        "
DEMO_5:         DB      "  S.PHUBET       "
DEMO_6:         DB      "  Code:39013053  "
DEMO_7:         DB      "  Class:3T/2     "
DEMO_8:         DB      "-----------------"
DEMO_9:         DB      "Telecomunication"
DEMO_10:        DB      "   Engineering   "
DEMO_11:        DB      "                 "

CHAR_TBL1:  DB      00001101B
            DB      00010010B
            DB      00000101B
            DB      00001001B
            DB      00010101B
            DB      00011011B
            DB      00011001B
            DB      00000000B
;
CHAR_TBL2:  DB      00001110B
            DB      00010001B
            DB      00000001B
            DB      00001101B
            DB      00001101B
            DB      00000101B
            DB      00000011B
            DB      00000000B
;
CHAR_TBL3:  DB      00001110B
            DB      00010001B
            DB      00000001B
            DB      00001001B
            DB      00010101B
            DB      00011011B
            DB      00011001B
            DB      00000000B
            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานในส่วนของ Visual Basic

File : Main.frm

```
Option Explicit

Private Sub Form_Load()
    Main.Move (Screen.Width - Width) / 2, Screen.Height - Height) / 2

    LayoutMgr1.AddControl Frame1, 0, 0, 1, 1
    LayoutMgr1.AddControl Image1, 0, 0, 1, 1
    LayoutMgr1.AddControl Toolbar1, 1, 0, 1, 0
    LayoutMgr1.AddControl StatusBar1, 1, 0, 1, 0
End Sub

Private Sub Form_Resize()
    LayoutMgr1.OnSize
End Sub

Private Sub mnuAbout_Click()
    About.Show vbModal
End Sub

Private Sub mnuAdd_Click()
    ' Set the DEfault File Type to TExt File (*.mdb)
    cmdDialog.Filter = "Database (*.mdb)|*.mdb| All Files (*.*)|*.*"
    'DisplaY OPEN Dialog box
    cmdDialog.FilterIndex = 1
    ' display the Name of the file that your selected
    cmdDialog.ShowOpen
    If Len(cmdDialog.Filename) = 0 Then
            Exit Sub
    End If

    Main.txtKeep.Text = cmdDialog.Filename
    InputData.Caption = cmdDialog.Filename

    InputData.DataRain.DatabaseName = Main.txtKeep.Text
    InputData.DataRain.Refresh
    InputData.Show
End Sub

Private Sub mnuComm_Click()
'    MsgBox "Comming Soon", vbOKOnly
    Commu.Show
End Sub

Private Sub mnuExit_Click()
    End
End Sub

Private Sub mnuGraph_Click()
    ' Set the DEfault File Type to TExt File (*.mdb)
    cmdDialog.Filter = "Database (*.mdb)|*.mdb| All Files (*.*)|*.*"
    'Database file Directory
    cmdDialog.InitDir = CurDir
    'DisplaY OPEN Dialog box
    cmdDialog.FilterIndex = 1
    ' display the Name of the file that your selected
    cmdDialog.ShowOpen
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    If Len(cmdDialog.Filename) = 0 Then
            Exit Sub
    End If

    Main.txtKeep.Text = cmdDialog.Filename

    Graph.DataRain.DatabaseName = Main.txtKeep
    Graph.DataRain.Refresh
    Graph.Show
End Sub

Private Sub mnuNew_Click()
Dim sFile, dFile, binFile As String
    On Local Error Resume Next
    sFile = App.Path & "\Data.mdb"     '  Source File Read Only =
\Data.mdb

    ' Get a file from the user.
    binFile = InputBox$("Enter filename to Keep : ", "New Keep",
binFile)
    If binFile = "" Then
        Exit Sub
    End If

    dFile = App.Path & "\" & binFile & ".mdb"
    FileCopy sFile, dFile

    Main.txtKeep.Text = dFile

    InputData.DataRain.DatabaseName = Main.txtKeep.Text
    InputData.DataRain.Refresh

    InputData.Show
End Sub

Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As ComctlLib.Button)
  Select Case Button.Key
    Case "New"
        Call mnuNew_Click
    Case "Add"
        Call mnuAdd_Click
    Case "Graph"
        Call mnuGraph_Click
    Case "Comm"
       Call mnuComm_Click
    Case "Exit"
        Call mnuExit_Click
    Case "Save"
        Call mnuAbout_Click
  End Select
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
Dim MyDate
    MyDate = Date
    StatusBar1.Panels("curTime").Text = Format(Now, "hh:mm:ss")
    StatusBar1.Panels("curDate").Text = Format(MyDate, "d mmmm yyyy")
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File InputData.frm

```
Option Explicit

Dim Ret As Integer      ' Scratch integer.
Dim Temp As String      ' Scratch string.
Dim hLogFile As Integer ' Handle of open log file.
Dim StartTime As Date   ' Stores starting time for port timer

Private Sub CmdClose_Click()
    ' Use Form_Unload since it has code to check for unsent data and
an open log file.
    Form_Unload Ret
End Sub

Private Sub cmdProps_Click()
    Properties.Show
End Sub

Private Sub Form_Load()
    Dim CommPort As String, Handshaking As String, Settings As String

    InputData.DataRain.DatabaseName = Main.txtKeep.Text
    InputData.DataRain.Refresh

    On Error Resume Next

    ' Set Title
    App.Title = "Rain Rate Input Keeping"

    ' Center Form
    InputData.Move (Screen.Width - Width) / 2, (Screen.Height -
Height) / 2

    ' Load Registry Settings

    Settings = GetSetting(App.Title, "Properties", "Settings", "") '
InputData.InputData.mscomm1.Settings]\
    If Settings <> "" Then
        InputData.MSComm1.Settings = Settings
        If Err Then
            MsgBox Error$, 48
            Exit Sub
        End If
    End If

    CommPort = GetSetting(App.Title, "Properties", "CommPort", "") '
InputData.InputData.mscomm1.CommPort
    If CommPort <> "" Then InputData.MSComm1.CommPort = CommPort

    Handshaking = GetSetting(App.Title, "Properties", "Handshaking",
"") 'InputData.InputData.mscomm1.Handshaking
    If Handshaking <> "" Then
        InputData.MSComm1.Handshaking = Handshaking
        If Err Then
            MsgBox Error$, 48
            Exit Sub
        End If
    End If
    Echo = GetSetting(App.Title, "Properties", "Echo", "") ' Echo
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    On Error GoTo 0

End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    Dim Counter As Long

    If InputData.MSComm1.PortOpen Then
       ' Wait 10 seconds for data to be transmitted.
       Counter = Timer + 10
       Do While InputData.MSComm1.OutBufferCount
          Ret = DoEvents()
          If Timer > Counter Then
             Select Case MsgBox("Data cannot be sent", 34)
                ' Cancel.
                Case 3
                   Cancel = True
                   Exit Sub
                ' Retry.
                Case 4
                   Counter = Timer + 10
                ' Ignore.
                Case 5
                   Exit Do
             End Select
          End If
       Loop

       InputData.MSComm1.PortOpen = 0
    End If
    Unload Me
End Sub
' Toggles the state of the port (open or closed).
Private Sub cmdKeep_Click()
    On Error Resume Next
    Dim OpenFlag

    InputData.MSComm1.PortOpen = Not InputData.MSComm1.PortOpen
    If Err Then MsgBox Error$, 48

    OpenFlag = InputData.MSComm1.PortOpen

    If InputData.MSComm1.PortOpen Then
        sbrStatus.Panels("Settings").Text = "Settings: " &
InputData.MSComm1.Settings
        cmdKeep.Caption = "□□□ □□ □□ "
        cmdClose.Enabled = False
        cmdProps.Enabled = False
        If InputData.DataRain.Recordset.BOF &
InputData.DataRain.Recordset.EOF Then
           InputData.DataRain.Recordset.AddNew
        End If
        StartTiming
    Else
        sbrStatus.Panels("Settings").Text = "Settings: "
        cmdKeep.Caption = "□□ □□ "
        cmdClose.Enabled = True
        cmdProps.Enabled = True

'       InputData.DataRain.Recordset.MoveLast
'       InputData.DataRain.Recordset.Delete
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        InputData.DataRain.Recordset.Update

        StopTiming
    End If

End Sub

' The OnComm event is used for trapping communications events and
errors.
Private Static Sub MSComm1_OnComm()
    Dim EVMsg$
    Dim ERMsg$

    ' Branch according to the CommEvent property.
    Select Case InputData.MSComm1.CommEvent
        ' Event messages.
        Case comEvReceive

        Case comEvSend

        Case comEvCTS
            EVMsg$ = "Change in CTS Detected"
        Case comEvDSR
            EVMsg$ = "Change in DSR Detected"
        Case comEvCD
            EVMsg$ = "Change in CD Detected"
        Case comEvRing
            EVMsg$ = "The Phone is Ringing"
        Case comEvEOF
            EVMsg$ = "End of File Detected"

        ' Error messages.
        Case comBreak
            ERMsg$ = "Break Received"
        Case comCDTO
            ERMsg$ = "Carrier Detect Timeout"
        Case comCTSTO
            ERMsg$ = "CTS Timeout"
        Case comDCB
            ERMsg$ = "Error retrieving DCB"
        Case comDSRTO
            ERMsg$ = "DSR Timeout"
        Case comFrame
            ERMsg$ = "Framing Error"
        Case comOverrun
            ERMsg$ = "Overrun Error"
        Case comRxOver
            ERMsg$ = "Receive Buffer Overflow"
        Case comRxParity
            ERMsg$ = "Parity Error"
        Case comTxFull
            ERMsg$ = "Transmit Buffer Full"
        Case Else
            ERMsg$ = "Unknown error or event"
    End Select

    If Len(EVMsg$) Then
        ' Display event messages in the status bar.
        sbrStatus.Panels("Status").Text = EVMsg$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ' Enable timer so that the message in the status bar
        ' is cleared after 2 seconds
        Timer2.Enabled = True

    ElseIf Len(ERMsg$) Then
        ' Display event messages in the status bar.
        sbrStatus.Panels("Status").Text = ERMsg$

        ' Display error messages in an alert message box.
        Beep
        Ret = MsgBox(ERMsg$, 1, "Click Cancel to quit, OK to
ignore.")

        ' If the user clicks Cancel (2)...
        If Ret = 2 Then
            InputData.MSComm1.PortOpen = False     ' Close the port
and quit.
        End If

        ' Enable timer so that the message in the status bar
        ' is cleared after 2 seconds
        Timer2.Enabled = True
    End If
End Sub

Private Sub Timer2_Timer()
    sbrStatus.Panels("Status").Text = "Status: "
    Timer2.Enabled = False
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
    ' Display the Connect Time
    sbrStatus.Panels("ConnectTime").Text = Format(Now - StartTime,
"hh:nn:ss") & " "
End Sub
' Call this function to start the Connect Time timer
Private Sub StartTiming()
    StartTime = Now
    Timer1.Enabled = True
End Sub
' Call this function to stop timing
Private Sub StopTiming()
    Timer1.Enabled = False
    sbrStatus.Panels("ConnectTime").Text = ""
End Sub

Private Sub Timer3_Timer()
Dim MyDate
    MyDate = Date
    '□□□□ □□□□ □□ Statusbar
    sbrStatus.Panels("curTime").Text = Format(Now, "hh:mm:ss")
    '□□□□ □□  □□□□ □□□□ Statusbar
    sbrStatus.Panels("curDate").Text = Format(MyDate, "d mmmm yyyy")
End Sub

Private Sub Timer4_Timer()
Dim Data1, Data2  As String
    Do
        DoEvents
    Loop Until InputData.MSComm1.InBufferCount >= 20
    Data1 = InputData.MSComm1.Input
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Data2 = Left(StrConv(Data1, vbUnicode), 5)
    txtSize.Text = Data2
    Data2 = Mid(StrConv(Data1, vbUnicode), 6, 8)
    txtDate.Text = Data2
    Data2 = Mid(StrConv(Data1, vbUnicode), 14, 5)
    txtTime.Text = Data2
    Data2 = Right(StrConv(Data1, vbUnicode), 2)
    txtTip.Text = Data2
    CalculateData
End Sub

Public Sub CalculateData()
Dim TSize, TDate, TTime, TTip, Rate1, Rate2 As String
    TSize = txtSize.Text
    TDate = txtDate.Text
    TTime = txtTime.Text
    TTip = txtTip.Text

    Rate1 = TSize * TTip
    txtRateMin.Text = Rate1
    Rate2 = TSize * TTip * 60
    txtRateHr.Text = Rate2
    Rate1 = txtRateMin.Text
    Rate2 = txtRateHr.Text

    InputData.DataRain.Recordset.AddNew

    txtSize.Text = TSize
    txtDate.Text = TDate
    txtTime.Text = TTime
    txtTip.Text = TTip
    txtRateMin.Text = Rate1
    txtRateHr.Text = Rate2

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File : Prop.frm

```
Private iFlow As Integer, iTempEcho As Boolean

Sub LoadPropertySettings()
Dim I As Integer, Settings As String, Offset As Integer

' Load Port Settings
For I = 1 To 16
    cboPort.AddItem "Com" & Trim$(Str$(I))
Next I

' Load Speed Settings
cboSpeed.AddItem "110"
cboSpeed.AddItem "300"
cboSpeed.AddItem "600"
cboSpeed.AddItem "1200"
cboSpeed.AddItem "2400"
cboSpeed.AddItem "4800"
cboSpeed.AddItem "9600"
cboSpeed.AddItem "14400"
cboSpeed.AddItem "19200"
cboSpeed.AddItem "28800"
cboSpeed.AddItem "38400"
cboSpeed.AddItem "56000"
cboSpeed.AddItem "57600"
cboSpeed.AddItem "115200"
cboSpeed.AddItem "128000"
cboSpeed.AddItem "256000"

' Load Data Bit Settings
cboDataBits.AddItem "4"
cboDataBits.AddItem "5"
cboDataBits.AddItem "6"
cboDataBits.AddItem "7"
cboDataBits.AddItem "8"

' Load Parity Settings
cboParity.AddItem "Even"
cboParity.AddItem "Odd"
cboParity.AddItem "None"
cboParity.AddItem "Mark"
cboParity.AddItem "Space"

' Load Stop Bit Settings
cboStopBits.AddItem "1"
cboStopBits.AddItem "1.5"
cboStopBits.AddItem "2"

' Set Default Settings

Settings = InputData.MSComm1.Settings

' In all cases the right most part of Settings will be 1 character
' except when there are 1.5 stop bits.
If InStr(Settings, ".") > 0 Then
    Offset = 2
Else
    Offset = 0
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cboSpeed.Text = Left$(Settings, Len(Settings) - 6 - Offset)
Select Case Mid$(Settings, Len(Settings) - 4 - Offset, 1)
Case "e"
    cboParity.ListIndex = 0
Case "m"
    cboParity.ListIndex = 1
Case "n"
    cboParity.ListIndex = 2
Case "o"
    cboParity.ListIndex = 3
Case "s"
    cboParity.ListIndex = 4
End Select

cboDataBits.Text = Mid$(Settings, Len(Settings) - 2 - Offset, 1)
cboStopBits.Text = Right$(Settings, 1 + Offset)

cboPort.ListIndex = InputData.MSComm1.CommPort - 1

optFlow(InputData.MSComm1.Handshaking).Value = True
If Echo Then
    optEcho(1).Value = True
Else
    optEcho(0).Value = True
End If

End Sub


Private Sub cmdCancel_Click()
Unload Me
End Sub

Private Sub cmdOK_Click()
Dim OldPort As Integer, ReOpen As Boolean

On Error Resume Next

Echo = iTempEcho
OldPort = InputData.MSComm1.CommPort
NewPort = cboPort.ListIndex + 1

If NewPort <> OldPort Then                  ' If the port number
changes, close the old port.
    If InputData.MSComm1.PortOpen Then
           InputData.MSComm1.PortOpen = False
           ReOpen = True
    End If

    InputData.MSComm1.CommPort = NewPort          ' Set the new port
number.

    If Err = 0 Then
        If ReOpen Then
            InputData.MSComm1.PortOpen = True
'            InputData.mnuOpen.Checked = InputData.MSComm1.PortOpen
'            InputData.mnuSendText.Enabled =
InputData.MSComm1.PortOpen
'            InputData.tbrToolBar.Buttons("TransmitTextFile").Enabled
= InputData.MSComm1.PortOpen
        End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    End If

    If Err Then
        MsgBox Error$, 48
        InputData.MSComm1.CommPort = OldPort
        Exit Sub
    End If
End If


InputData.MSComm1.Settings = Trim$(cboSpeed.Text) & "," & Left$
(cboParity.Text, 1) _
    & "," & Trim$(cboDataBits.Text) & "," & Trim$(cboStopBits.Text)

If Err Then
    MsgBox Error$, 48
    Exit Sub
End If

InputData.MSComm1.Handshaking = iFlow
If Err Then
    MsgBox Error$, 48
    Exit Sub
End If

SaveSetting App.Title, "Properties", "Settings",
InputData.MSComm1.Settings
SaveSetting App.Title, "Properties", "CommPort",
InputData.MSComm1.CommPort
SaveSetting App.Title, "Properties", "Handshaking",
InputData.MSComm1.Handshaking
SaveSetting App.Title, "Properties", "Echo", Echo

Unload Me

End Sub

Private Sub Form_Load()

' Set the form's size
Me.Left = (Screen.Width - Me.Width) / 2
Me.Top = (Screen.Height - Me.Height) / 2

' Size the frame to fit in the tabstrip control
fraSettings.Move tabSettings.ClientLeft, tabSettings.ClientTop

' Make sure the frame is the top most control
fraSettings.ZOrder

' Load current property settings
LoadPropertySettings

End Sub



Private Sub optEcho_Click(Index As Integer)
If Index = 1 Then
    iTempEcho = True
Else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    iTempEcho = False
End If
End Sub

Private Sub optFlow_Click(Index As Integer)
iFlow = Index
End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File : Graph.frm

```
Option Explicit

Private Sub Check1_Click()
    Dim Obj As Object

    ' Show or Hide markers for the series.
    For Each Obj In MSChart1.Plot.SeriesCollection
        Obj.DataPoints.Item(-1).Marker.Visible = Check1.Value
    Next
End Sub

Private Sub Check2_Click()
    Dim Obj As Object

    ' Show or Hide markers for the series.
    For Each Obj In MSChart1.Plot.SeriesCollection
        With Obj.DataPoints(-1).DataPointLabel
            If Check2.Value Then
                .Custom = True
                .Component = VtChLabelComponentValue
                .LocationType = VtChLabelLocationTypeAbovePoint
            Else
                .LocationType = VtChLabelLocationTypeNone
            End If
        End With
    Next
    Graph!MSChart1.Refresh
End Sub

Private Sub CmdExit_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
    ' detect run-time error (file not found)
    Graph.DataRain.DatabaseName = Main.txtKeep.Text
    Graph.DataRain.Refresh
    LayoutMgr1.AddControl Check1, 1, 1, 0, 0
    LayoutMgr1.AddControl Check2, 1, 1, 0, 0
    LayoutMgr1.AddControl CmdExit, 1, 1, 0, 0
    LayoutMgr1.AddControl Frame1, 0, 0, 1, 1
    LayoutMgr1.AddControl Graph, 0, 0, 1, 1
    LayoutMgr1.AddControl List1, 1, 0, 0, 1
    LayoutMgr1.AddControl Label1, 1, 0, 0, 0
    LayoutMgr1.AddControl MSChart1, 0, 0, 1, 1
    LayoutMgr1.AddControl MSFlexGrid1, 0, 1, 1, 0



    FillChartTypeLB
    ' adjust column width
'    With MSFlexGrid1
'        .Cols = 6
'        .Rows = Graph.DataRain.Recordset.EOF
'        .ColWidth(0) = 300
'        .ColWidth(1) = 600
'
'        .FixedAlignment(1) = flexAlignCenterCenter
'        .FixedAlignment(2) = flexAlignCenterCenter
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'         .FixedAlignment(3) = flexAlignCenterCenter
'         .FixedAlignment(4) = flexAlignCenterCenter
'         .FixedAlignment(5) = flexAlignCenterCenter
'         '.Sort = flexSortGenericAscending
'         .Refresh
'     End With

    LoadChartData
    SelectChartType
    SetAxes

End Sub

Private Sub LoadChartData()
    ' Declare the variant array.
    Dim A, J, I As Double
    Graph.DataRain.Recordset.MoveLast
    A = Graph.DataRain.Recordset.Fields("ID").Value
    ReDim ChData(1 To A, 1 To 4) As Variant

    ' Set the data.
    For I = 1 To 4
        For J = 1 To A
            ChData(J, I) = MSFlexGrid1.TextMatrix(J, I + 3)
    Next J, I
    MSChart1.ChartData = ChData
End Sub

Private Sub SetAxes()
    ' Set X-axis title.
    With MSChart1.Plot.Axis(VtChAxisIdX, 1).AxisTitle
        .Visible = True
        .Text = "Time"
        .VtFont.Name = "Arial"
        .VtFont.Size = 9
        .VtFont.Style = VtFontStyleBold
        ' Set text color to Blue.
        .VtFont.VtColor.Set 0, 0, 255
    End With
    ' Set Y-axis title.
    With MSChart1.Plot.Axis(VtChAxisIdY, 1).AxisTitle
        .Visible = True
        .Text = "Rain Rate"
        .VtFont.Name = "Arial"
        .VtFont.Size = 9
        .VtFont.Style = VtFontStyleBold
        ' Set text color to Blue.
        .VtFont.VtColor.Set 0, 0, 255
    End With
End Sub

Private Sub Form_Resize()
    LayoutMgr1.OnSize
End Sub

Private Sub List1_Click()
    SelectChartType
End Sub

Private Sub SelectChartType()
    Select Case List1.ListIndex
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Case 0: MSChart1.chartType = VtChChartType3dBar
    Case 1: MSChart1.chartType = VtChChartType2dBar
    Case 2: MSChart1.chartType = VtChChartType3dLine
    Case 3: MSChart1.chartType = VtChChartType2dLine
    Case 4: MSChart1.chartType = VtChChartType3dArea
    Case 5: MSChart1.chartType = VtChChartType2dArea
    Case 6: MSChart1.chartType = VtChChartType3dStep
    Case 7: MSChart1.chartType = VtChChartType2dStep
    Case 8: MSChart1.chartType = VtChChartType3dCombination
    Case 9: MSChart1.chartType = VtChChartType2dCombination
    Case 10: MSChart1.chartType = VtChChartType2dPie
    Case 11: MSChart1.chartType = VtChChartType2dXY
    End Select
    MSChart1.Layout
End Sub

Private Sub FillChartTypeLB()
    ' Fill chart type.
    With List1
        .AddItem "3D Bar"
        .AddItem "2D Bar"
        .AddItem "3D Line"
        .AddItem "2D Line"
        .AddItem "3D Area"
        .AddItem "2D Area"
        .AddItem "3D Step"
        .AddItem "2D Step"
        .AddItem "3D Combination"
        .AddItem "2D Combination"
        .AddItem "2D Pie"
        .AddItem "2D XY"

        ' Set 2D-line as default.
        .ListIndex = VtChChartType2dLine
        .Selected(.ListIndex) = True
    End With
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RainRate.bas

```
DefInt A-Z
Dim Buffer As String
Dim ConnectStatus As Integer

Public Const NotConnected = 1
Public Const NeedPassword = 2
Public Const Connected = 3

'-----------------------
'Comm Control
'-----------------------
'Handshaking

Public Const MSCOMM_HANDSHAKE_NONE = 0
Public Const MSCOMM_HANDSHAKE_XONXOFF = 1
Public Const MSCOMM_HANDSHAKE_RTS = 2
Public Const MSCOMM_HANDSHAKE_RTSXONXOFF = 3

'Event constants
Public Const MSCOMM_EV_SEND = 1
Public Const MSCOMM_EV_RECEIVE = 2
Public Const MSCOMM_EV_CTS = 3
Public Const MSCOMM_EV_DSR = 4
Public Const MSCOMM_EV_CD = 5
Public Const MSCOMM_EV_RING = 6
Public Const MSCOMM_EV_EOF = 7

'Error code constants
Public Const MSCOMM_ER_BREAK = 1001
Public Const MSCOMM_ER_CTSTO = 1002
Public Const MSCOMM_ER_DSRTO = 1003
Public Const MSCOMM_ER_FRAME = 1004
Public Const MSCOMM_ER_OVERRUN = 1006
Public Const MSCOMM_ER_CDTO = 1007
Public Const MSCOMM_ER_RXOVER = 1008
Public Const MSCOMM_ER_RXPARITY = 1009
Public Const MSCOMM_ER_TXFULL = 1010


#If Win32 Then
    Declare Sub SetWindowPos Lib "user32" (ByVal hwnd As Long, ByVal
hWndInsertAfter As Long, ByVal X As Long, ByVal Y As Long, ByVal cx
As Long, ByVal cy As Long, ByVal wFlags As Long)
#Else
    Declare Sub SetWindowPos Lib "USER" (ByVal hwnd%, ByVal
hWndInsertAfter%, ByVal X%, ByVal Y%, ByVal cx%, ByVal cy%, ByVal
wFlags%)
#End If

' ====================================

' Public variables
Public Echo As Boolean          ' Echo On/Off flag.
Public CancelSend As Integer    ' Flag to stop sending a text file.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File Commu.bas

```
Option Explicit

Public Function GetSaveFileName(ByVal DefaultExtension As String,
ByVal Description As String, ByVal DefaultFilename As String) As
String
    Commu.dlgCommonDialog.DefaultExt = DefaultExtension
    Commu.dlgCommonDialog.Filter = Description & " (*." &
DefaultExtension & ")|" & "*" & DefaultExtension & "|All files
(*.*)|*.*"
    Commu.dlgCommonDialog.filename = DefaultFilename
    Commu.dlgCommonDialog.CancelError = True
    On Error GoTo error
    Commu.dlgCommonDialog.ShowSave
    GetSaveFileName = Commu.dlgCommonDialog.filename
error:
End Function

Public Function GetOpenFileName(ByVal DefaultExtension As String,
ByVal Description As String, ByVal DefaultFilename As String) As
String
    Commu.dlgCommonDialog.DefaultExt = DefaultExtension
    Commu.dlgCommonDialog.Filter = Description & " (*." &
DefaultExtension & ")|" & "*" & DefaultExtension & "|All files
(*.*)|*.*"
    Commu.dlgCommonDialog.filename = DefaultFilename
    Commu.dlgCommonDialog.CancelError = True
    On Error GoTo error
    Commu.dlgCommonDialog.ShowOpen
    GetOpenFileName = Commu.dlgCommonDialog.filename
error:
End Function
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File Commu.frm

```
Option Explicit

Private Sub Form_Load()
    Me.Left = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainLeft", 1000)
    Me.Top = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainTop", 1000)
    Me.Width = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainWidth", 6500)
    Me.Height = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainHeight", 6500)
    SaxComm.CommSpy = False
    SaxComm.IgnoreOnComm = True
    SaxComm.ToolbarVisible = False
    SaxComm.StatusbarVisible = True
End Sub

Private Sub Form_Resize()
    SaxComm.Width = ScaleWidth
    SaxComm.Height = ScaleHeight
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    Dim i As Integer
    'close all sub forms
    For i = Forms.Count - 1 To 1 Step -1
        Unload Forms(i)
    Next
    If Me.WindowState <> vbMinimized Then
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainLeft", Me.Left
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainTop", Me.Top
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainWidth", Me.Width
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainHeight", Me.Height
    End If
End Sub

Private Sub mnuCallConnect_Click()
    SaxComm.DoCommand CommCommand_Connect
End Sub

Private Sub mnuCallDisconnect_Click()
    SaxComm.DoCommand CommCommand_Disconnect
End Sub

Private Sub mnuTransferProtocolKermit_Click()
    SaxComm.XferProtocol = Protocol_Kermit
    UpdateTransferProtocolMenu
End Sub

Private Sub mnuTransferProtocolXModem1K_Click()
    SaxComm.XferProtocol = Protocol_XModem1K
    UpdateTransferProtocolMenu
End Sub

Private Sub mnuTransferProtocolXModemChecksum_Click()
    SaxComm.XferProtocol = Protocol_XModemChecksum
    UpdateTransferProtocolMenu
End Sub

Private Sub mnuTransferProtocolXModemCRC_Click()
    SaxComm.XferProtocol = Protocol_XModemCRC
    UpdateTransferProtocolMenu
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub mnuTransferProtocolYModem_Click()
    SaxComm.XferProtocol = Protocol_YModem
    UpdateTransferProtocolMenu
End Sub

Private Sub mnuTransferProtocolYModemG_Click()
    SaxComm.XferProtocol = Protocol_YModemG
    UpdateTransferProtocolMenu
End Sub

Private Sub mnuTransferProtocolZModem_Click()
    SaxComm.XferProtocol = Protocol_ZModem
    UpdateTransferProtocolMenu
End Sub

Private Sub mnuTransferReceiveFile_Click()
    ' Set the DEfault File Type to TExt File (*.mdb)
    Dialog1.Filter = "Database (*.mdb)|*.mdb| All Files (*.*)|*.*"
    'Database file Directory
    Dialog1.InitDir = App.Path ' CurDir
    'DisplaY OPEN Dialog box
    Dialog1.FilterIndex = 1
    ' display the Name of the file that your selected
    Dialog1.ShowSave
    If Len(Dialog1.filename) = 0 Then
            Exit Sub
    End If
    SaxComm.Download = Dialog1.filename

'    SaxComm.DoCommand CommCommand_ReceiveFile
End Sub

Private Sub mnuTransferSendFile_Click()
    ' Set the DEfault File Type to TExt File (*.mdb)
    Dialog1.Filter = "Database (*.mdb)|*.mdb| All Files (*.*)|*.*"
    'Database file Directory
    Dialog1.InitDir = App.Path ' CurDir
    'DisplaY OPEN Dialog box
    Dialog1.FilterIndex = 1
    ' display the Name of the file that your selected
    Dialog1.ShowOpen
    If Len(Dialog1.filename) = 0 Then
            Exit Sub
    End If
    SaxComm.Upload = Dialog1.filename
'    SaxComm.DoCommand CommCommand_SendFile
End Sub

Private Sub mnuFileProperties_Click()
    SaxComm.DoCommand CommCommand_Properties
End Sub

Private Sub mnuFileExit_Click()
    Unload Me
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Sub UpdateTransferProtocolMenu()
    mnuTransferProtocolKermit.Checked = (SaxComm.XferProtocol =
Protocol_Kermit)
    mnuTransferProtocolXModemCRC.Checked = (SaxComm.XferProtocol =
Protocol_XModemCRC)
    mnuTransferProtocolXModem1K.Checked = (SaxComm.XferProtocol =
Protocol_XModem1K)
    mnuTransferProtocolXModemChecksum.Checked = (SaxComm.XferProtocol
= Protocol_XModemChecksum)
    mnuTransferProtocolYModem.Checked = (SaxComm.XferProtocol =
Protocol_YModem)
    mnuTransferProtocolYModemG.Checked = (SaxComm.XferProtocol =
Protocol_YModemG)
    mnuTransferProtocolZModem.Checked = (SaxComm.XferProtocol =
Protocol_ZModem)
End Sub

Private Sub SaxComm_Receive()
    SaxComm.ModemAnswerCommand = "ATS0=1"
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้