สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบไฟฉุกเฉินควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอมพิวเตอร์

EMERGENCY LIGHT CONTROL WITH MICROPROCESSOR AND COMPUTER

T 061510

โดย

นายเจริญจิต หนูด้วง

นายชัยณรงค์ ทองที

นายปราโมทย์ มั่นศรี

นายพูลทรัพย์ แผลงดัสกร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่ 61510
เลขทะเบียน 18 ม.ค. 2549
วัน,เดือน,ปี

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฟฉุกเฉินควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอมพิวเตอร์

EMERGENCY LIGHT CONTROL WITH MICROPROCESSOR AND COMPUTER

โดย

นายเจริญจิต หนูด้วง

นายชัยณรงค์ ทองที

นายปราโมทย์ มั่นศรี

นายพูลทรัพย์ แผลงดัสกร

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.วิจิตร กิณเรศ

อ.ชัยทัต มณีอินทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบไฟฉุกเฉินควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอมพิวเตอร์
EMERGENCY LIGHT CONTROL WITH MICROPROCESSOR AND COMPUTER

ผู้จัดทำ

1. นาย เจริญจิต หนูด้วง รหัสประจำตัว 45015139
2. นาย ชัยณรงค์ ทองที รหัสประจำตัว 45015140
3. นาย ปราโมทย์ มั่นศรี รหัสประจำตัว 45015163
4. นาย พูลทรัพย์ แผลงศัสกร รหัสประจำตัว 45015164

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.ดร.วิจิตร กิณเรศ)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา
(อ.ชัยทัต มณีอินทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฟฉุกเฉินควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอมพิวเตอร์

นาย เจริญจิตต์ หนูด้วง 45015139
นาย ชัยณรงค์ ทองที 45015140
นาย ปราโมทย์ มั่นศรี 45015163
นาย พูลทรัพย์ แผลงดัสกร 45015164
รศ.ดร. วิจิตร กิณเรศ อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. ชัยทัต มณีอินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ นำเสนอเครื่องต้นแบบระบบไฟฉุกเฉิน ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย ผ่านทางพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-485 มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหัวใจหลักในการควบคุมการทำงานของระบบไฟฉุกเฉิน ในส่วนของคอมพิวเตอร์ได้เขียนโปรแกรมสนับสนุนการทำงานต่าง ๆ ของระบบไฟฉุกเฉิน เช่น การตรวจสอบสภาพของหลอด วันเวลาที่เกิดไฟดับ ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ รวมถึงการแสดงสถานะต่าง ๆ ของชุดไฟฉุกเฉินแต่ละตัวในระบบ ซึ่งจะทำให้เป็นการสะดวกอย่างยิ่งในการควบคุมและตรวจสอบระบบไฟฉุกเฉิน เพราะถ้าไฟฉุกเฉินชุดใดเกิดการทำงานที่ผิดพลาดขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะส่งสัญญาณให้คอมพิวเตอร์และแสดงผลทางหน้าจอให้ผู้ควบคุมระบบทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Emergency Light Control with Microprocessor and Computer

Jareanjit Nuduang
chainarong Tongtee
Pramote Mansree
Poonsub Plangdassakon
Assoc.Prof. Dr.Vijit Kinnaret Advisor
Chaitut Maneeint Advisor
2004

ABSTRACT

This project presents an emergency light prototype controlled by microprocessor and computer connected a network via serial ports rs-485 which has micro controller as a main part in controlling operation of emergency light. On the computer-based part, a supporting program is created for all processes of the system such as condition check of lamp status, time and date of main power line fault, level of battery, monitoring of system status for each in the network. This system offers convenience on controlling and checking the emergency light system. If microcontroller is operation fault. Microcontroller will transfer data forward to computer and show display data on monitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือต่างๆ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญ ที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ก็คือ รศ.ดร.วิจิตร กิณเรศ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งคอยแนะนำ เอาใจใส่ และเป็นห่วงเป็นใยมาตลอด และ อ.ชัยทัต มณีอินทร์ ก็เป็น อาจารย์ที่ปรึกษาอีกคนที่คอยแนะนำช่วยเหลือต่างๆในโครงงาน ตลอดจนพี่ๆอีกหลายคน เช่น คำแนะนำดีๆในการเขียนโปรแกรม จากพี่หมอ แหล่งเงินทุนดีๆที่ใช้ในโครงงาน จากพี่ขำ และคอมพิวเตอร์เอื้ออาทรสำหรับเขียนโปรแกรม จากพี่โมทย์ รวมทั้งฝ่ายให้กำลังใจและให้ความบันเทิงระหว่างทำโครงงานทุกๆท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 แบตเตอรี่และการอัดประจุแบตเตอรี่	3
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแบตเตอรี่	3
2.2 พารามิเตอร์ในการอัดประจุ	4
2.3 หลักการประจุไฟฟ้าของเครื่องประจุแบตเตอรี่	4
2.4 วิธีการอัดประจุของแบตเตอรี่	5
2.5 การอัดประจุแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด โดยทั่วไป	9
2.6 ลักษณะการประยุกต์ใช้งาน	9
บทที่ 3 ไมโครคอนโทรลเลอร์	11
3.1 หน่วยประมวลผลกลาง	12
3.2 หน่วยความจำ	12
3.3 รีจีสเตอร์	14
3.4 รีจีสเตอร์ตัวนับโปรแกรมหรือโปรแกรมเคาน์เตอร์	15
3.5 สแต็กในไมโครคอนโทรลเลอร์	15
3.6 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์	16
3.7 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	18
3.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876A	19
บทที่ 4 ระบบการสื่อสาร	24
4.1 ลักษณะของการสื่อสาร	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.2 ลักษณะของการสื่อสารตามมาตรฐาน 26

4.3 เหตุผลในการเลือกใช้มาตรฐาน RS-485 30

4.4 ตัวแปลงสัญญาณ 33

บทที่ 5 การออกแบบและหลักการทำงาน 36

5.1 หลักการทำงานโดยรวม 36

5.2 ความสามารถและคุณสมบัติทางเทคนิคของ EMERGENCY LIGHT 37

5.3 การเลือกขนาดแบตเตอรี่ 37

5.4 วงจรควบคุมชุดไฟฉุกเฉิน 38

5.5 วงจรการทำงานรวม 40

5.6 ระบบ NETWORK 43

5.7 การทำงานของโปรแกรม 45

5.8 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมไฟฉุกเฉิน 47

บทที่ 6 การทดลองและผลการทดลอง 57

6.1 ทดลองการชาร์จแบตเตอรี่ 57

6.2 ทดลองสำรองไฟฉุกเฉิน 59

6.3 ทดลองการส่งข้อมูล 61

บทที่ 7 บทวิจารณ์และสรุป 64

7.1 วิเคราะห์ผลของโครงงาน 64

7.2 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไข 64

7.3 ข้อเสนอแนะ 65

ภาคผนวก

ภาคผนวก(ก) รูปชิ้นงาน

ภาคผนวก(ข) Data sheet

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 ทิศทางการไหลของกระแสประจุแบตเตอรี่ 5
รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันในการอัดประจุแบบกระแสคงที่ 6
รูปที่ 2.3 ค่าแรงดันและกระแสของเครื่องอัดประจุแบบแรงดันคงที่ 7
รูปที่ 2.4 กราฟผลกระแสและแรงดันเมื่อทำการประจุแบบวิธีร่วม 8
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบหลักเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ 11
รูปที่ 3.2 แสดงกลไกการทำงานของสแต็กอย่างง่าย 16
รูปที่ 3.3 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบพรินซ์ตันหรือฟอน นิวแมน 17
รูปที่ 3.4 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบฮาร์วาร์ด 18
รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะการจัดขาของ PIC16F876A 21
รูปที่ 4.1 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม 24
รูปที่ 4.2 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม 24
รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการสื่อสารแบบขนาน 25
รูปที่ 4.4 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนาน 25
รูปที่ 4.5 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้กับมาตรฐาน RS-232-C 27
รูปที่ 4.6 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้กับมาตรฐาน RS-423 28
รูปที่ 4.7 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้มาตรฐาน RS-422 29
รูปที่ 4.8 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้กับการเชื่อมต่อแบบ Current Loop 29
รูปที่ 4.9 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้มาตรฐาน RS-485 30
รูปที่ 4.10 แสดงการเชื่อมต่อเครือข่ายตามาตรฐาน RS-485 31
รูปที่ 4.11 แสดงช่วงของกระแสและแรงดันในการทำงาน 31
รูปที่ 4.12 แสดงเครือข่ายที่สมมูลกันตามาตรฐาน RS-485 32
รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและอัตราการส่งข้อมูล 32
รูปที่ 4.14 แสดงโครงสร้างของตัวแปลงสัญญาณ 33
รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของไอซี MAX-488 34
รูปที่ 4.16 แสดงการเชื่อมต่อเครือข่ายของไอซี MAX-488 35
รูปที่ 4.17 แสดงวงจรของอแคปเตอร์ 35
รูปที่ 5.1 BLOCK DIAGRAM การทำงานของระบบ 36
รูปที่ 5.2 วงจร CHARG BATTERY 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 5.3 วงจรกำเนิดฐานเวลา 39
รูปที่ 5.4 วงจรตรวจสอบหลอด 40
รูปที่ 5.5 วงจรการทำงานรวม 42
รูปที่ 5.6 วงจรแปลงสัญญาณ RS232 เป็น RS485 43
รูปที่ 5.7 Block diagram การวางระบบ 44
รูปที่ 5.8 FLOW CHART MAIN PROGRAM 45
รูปที่ 5.9 FLOW CHART INTERRUPT 46
รูปที่ 5.10แสดงหน้าต่างโปรแกรมการรับส่งข้อมูลไฟดับ 47
รูปที่ 5.11 แสดงการเก็บข้อมูลลงในตารางฐานข้อมูล 48
รูปที่ 5.12 แสดงผลรายงานข้อมูลที่รับมาจากชุดไฟฉุกเฉิน 49
รูปที่ 5.13 แสดงหน้าต่างโปรแกรมส่วนทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์ไฟฉุกเฉิน 50
รูปที่ 5.14 แสดงการทดสอบความผิดปกติหลอดไฟของชุดไฟฉุกเฉิน 51
รูปที่ 5.15 แสดงการทดสอบระดับแรงดันแบตเตอรี่ 52
รูปที่ 5.16 แสดงการจัดสำรองข้อมูล 53
รูปที่ 5.17 แสดงข้อมูลถูกจัดเก็บ 54
รูปที่ 5.18 แสดงตัวอย่างการเลือกเปิดข้อมูลที่สำรองไว้สำรอง 55
รูปที่ 5.19 แสดงข้อมูลที่สำรองไว้ 56
รูปที่ 6.1 กราฟแสดงค่าแรงดันขณะชาร์จแบตเตอรี่ 58
รูปที่ 6.2 กราฟแสดงค่ากระแสขณะชาร์จแบตเตอรี่ 58
รูปที่ 6.3 กราฟแสดงค่าแรงดันขณะทดลองสำรองไฟฉุกเฉิน 60
รูปที่ 6.4 กราฟแสดงค่ากระแสขณะทดลองสำรองไฟฉุกเฉิน 60
รูปที่ 6.5 แสดงผลรายงานข้อมูลต่างๆที่รับมาจากชุดไฟฉุกเฉิน 61
รูปที่ 6.6 แสดงหน้าต่างโปรแกรมส่วนทดสอบหลอด 62
รูปที่ 6.7 แสดงการทดสอบความผิดปกติของหลอดไฟของชุดไฟฉุกเฉิน 62
รูปที่ 6.8 แสดงการตรวจสอบระดับแรงดันแบตเตอรี่ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าแรงดันและกระแสขณะชาร์จแบตเตอรี่ 57
ตารางที่ 6.2 แสดงค่าแรงดันและกระแสขณะทดลองสำรองไฟฉุกเฉิน 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ไฟฉุกเฉินที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะติดตั้งอยู่ตามจุดต่าง ๆ ที่สำคัญในอาคาร เพื่อใช้ส่องสว่างในช่วงเวลาที่ระบบไฟฟ้าเกิดขัดข้อง ซึ่งภายในอาคารแต่ละแห่งจะติดตั้งไฟฉุกเฉินเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมแซมเมื่อเกิดเหตุผิดปกติกับตัวเครื่อง เพราะไฟฉุกเฉินทั่ว ๆ ไปจะไม่สามารถรายงานสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ ทำให้ยากในการตรวจสอบและดูแลให้ไฟฉุกเฉินทำงานได้สมบูรณ์ทั้งระบบ ดังนั้นโครงงานการควบคุมระบบไฟฉุกเฉินด้วยคอมพิวเตอร์จึงได้ถูกออกแบบมาเพื่อแก้ไขปัญหานี้ เพราะจะติดตั้งไฟฉุกเฉินรวมกันเป็นระบบเครือข่าย (Network) โดยมีคอมพิวเตอร์เป็นศูนย์กลางการควบคุม ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถตรวจสอบ รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน ที่มีอยู่ในชุดไฟฉุกเฉินแต่ละเครื่อง รวมถึงรายงานผลที่เกิดขึ้นกับชุดไฟฉุกเฉินตลอดระยะเวลาการทำงานเช่น จำนวนครั้งและวันเวลาที่เกิดไฟดับ,ระดับแรงดันของแบตเตอรี่,สภาพของหลอดไฟ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาและเกิดความสะดวงอย่างยิ่งในการซ่อมแซม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของชุดไฟฉุกเฉิน
2. เพื่อศึกษาการทำงาน การรับและส่งข้อมูลผ่านมาตรฐานพอร์ตอนุกรม RS-485
3. เพื่อนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานควบคุมชุดไฟฉุกเฉิน
4. เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบชุดไฟฉุกเฉินที่มีการทำงานเป็นระบบเครือข่ายที่สามารถควบคุมได้ด้วยคอมพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สร้างชุดไฟฉุกเฉินที่สามารถควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์
2. สามารถควบคุมชุดไฟฉุกเฉินหลาย ๆ เครื่องเป็นระบบเครือข่ายผ่านทางคอมพิวเตอร์
3. สามารถรายงานการทำงานหรือความผิดปกติของชุดไฟฉุกเฉินแต่ละตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์เล่มนี้ประกอบด้วย

- บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานของแบตเตอรี่และการอัดประจุแบตเตอรี่
- บทที่ 3 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์
- บทที่ 4 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานของระบบเครือข่าย มาตรฐานการส่งแบบต่าง ๆ และเหตุผลในการเลือกใช้มาตรฐาน RS-485
- บทที่ 5 กล่าวถึงหลักการที่นำมาใช้ในการออกแบบรวมของโครงงาน
- บทที่ 6 กล่าวถึงการทดลองต่าง ๆ ที่ได้ทำการทดลองขึ้นและผลการทดลองที่บันทึกไว้โดยจะแสดงผลในรูปแบบของตารางและกราฟ เพื่อให้สามารถเข้าใจและวิเคราะห์ผลได้ง่ายขึ้น
- บทที่ 7 จะเป็นบทสรุปและวิจารณ์โครงงานว่าเป็นอย่างไร ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข ตลอดจนข้อแนะนำ เพื่อใช้ปรับปรุงให้โครงงานสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แบตเตอรี่และการอัดประจุแบตเตอรี่

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นแบบตะกั่ว-กรด ซึ่งเราจะกล่าวถึงแบตเตอรี่ แบบตะกั่ว-กรดชนิดต่าง ๆ อย่างกว้าง ๆ ได้ดังนี้

2.1.1 แบตเตอรี่แบบตะกั่ว – กรดโดยที่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น (Non spill lead – acid Battery)

แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

ก. แบตเตอรี่แบบมาตรฐาน (Standard Battery)

แบตเตอรี่ชนิดนี้เมื่อไม่ได้ใช้งานจะมีการคายประจุด้วยตนเอง (Self - discharge) ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมต้องมีการอัดประจุใหม่ ทุก ๆ 4-6 สัปดาห์ เพื่อชดเชยค่าการคายประจุด้วยตนเอง แบตเตอรี่นี้เหมาะสำหรับใช้งานในช่วงสั้น ๆ

ข.แบตเตอรี่ถาวร (Permanent Battery)

แบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถเก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ได้หลายเดือน โดยไม่ต้องมีการดูแลรักษาและสามารถอัดประจุให้กับแบตเตอรี่ทุก ๆ 10 เดือนและมีการคายประจุด้วยตนเองต่ำ เนื่องจากใช้ตะกั่วผสม (Lead Alloy) ชนิดพิเศษ เหมาะสำหรับใช้งานพิเศษที่ต้องการใช้งานสูงกว่า แบบมาตรฐาน (Standard Battery)

2.1.2 แบตเตอรี่แบบตะกั่ว – กรดที่มีการปิดผนึก (Recombining seal lead – acid Battery)

ปกติแล้วเมื่อแบตเตอรี่อัดประจุจนถึงระดับที่อัดประจุสูงกว่าปกติ (Over charge) กรดฟลูริกที่เป็นอิเล็กโตรไลต์จะเกิดปฏิกิริยาเป็นก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนทำให้ความเข้มข้นของอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นเราต้องมีการเติมน้ำกลั่นมิฉะนั้นแบตเตอรี่จะเสื่อมคุณภาพได้ การเติมน้ำกลั่นเป็นการจำกัดในการใช้งานแบตเตอรี่ ฉะนั้นเราจึงมีการพัฒนาแบตเตอรี่ใช้งานโดยไม่ต้องเติมน้ำกลั่น ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

ก.แบตเตอรี่แบบไม่ต้องรวม(Non - Recombining) หรือรวมบางส่วน(Partially Recombinnig)

แบตเตอรี่ชนิดนี้ไม่ต้องบำรุงรักษาใด ๆ และไม่ต้องอัดประจุให้ถึงระดับ Over charge เพื่อให้แบตเตอรี่เต็ม ในกรณีที่อุณหภูมิใช้งานสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมมาก ๆ แบตเตอรี่จะเกิดก๊าซทำให้ความดันสูงขึ้น ซึ่งแบตเตอรี่จะมีวาล์วคอยเปิดให้ก๊าซออกไปในทันที และวาล์วจะปิดโดยอัตโนมัติเมื่อความดันก๊าซต่ำลง ด้วยเหตุนี้จึงใช้แบตเตอรี่แบบนี้ได้กับทุกสภาวะแวดล้อมแบตเตอรี่แบบนี้จะปิดผนึกไว้ ซึ่งภายในแบตเตอรี่จะไม่เกิดก๊าซอีกทั้งมีความต้านทานภายในต่ำและจ่ายกระแสได้สูง ภายใต้การอัดประจุแบบรักษาระดับแรงดันคงที่ จะอัดประจุด้วยกระแสอัดประจุสูง ๆ ในตอนเริ่มต้น และในขั้นที่ 2 เมื่อแรงดันย้อนกลับของแบตเตอรี่เริ่มสูงขึ้น และต้องควบคุมกระแสในการอัดประจุ เมื่อแบตเตอรี่เต็มจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาระดับแรงดันแบตเตอรี่โดยลดกระแสให้เหลือน้อย เพื่อไม่ให้เกิด Over voltage และป้องกัน electrolyte loss partially recombining แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรดที่มีขนาดความจุเดียวกัน สามารถต่อกันแบบอนุกรมหรือแบบขนานใช้แรงดันต่ำ และกระแสสูง ๆ แบตเตอรี่นี้สามารถอัดประจุและจ่ายประจุได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ –20 ถึง 50 องศาเซลเซียส ซึ่งดีกว่าแบบนิกเกิล-แคดเมียม (Nickel-Cadmium)

ข. แบตเตอรี่ แบบรวมสมบูรณ์ (Fully Recombining)

โครงสร้างคล้าย ๆ กับแบบ Standard Cylindrical Ni-Cad เหมาะสำหรับใช้งาน Standby มีการรวมตัวของออกซิเจน (O_2) ที่ดี ก๊าซเกิดขึ้น คือ H_2 และ O_2 จะรวมตัวกันเป็นน้ำทำให้ปริมาตรของอิเล็กโตรไลต์ไม่ลดลง อายุการใช้งานขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน และสภาวะแวดล้อม มีความต้านทานต่ำ อัตราการ discharge สูง ใช้ Alloy grid ชนิดพิเศษ การอัดประจุส่วนใหญ่เป็นแบบ constant voltage , constant current , pulse charging และอื่น ๆ

2.2 พารามิเตอร์ในการอัดประจุ

2.2.1 การชดเชยทางอุณหภูมิของการอัดประจุ โดยการอัดประจุจะปรับแต่งค่าแรงดันที่อัดประจุ ซึ่งต้องมีการชดเชยทางอุณหภูมิ โดยการตรวจจับอุณหภูมิของสภาวะแวดล้อม

2.2.2 เวลาที่อัดประจุเสร็จ เวลาที่แบตเตอรี่จะถูกอัดประจุเต็มขึ้นอยู่กับสภาวะการดิสชาร์จ และลักษณะการอัดประจุ รวมทั้งอุณหภูมิด้วย

2.2.3 อุณหภูมิในขณะการอัดประจุ ควรทำการอัดประจุที่อุณหภูมิในช่วง 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในการอัดประจุจะมีประสิทธิภาพที่ดี ก็คือในช่วง 5 ถึง 30 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือสูงกว่าที่กำหนด อาจทำให้การอัดประจุได้ไม่มากหรือร้อนเกินไป

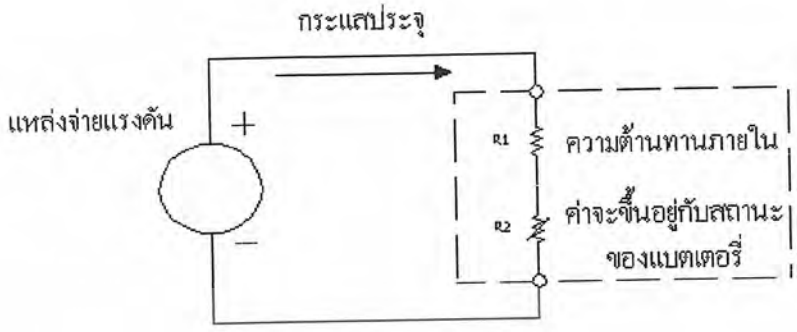
2.2.4 การชาร์จประจุเกิน การอัดประจุเพิ่มขึ้นอีกหลังจากแบตเตอรี่อัดประจุเต็มแล้วเรียกว่าโอเวอร์ชาร์จ (Overcharge) ซึ่งเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีผลทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง

2.3 หลักการประจุไฟฟ้าของเครื่องประจุแบตเตอรี่

เครื่องประจุแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ซึ่งจะให้ระดับแรงดันสูงกว่าระดับแรงดันของแบตเตอรี่ในขณะที่มีการเก็บประจุ ในการประจุแบตเตอรี่จะให้ขั้วบวกของเครื่องประจุต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ โดยกระแสที่ทำการประจุจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของกระแสที่แบตเตอรี่จ่ายออกมา ดังแสดงในรูปที่ 2.1 จากรูปวงจรที่ใช้ในการประจุแบตเตอรี่แสดงให้เห็นว่าการประจุเราต้องพิจารณาถึงตัวต้านทาน 2 ตัวภายในแบตเตอรี่คือ R1 จะเป็นค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่เอง จะมีอยู่ในแบตเตอรี่เสมอไม่ว่าแบตเตอรี่นั้นกำลังประจุหรือคายประจุอยู่โดยจะมีค่ามากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีค่ามากเมื่อเป็นแบตเตอรี่ชนิด Low Rated Charge – Discharge เมื่อเราใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้ในอัตรากระแสที่สูงจะทำให้เกิดความสูญเสียมากเนื่องจาก Loss = $I^2 \times R$ แต่ถ้าเป็นแบตเตอรี่ชนิด High Rate ค่าความต้านทานตัวนี้จะมีค่าน้อยมาก ทำให้สามารถใช้กระแสสูง ๆ ได้โดยกำลังสูญเสียไม่มาก ส่วน R2 นั้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปโดยขึ้นอยู่กับสถานะการหมดประจุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่คายประจุหมดเต็มที่ ค่าความต้านทานตัวนี้จะมีค่าต่ำ ดังนั้นกระแสที่ใช้ในการประจุจึงมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสูง อย่างไรก็ตามเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมดหรือประจุจนเต็มที่แล้ว ค่าความต้านทาน R2 นี้จะมีค่าสูงขึ้น ทำให้กระแสที่ใช้ในการประจุมีค่าลดลง



รูปที่ 2.1 ทิศทางการไหลของกระแสประจุแบตเตอรี่

นอกจากนี้สิ่งที่ควรทราบอย่างยิ่งในการประจุแบตเตอรี่มีดังต่อไปนี้

ระดับแรงดันที่ใช้ประจุ

Float Charge คือ การประจุแบตเตอรี่ด้วยระดับแรงดันแบบธรรมดามีค่าไม่สูงอยู่ที่ค่าประมาณ 2.13 – 2.25 V/Cell ในภาวะปกติของการประจุจะใช้ระดับแรงดันนี้

Equalizing Charge ในบางครั้งแบตเตอรี่ที่ใช้อยู่ไม่ถูกใช้งาน หรือใช้งานน้อยทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีเสื่อมลง จึงควรมีการกระตุ้นแบตเตอรี่บ้างประมาณ 72 ชม.ต่อปี โดยระดับแรงดันที่ใช้ประจุประมาณ 2.3 – 2.55 V/Cell

End of Cell Voltage

คือ จุดต่ำสุดของแรงดันในการพิจารณาว่าแบตเตอรี่คายประจุหมดแล้ว มีค่าไม่แน่นอนประมาณ 1.5 – 1.8 V/Cell ถ้าหากปล่อยให้แบตเตอรี่คายประจุจนต่ำกว่าค่า End of cell แล้วจะทำให้แบตเตอรี่ตายไม่สามารถอัดประจุด้วยวิธีธรรมดาได้ ต้องประจุแบบรุนแรงเป็นจังหวะแบบการปั๊มหัวใจเพื่อให้แบตเตอรี่ฟื้น

2.4 วิธีการอัดประจุของแบตเตอรี่

แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดดังนี้

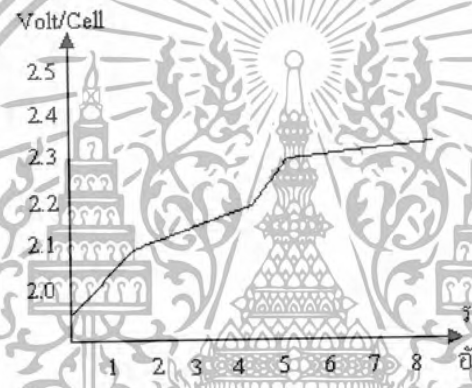
2.4.1 การอัดประจุแบบกระแสคงที่ (Constant Current Charging)

วิธีนี้มีข้อดีตรงที่ว่าไม่จำเป็นต้องมีการชดเชยทางอุณหภูมิเหมือนกับการชาร์จแบบแรงดันคงที่ (Constant Voltage Charging) แต่ก็มีข้อเสียคือต้องระวังเรื่องเวลาในการอัดประจุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการอัดประจุด้วยกระแสสูง ๆ ซึ่งแบตเตอรี่จะเต็มภายในระยะเวลาอันสั้น ๆ เท่านั้น การอัดประจุด้วยอัตราสูงมีผลทำให้แรงดันที่แบตเตอรี่สูงเกินไป น้ำจะเกิดแตกตัวและมีความร้อนเกิดขึ้น การอัดประจุแบบนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจใช้ในการอัดประจุใหม่ให้กับแบตเตอรี่ที่เก็บไว้นานแล้ว ซึ่งสามารถอัดประจุแบตเตอรี่ได้ทีเดียวหลาย ๆ ลูก

การประจุแบตเตอรี่แบบกระแสคงที่นับว่าเป็นการประจุที่มีประสิทธิภาพกว่าการประจุแบบแรงดันคงที่ แต่การประจุแบบกระแสคงที่นี้ จะใช้เวลาการประจุนานกว่าแบบแรงดันคงที่ ทั้งนี้การประจุแบบกระแสคงที่นี้จะถูกจำกัดปริมาณการประจุกระแสจากเครื่องประจุเข้าวงจรแบตเตอรี่เป็นจำนวนแอมป์ต่อชั่วโมง ดังนั้นแบตเตอรี่จะได้รับการประจุเป็นไปตามที่กำหนด เมื่อเป็นเช่นนี้อาจเป็นที่สงสัยว่าทำไมไม่ตั้งกระแสในการประจุสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้ใช้เวลาในการประจุน้อยลง แต่ผลที่ตามมา คือจะเกิดความเสียหายขึ้นกับแบตเตอรี่ ความร้อยที่เกิดขึ้นภายในเซลล์แบตเตอรี่จะสูงขึ้นตามปริมาณของกระแสที่ทำการประจุและในที่สุดแผ่นเพลทของแบตเตอรี่ที่เป็นวัสดุแอคทีฟ(Active Material) ของเซลล์แบตเตอรี่จะเกิดการคดงอ แตก หรือเกิดการร้าวอันเนื่องจากความร้อนนี้ ถ้าเซลล์แบตเตอรี่เกิดความร้อนสูงกว่าปกติมาก ๆ หรือความร้อนในเซลล์สูงกว่ากำหนดจะทำให้เซลล์แบตเตอรี่เกิดการระเบิดขึ้นได้



รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันในการอัดประจุแบบกระแสคงที่

2.4.2 การอัดประจุแบบแรงดันคงที่ (Constant Voltage Charging)

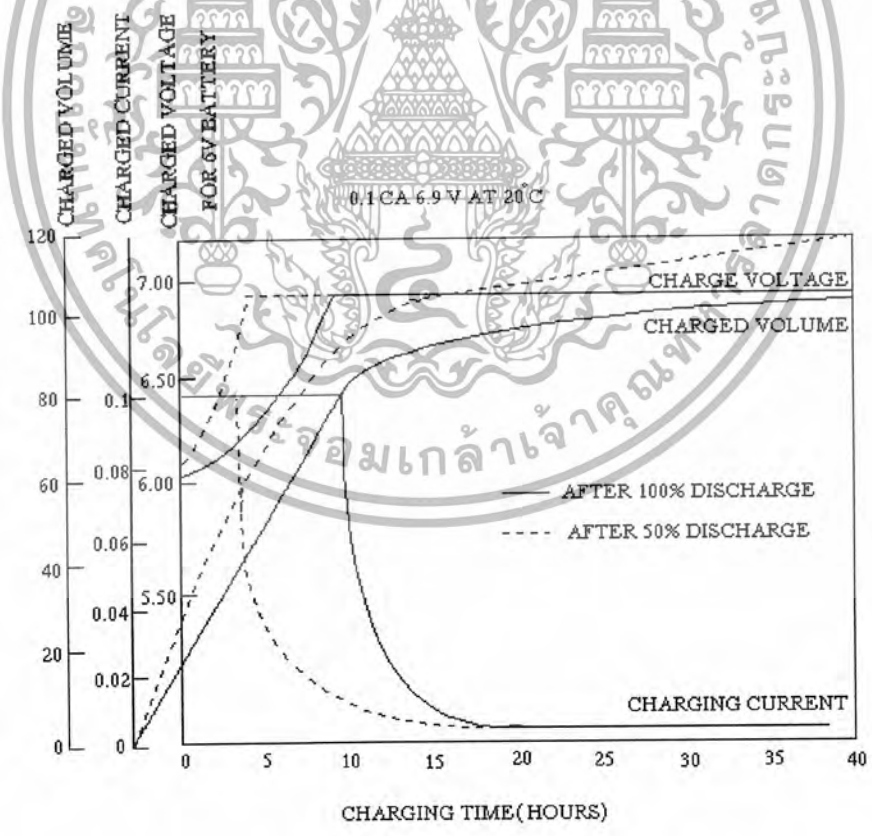
อาจจะใช้ในกรณีที่ต้องการให้แบตเตอรี่อยู่ในสภาวะประจุเต็ม (Fully charge) เสมอโดยต้องระวังเรื่องอัตราการอัดประจุสูงเกินไป ซึ่งการอัดประจุแบบนี้ทำให้แรงดันทางด้านเอาท์พุทมีเสถียรภาพพร้อมทั้งมีความจุกระแสสูง สำหรับในช่วงที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่าต่ำ ๆ ความต้านของแบตเตอรี่มีค่าน้อยมาก ฉะนั้นกระแสที่อัดประจุจึงมีค่าสูงมาก เป็นผลทำให้เครื่องอัดประจุต้องมีขนาดที่ใหญ่ และราคาแพง อีกทั้งยังทำให้เกิดความร้อนภายในแบตเตอรี่ซึ่งปกติเครื่องอัดประจุแบบแรงดันคงที่นี้ จะมีอุปกรณ์ช่วยในการจำกัดกระแสเริ่มต้นโดยใช้ Constant current regulation ซึ่งในช่วงสุดท้ายของการอัดประจุ กระแสจะถูกลดลงอย่างอัตโนมัติ ซึ่งไม่ทำให้เกิดการสลายตัว

จากที่เราได้ทราบมาแล้วว่าการประจุแบบกระแสคงที่ เราจะทำการประจุอย่างรวดเร็วไม่ได้ ต่อไปนี้เราจะได้ศึกษาถึงการประจุแบบแรงดันคงที่ในการประจุแบบนี้จะใช้เวลาในการประจุน้อยกว่าการประจุแบบกระแสคงที่ระยะเวลาในการประจุจะใช้น้อยเท่าไหร่นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของการประจุว่าจ่ายกระแสออกมายังวงจรแบตเตอรี่มากน้อยเพียงไร โดยทั่วไปเครื่องประจุจะสามารถจ่ายกระแสออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ 50% ของค่าความจะแบตเตอรี่ที่นำมาทำการประจุเช่นแบตเตอรี่ขนาด 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง จะใช้เวลาในการประจุเท่ากับ 2 ชั่วโมง

การประจุแบตเตอรี่เกิดจากเมื่อแบตเตอรี่ถูกนำเอาพลังงานออกไปใช้งานจะต้องมีการประจุไฟให้กับแบตเตอรี่มีประจุเต็มดังเดิม การประจุโดยระบบแรงดันคงที่ทำโดยการใช้เครื่องประจุหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นตัวกำเนิดโวลท์เตจขึ้นมา แล้วป้อนเข้าแบตเตอรี่ แต่การกำเนิดโวลท์เตจจากเครื่องประจุหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น อาจจะมีโวลท์เตจที่ไม่คงที่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องมีตัวควบคุมโวลท์เตจที่นำเข้ามาประจุแบตเตอรี่ให้คงที่อยู่ตลอดเวลาของการประจุซึ่งตัวนี้เราเรียกกันทั่วไปว่า วงจรเร็กกูเลเตอร์ (Voltage Regulator) ดังนั้นวงจรเร็กกูเลเตอร์นี้จะทำหน้าที่ให้แบตเตอรี่ได้รับการประจุที่คงที่ และนับเป็นวงจรที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการประจุแบบแรงดันคงที่ และในทำนองเดียวกันถ้าหากแรงดันเร็กกูเลเตอร์นี้เสียจะทำให้แบตเตอรี่ได้รับระดับโวลท์เตจที่ไม่ถูกต้องซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่ได้รับการประจุมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งระดับแรงดันทั้งสองที่กล่าวมานี้จะทำให้แบตเตอรี่เกิดความเสียหายได้ การใช้วงจรเร็กกูเลเตอร์จะมีค่าแรงดันเท่าไหร่นั้นจะต้องดูที่คู่มือของแบตเตอรี่นั้น ๆ เป็นหลัก ในกรณีที่ไม่มีหนังสือคู่มือใช้หลักการดังนี้ คือให้ใช้จำนวนแรงดันในการประจุต่อเซลล์คูณด้วยจำนวนเซลล์ของแบตเตอรี่ที่ทำการประจุ เช่น แบตเตอรี่ 24 เซลล์จะปรับระดับแรงดันของเครื่องประจุเท่ากับ 2.15 คูณ 24 เท่ากับ 51.3 โวลท์ ขณะที่ทำการประจุปกติ



รูปที่2.3 ค่าแรงดันและกระแสของเครื่องอัดประจุแบบแรงดันคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

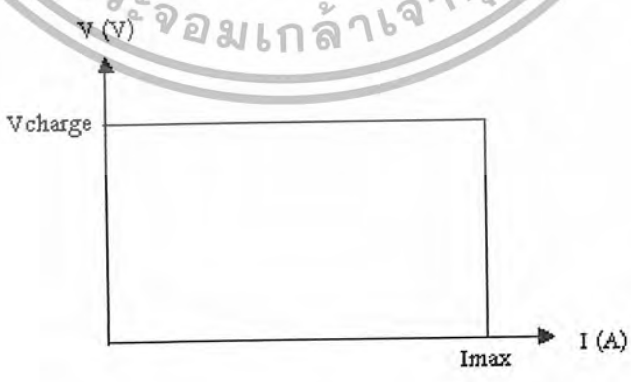
2.4.3 การอัดประจุแบบลดค่ากระแส (Tapered Current Charging)

เป็นวิธีการอัดประจุแบตเตอรี่ที่ง่ายไม่ซับซ้อนและราคาถูก วงจรการอัดประจุประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง , วงจรเร็กติฟายเออร์ และค่าความต้านทานที่เหมาะสมสำหรับการจำกัดกระแส แต่วิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับการอัดประจุแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรดปิดผนึก เนื่องจากกระแสที่ใช้อัดประจุจะกระเพื่อมตามแรงดันไฟไลน์(แรงดันไฟของระบบ) ซึ่งทำให้แรงดันแบตเตอรี่เปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ก็สามารถลดผลอันนี้ได้โดยการใช้หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังที่มีแรงดันด้านทุติยภูมิสูงกว่าแรงดันแบตเตอรี่และเลือกค่าความต้านทานที่เหมาะสมในการจำกัดกระแส โดยที่การอัดประจุแบบนี้สามารถใช้แทนการอัดประจุแบบกระแสคงที่ได้ ไม่เพียงเฉพาะการอัดประจุแบตเตอรี่หลาย ๆ ลูกในครั้งเดียวเท่านั้น ยังสามารถใช้ในระบบ Trickel charge ได้อีกด้วย

2.4.4 การอัดประจุแบบรวม (Combination Charging of Two - step)

วิธีนี้บางทีเราเรียกว่า "two-step" หรือ "two-rate" เกิดจากการรวม 2 วิธี คือ การประจุแบบกระแสคงที่กับการประจุแบบแรงดันคงที่เข้าด้วยกัน โดยขั้นแรกจะใช้วิธีการอัดประจุแบบกระแสคงที่คือจะจำกัดกระแสสูงสุดที่แบตเตอรี่ทนได้ไว้ และขั้นตอนที่สองเราจะอัดประจุด้วยแรงดันคงที่ การสวิทช์จากขั้นแรกไปยังขั้นที่สองอาจทำได้หลายวิธีเช่น ตรวจสอบแรงดันที่แบตเตอรี่หรือควบคุมเวลาในการอัดประจุหรือตรวจสอบกระแสในการอัดประจุเป็นต้น โดยลักษณะการอัดประจุแสดงได้จากรูปที่ 2.4

จากกราฟในช่วงแรกจะควบคุมให้กระแสคงที่โดยไม่เกินค่ากระแสสูงสุดที่แบตเตอรี่จะทนได้ เพราะค่าความต้านทานในแบตเตอรี่เมื่อคายประจุหมดจะมีค่าต่ำมากทำให้กระแสสูง ในช่วงนี้จะสังเกตเห็นว่าแรงดันจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามค่าความต้านทานของแบตเตอรี่ที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งแรงดันเพิ่มถึงระดับที่กำหนดในการชาร์จก็จะทำการเปลี่ยนมารักษาให้แรงดันคงที่แทนในช่วงนี้กระแสจะค่อย ๆ ลดลงจนใกล้เป็นศูนย์แสดงว่าการประจุแบตเตอรี่ใกล้เต็มแล้ว



รูปที่ 2.4 กราฟผลกระแสและแรงดันเมื่อทำการประจุแบบวิธีร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การอัดประจุแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด โดยทั่วไป

ในการอัดประจุแบตเตอรี่ชนิดนี้ จะมีการจำกัดกระแสที่ใช้อัดประจุและแรงดันต้องพยายามให้คงที่มากที่สุด ปริมาณกระแสที่ใช้อัดประจุโดยปกติจะจำกัดอยู่ที่ 0.1 C สำหรับ Lead-antimony Battery และ 0.3 C สำหรับ Lead-calcium Battery เมื่อ C คือความจุแบตเตอรี่ (หน่วย Ampere – hour (Ah)) ถ้าหากการอัดประจุโดยใช้กระแสมากเกินไป จะทำให้อุณหภูมิภายในแบตเตอรี่สูงและทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลง และถ้าหากอัดประจุที่กระแสน้อยเกินไปจะทำให้มี Lead-sulfate เกาะหลงเหลืออยู่ในแผ่นเพลท (plate) ของแบตเตอรี่ ซึ่งจะทำให้การจ่าย Ampere-hour ไม่ได้เท่ากับพิกัดของแบตเตอรี่ และถ้าต้องการให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานยาวนาน แรงดันพีคทูพีค (peak to peak) ซึ่งเป็นแรงดันเอาท์พุทของอุปกรณ์อัดประจุแบตเตอรี่ ควรจะมีค่าไม่เกิน 0.5 % ของแรงดันดีซี พึงระลึกเสมอว่า การอัดประจุแบตเตอรี่ที่ค่าพิกัดของแบตเตอรี่ จะสามารถยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้ยาวนานขึ้น

2.6 ลักษณะการประยุกต์ใช้งาน

ลักษณะในการประยุกต์ใช้งานการประจุแบตเตอรี่ของ Seal lead-acid Battery สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

2.6.1 การใช้งานแบบเป็นวนรอบ (Cyclic Operation)

การทำงานเป็นรอบ ๆ ต้องการเวลาในการอัดประจุสั้น ๆ และต้องป้องกันการอัดประจุและดิสชาร์จเกิน (คายประจุเกิน) สิ่งที่สำคัญในการอัดประจุด้วยเทคนิคการอัดประจุด้วยแรงดันคงที่ คือ การรักษาแรงดันเอาท์พุท (Charging voltage) ให้คงที่เท่ากับที่ระดับแรงดันสุดท้ายของการอัดประจุแบตเตอรี่ (Final Terminal Voltage) ซึ่งเป็นแรงดันเมื่อแบตเตอรี่เต็มแล้ว และจะจำกัดกระแสให้ต่ำกว่าค่าที่ออกแบบไว้สูงสุด ถ้าแบตเตอรี่ถูกอัดประจุในช่วงอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมกว้าง ๆ จะต้องมีการชดเชยอุณหภูมิด้วย มิฉะนั้นการอัดประจุอาจสูงไปหรือต่ำไปในที่ที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ

2.6.2 การใช้งานแบบชั่วครั้งชั่วคราว (Standby / Backup Operation)

ใช้ในงานประเภทสำรองเอาไว้ใช้ยามที่ต้องการ ปกติจะเก็บในสภาวะแบตเตอรี่เต็มตลอดเวลา และจะจ่ายพลังงานไปให้ภาระเมื่อระบบผิดปกติ ซึ่งการทำงานแบบนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ

ก. Trickel Charge

โดยปกติระบบของการไฟฟ้าฯ ทำการจ่ายพลังงานให้ภาระหรืออุปกรณ์ ในขณะที่แบตเตอรี่ไม่ได้ถูกต่ออยู่กับภาระ ถ้าหากเกิดความผิดปกติขึ้นที่ระบบนั้น วงจรแบตเตอรี่จะถูกเชื่อมเข้ากับภาระเพื่อจ่ายพลังงาน โดยจะต้องพิจารณาการชดเชยสำหรับ Self discharge โดยการอัดประจุแบตเตอรี่ที่กระแสคงที่ค่าต่ำ ๆ เพื่อให้แบตเตอรี่อยู่ในสภาวะประจุเต็มตลอดเวลา ในกรณี Deep discharge จะต้องอัดประจุแบตเตอรี่เป็นเวลานาน ดังนั้นวิธีอัดประจุแบบ two – rate และแบบแรงดันคงที่ จะเหมาะสมมากในการอัดประจุแบตเตอรี่ เนื่องจากมีโหมดการอัดประจุเริ่มต้นเร็ว แต่แบบ two – rate charger จะเหมาะสมกว่า เพราะไม่จำเป็นต้องมีการชดเชยทางอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

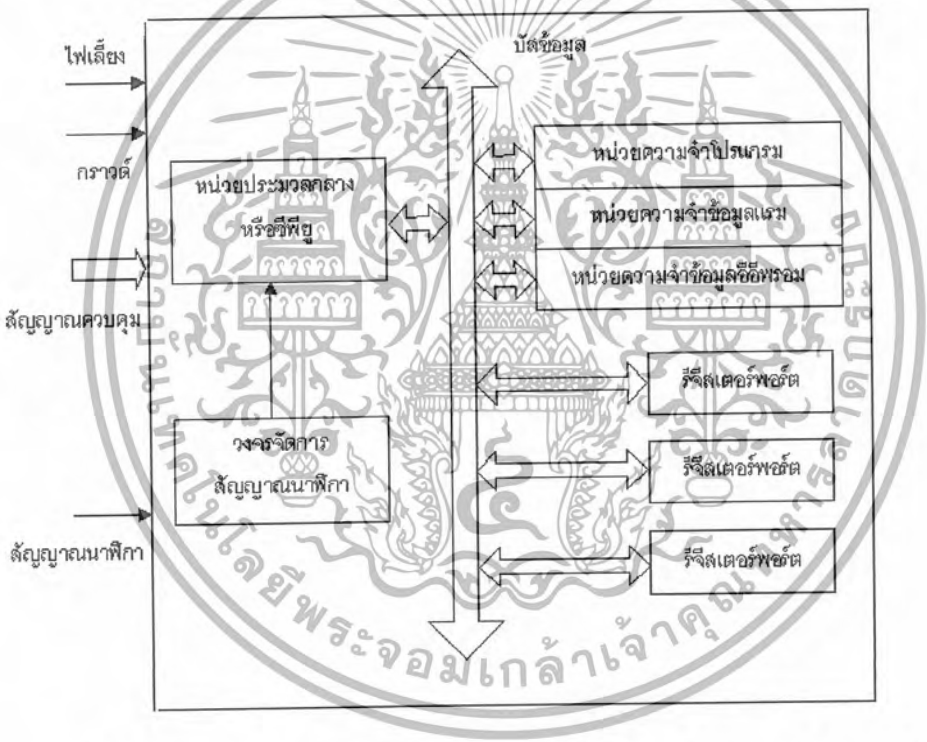
ข. Float Charge

โดยในแบบนี้ ทั้งภาระ และแบตเตอรี่จะต่อกันแบบขนานกับวงจรเร็กติไฟล์ ระบบนี้จะใช้ได้เฉพาะการอัดประจุแบบแรงดันคงที่เท่านั้น ซึ่งแรงดันที่อัดประจุต้องมีประสิทธิภาพ การกระเพื่อมอย่างมากของแรงดันที่อัดประจุ มีผลทำให้แบตเตอรี่ดิสชาร์จเพียงเล็กน้อย ซึ่งการอัดประจุแบบแรงดันคงที่จะต้องออกแบบให้จ่ายได้ที่ภาระมีค่าสูงสุด มิฉะนั้นจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง โดยปกติอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ที่มีการอัดประจุแบบ Float จะสั้นกว่าการอัดประจุแบบ Trickle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ขนาดเล็กนี้ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ ที่คนโดยส่วนใหญ่คุ้นเคย กล่าวคือ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยบรรจุรวมกันอยู่ภายใต้ตัวถังเดียวกัน ในรูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบหลักที่สำคัญและกลไกการทำงานเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบหลักเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์

ซีพียูจะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม เพื่ออ่านคำสั่งที่ระบุไว้ โดยต้องทำการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำผ่านสายสัญญาณที่เรียกว่า บัสแอดเดรส (address bus) แล้วทำการอ่านข้อมูลคำสั่งออกมาจากหน่วยความจำโปรแกรมในแอดเดรสนั้น ๆ จากนั้นทำการประมวลผล โดยมีหน่วยความจำข้อมูลแรมเป็นที่พักของข้อมูลที่อยู่ในระหว่างการประมวลผล หรืออาจมองว่าหน่วยความจำข้อมูลแรมเป็นเสมือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษทดในการคำนวนก็ได้ ข้อมูลในการประมวลผลจะส่งผ่านสายสัญญาณที่เรียกว่าบัสข้อมูล (data bus) แล้วส่งต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต

3.1 หน่วยประมวลผลกลาง

เป็นเสมือนมันสมองของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยซีพียูนี้ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่เข้ามาในระบบ แล้วทำการส่งต่อไปยังส่วนต่าง ๆ เพื่อควบคุมการทำงานต่อไปหัวใจหลักของซีพียูคือหน่วยคำนวณคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmatic and logic unit) ซึ่งได้รับการกำหนดจังหวะการทำงานจากส่วนควบคุมลำดับการทำงาน โดยจังหวะการทำงานนั้นจะสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา เมื่อซีพียูทำการติดต่อหน่วยความจำ สิ่งที่ปรากฏขึ้นบนบัสข้อมูลภายในซีพียูคือ รหัสคำสั่ง (instruction code) ต้องผ่านการทำงานของส่วนถอดรหัสคำสั่ง (instruction decoder) เสียก่อน จะได้เป็นข้อมูลคำสั่งที่ซีพียูเข้าใจและสามารถดำเนินการต่อได้ หลังจากที่หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกประมวลผลแล้วก็จะส่งข้อมูลมายังส่วนเชื่อมต่อรีจิสเตอร์ภายในซีพียู เพื่อติดต่อกับส่วนอื่น ๆ ต่อไป

การทำงานของซีพียูมีด้วยกัน 2 จังหวะคือ เฟตช์ (fetch) และเอ็กซิคิวต์ (executed) โดยการทำงานจะเริ่มจากการเฟตช์ ซึ่งก็คือการเรียกหรือการเข้าถึงคำสั่ง แล้วทำการถอดรหัสเป็นภาษาเครื่องเพื่อเตรียมประมวลผล จากนั้นจะเป็นจังหวะของการเอ็กซิคิวต์ ซึ่งก็คือการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดให้จนเสร็จสิ้น

การที่จะระบุว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีขีดความสามารถในการประมวลผลเป็นอย่างไรจะพิจารณาที่ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลของซีพียู หากซีพียูสามารถประมวลผลข้อมูลได้สูงสุด 8 บิต นั่นคือไมโครคอนโทรลเลอร์นี้เป็นแบบ 8 บิต (8-bit core) แต่ซีพียูในไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่บางตัวมีขนาด 8 บิตแต่สามารถประมวลผลกับข้อมูล 16 บิตได้ ทำให้ในบางครั้งผู้ผลิตจึงระบุออกมาว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้ทำงานกับข้อมูล 16 บิต อาจกล่าวได้ว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 16 บิตเทียมเพราะถ้าหากเป็นแบบ 16 บิตแท้ ซีพียูต้องรองรับข้อมูลได้เต็ม 16 บิตหรือถ้าอ่านในเอกสารข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนั้น ๆ จะต้องระบุว่าเป็น 16-bit core ดังนั้นจึงต้องพิจารณารายละเอียดตรงส่วนนี้ให้ดี

3.2 หน่วยความจำ

ในไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบด้วยหน่วยความจำ 3 แบบคือ หน่วยความจำโปรแกรม (program memory) , หน่วยความจำข้อมูลแรม (RAM data memory) และหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม (EEPROM data memory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมเป็นที่สำหรับเก็บข้อมูลคำสั่งของโปรแกรมควบคุมที่ผู้พัฒนาเขียนขึ้นหรือเรียกว่า โปรแกรมมอนิเตอร์ (monitor program) ซีพียูจะเข้ามาติดต่อเพื่ออ่านข้อมูลรหัสคำสั่งจากหน่วยความจำในส่วนนี้แล้วนำไปประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดต่อไป เรียกได้ว่ามีความสำคัญเท่า ๆ กับซีพียูเลยทีเดียว หน่วยความจำโปรแกรมนี้มักมีขนาดใหญ่ และถ้ายิ่งมีขนาดมากเท่าใด ก็จะสามารถบรรจุโปรแกรมที่มีความซับซ้อนหรือสามารถเก็บตารางข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลได้มากตาม โดยทั่วไปมีความจุไม่น้อยกว่า 512 ไบต์ แต่จะให้ดีควรมีความจุ 1 กิโลไบต์ขึ้นไป จึงจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมควบคุมอิสระเพิ่มมากขึ้น ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมจะแปรตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มีการพัฒนาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีความจุของหน่วยความจำโปรแกรมสูงขึ้นเรื่อย ๆ เป็น 4 , 8, 16 , 32 และ 64 กิโลไบต์ และยังไม่สิ้นสุดเท่านี้ เชื่อแน่ว่าต้องมีการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีความจุของหน่วยความจำโปรแกรมสูงเป็นหลักร้อยกิโลไบต์หรือหลักเมกะไบต์ในที่สุด

ชนิดของหน่วยความจำโปรแกรมที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์(นับถึงปี 2002) มีอยู่ 3 แบบที่นิยมกันคือ แบบอีพรอม (EPROM : Erasable Programmable Read-Only Memory) , แบบอีอีพรอม (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) และแบบแฟลช์ (flash) ความแตกต่างอยู่ที่จำนวนครั้งในการลบและเขียนข้อมูลทับลงไปใหม่ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

แบบอีพรอม ยังแบ่งเป็น 2 แบบคือแบบโปรแกรมได้หลายครั้งและแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียวถ้าหากเป็นแบบโปรแกรมได้หลายครั้งบนตัวถังของไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน้าต่างกระจกติดอยู่สามารถมองเห็นชิปภายในได้ เวลาลบต้องลบด้วยแสงอัลตร้าไวโอเล็ต จำนวนรอบในการโปรแกรมใหม่อยู่ระหว่าง 10-100 ครั้ง แต่ถ้าเป็นแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียวหรือ OTP (One-Time Programmable) จะไม่สามารถลบได้ ตัวถังของมันจะปิดมิดชิดเหมือนกับไอซีธรรมดา

แบบอีอีพรอม หน่วยความจำแบบนี้จะลบและเขียนใหม่ได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้า ในอดีตเป็นที่นิยมมาก เนื่องจากสามารถลบและเขียนใหม่ได้เป็นหลักร้อยรอบขึ้นไป ในบางตระกูลถึง 1 ล้านครั้ง แต่ในปัจจุบันแบบนี้ไม่เป็นที่นิยมใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วเนื่องจากต้นทุนสูง

แบบแฟลช หน่วยความจำโปรแกรมชนิดนี้สามารถลบและเขียนได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้า แตกต่างกันแบบอีอีพรอมในเชิงการใช้งานตรงที่กระบวนการลบข้อมูลจะต้องลบทั้งหมด หน่วยความจำโปรแกรมแบบนี้ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากราคาไม่สูง และสามารถโปรแกรมได้เป็นร้อยครั้งขึ้นไป แต่โดยปกติมักเริ่มที่ 1,000 ครั้งในบางรุ่นสูงเป็นหมื่นครั้งและเป็นแสนครั้งก็มีขึ้นอยู่กับแรงดันที่ใช้ในการโปรแกรม

ขนาดข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมขึ้นอยู่กับผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ ยกตัวอย่างในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 , 68HC05 , 68HC08 , 68HC11 ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมเป็น 8 บิต ถ้าเป็นตระกูล PIC จะเป็น 12 และ 14 บิต ถ้าเป็นตระกูล AVR , 68HC12 จะเป็นขนาด 16 บิต แต่ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมไม่ได้เป็นตัวระบุความสามารถในการประมวลผลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ยกตัวอย่าง PIC กับ AVR ต่างมีขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมสูงกว่า 8 บิต แต่ทั้งคู่ต่างเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ทั้งนี้เพราะซีพียูเป็นแบบ 8 บิต ขนาดของหน่วยความจำจะส่งผลต่อการระบุความจุของหน่วยความจำโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้น ๆ

3.2.2 หน่วยความจำข้อมูลแรม

เป็นหน่วยความจำที่ต้องมีในไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกตัว เพราะใช้เป็นพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลทั้งในระหว่างและหลังจากการประมวลผล ยิ่งมีมากยิ่งช่วยให้การทำงานสะดวก เพราะหน่วยความจำแรมมีอัตราเร็วในการอ่านเขียนสูงมาก และไม่จำกัดจำนวนรอบในการอ่านเขียน ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลแรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของข้อมูลทั่วไปสำหรับเก็บค่าตัวแปร และส่วนของรีจิสเตอร์

โดยปกติแล้ว หน่วยความจำข้อมูลแรมจะมีความจุไม่มากเมื่อเทียบกับหน่วยความจำโปรแกรมในบางตัวอยู่ในหลักสิบไบต์ แต่ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์มีความสามารถสูงขึ้น ความจุของหน่วยความจำข้อมูลแรมจะเพิ่มมากขึ้นตาม ทั้งนี้เพราะต้องเพิ่มในส่วนของรีจิสเตอร์ตามความสามารถที่สูงขึ้นของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.3 หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม

เป็นหน่วยความจำข้อมูลพิเศษที่ในไมโครคอนโทรลเลอร์บางเบอร์ บางรุ่น บางตระกูลไม่มี ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องการรักษาไว้เมื่อไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ การติดต่อเพื่ออ่านเขียนจะมีลักษณะเป็นพิเศษขึ้นอยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ ขนาดของหน่วยความจำแบบนี้มักเท่ากับ 8 บิต ส่วนความจุก็จะแตกต่างกันไป มีตั้งแต่ไม่กี่สิบไบต์จนถึงเป็นกิโลไบต์

การอ่านเขียนหน่วยความจำแบบนี้จะใช้สัญญาณไฟฟ้าทั้งหมด และสามารถรักษาข้อมูลล่าสุดไว้แม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วก็ตาม สำหรับจำนวนรอบในการเขียนโดยปกติอยู่ในหลักล้านครั้งขึ้นไป

3.3 รีจิสเตอร์ (Register)

เป็นหน่วยความจำข้อมูลพิเศษที่มีบทบาทสูงมากในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถที่จะอ่านและเขียนข้อมูลได้ตลอดเวลา จนกว่าจะหยุดจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ หน้าที่หลักคือ ใช้เก็บข้อมูลในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยข้อมูลที่เก็บนี้มีทั้งข้อมูลแสดงสถานะการทำงาน ข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานโมดูลย่อยต่าง ๆ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อมูลที่รับเข้ามาจากพอร์ตอินพุต ข้อมูลที่ต้องการส่งออกไปยังอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตเอาต์พุตโดยข้อมูลแต่ละประเภทก็จะถูกจัดเก็บลงในรีจิสเตอร์ที่แตกต่างกันตามหน้าที่การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำที่นำมาใช้เป็นรีจิสเตอร์มีด้วยกัน 2 ลักษณะขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ หากเป็นแบบพรินซ์ตัน (Princeton) รีจิสเตอร์จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ส่วน ส่วนแรกจะอยู่ร่วมกับซีพียูหรือเรียกว่า รีจิสเตอร์ซีพียู ส่วนที่สองจะอยู่แยกต่างหาก ซึ่งมักเป็นรีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอินพุตเอาต์พุตและรีจิสเตอร์แสดงสถานะ แต่ในสถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด (Havard) จะใช้บางส่วนในหน่วยความจำข้อมูลแรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลในรีจิสเตอร์จะคงอยู่ตราบเท่าที่ยังจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ซีพียูสามารถอ่านเขียนรีจิสเตอร์ได้ตลอดเวลาเท่ากับอายุการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์อาจกล่าวได้ว่า ริจิสเตอร์คือหน่วยความจำข้อมูลที่มีการระบุชื่อชัดเจน มีแอดเดรสและฟังก์ชั่นการทำงานที่เฉพาะเจาะจงตามที่กำหนดโดยผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์

3.4 รีจิสเตอร์ตัวนับโปรแกรมหรือโปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC)

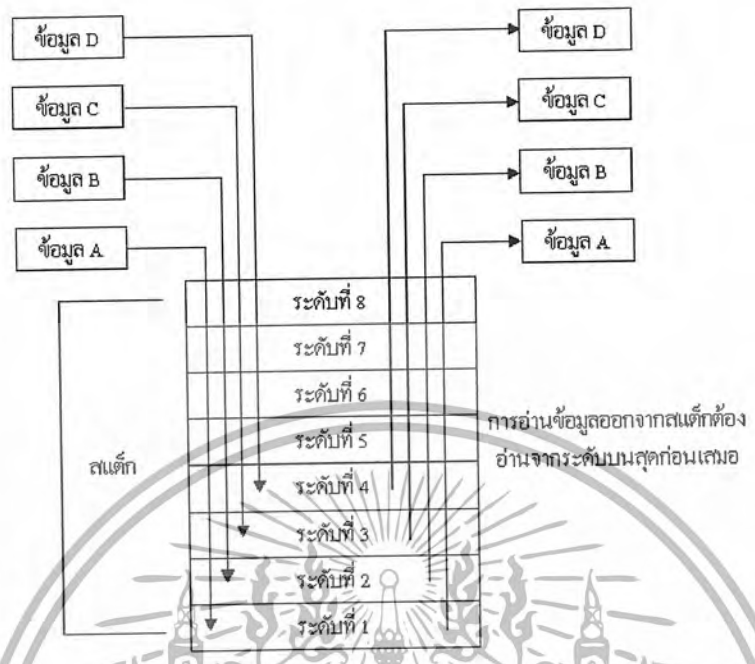
การที่ซีพียูสามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลคำสั่งได้อย่างถูกต้องเป็นผลมาจากรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษตัวหนึ่งคือ รีจิสเตอร์ตัวนับโปรแกรม หรือ PC (Program Counter) โดย PC จะเป็นตัวชี้ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมที่ซีพียูจะต้องไปกระทำในลำดับถัดไป โดยปกติแล้วค่าของ PC จะเปลี่ยนแปลงโดยอัตโนมัติขึ้นอยู่กับผลการทำงานที่เกิดขึ้นในไมโครคอนโทรลเลอร์บางตระกูลสามารถเข้าถึงรีจิสเตอร์ PC เพื่อทำการอ่านเขียนได้ ในบางตระกูลก็ไม่สามารถทำได้

ขนาดของรีจิสเตอร์ PC ขึ้นอยู่กับความจุของหน่วยความจำโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ยกตัวอย่างใน MCS51 สามารถมีหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ หรือ 65,536 ตำแหน่ง ขนาดของรีจิสเตอร์ PC จึงมีได้เท่ากับ 16 บิต ส่วนในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC อนุกรม 14 บิต มีหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 8 กิโลเวิร์ด หรือ 8,192 ตำแหน่ง รีจิสเตอร์ PC จึงมีขนาด 13 บิต

3.5 สแต็กในไมโครคอนโทรลเลอร์

สแต็ก(stack) เป็นหน่วยความจำส่วนพิเศษที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกตัวต้องมี โดยหน้าที่ของมันคือ เก็บข้อมูลที่ยังต้องการอยู่ของรีจิสเตอร์ และเมื่อข้อมูลนั้นถูกนำมาเก็บไว้ในสแต็กแล้วก็สามารถที่จะเปลี่ยนข้อมูลในรีจิสเตอร์ตัวนั้น ๆ ได้ทันที หลังจากที่ทำงานเรียบร้อยจึงกลับมาอ่านข้อมูลเดิมกลับจากสแต็ก ดังมีกระบวนการทำงานแสดงในรูปที่ 2.2 การเก็บข้อมูลของสแต็กจะมีลักษณะเป็นระดับหรือเป็นชั้น ข้อมูลที่เก็บเข้ามาก่อนจะต้องอ่านออกทีหลังหรือเป็นแบบ FILO(First In Last Out) และจำนวนระดับหรือจำนวนชั้นของสแต็กก็มีจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงกลไกการทำงานของสแต็กอย่างง่าย

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนใหญ่จะมีความจุของสแต็กไม่น้อยกว่า 8 ระดับ การที่ยิ่งมีขนาดของสแต็กมากหรือมีจำนวนระดับมาก ก็จะยิ่งช่วยให้การทำงานสะดวกขึ้น เพราะในการประมวลผลมีโอกาสมากที่ต้องพักข้อมูลในรีจิสเตอร์หลักที่สำคัญเพื่อไปทำงานอื่นก่อน หลังจากนั้นจึงจะกลับมาทำงานต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับงานที่มีการอินเตอร์รัปต์หรือขัดจังหวะ ซึ่งมีบ่อยๆ รวมถึงงานที่มีการกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อยจำนวนมาก เพราะเมื่อต้องกระโดดออกจากโปรแกรมหลักไปทำงานที่โปรแกรมย่อย ก็ต้องเก็บข้อมูลของรีจิสเตอร์หลักที่ทำงานค้างอยู่ใน สแต็ก หลังจากนั้นกระโดดไปที่โปรแกรมย่อยที่มีความต้องการเขียนข้อมูลลงในรีจิสเตอร์ตัวเดียวกันนี้ หลังจากทำงานแล้วจึงกลับมาที่โปรแกรมหลัก แล้วอ่านค่าเดิมก่อนหน้านี้กลับมาทำงานต่อ ทว่า ในงานบางลักษณะมีการกระโดดไปทำงานยังโปรแกรมย่อยซ้อนกัน 2-3 ชั้นทำให้ต้องมีการเก็บข้อมูลไว้ในสแต็กมากขึ้นหากความจุของ สแต็กมีน้อยก็จะไม่สามารถรองรับการทำงานในลักษณะนี้ได้

ขนาดของสแต็กโดยปกติจะต้องเท่ากับขนาดของรีจิสเตอร์ตัวนับโปรแกรม หรือ PC เพราะมีโอกาสที่จะต้องเก็บค่าของ PC ไว้ในสแต็กด้วย

3.6 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นที่ยอมรับกันว่าสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์มีด้วยกัน 2 แบบ คือ พรินซ์ตัน หรือ ฟอนนิวแมน (Von Neumann) และฮาร์วาร์ด ดังในรูปที่ 3.3 และ 3.4 แสดงการจัดสรรหน่วยความจำและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

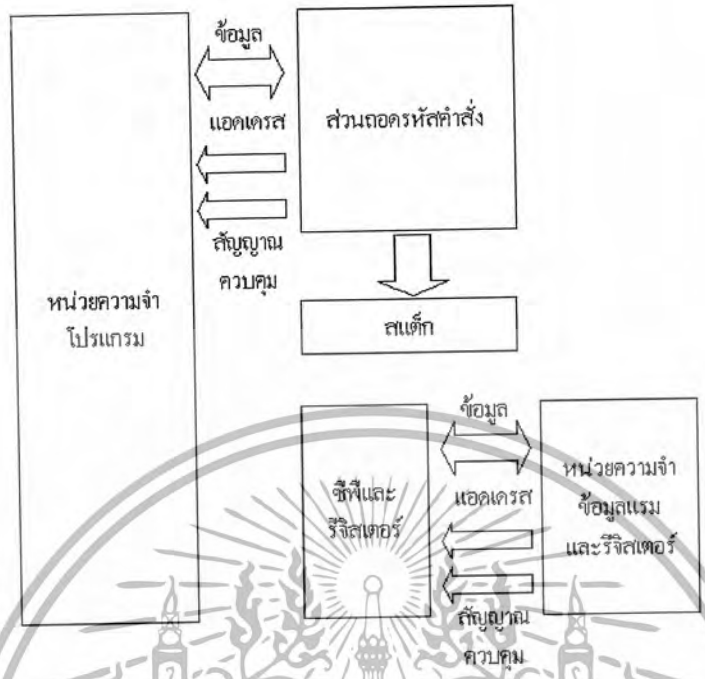
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รีจิสเตอร์ในสถาปัตยกรรม ของไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้ง 2 แบบพิจารณาดังในรูปที่ 3.3 ก่อน เป็นการจัดสรรในสถาปัตยกรรมแบบพรินซ์ตัน จะเห็นได้ว่ามีโครงสร้างที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน ส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมกับหน่วยความจำข้อมูลจะได้รับการจัดสรรให้อยู่รวมกัน ติดต่อกับ CPU ผ่านส่วนจัดการเชื่อมต่อหน่วยความจำ และภายใน CPU จะมีรีจิสเตอร์บรรจุอยู่ ข้อดีของสถาปัตยกรรมคือ ออกแบบง่าย เพราะหน่วยความจำทั้งหมดอยู่รวมกัน สามารถเข้าถึงได้ง่าย หน่วยความจำแรมหากมีขนาดใหญ่เพียงพอก็จะสามารถเก็บได้ทั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานและข้อมูลของตัวแปรในการประมวลผล ข้อด้อยของสถาปัตยกรรมนี้คือ ความเร็วในการประมวลผล

เนื่องจากหน่วยความจำอยู่รวมกันจึงต้องติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมสลับกับหน่วยความจำข้อมูลส่งผล CPU ต้องใช้จำนวนไซเกิลในการทำงานมากแต่ข้อด้อยนี้สามารถชดเชยได้ หากไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานกับสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่สูงมากได้

รูปที่ 3.3 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบพรินซ์ตันหรือฟอน นิวแมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61510



รูปที่ 3.4 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบฮาร์วาร์ด

ในขณะที่สถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด ซึ่งแสดงดังในรูปที่ 2.4 จะแยกส่วนของหน่วยความจำข้อมูลและรีจิสเตอร์ออกจากหน่วยความจำโปรแกรมทำให้ไซเกิลการทำงานลดลงเนื่องจากสามารถติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้เร็วกว่า นั่นคือการทำงานได้เร็วกว่าแบบ พรินซ์ตัน นอกจากนั้นสถาปัตยกรรมแบบนี้ในขณะที่ CPU กำลังเอ็กซิคิวต์คำสั่งในปัจจุบันอยู่สามารถที่จะเฟตซ์คำสั่งถัดไปได้ ยิ่งเป็นการเพิ่มความเร็วในการทำงานให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.7 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสามารถทำงานได้เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงและต่อวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้แก่มัน จากนั้น CPU ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลคำสั่งที่บรรจุอยู่ในหน่วยความจำโปรแกรม

นั่นหมายความว่าต้องมีการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมก่อน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์จะมีรูปแบบของข้อมูลคำสั่งที่แตกต่างกัน ซึ่งจะต้องอาศัยกระบวนการเขียนโปรแกรม ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมสามารถแบ่งได้ 2 ระดับ คือ ภาษาสูง (high language) และภาษาแอสเซมบลี (assembly language) โดยปกติไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาแอสเซมบลี เนื่องจากสามารถทำงานได้รวดเร็วผ่านกระบวนการแปลงข้อมูลคำสั่งเป็นข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขฐานสิบหกเพื่อทำงานตามคำสั่งเพียง 1 ขั้นตอนคือ แปลงจากภาษาแอสเซมบลีเป็นข้อมูลเลขฐานสิบหก หรือที่เรียกว่า ออปโค้ด (Opcode) แต่ข้อเสียของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีคือ ผู้เขียนต้องทำความเข้าใจในชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้นๆ และเมื่อเปลี่ยนเบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ต้องทำการเรียนรู้และทำความเข้าใจชุดคำสั่งใหม่ ซึ่งอาจทำให้เสียเวลามาก และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี ผู้เขียนต้องมีทักษะในการเขียนโปรแกรมสูงพอสมควร และเข้าใจถึงสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอย่างดี

ในขณะที่การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาสูง อย่าง ภาษาซี ภาษาเบสิก ต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่าคอมไพล์ (compile)เพื่อแปลงภาษาระดับสูงเหล่านั้นเป็นภาษาเครื่องหรือออปโค้ดของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้นๆเสียก่อน และโปรแกรมที่ใช้ในการคอมไพล์นั้นเรียกว่า คอมไพเลอร์(complier)มักจะมีราคาแพง เมื่อใช้เครื่องมือทาง software ตัวนี้ ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมอาจไม่จำเป็นต้องศึกษาสถาปัตยกรรมและชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้นอย่างลึกซึ้งเท่ากับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี ทั้งนี้เพราะคอมไพเลอร์ จะทำหน้าที่ในส่วนนี้แทน ดังนั้นเมื่อผู้ใช้งานเปลี่ยนเบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็เพียงแต่จัดหาโปรแกรมคอมไพเลอร์ที่เหมาะสมมาใช้งาน และศึกษาสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ใหม่อีกเพียงเล็กน้อยก็สามารถใช้งานได้ แต่ข้อเสียของการใช้คอมไพเลอร์คือ ราคาแพง

3.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876A

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เป็นที่รู้จักกันดีในบรรดาผู้ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่มีผู้ใช้งานจำนวนมากประสบปัญหาด้านข้อจำกัดบางประการในไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นก่อน แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC 16f876A ได้เพิ่มขีดความสามารถต่าง ๆ ให้ผู้ใช้ได้ใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

3.8.1 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876A

- ซีพียู RISC สมรรถนะสูง
- ชุดคำสั่งเพียง 35 คำสั่ง
- ทุกคำสั่งใช้คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกาเพียงหนึ่งไซเกิล ยกเว้นคำสั่งการกระโดดใช้สองไซเกิล
- ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา : ย่ายดีซี 20 เมกะเฮิรตซ์ เวลาในแต่ละไซเกิลของคำสั่งสูงสุด 200 นาโนวินาที
- หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชขนาด 4 กิโลเวิร์ด
- หน่วยความจำแรม 192 ไบต์
- หน่วยความจำอีอีพรอม 128 ไบต์
- สามารถตอบสนองอินเตอร์รัปต์ได้สูงถึง 14 เงื่อนไข
- สแต็กทางฮาร์ดแวร์ 8 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีการอ้างแอดเดรสแบบโดยตรง , ทางอ้อมและแบบสัมพันธ์
- มีเพาเวอร์อัพไทเมอร์ (PWRT)
- มีเพาเวอร์ออนรีเซต (OST)
- วอตช์ด็อกไทเมอร์มีวงจรออสซิลเลเตอร์แบบ RC ภายใน
- สามารถป้องกันการอ่านข้อมูลโดยการกำหนดรหัสป้องกันได้
- เลือกวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาได้ 4 แบบ
- สามารถโปรแกรมข้อมูลแบบอนุกรมโดยใช้แรงดันต่ำได้(LVP)
- สามารถโปรแกรมข้อมูลแบบอนุกรม 3 สาย โดยใช้แรงดันไฟสูง
- สามารถแก้ไขข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ขณะอยู่ในวงจรผ่านสายเพียง 2 เส้น
- ย่านแรงดันไฟเลี้ยง 2 – 5.5 โวลต์
- กระแสซิงค์และซอร์ส 25 มิลลิแอมป์
- กินกระแสเพียง 2 มิลลิแอมป์ ขณะใช้งานที่ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ ความถี่สัญญาณนาฬิกา 4 เมกะเฮิรตซ์ และเพียง 1 ไมโครแอมป์ในขณะสแตนด์บาย

3.8.2 คุณสมบัติของเพอริเฟอรัล

- Timer 0 : ประกอบด้วย ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 8 บิต และปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิต
- Timer 1 : ประกอบด้วย ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ และปรีสเกลเลอร์ขนาด 16 บิต
- Timer 2 : ประกอบด้วย ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 8 บิต และรีจิสเตอร์เก็บคาบเวลา , ปรีสเกลเลอร์ และโพสต์
- ปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิต
- มีโมดูลแคปเจอร์ , วงจรเปรียบเทียบ และPWM 2 ชุด โดยมีรายละเอียดคือมีรีจิสเตอร์แคปเจอร์ขนาด 16 บิต ความละเอียด 12.5 นาโนวินาที , รีจิสเตอร์สำหรับเก็บค่าเปรียบเทียบขนาด 16 บิต ความละเอียด 200 นาโนวินาที และวงจร PWM มีความละเอียด 10 บิต
- วงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิต สูงถึง 8 ช่อง
- มีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบอนุกรม 2 รูปแบบคือ SPI และ I2C
- มีวงจร USART พร้อมด้วยการตรวจจับแอดเดรสขนาด 9 บิต
- มีพอร์ตสเลฟแบบขนาน (parallel slave port) เพื่อใช้ในการติดต่อกับบัสของไมโครโปรเซสเซอร์หรืออาจใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้
- สามารถตรวจจับการสูญหายของไฟเลี้ยง (Brown-out circuitry) เพื่อการรีเซตแบบบราวน์เอาต์ (BOR)

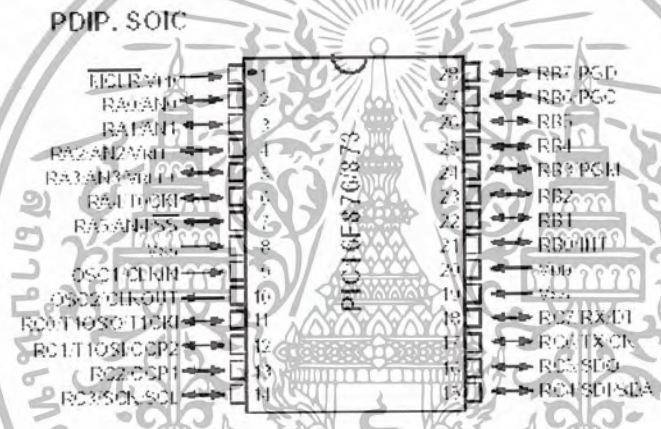
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.3 การจัดขาของ PIC16F876A

1. ขาพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต มี 22 ขา ใช้งานเป็นทั้งพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต , อินพุตของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC) , ขาสำหรับโปรแกรมทั้งแบบ 2 และ 3 สาย ขาสำหรับสื่อสารข้อมูลอนุกรมและขารับสัญญาณอินเตอร์รัปต์

2. ขาต่อกับแหล่งจ่ายไฟ จำนวน 4 ขา คือ ขาต่อไฟเลี้ยง 3 ขา(เป็นกราวด์ 2 ขา) และขาต่อกับแรงดันที่ใช้ในการโปรแกรมอีก 1 ขา และที่ขานี้ยังใช้เป็นขารีเซตด้วย

3. ขาสำหรับป้อนสัญญาณนาฬิกา มีด้วยกัน 2 ขา คือ OSC1 และ OSC



รูปที่3.5 แสดงลักษณะการจัดขาของ PIC16F876A

3.8.4 พอร์ตของ PIC16F876A

พอร์ต A

มีขนาด 6 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทางจึงสามารถใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตได้อย่างอิสระ และที่เป็นจุดเด่นของพอร์ต A คือทำหน้าที่เป็นขาอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิตถึง 5 ช่อง โดยสามารถใช้เป็นขาอินพุตรับแรงดันอ้างอิง ขาอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลจะลดลงเหลือ 3 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ต B

มีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ต 2 ทิศทางสามารถใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตได้อย่างอิสระ เช่นเดียวกับพอร์ต A ขา RB6 และ RB7 สามารถใช้ในการโปรแกรมข้อมูลลงในหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยที่ขา RB3 ใช้เป็นขาที่กำหนดให้ PIC16F876 เข้าสู่การโปรแกรมด้วยแรงดันต่ำ (low voltage programming)

พอร์ต C

มีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ต 2 ทิศทางเช่นเดียวกัน สามารถกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตได้อย่างอิสระนอกจากนั้นยังสามารถใช้งานในฟังก์ชั่นพิเศษอื่นได้อีก

3.8.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมหรือ SPI

PIC16F876A สามารถกำหนดให้ทำงานในโหมดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แบบอนุกรมหรือ Serial Peripheral Interfacing (SPI) เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกในลักษณะอนุกรมแบบซิงโครนัส (synchronous) โดยมีขาใช้งาน 4 ขาคือ ขาข้อมูลออกแบบอนุกรม (Serial Data Out : SDO) , ขาข้อมูลเข้าแบบอนุกรม (Serial Data In : SDI) , ขาสัญญาณนาฬิกาอนุกรม (Serial Clock : SCK) และขาเลือกอุปกรณ์สเลฟ (Slave Select : SS) ในการใช้งานปกติจะใช้ 3 ขาคือ SDA , SDI และ SCK สำหรับขา SS จะใช้งานก็ต่อเมื่อ PIC16F876 ถูกกำหนดให้เป็นอุปกรณ์สเลฟหรืออุปกรณ์ตัวลูก

การทำงานในโหมดเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมมีด้วยกัน 2 ลักษณะคือเป็นอุปกรณ์ตัวแม่หรือมาสเตอร์ (master)และอุปกรณ์ตัวลูกหรือสเลฟ(slave) อัตราของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการถ่ายทอดข้อมูลของ SPI สามารถเลือกได้ตั้งแต่ ความถี่สัญญาณนาฬิกาหลักหาร 4 (Fosc/4) , หาร 16(Fosc/16) , หาร 64 (Fosc/64) และที่ค่าเอาต์พุตของไทเมอร์ 2 หาร 2 (Timer2 output/2) มีอัตราสูงสุด 5 เมกะเฮิรตซ์ ที่ความถี่สัญญาณนาฬิกาหลักสูงสุด 20 เมกะเฮิรตซ์

การเชื่อมมต่อในโหมด SPI นี้ต้องต่อขา SDO ของอุปกรณ์มาสเตอร์เข้ากับขา SDI ของอุปกรณ์สเลฟ ส่วนขา SDI ของมาสเตอร์จะต่อเข้ากับขา SDO ของสเลฟและขา SCK ของอุปกรณ์มาสเตอร์และสเลฟจะต่อถึงกันโดยตรงนอกจากนั้นยังสามารถใช้งานขา SDO และ SDI ในการสื่อสารข้อมูลแบบ 2 เส้นได้ด้วยกัน เมื่อมีการรับข้อมูลขา SDO จะถูกกำหนดให้เป็นขาอินพุต ทำให้การส่งข้อมูลออกทางขา SDO ได้รับการดิสเอเบิลโดยอัตโนมัติ

3.8.6 USART ใน PIC16F876A

USART ย่อมาจาก Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter หรือ วงจรสื่อสารข้อมูลอนุกรม (Serial Communication Interface : SCI) เป็นระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมที่ได้รับการบรรจุอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876A ด้วยโดยสามารถกำหนดให้ทำงานในลักษณะฟูลดูเพล็กซ์(full duplex) กล่าวคือสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในคราวเดียวกันอาทิ การติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 และในลักษณะนี้จะต้องผลัดกันรับและส่งข้อมูลอาทิ การติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอกและวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลหรือการติดต่อกับหน่วยความจำอีอีพรอมอนุกรม เป็นต้น

USART ใน PIC16F876A สามารถกำหนดให้ทำงานได้หลายโหมดดังนี้

- โหมดอะซิงโครนัส มีลักษณะการส่งผ่านข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์
- โหมดซิงโครนัส-มาสเตอร์มีลักษณะการส่งผ่านข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์
- โหมดซิงโครนัส-สเลฟมีลักษณะการส่งผ่านข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์

ด้วยความสามารถของ USART จึงสามารถสร้างระบบแบบมัลติโปรเซสเซอร์ได้ โดยมีการตรวจจับแอดเดรสแบบ 9 บิต (9-bit address detection) ภายใน USART ของ PIC16F876A มีวงจรกำเนิดอัตราบอด (baud rate generator) ขนาด 8 บิต สามารถควบคุมได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ และเลือกอัตราบอดได้ระหว่าง 19.53-5,000 กิโลบิตต่อวินาที ในโหมดซิงโครนัสโดยใช้คริสตอลความถี่ 20 เมกะเฮิรต์ในการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ส่วนในโหมดอะซิงโครนัส USARTใช้รูปแบบการติดต่อสื่อสารตามมาตรฐาน NRZ(non-return-zero)ซึ่งมีรูปแบบคือ บิตเริ่มต้น 1 บิต สำหรับจำนวนของข้อมูล และบิตหยุด 1 บิต , 8 บิต ในการรับและส่งข้อมูล USART ใน PIC16F876A จะกระทำกับข้อมูลในบิต LSB ก่อน ซึ่งขาสำหรับใช้งานในการสื่อสารอนุกรมคือขา RC6/TX เป็นขาสำหรับส่งข้อมูลและขา RC7/RX สำหรับรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

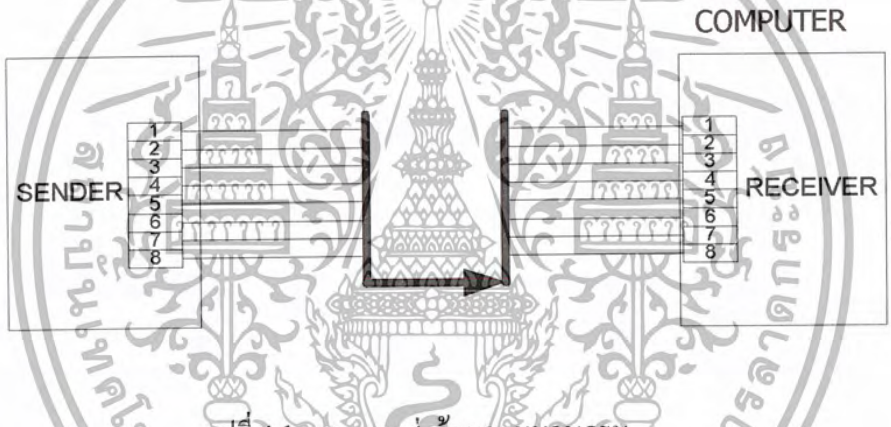
บทที่ 4
ระบบการสื่อสาร

4.1 ลักษณะของการสื่อสาร

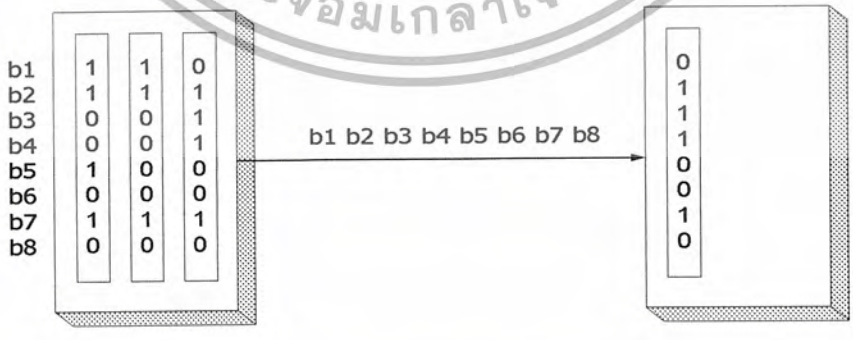
ในการสื่อสารหรือการส่งข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลนั้น มีรูปแบบในการสื่อสารที่สำคัญอยู่ 2 รูปแบบ คือ

4.1.1 การสื่อสารแบบอนุกรม(Serial Communication)

เป็นการสื่อสารโดยการส่งข้อมูลทีละบิท(bit) ผ่านสายสัญญาณเส้นเดียวจนครบทั้ง 8 บิทหรือไบท์(byte) โดยจะส่งบิทต่ำ(LSB)ออกไปก่อน ซึ่งการสื่อสารและการส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

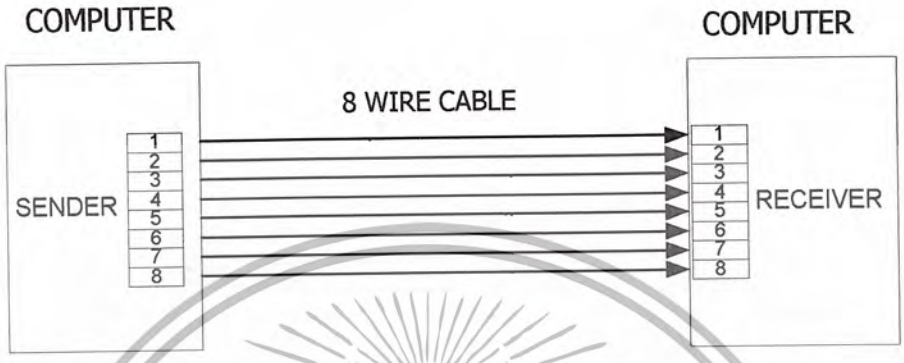


รูปที่ 4.2 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การสื่อสารแบบขนาน (Parallel Communication)

เป็นการสื่อสารโดยการส่งข้อมูลไปทีเดียวพร้อม ๆ กันทั้ง 8 บิทผ่านสายสัญญาณทั้ง 8 เส้น ซึ่งการสื่อสารและการส่งข้อมูลแบบขนานจะแสดงให้เห็นได้ดับรูปที่ 4.3 และ 4.4



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการสื่อสารแบบขนาน

รูปที่ 4.4 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนาน

จะเห็นได้ว่าการสื่อสารแบบขนานมีข้อดีคือทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ทีละมาก ๆ และมีความรวดเร็วกว่าการส่งแบบอนุกรม แต่การสื่อสารแบบขนานก็มีข้อจำกัดคือไม่สามารถส่งข้อมูลได้ระยะทางไกล ๆ ได้และยังต้องใช้สายสัญญาณหลายเส้นในการส่งข้อมูลทำให้สิ้นเปลืองกว่าการสื่อสารแบบอนุกรม รวมทั้งทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน

ตัวอย่างของการสื่อสารแบบอนุกรม เช่น การสื่อสารด้วย MODEM และ เมาส์

ตัวอย่างของการสื่อสารแบบขนาน เช่น เครื่องพิมพ์(Printer) และการสื่อสารทางพอร์ทขนาน (ECP Printer Port) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ลักษณะของการสื่อสารตามมาตรฐาน

ในการติดต่อสื่อสารและการรับส่งข้อมูลนั้นจำเป็นต้องมีมาตรฐานในการสื่อสารเพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยไม่มีปัญหาในการสื่อสารเกิดขึ้น โดยส่วนมากมาตรฐานในการสื่อสารจะกล่าวถึงคุณสมบัติสำคัญ ๆ ที่ต้องใช้ในการสื่อสาร เช่น ลักษณะทางกล ลักษณะของสัญญาณไฟฟ้า ลักษณะการทำงานที่ใช้ในการเชื่อมต่อ

ในปัจจุบันสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารส่วนใหญ่จะใช้สัญญาณดิจิตอล(Digital Signal) เป็นหลักและสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารส่วนมากจะเป็นสัญญาณดิจิตอลที่มีระดับสัญญาณและ TTL ซึ่งถ้าทำการติดต่อสื่อสารในลักษณะของระดับสัญญาณแบบ TTL แล้วจะสามารถทำการติดต่อสื่อสารได้โดยตรง แต่ในหลายกรณีที่มีความจำเป็นที่จะต้องสื่อสารด้วยสัญญาณในระดับอื่นที่ไม่ใช่ระดับสัญญาณแบบ TTL หรือไม่ได้เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในการสื่อสาร แต่ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยอาศัยการแปลงสัญญาณ ที่ต้องการสื่อสารให้เป็นสัญญาณตามมาตรฐาน โดยที่แต่ละมาตรฐานจะมีข้อกำหนดที่แตกต่างกันไป ในที่นี้จะกล่าวถึงมาตรฐานสำคัญ ๆ ที่ใช้ในการสื่อสารดังนี้

4.2.1 ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-232-C

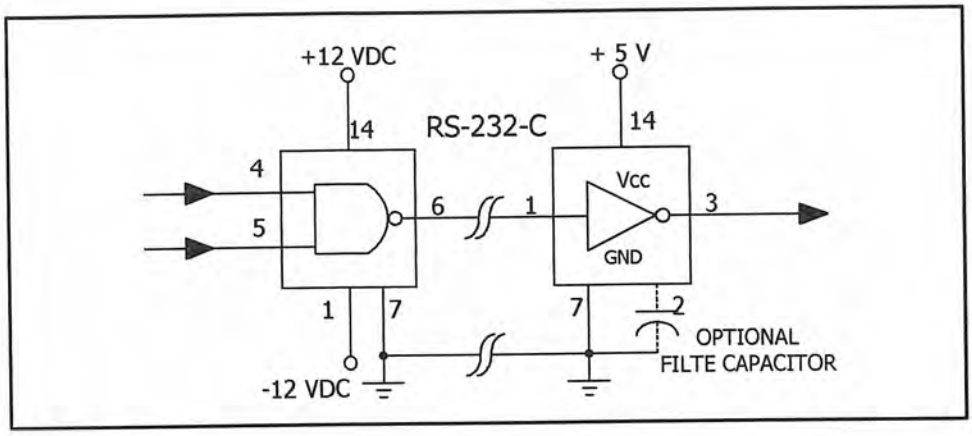
มาตรฐาน RS-232-C เป็นมาตรฐานที่ได้รับการพัฒนามานานและถูกใช้งานกันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งยังใช้เป็นมาตรฐานในการเชื่อมต่อ DTE(Data Terminal Equipment) เข้ากับ DEC(Data Communication Equipment) เช่น การต่อคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเข้ากับโมเด็ม

ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-232-C นั้นจะใช้สายสัญญาณเพียงคู่เดียวในการส่งสัญญาณ โดยสามารถส่งสัญญาณไปได้ในทิศทางเดียว อัตราเร็วสูงสุดในการส่งข้อมูลมีค่าเท่ากับ 20 kbps(กิโลบิทต่อวินาที) และระยะทางที่ใช้ในการส่งข้อมูลไม่ควรเกิน 50 ฟุต สำหรับการส่งข้อมูลจะใช้ระดับแรงดันแทนค่าทางตรรก (Logic)ของข้อมูล โดยระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง 5 โวลท์ ถึง -15 โวลท์ จะแทนค่าสถานะ 0 และระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง +5 โวลท์ ถึง +15 โวลท์ จะแทนค่าสถานะ 1 ส่วนในช่วงระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง -5 โวลท์ ถึง +5 โวลท์ นั้นจะใช้ในการแบ่งแยกระดับสถานะของสัญญาณระหว่างสถานะ 0 และสถานะ 1

ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-232-C ได้แก่ เทอร์มินัล (Terminal) พล็อตเตอร์(Plotter) ลอจิกอนาไลเซอร์(Logic analyzer) และเครื่องพิมพ์

ตัวอย่างของวงจรที่ใช้ในการเชื่อมตามมาตรฐาน RS-232-C จะแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.5 โดยจะมีการแปลงสัญญาณแบบ TTL ไปเป็นระดับแรงดันสัญญาณตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน RS-232-C แล้วส่งไปตามสายสัญญาณและแปลงกลับจากระดับแรงดันสัญญาณในมาตรฐาน RS-232-C ไปเป็นระดับสัญญาณแบบ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้กับมาตรฐาน RS-232-C

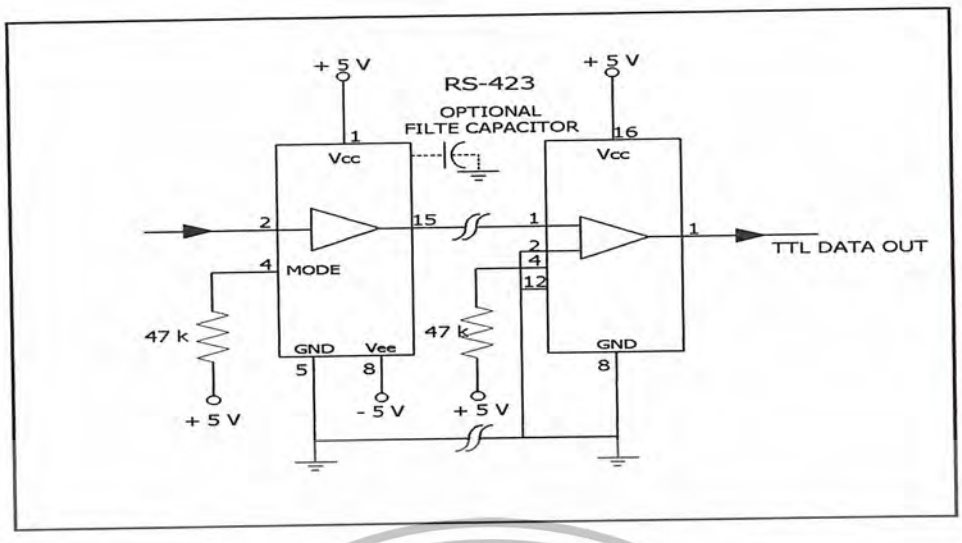
4.2.2 ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-423

มาตรฐาน RS-423 เป็นมาตรฐานที่ได้รับการพัฒนามาจากมาตรฐาน RS-232-C ให้มีประสิทธิภาพในการสื่อสารเพิ่มมากขึ้น โดยมีการพัฒนาให้ตัวรับข้อมูลมีความสามารถในการรับข้อมูลสูงมากขึ้น และอัตราเร็วในการส่งข้อมูลได้ถูกพัฒนาให้มีอัตราเร็วสูงกว่าอัตราการส่งข้อมูลตามมาตรฐาน RS-232-C ซึ่งอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมาใหม่ ๆ มักจะใช้การเชื่อมต่อแบบนี้ โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ต้องการให้อัตราเร็วในการส่งข้อมูลขึ้นกว่าเดิม

ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-423 นั้นจะใช้สัญญาณเพียงคู่เดียวในการส่งสัญญาณ โดยสามารถส่งสัญญาณไปได้ทิศทางเดียว อัตราเร็วสูงสุดในการส่งข้อมูลมีค่าเท่ากับ 100 kbps ที่ระยะห่าง 40 ฟุต ตัวรับข้อมูลเป็นแบบ Balanced-I (ดูรูปที่ 4.6) ดังนั้นตัวรับข้อมูล (receiver) จึงรับข้อมูลแบบขยายความแตกต่างของสัญญาณระหว่างสายกราวนด์กับตัวขับสัญญาณ(driver) การทำเช่นนี้ช่วยแก้ปัญหาในกรณีที่เกิดความแตกต่างระหว่างแรงดันที่กราวนด์ของตัวรับข้อมูลกับตัวขับสัญญาณ สำหรับการส่งข้อมูลจะใช้ระดับแรงดันแทนค่าทางตรรกของข้อมูล โดยระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง -4 โวลท์ ถึง -6 โวลท์ จะแทนค่าสถานะ 0 และระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง +4 โวลท์ ถึง +6 โวลท์ จะแทนค่าสถานะ 1 ส่วนในช่วงระดับที่มีค่าอยู่ระหว่าง -4 โวลท์ ถึง +4 โวลท์ นั้นจะใช้ในการแบ่งแยกระดับสถานะของสัญญาณระหว่างสถานะ 0 และ สถานะ 1

ตัวอย่างของวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-423 จะแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.6 โดยจุมีการแปลงระดับสัญญาณแบบ TTL ไปเป็นระดับแรงดันสัญญาณตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน RS-423 แล้วส่งไปตามสายสัญญาณและแปลงกลับจากระดับแรงดันสัญญาณในมาตรฐาน RS-423 ไปเป็นระดับสัญญาณแบบ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้กับมาตรฐาน RS-423

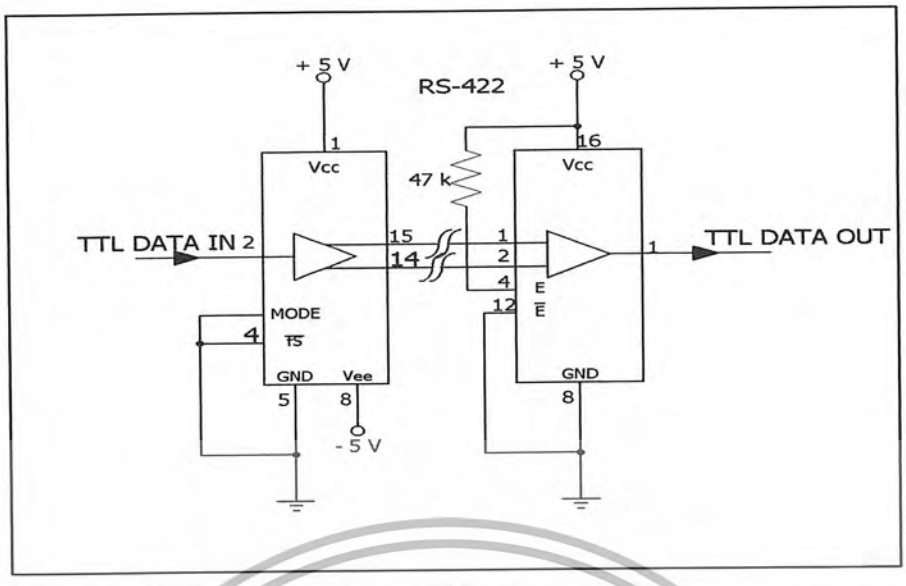
4.2.3 ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-422

มาตรฐาน RS-422 เป็นมาตรฐานที่ได้รับการพัฒนามาจากมาตรฐาน RS-423 ให้มีประสิทธิภาพในการสื่อสารเพิ่มมากขึ้น โดยมีการพัฒนาให้อัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีค่าสูงกว่าในมาตรฐาน RS-423 และระยะทางที่ใช้ในการส่งข้อมูลระหว่างตัวส่งและตัวรับก็มากกว่าในมาตรฐาน RS-423 นอกจากนี้ยังมีความไวต่อสัญญาณมากกว่าในมาตรฐาน RS-423 อีกด้วย

ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-422 นั้นจะใช้สัญญาณเพียงคู่เดียวในการส่งสัญญาณ โดยสามารถส่งสัญญาณไปได้ทิศทางเดียวในลักษณะของ one-way balanced-line (ดังรูป 4.7) อัตราเร็วสูงสุดในการส่งข้อมูลมีค่าเท่ากับ 10 Mbps โดยระยะห่างที่ใช้ในการส่งข้อมูลสามารถขยายได้ถึง 400 ฟุต สำหรับการส่งข้อมูลจะใช้ระดับแรงดันแทนค่าทางตรรกของข้อมูล โดยระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง -2 โวลท์ ถึง -6 โวลท์ จะแทนค่าสถานะ 0 และระดับแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่าง -2 โวลท์ ถึง +2 โวลท์ นั้นจะใช้ในการแบ่งแยกระดับสถานะของสัญญาณระหว่างสถานะ 0 และสถานะ 1 นอกจากนี้ตัวรับสัญญาณยังสามารถจับสัญญาณที่มีระดับแรงดันต่ำกว่า 200 mV ได้อีกด้วยทำให้มีความไวต่อสัญญาณเพิ่มขึ้น

ตัวอย่างของวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-422 จะแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.7 โดยจะมีการแปลงระดับสัญญาณแบบ TTL ไปเป็นระดับแรงดันสัญญาณตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน RS-422 แล้วส่งไปตามสายสัญญาณและแปลงกลับจากระดับสัญญาณในมาตรฐาน RS-422 ไปเป็นระดับสัญญาณแบบ TTL

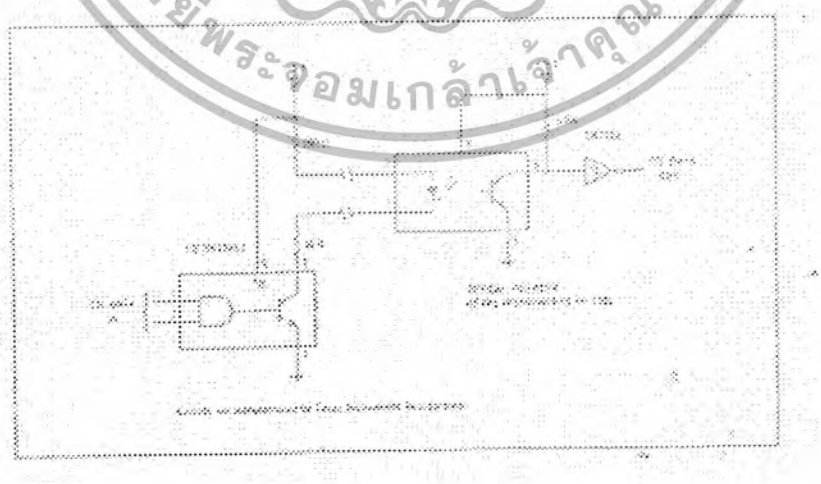
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้มาตรฐาน RS-422

4.2.4 ลักษณะการเชื่อมต่อแบบ Current-Loop

ลักษณะการเชื่อมต่อแบบ Current-Loop นั้นจะใช้สายสัญญาณเพียงคู่เดียวในการส่งสัญญาณ โดยมีหลักการส่งสัญญาคือ เมื่อลูปถูกปิดวงจร(close-loop)ระดับแรงดันจะถูกเปลี่ยนเป็นกระแสตามสมการ V=IR แต่เมื่อลูปถูกเปิดวงจร(open-loop)จะไม่มีกระแสไหลในลูป ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้โดยอาศัยการไหลของกระแสในวงจร เนื่องจากวงจรของการเชื่อมต่อแบบนี้มีอิมพีแดนซ์ต่ำ ดังนั้นจึงทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดี เรามักใช้การเชื่อมต่อแบบนี้ในกรณีที่ต้องเดินสายผ่านบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนมาก ๆ



รูปที่ 4.8 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้กับการเชื่อมต่อแบบ Current Loop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อแบบ Current Loop ซึ่งใช้แยกกราวด์ของระบบ 2 ระบบออกจากกัน ตามในรูปเป็นการแยก Current Loop ของวงจรผลิตสัญญาณ (Transmitter)ออกจากวงจรรับสัญญาณ (Receiver) นอกจากนี้วงจรนี้ยังสามารถใช้ส่งข้อมูลได้ในอัตราเร็ว 50 kbps โดยระยะทางที่ใช้ในการส่งสัญญาณไม่เกิน 3000 ฟุต ซึ่งตัวจำกัดระยะทางที่ใช้ในการส่งสัญญาณ คือ ความต้านทานของสายที่ประกอบกันอยู่เป็นลูป โดยไม่ควรมีค่าเกิน 30 โอห์ม การเชื่อมต่อแบบ Current Loop นี้มีส่วนดีคือสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางไกล ๆ และค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อแบบนี้มีราคาไม่สูงนัก

4.2.5 ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-485

มาตรฐาน RS-485 เป็นมาตรฐานที่ได้รับการพัฒนามาจากมาตรฐาน RS-422 ให้มีประสิทธิภาพในการสื่อสารเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก โดยมีการพัฒนาให้วงจรของตัวขับสัญญาณเป็นแบบ 3 สถานะ (Tri - State) ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้สองทิศทางบนสายคู่เดียว และสามารถต่อเครือข่าย Multidrop ซึ่งอุปกรณ์หลาย ๆ ตัวสามารถรับและส่งข้อมูลแบบ(Half-duplex)บนสาย สัญญาณคู่เดียวได้

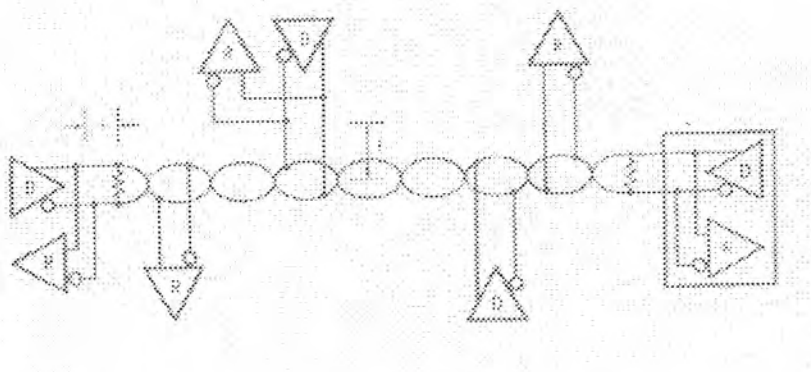
รูปที่ 4.9 แสดงวงจรขับและรับสัญญาณที่ใช้มาตรฐาน RS-485

4.3 เหตุผลในการเลือกใช้มาตรฐาน RS-485

4.3.1 คุณสมบัติในการสื่อสารแบบสองทิศทางในคนละเวลา(Half-duplex)

เนื่องจากตัวรับและตัวส่งตามาตรฐาน RS-485 ถูกออกแบบให้เป็นแบบ 3 สถานะ (Tri-state) จึงสามารถทำการสื่อสารได้สองทิศทาง บนสายสัญญาณเพียงคู่เดียว(bidirectional) ซึ่งมีข้อดีคือทำให้สะดวกและประหยัดต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงการเชื่อมต่อเครือข่ายตามาตรฐาน RS-485

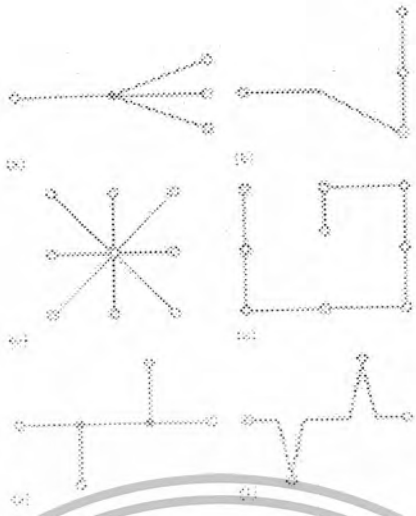
นอกจากนี้ตามาตรฐาน RS-485 นั้นยังสามารถที่จะเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายได้มากถึง 32 จุด (Unit Loads:ULs)บนสายสัญญาณคู่เดียว ซึ่งช่วงของกระแสและแรงดันในการทำงานเมื่อเชื่อมต่อทั้ง 32 จุดและแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 แสดงช่วงของกระแสและแรงดันในการทำงาน
(Loading Curve of a FULL UL)

4.3.2 คุณสมบัติทางการเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย

ตามมาตรฐาน RS-485 นั้นเครือข่ายสามารถเชื่อมต่อได้หลายจุด บนสายสัญญาณเพียงคู่เดียว (Multiple Transceviers) และการเชื่อมต่อตามาตรฐาน RS-485 นั้นจะมีพื้นฐานอยู่บนการเชื่อมต่อ เครือข่ายแบบบัส (Bus-Type Network) ซึ่งสามารถเชื่อมต่อได้หลายแบบโดยอาศัยการแปลงให้เป็นเครือข่ายเสมือนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดในการทำงานดังในรูปที่4.12 เครือข่ายทางขวามือจะเป็นเครือข่ายเสมือนของเครือข่ายทางซ้ายมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



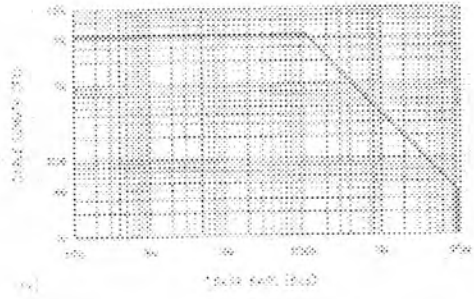
รูปที่ 4.12 แสดงเครือข่ายที่สมมูลกันตามมาตรฐาน RS-485

4.3.3 คุณสมบัติของสายสัญญาณที่ใช้

สายสัญญาณที่ใช้มาตรฐาน RS-485 นั้นสามารถที่จะใช้สายเกลียวคู่ (Twist Pair) ซึ่งเป็นสายสัญญาณโทรศัพท์ ใช้งานโดยทั่ว ๆ ไปได้ โดยมีผลกระทบต่อการสื่อสาร แต่ถ้าต้องการคุณภาพของการสื่อสารที่สูงขึ้นอาจใช้สายสัญญาณที่มีคุณภาพดีกว่าสายเกลียวคู่ เช่น สายโคแอกเชียล (Coaxial) เป็นสายสัญญาณในการสื่อสารแทนได้

4.3.4 คุณสมบัติทางด้านอัตราเร็วและระยะทางในการส่งข้อมูล

ในการส่งข้อมูลตามมาตรฐาน RS-485 นั้นสามารถที่จะส่งข้อมูลได้สูงที่สุดถึง 10 Mbps และส่งข้อมูลได้ไกลที่สุดถึง 400 ฟุต(1200 เมตร) โดยความสัมพันธ์ของอัตราเร็วในการส่งข้อมูลและระยะทางในการส่งข้อมูลจะแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและอัตราการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

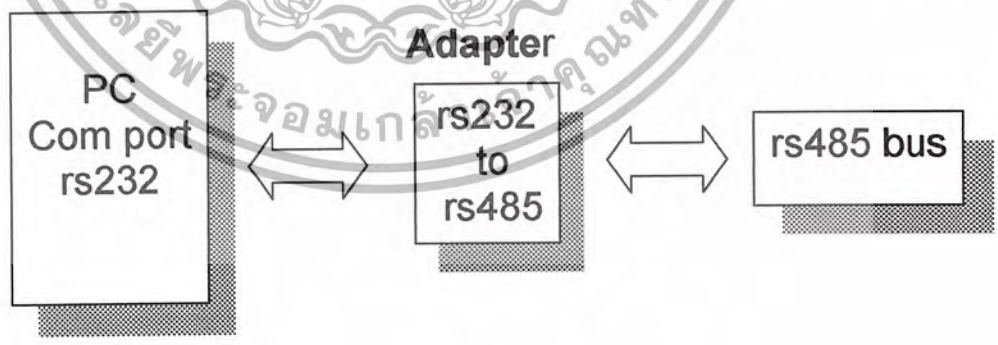
4.3.5 คุณสมบัติทางด้านสัญญาณรบกวน

สัญญาณรบกวนจะมีผลต่อการสื่อสารตามมาตรฐาน RS-485 น้อยมากถ้าเลือกอัตราเร็วในและและระยะทางในการส่งข้อมูลให้เหมะสม เนื่องจากตามมาตรฐาน RS-485 นั้นการสื่อสารจะเป็นแบบ Current Loop และใช้ความต่างศักย์ของคู่สายสัญญาณในการส่งข้อมูล ทำให้สามารถทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดีโดยเฉพาะสัญญาณรบกวนในลักษณะของ Common-mode noise

4.4 ตัวแปลงสัญญาณ

4.4.1โครงสร้างของตัวแปลงสัญญาณ

การทำงานของตัวแปลงสัญญาณ(Adapter) นั้นจะต้องทำการปรับสัญญาณระหว่างพอร์ทสื่อสารของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลซึ่งเป็นมาตรฐาน RS-232-C กับสายสัญญาณ ที่ใช้ในการส่งข้อมูล (RS-485 BUS) ซึ่งเป็นมาตรฐาน RS-485 และเนื่องจากการสื่อสารตามมาตรฐาน RS-485 นั้นสามารถทำการสื่อสารได้ 2 ทิศทาง ดังนั้นตัวแปลงสัญญาณที่ใช้จะต้องสามารถแปลงสัญญาณจากมาตรฐาน RS-485 ให้กลับไปเป็นสัญญาณตามาตรฐาน RS-232-C ได้ด้วย เพื่อให้สามารถรับและส่งข้อมูลผ่านทางตัวแปลงสัญญาณได้ ซึ่งโครงสร้างการทำงานของตัวแปลงสัญญาณสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แสดงโครงสร้างของตัวแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การออกแบบตัวแปลงสัญญาณ

จากโครงสร้างของตัวแปลงสัญญาณซึ่งทำให้ทราบหน้าที่และลักษณะการทำงานของตัวแปลงสัญญาณ เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นในการออกแบบตัวแปลงสัญญาณที่จะใช้กับระบบควบคุมเพื่อให้ระบบควบคุมสามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเชื่อมต่อกับพอร์ทสื่อสารของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจะเลือกใช้พอร์ทสื่อสารแบบอนุกรม 9 เข็ม (DB-9) ซึ่งสามารถทำการรับและส่งข้อมูลได้แบบอนุกรมโดยลักษณะของสัญญาณจะเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232-C

ในส่วนของการแปลงสัญญาณจากมาตรฐาน RS-232-C ให้เป็นสัญญาณตามมาตรฐาน RS-485 นั้นจะใช้ไอซี MAX-488 ซึ่งลักษณะของการเชื่อมต่อแสดงไว้ในรูปที่ 4.15

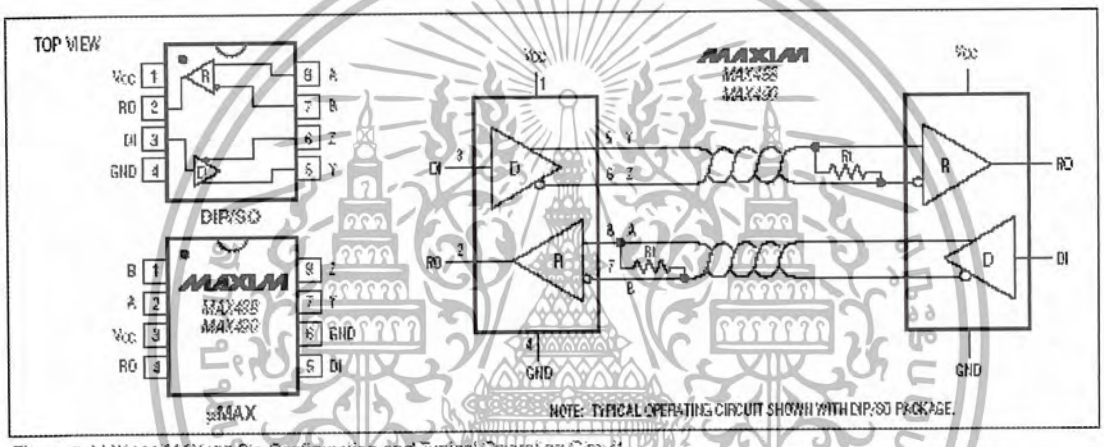


Figure 2. MAX488/MAX490 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของไอซี MAX-488

ไอซี MAX-488 มีข้อดีคือมีตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณรวมอยู่ในไอซีตัวเดียว ซึ่งทำให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน นอกจากนี้ไอซี MAX-488 ยังสามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายตามมาตรฐาน MAX-4835 ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเครือข่ายของไอซี MAX-488 แสดงไว้ในรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

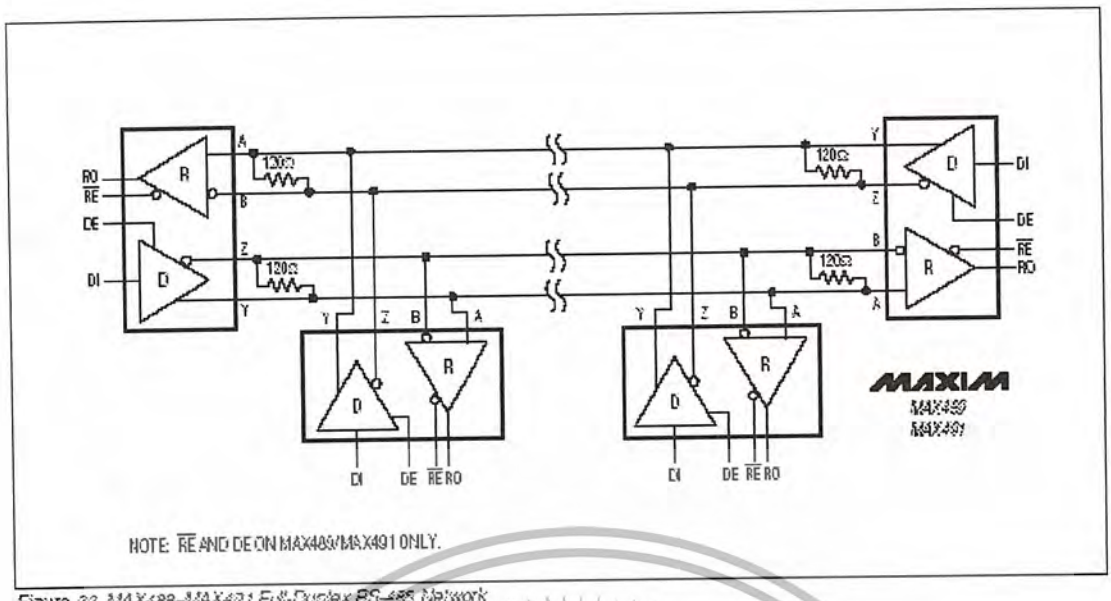
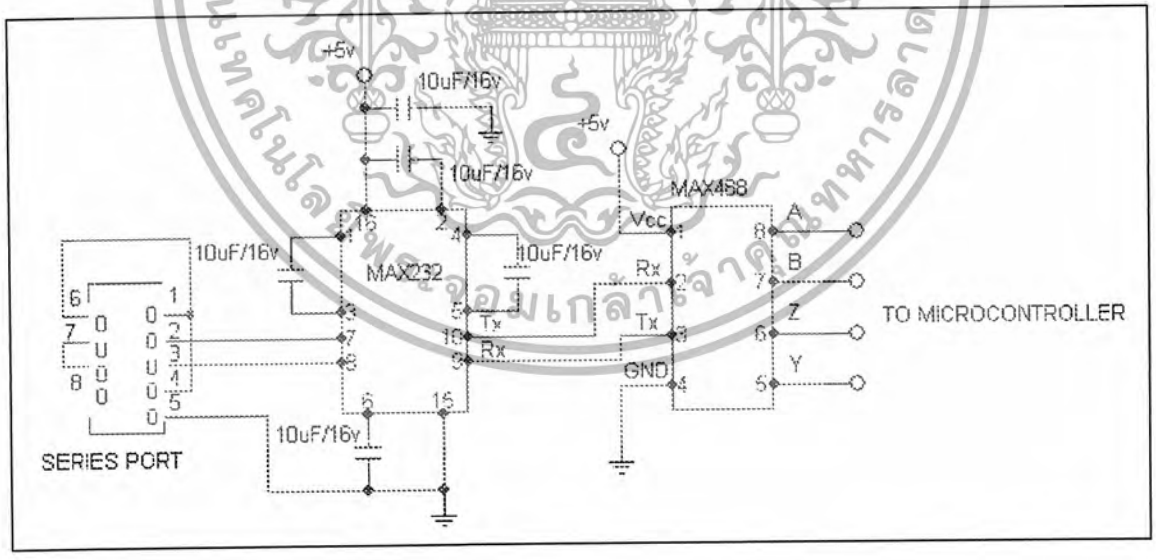


Figure 22. MAX488–MAX491 Full-Duplex RS-485 Network

รูปที่ 4.16แสดงการเชื่อมต่อเครือข่ายของไอซี MAX-488

4.4.3 วงจรของอแดปเตอร์

วงจรของตัวแปลงสัญญาณจากมาตรฐาน RS-232-C ไปเป็นสัญญาณตามมาตรฐาน MAX-485 นั้นสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 แสดงวงจรของอแดปเตอร์

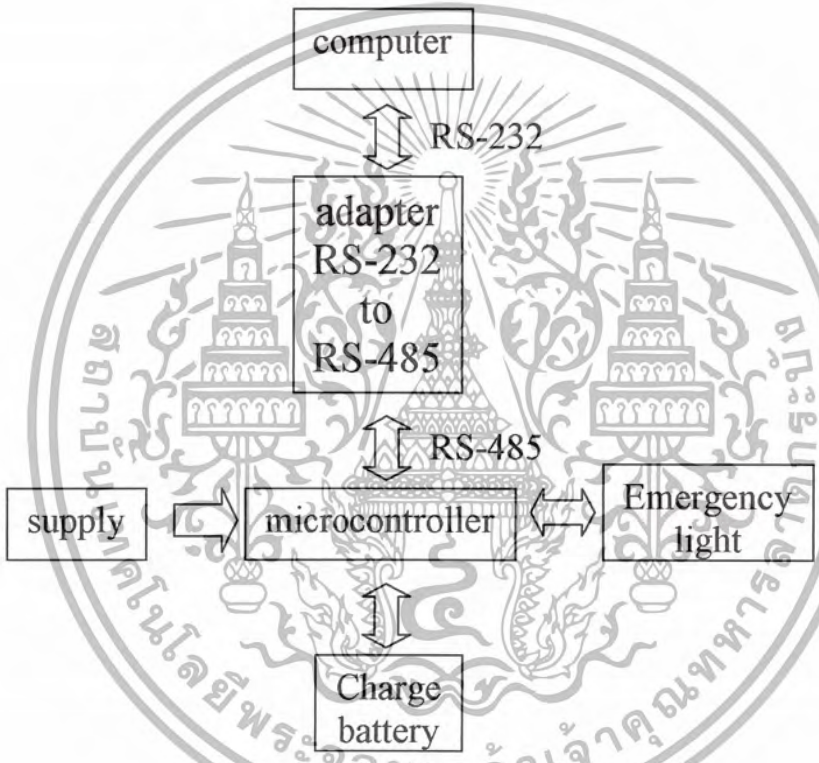
ในส่วนวงจรของตัวแปลงสัญญาณจะมีการเชื่อมต่อขาที่ทำหน้าที่ในการรับและส่งสัญญาณของพอร์ทสื่อสารแบบอนุกรมเข้ากับขาที่ใช้ในการรับและส่งสัญญาณของไอซี MAX-488 เพื่อใช้ในการรับและส่งข้อมูล โดยมีการป้องกันไม่ให้การรับสัญญาณและการส่งสัญญาณเกิดขึ้นพร้อมกันซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายในการสื่อสารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การออกแบบและหลักการทำงาน

5.1 หลักการทำงานโดยรวม

ในบทนี้จะกล่าวถึง ระบบการทำงานทั้งหมดของโครงการนี้ จะมีส่วนประกอบสำคัญตามบล็อกไดอะแกรม คือ SUPPLY , ADAPTER RS232 TO RS485 , CHARGE BATTERRY , MICROCONTROLLER และ COMPUTER



รูปที่ 5.1 BLOCK DIAGRAM การทำงานของระบบ

ระบบการทำงานทั้งหมดในโครงการนี้ จะถูกควบคุมด้วย MICROCONTROLLER PIC16F876A และจะแสดงผล รวมทั้งรายงานค่าต่าง ๆ ของ EMERGENCY LIGHT ไปยังคอมพิวเตอร์ ผ่านระบบส่งข้อมูล RS-485 ในส่วนของการแสดงผลนั้น ก็ได้ใช้โปรแกรม DELPHI สร้าง APPLICATION ขึ้นมารองรับการทำงานของโครงการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ความสามารถและคุณสมบัติทางเทคนิคของ EMERGENCYLIGHT ในโครงการนี้

1. ใช้ MICROCONTROLLER ตระกูล PIC16F876 ควบคุมการทำงานทั้งหมด
2. ใช้ระบบการส่งข้อมูลแบบอนุกรม RS485 ซึ่งทำให้ประหยัดสายในการส่ง
3. สามารถตรวจสอบสภาพหลอดของ EMERGENCYLIGHT ได้ทุกหลอดทั้งทาง MANUAL และผ่านทางคอมพิวเตอร์
4. ใช้ IC ฐานเวลาเบอร์ DS1307 ซึ่งจะทำให้วันเวลาที่ตั้ง DISCHARG ตรงกับวันเวลาจริง รวมทั้งยังใช้รายงานวันเวลาที่เกิดไฟดับได้
5. ส่งข้อมูลต่างของ EMERGENCYLIGHT มารายงานที่คอมพิวเตอร์ได้ เช่น
   - แรงดันแบตเตอรี่ ในขณะนั้น
   - สภาพหลอด
   - จำนวนครั้งที่เกิดไฟดับ
   - วันเวลาที่ไฟดับ
6. สามารถสั่งปิดเปิดหลอดไฟผ่านคอมพิวเตอร์ได้

5.3 การเลือกขนาดแบตเตอรี่

เลือกใช้แบบ Sealed Lead-Acid เนื่องจากมีขนาดเล็กกะทัดรัดและไม่ต้องมีการบำรุงรักษามากนักเช่น ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นเป็นต้น ซึ่งสามารถคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่ ได้ดังนี้

กำลังของโหลดที่ใช้ทั้งหมด $35 \times 2 = 70$ วัตต์

ระยะเวลาที่ใช้สำรองไฟ 2 ชั่วโมง

ใช้แบตเตอรี่ระบบแรงดัน 24 โวลต์

กระแสที่ใช้จ่ายโหลด ($I_{discharge}$) $= (Watt / V_{batt})$

$= (70 / 24)$

$= 2.916$ แอมแปร์

ดังนั้นขนาดความจุของแบตเตอรี่ คือ $2.916 \times 2 = 5.832$ AH

เนื่องจากความจุของแบตเตอรี่ไม่คงที่ตลอดอายุการใช้งาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคิดสำรองกำลังงานของแบตเตอรี่ไว้ 25 เปอร์เซ็นต์ [IEEE 1884-1994] เพื่อรักษาเสถียรภาพของค่าความจุของแบตเตอรี่ไว้ ในส่วนของการจ่ายกำลังงานให้กับวงจรควบคุมการสำรองกำลังงานจะถูกตั้งไว้ 30 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเพิ่มขึ้นในส่วนที่ไม่ได้ถูกคาดหมายไว้ในระบบการทำงานของวงจรเพื่อชดเชยในกรณีที่ตัวแปรที่มีอยู่ในการทำงานต่ำลงหรือเปลี่ยนแปลงไปจากส่วนที่ได้คาดหมายไว้และสำหรับการจ่ายกำลังงานซ้ำหลังจากระบบจ่ายกำลังงานถึงจุดแรงดันต่ำสุด (end voltage) และชดเชยอุณหภูมิในการใช้งานของแบตเตอรี่ที่เปลี่ยนไปจากการคำนวณ (25 องศาเซลเซียส) ดังนั้นค่าที่เผื่อไว้สำหรับการสำรองกำลังของทั้งสองส่วนนี้จึงคิดที่ 55 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ค่าที่เผื่อไว้สำหรับการสูญเสีย (Factor lose) = 10× 55%

= 5.5 AH

เพราะฉะนั้น ความจุของแบตเตอรี่ที่ใช้งาน = 5.832 AH + 5.5 AH

= 11.332 AH

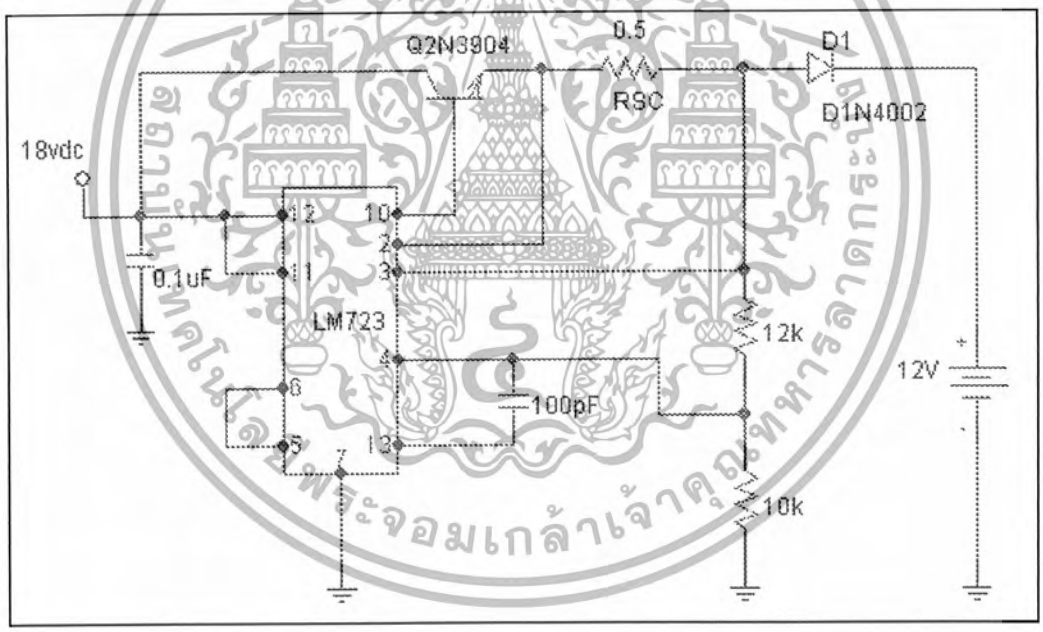
ดังนั้นเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลท์ 7 AH จำนวน 2 ลูกต่อขนานกัน

5.4 วงจรควบคุมชุดไฟฉุกเฉิน

ในวงจรการทำงานหลักประกอบไปด้วยหลาย ๆ ส่วนของวงจรรวมกันเช่น วงจรฐานเวลา วงจรตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่ วงจรตรวจสอบหลอด วงจรชาร์จแบตเตอรี่ วงจรควบคุมหลัก ซึ่งวงจรทั้งหมดนี้ จะถูกควบคุมโดย MICROCONTROLLER เบอร์ PIC16F876A

5.4.1 วงจรการทำงาน ประกอบด้วย

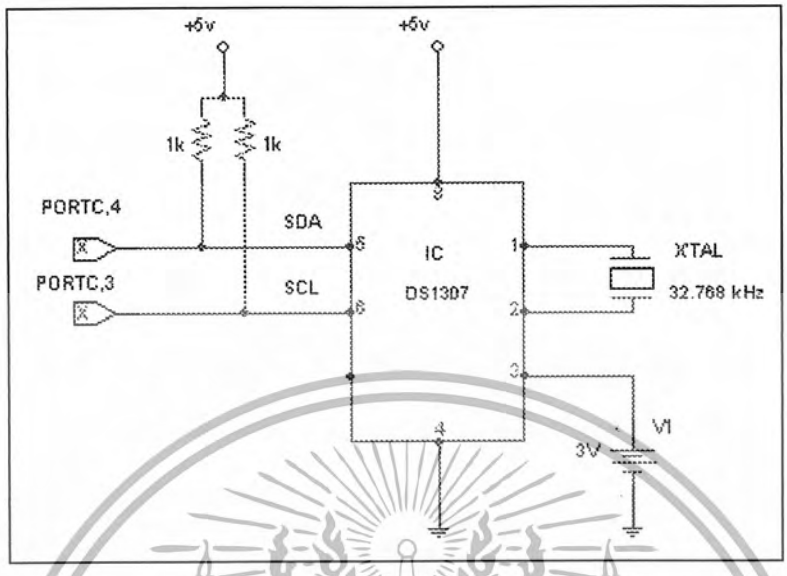
1. วงจรชาร์จแบตเตอรี่ จะใช้ IC LM723 มาทำการควบคุมวงจรการชาร์จ ดูได้จากรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 วงจร CHARG BATTERY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

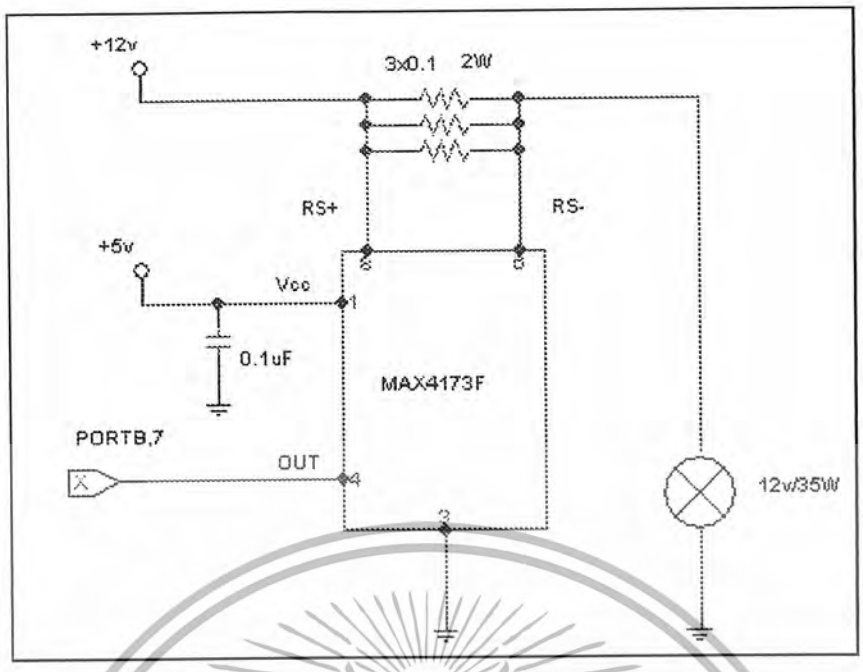
2. วงจรกำเนิดฐานเวลา จะใช้ IC เบอร์ DS1307 จาก บ.ดัลลัส จะต่อใช้งานตามรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 วงจรกำเนิดฐานเวลา

3. วงจรตรวจสอบหลอด ซึ่งในวงจรหลอดไฟได้ต่อแบบขนานไว้ ซึ่งถ้าหลอดใดหลอดหนึ่งขาด อีกหลอดจะยังสามารถทำงานได้ ในวงจรตรวจสอบหลอดนี้ จะใช้หลักการตรวจสอบการไหลของกระแส ถ้าไม่มีกระแสไหลก็แสดงว่า หลอดไฟขาด ซึ่งการตรวจสอบจะใช้ IC เบอร์ MAX 4173F ในการตรวจสอบการไหลของกระแส ซึ่ง IC เบอร์นี้จะสามารถตรวจสอบกระแสได้ถึง 10A สามารถดูข้อมูล IC เบอร์นี้ ได้จาก DATA SHEET จากภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 วงจรตรวจสอบหลอด

5.5 วงจรการทำงานรวม

เมื่อนำเอาวงจรต่าง ๆ มารวมกันจะได้ดังรูปที่ 5.6 จากวงจรสามารถอธิบายได้คือ ในวงจรจะมี MICROCONTROLLER เป็นตัวควบคุมหลัก โดยจะใช้ไฟเลี้ยงจากแบตเตอรี่ผ่านวงจรเร็กกูเลเตอร์ ซึ่งจะไม่มีผลต่อวงจรคอนโทรลเมื่อไฟดับ เพราะจะมีไฟเลี้ยงจากแบตเตอรี่ตลอดเวลา ในส่วนของการตรวจสอบแรงดันที่แบตเตอรี่จะใช้โมดูลแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลเพื่อนำไปเปรียบเทียบและส่งต่อให้ MICROCONTROLLER ไปประมวลผลและทำการสั่งชาร์จ หรือไม่ชาร์จ ส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งก็คือ ส่วนของ IC สร้างฐานเวลา ซึ่งได้ใช้ IC เบอร์ DS1307 เป็น IC ที่กำเนิดฐานเวลาทุกอย่างทั้งเวลาและวันที่ และสามารถทำงานได้ถึงปี ค.ศ. 2100 ถ้ามีไฟเลี้ยงจ่าย back up ตลอดเวลา โดยสามารถดูการใช้งานของ IC DS1307 นี้ได้ที่ DATA SHEET ภาคผนวก

การทำงานหลัก ๆ คือ ถ้าเกิดไฟดับ MICROCONTROLLER จะสั่งให้หลอดไฟสว่าง และถ้าไฟมาปกติก็จะสั่งให้หลอดไฟดับแต่ถ้าภายใน1.5ชม.ซึ่งก็คือเวลาที่สามารถสำรองไฟได้โดยประมาณ ตามการทดลอง ถ้าไฟยังไม่มา MICROCONTROLLER จะสั่งให้ไฟดับก่อนเพื่อไม่ให้แรงดันแบตเตอรี่ต่ำเกินไป อาจจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมได้ ดังนั้นโครงการชุดนี้ จะสามารถจ่ายไฟสำรองได้ประมาณ 1.5 ชม.ต่อจากนั้นถ้าแรงดันแบตเตอรี่ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ในMICROCONTROLLER ก็จะทำการเปรียบเทียบค่าและส่งค่าไปให้ MICROCONTROLLER รับรู้ว่าแบตเตอรี่เต็มหรือไม่เต็ม และ MICROCONTROLLER จะสั่งให้ รีเลย์ตัดต่อวงจรชาร์จต่อไป

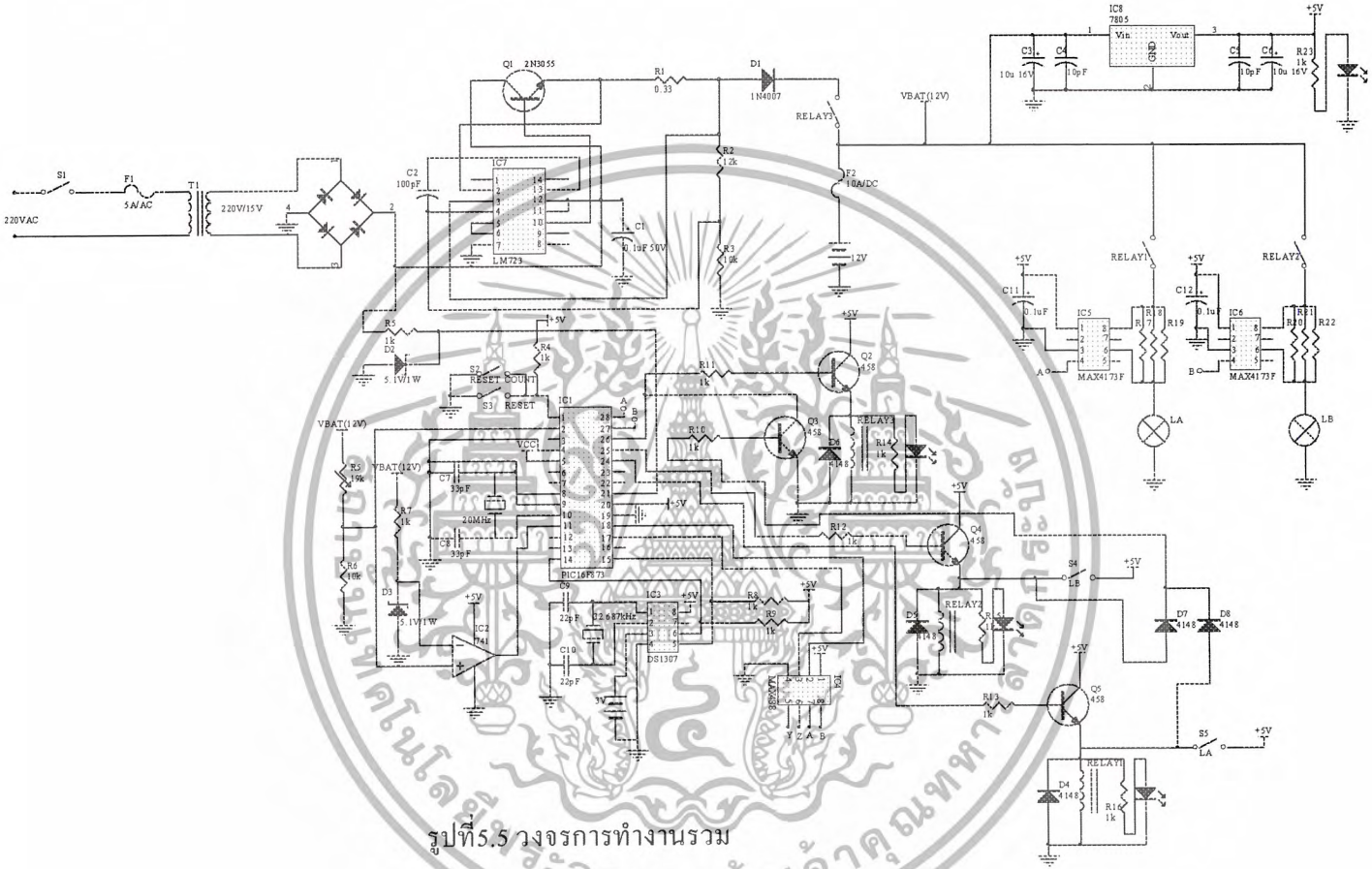
และกรณีที่เกิดไฟดับ ขณะนั้น MICROCONTROLLER ก็จะ SAVE ค่าวันเวลาจาก IC ฐานเวลา เก็บไว้เพื่อรอส่งผลรายงานไปยังคอมพิวเตอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการ DISCHARG เนื่องจากใน SPEC ของแบตเตอรี่ กำหนดไว้ว่าควรมีการ DISCHARG BATTERY ทุก ๆ 3 เดือน ดังนั้นในโปรแกรมได้ตั้งค่าไว้ว่าทุก ๆ 3 เดือน จะมีการ DISCHARG BATTERY ทุกครั้ง การ DISCHARG ก็คือ การเปิดหลอดไฟทิ้งไว้นั่นเองเพื่อป้องกันแบตเตอรี่เสื่อม

การตรวจสอบหลอดสามารถตรวจสอบได้ 2 วิธี คือ กดสวิทช์ TEST ที่หน้ากล่อง และอีกวิธีหนึ่งคือ การสั่งผ่านทางคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

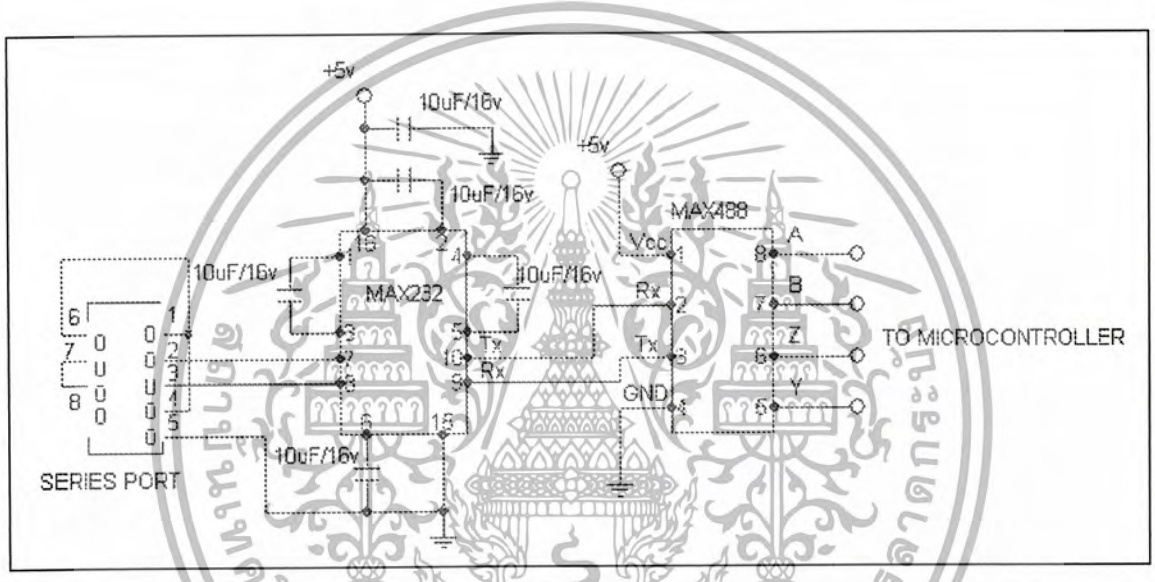


รูปที่5.5 วงจรการทำงานรวม

5.6 ระบบ NETWORK

5.6.1 วงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็น RS-485

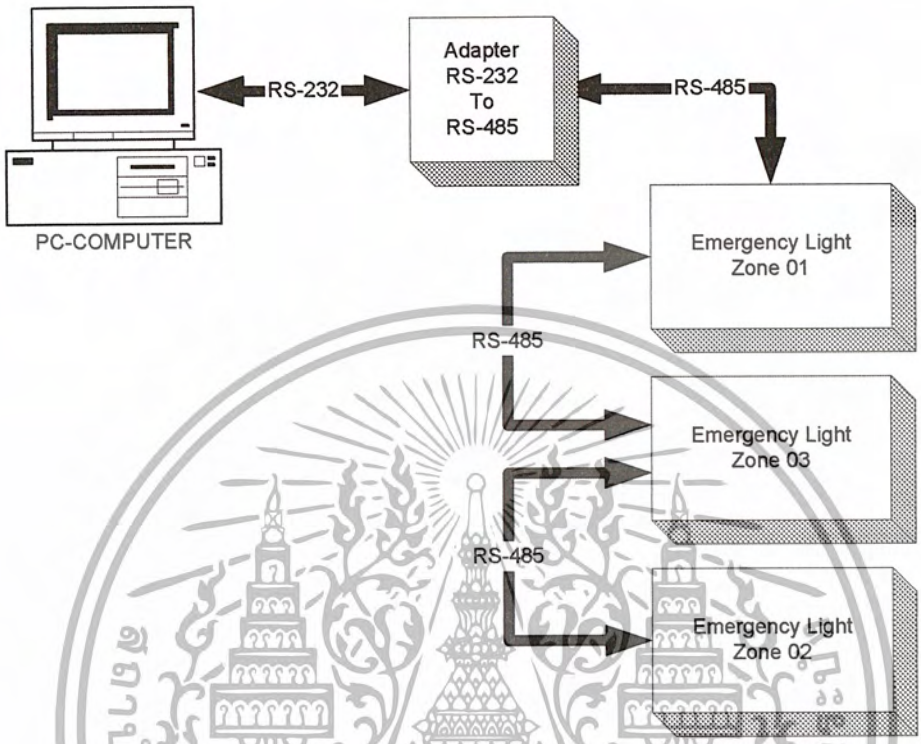
จากวงจรจะใช้ IC DRIVER RS-232 กับ IC MAX488 สำหรับที่เลือกใช้ IC MAX488 แทน MAX485 ก็เพราะว่า IC MAX488 จะใช้สายสัญญาณ 4 เส้น ซึ่งจะแยกเป็นสายส่งข้อมูล 2 เส้น และรับข้อมูล 2 เส้น เป็นการรับส่งแบบฟูลดูเพล็ก ก็คือสามารถรับและส่งได้ในเวลาเดียวกันและป้องกันการส่งข้อมูลชนกันได้ด้วยเพราะมีการรับและส่งคนละทางกัน



รูปที่ 5.6 วงจรแปลงสัญญาณ RS232 เป็น RS485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.2 การวางระบบเครือข่าย



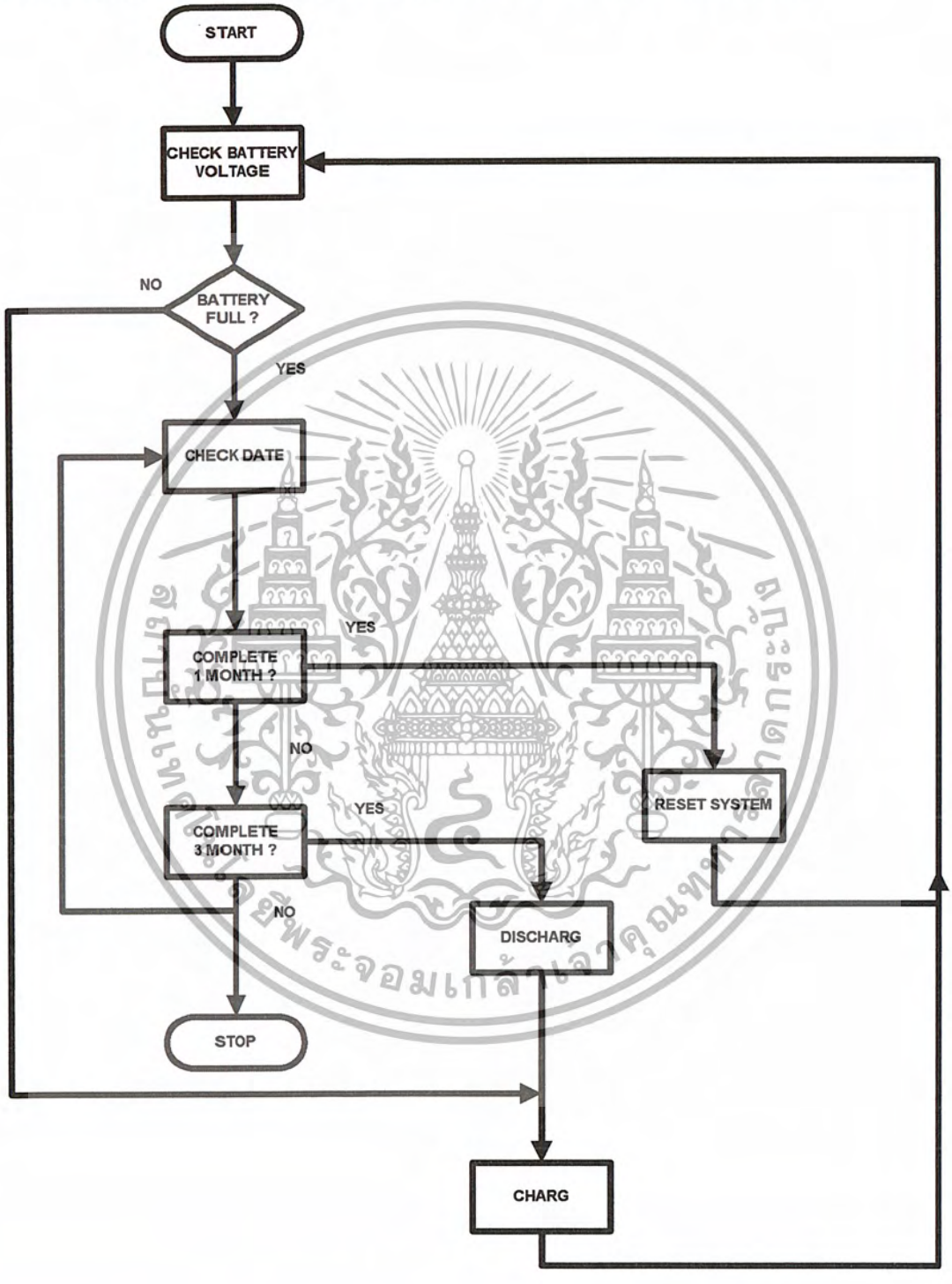
รูปที่ 5.7 Block diagram การวางระบบ

สำหรับ Block diagram การวางระบบจะใช้วิธีการต่อกันแบบเครื่องต่อเครื่อง ซึ่งจะทำให้ประหยัดสายสัญญาณในการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 การทำงานของโปรแกรม

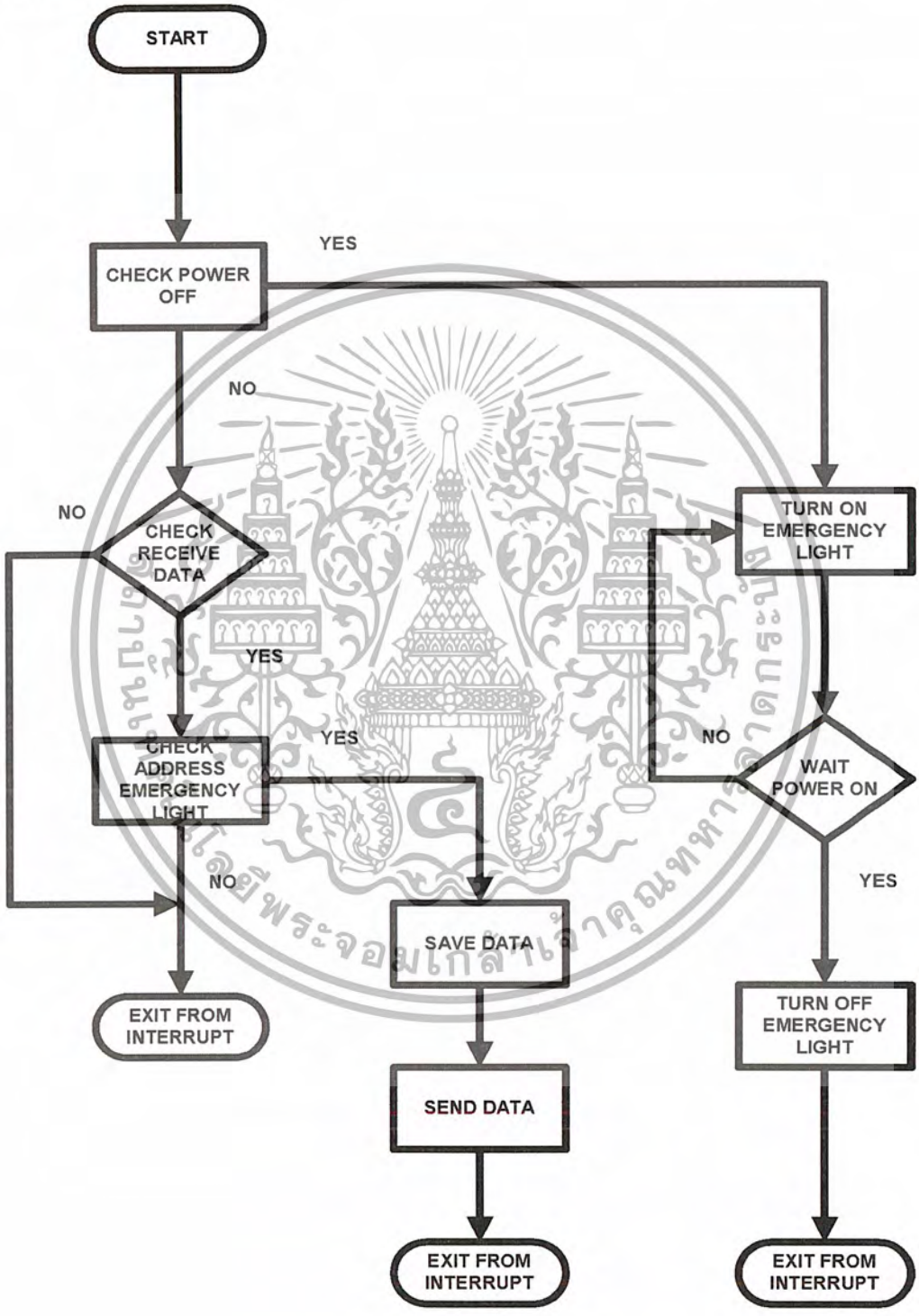
การทำงานของโปรแกรมอธิบายได้ด้วย FLOW CHART ดังรูปที่ 5.11 ในส่วนของ MAIN PROGRAM ขั้นแรกตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่ ตรวจสอบวันที่ DISCHARG



รูปที่ 5.8 FLOW CHART MAIN PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเกิดการ INTERRUPT โปรแกรมจะตรวจสอบการ INTERRUPT ว่าเกิดจากไฟดับหรือไม่ ถ้าเกิดจากไฟดับจริง ก็จะสั่งให้หลอดติดสว่าง แต่ถ้าไม่ได้เกิดจากไฟดับจริง ก็จะตรวจสอบว่ามีการรับข้อมูลเข้ามาหรือเปล่า ถ้าไม่ใช่ก็จะออกจาก INTERRUPT ถ้าใช่ก็จะเก็บข้อมูลและส่งข้อมูลออกไป



รูปที่ 5.9 FLOW CHART INTERRUPT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมไฟฉุกเฉิน

โปรแกรมที่จัดทำขึ้น เพื่อประกอบการใช้งานควบคุมไฟฉุกเฉิน ในโครงงาน การควบคุมไฟฉุกเฉินด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์นี้ ได้ใช้โปรแกรม Borland Delphi 7 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งาน โดยจัดแบ่งการทำงานเป็นส่วนๆดังนี้

5.8.1 การใช้งานรับส่งข้อมูลไฟดับ

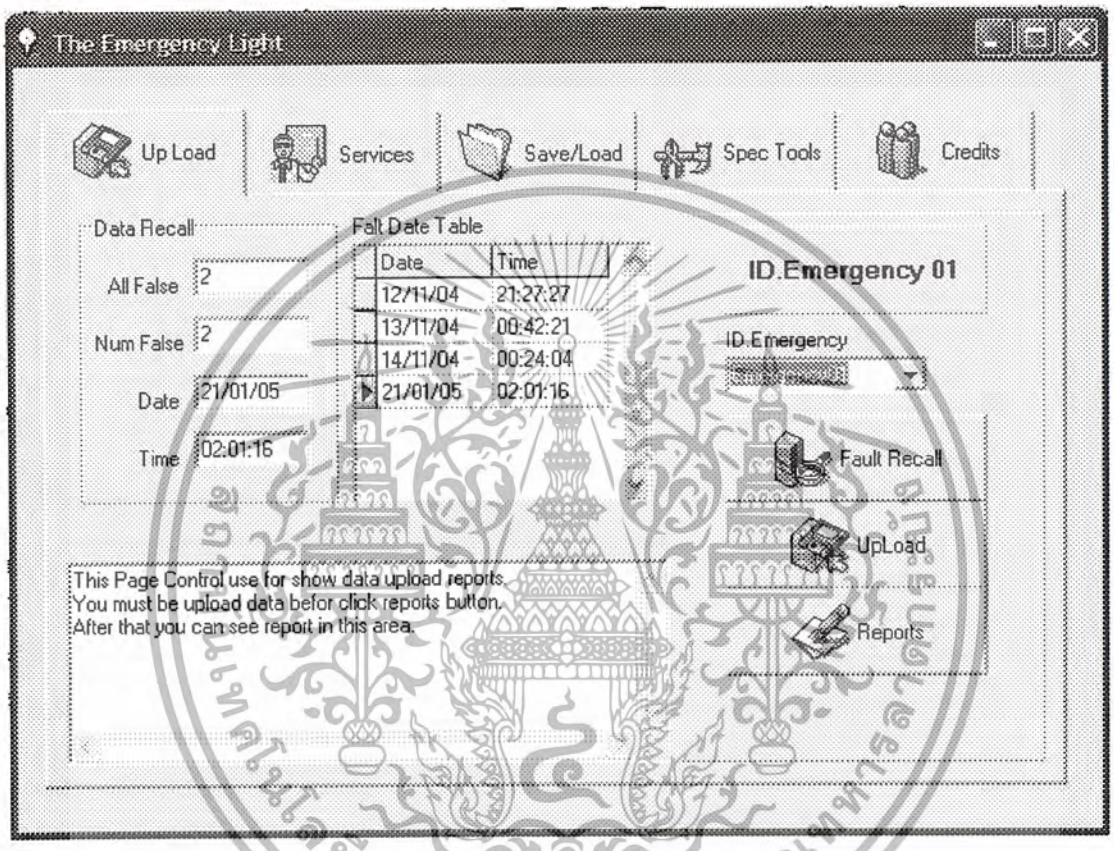
โปรแกรมไฟฉุกเฉินจะแสดงหน้าต่างโปรแกรมดังรูปที่ 5.11 โดยการเริ่มต้นใช้งานจะต้องเลือกการติดต่อกับชุดไฟฉุกเฉิน โดยการเลือกที่ช่องสำหรับใช้ติดต่อ ซึ่งในโครงงานนี้จัดการจำลองสถานการณ์ว่ามีไฟฉุกเฉินในระบบอยู่ 3 ชุด โดยในที่นี้จะเลือกติดต่อกับชุดที่

รูปที่ 5.10แสดงหน้าต่างหลักของโปรแกรมการรับส่งข้อมูลไฟดับ

ในตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมนี้จะแสดงข้อมูลไฟดับที่มีอยู่แล้ว หากต้องการข้อมูลไฟดับจากชุดไฟฉุกเฉินจะต้องคลิกปุ่ม Fault Recall เสียก่อน ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลจำนวนครั้งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

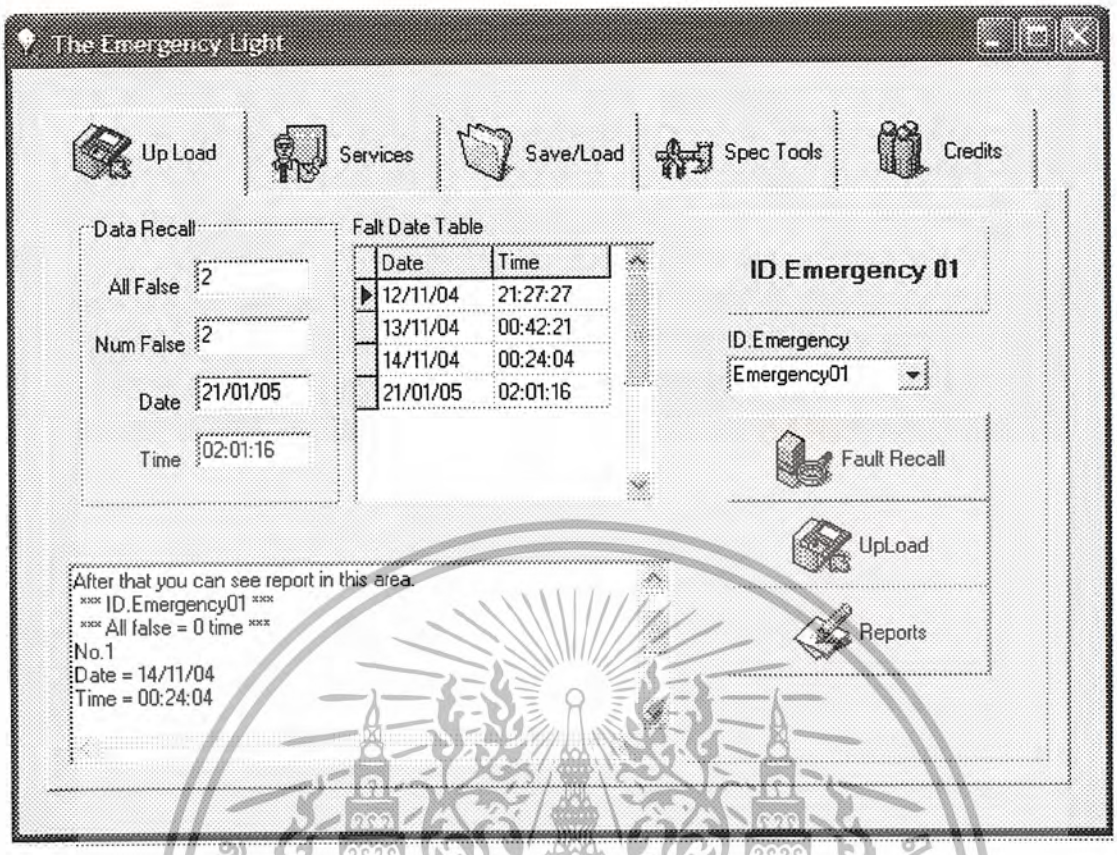
ไฟดับกลับมาให้ เพื่อที่โปรแกรมจะนำข้อมูลจำนวนครั้งที่ไฟดับ ใช้เป็นเงื่อนไขในการจัดข้อมูลลงในตารางฐานข้อมูลของไฟฉุกเฉินในแต่ละชุด ซึ่งในตัวอย่างมีไฟดับ 2 ครั้ง จากนั้นจึงคลิกปุ่ม UpLoad เพื่อจัดเก็บข้อมูลลงในตารางฐานข้อมูล ซึ่งแต่ละชุดของไฟฉุกเฉินจะมีข้อมูลของแต่ละเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.11 แสดงการเก็บข้อมูลลงในตารางฐานข้อมูล

เมื่อจัดเก็บข้อมูลลงในตารางฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว สามารถดูรายงานผลข้อมูลที่ได้รับจากไฟฉุกเฉินโดยคลิกปุ่ม Reports ซึ่งผลที่ได้จะแสดงในกล่องข้อความด้านล่างโดยสามารเลื่อนแถบเลื่อนด้านข้างเพื่อดูข้อมูลทั้งหมดได้โดยแสดงในรูปที่ 5.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

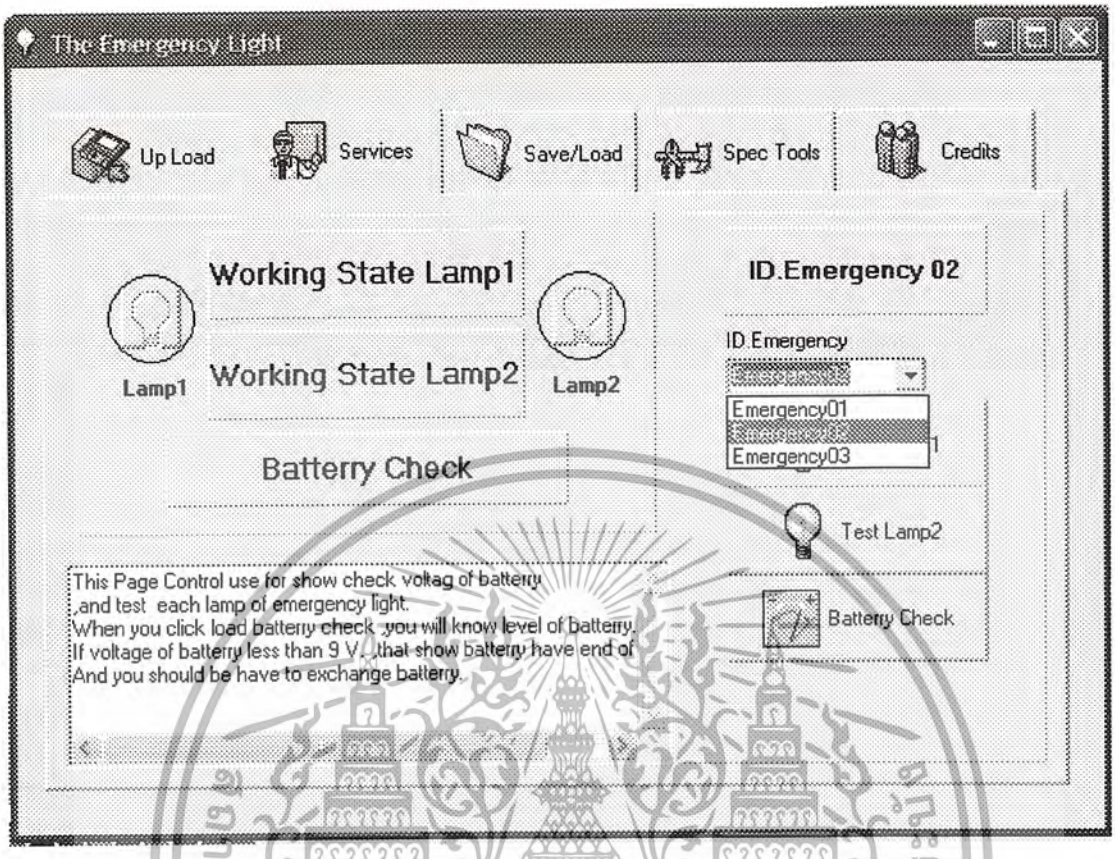


รูปที่ 5.12 แสดงผลรายงานข้อมูลที่รับมาจากชุดไฟฉุกเฉิน

5.8.2 การใช้งานเพื่อทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับไฟฉุกเฉิน

ในส่วนของการทำงานโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์ภายในของชุดไฟฉุกเฉิน แสดงโดยรูปที่ 5.14 โดยก่อนที่จะทดสอบตัวอุปกรณ์ จะต้องเลือกชุดไฟฉุกเฉินที่ต้องการทดสอบ โดยเลือกที่ปุ่มเลือก ซึ่งในการทดสอบนี้เลือกทดสอบไฟฉุกเฉินชุดที่2

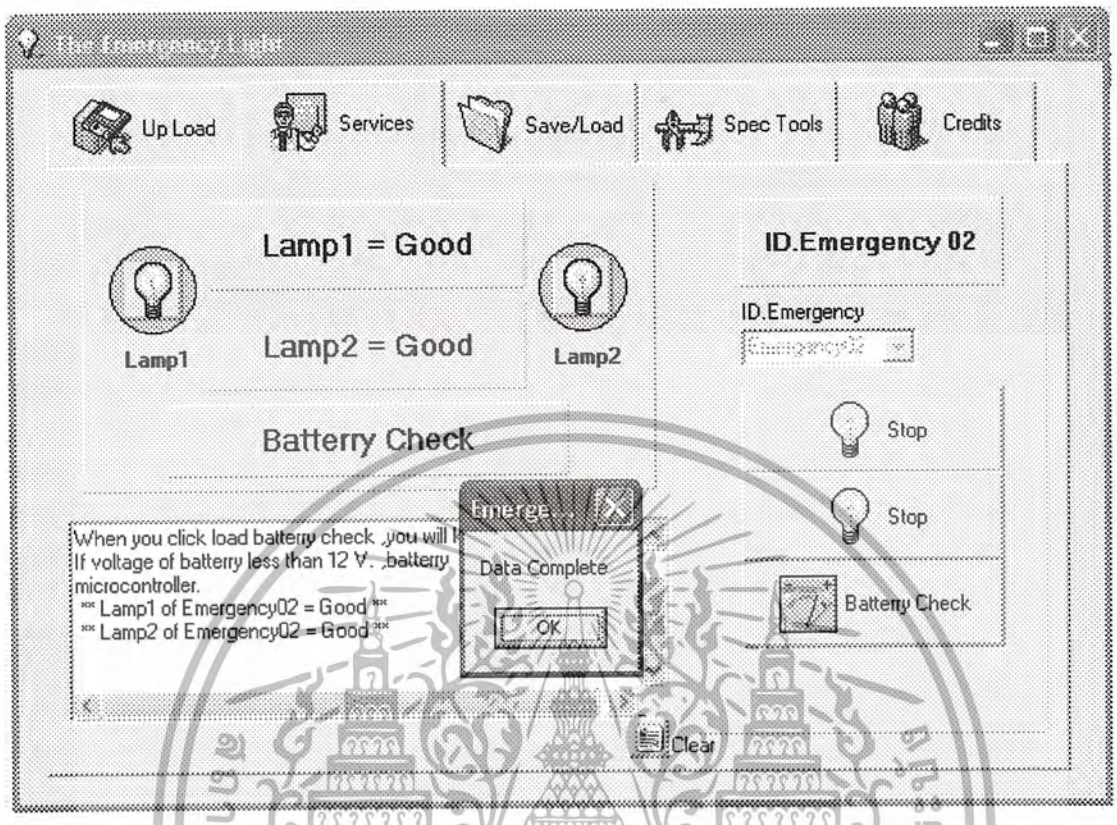
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.13 แสดงหน้าต่างโปรแกรมส่วนทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์ไฟฉุกเฉิน

โดยอุปกรณ์แรกที่จะทดสอบคือหลอดไฟ ซึ่งจะมีปุ่มทดสอบหลอดไฟ 2 หลอดสำหรับแต่ละชุดไฟฉุกเฉิน ทดสอบโดยคลิกปุ่ม Test Lamp1 และ Test Lamp2 ซึ่งโปรแกรมจะส่งข้อมูลให้ไฟฉุกเฉิน จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการทดสอบหลอดไฟของชุดไฟฉุกเฉินและส่งผลกลับมาที่โปรแกรม ซึ่งจะแสดงผลของการรับข้อมูลกลับโดยกล่องข้อความ Data Complete จากนั้นคลิกปุ่ม **OK** โปรแกรมจะแสดงผลการทำงานโดยแสดงข้อความ Lamp1 = Good และ Lamp2 = Good ถ้าหากเกิดความผิดพลาดของหลอดไฟ จะแสดงข้อความ Lamp1 = Fault และ Lamp2 = Fault โดยการทดสอบจะแยกทดสอบครั้งละหลอดก็ได้ ซึ่งในขณะเดียวกันช่องแสดงข้อความด้านล่างจะแสดงผลของการทดสอบหลอดไฟของชุดไฟฉุกเฉินเช่นกัน

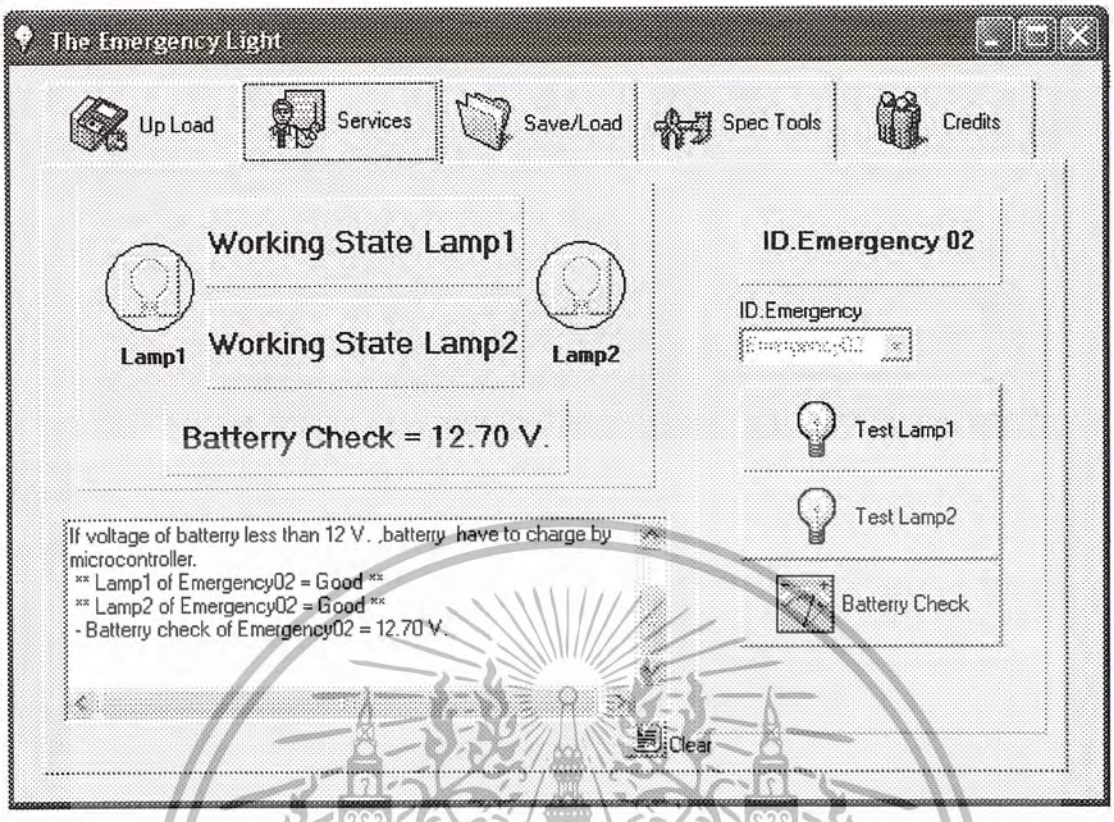
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 แสดงการทดสอบความผิดปกติหลอดไฟของชุดไฟฉุกเฉิน

อุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่โปรแกรมสามารถตรวจสอบได้ คือ แรงดันแบตเตอรี่ จะทดสอบโดยการวัดแรงดันขั้วแบตเตอรี่ ซึ่งผลที่ได้จะทำให้ทราบว่าแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับปกติหรือไม่ โดยในตัวอย่างการทดสอบจะเลือกทดสอบกับไฟฉุกเฉินชุดที่ 1 โดยหลังจากเลือกไฟฉุกเฉินที่จะทดสอบแล้วจึงสามารถคลิกปุ่ม Battery Check หลังจากนั้นข้อมูลจากไฟฉุกเฉินจะถูกแสดงข้อความระดับแรงดันแบตเตอรี่ที่พื้นที่แสดงข้อความ และช่องแสดงข้อความด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 5.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



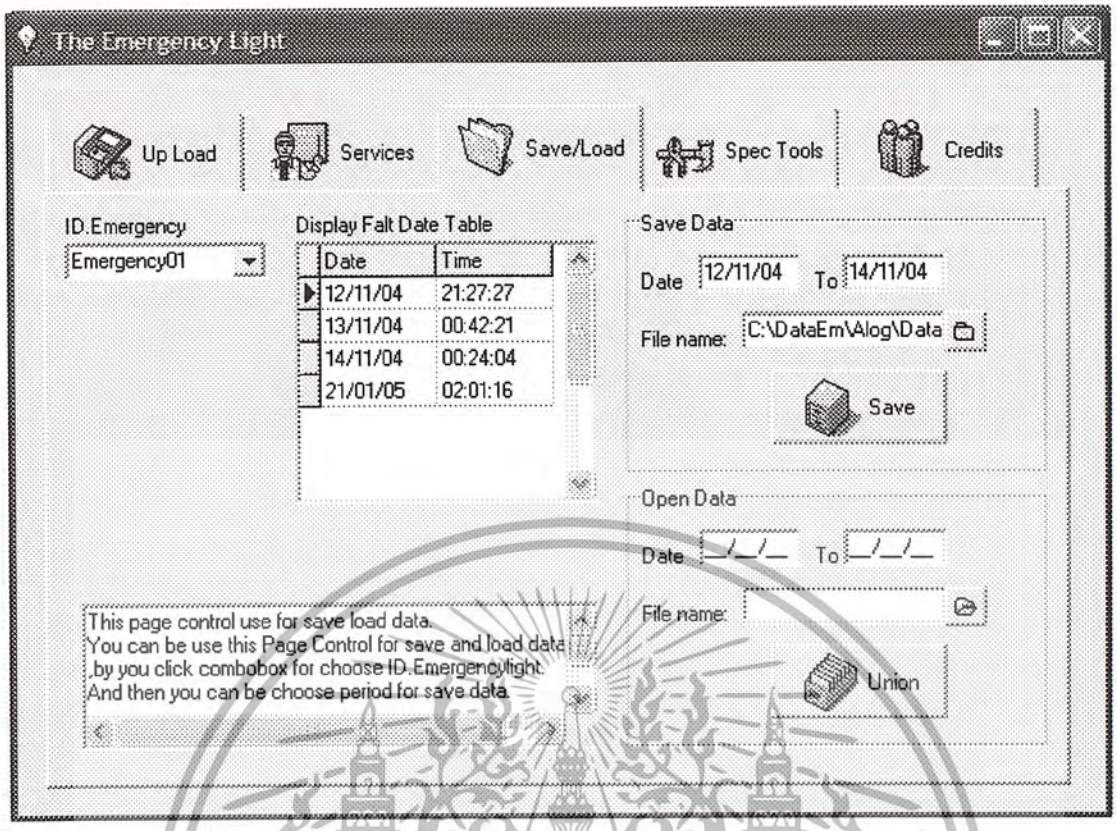
รูปที่ 5.15 แสดงการทดสอบระดับแรงดันแบตเตอรี่

5.8.3 การจัดเก็บสำรองข้อมูลและเปิดดูข้อมูลที่สำรองไว้

ในโครงงานการควบคุมไฟฉุกเฉิน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์นั้น จะพบว่าฐานข้อมูลเป็นส่วนที่สำคัญมากโดยเมื่อข้อมูลการไฟดับมากขึ้น หากฐานข้อมูลเกิดการเสียหายจากสาเหตุอะไรก็ตาม ข้อมูลที่จัดเก็บไว้จะเกิดการสูญหาย ดังนั้นจึงต้องมีการจัดเก็บสำรองข้อมูลไว้เผื่อเกิดการผิดพลาดขึ้น

โดยรูปที่ 5.17 แสดงตัวอย่างการจัดสำรองข้อมูลซึ่งจะต้องเลือกว่าจะจัดการกับข้อมูลไฟฉุกเฉินชุดใด โดยในตัวอย่างที่แสดงนี้ เลือกจัดสำรองข้อมูลไฟฉุกเฉินชุดที่ 1 จากนั้นจึงเลือกช่วงเวลาที่ต้องการสำรองข้อมูล และตั้งชื่อข้อมูลที่ต้องการสำรองไว้ ในตัวอย่างการใช้โปรแกรมนี้ใช้ชื่อในการสำรองข้อมูลคือ Data Test

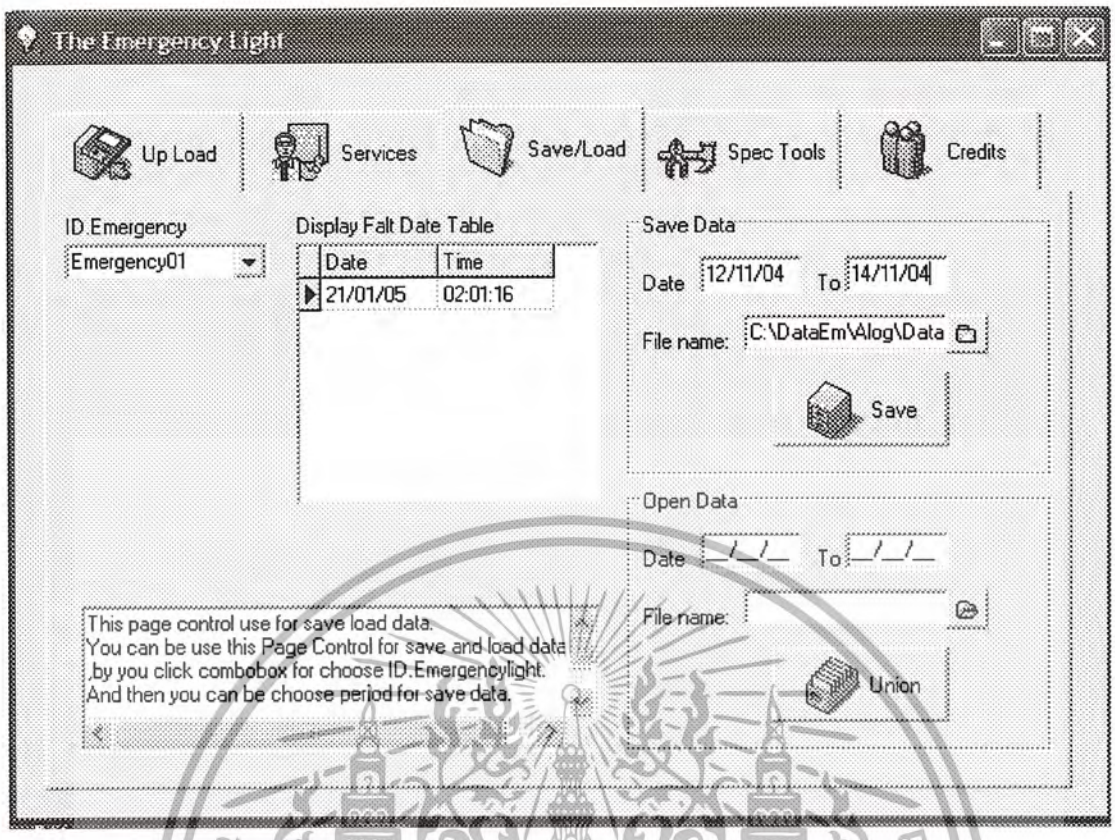
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 แสดงการจัดสำรองข้อมูล

หลังจากนั้นจึงคลิกปุ่ม Save แล้วข้อมูลจะถูกจัดเก็บ ดังแสดงในรูปที่ 6.8

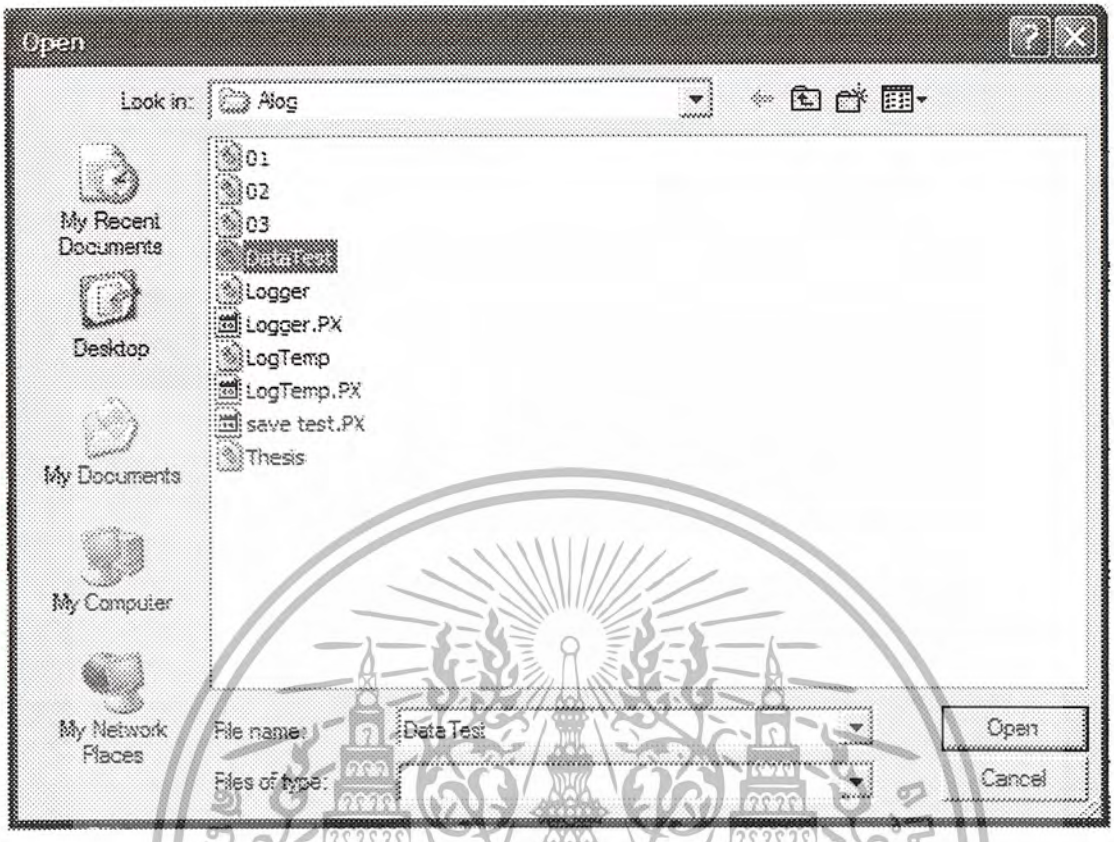
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.17 แสดงข้อมูลถูกจัดเก็บ

กรณีที่ต้องการจะเปิดดูข้อมูลที่สำรองไว้ให้คลิกที่ปุ่ม Open Dialog แล้วจึงเลือกข้อมูลที่ต้องการเปิดดูดังแสดงในรูปที่ 5.19 ในตัวอย่างการใช้งานนี้เลือกเปิดไฟล์สำรองข้อมูลชื่อ Data Test

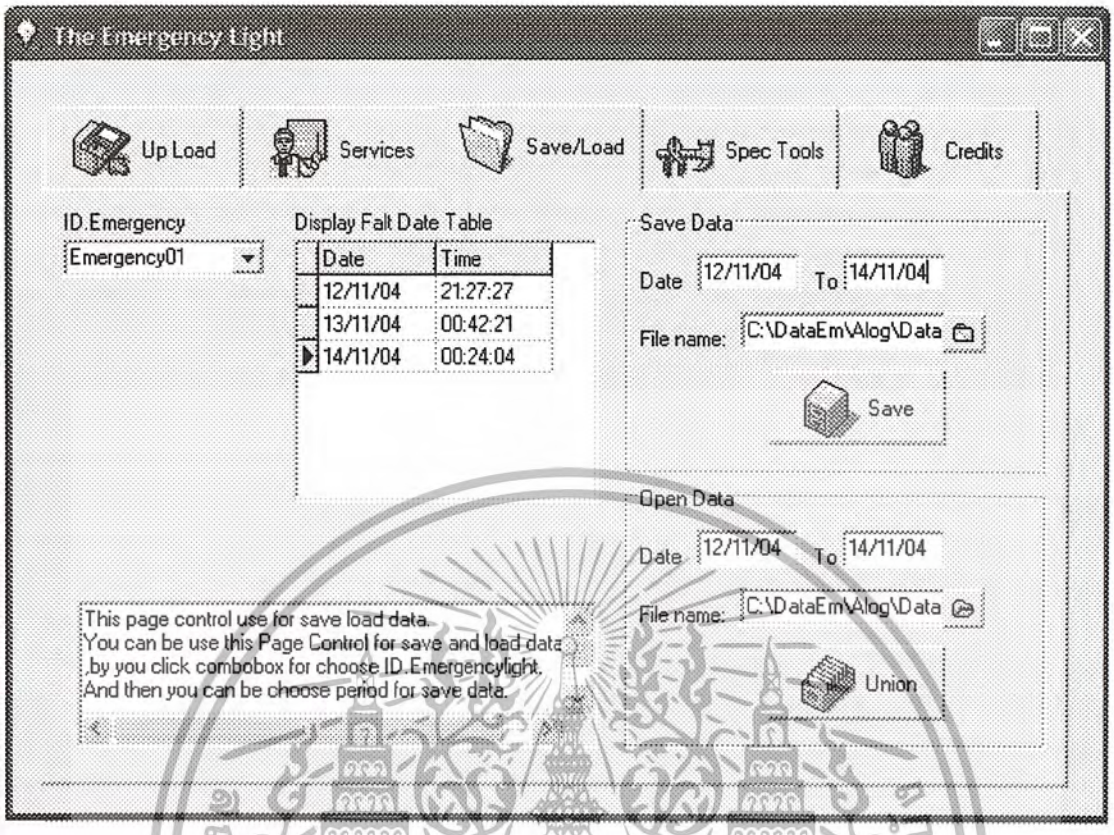
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.18 แสดงตัวอย่างการเลือกเปิดข้อมูลที่สำรองไว้สำรอง

จากนั้นจึงคลิกปุ่ม Open หลังจากนั้นข้อมูลที่สำรองไว้จะถูกนำมาแสดงที่ตารางฐานข้อมูล หากต้องการที่จะรวมข้อมูลที่สำรองไว้กับข้อมูลหลักในตารางจึงคลิกปุ่ม Union ดังแสดงในรูปที่ 5.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.19 แสดงข้อมูลที่สำรองไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

ผลการทดลอง

6.1 ทดลองการชาร์จแบตเตอรี่

6.1.1 การทดลอง

ในการทดลองก็จะใช้วงจรชาร์จแบตเตอรี่จากบทที่ 5 มาใช้ในการทดลองซึ่งจะมีการบันทึกค่าทุกๆ 10 นาทีจะได้ค่าตามตารางที่ 6.1

ผลการทดลอง

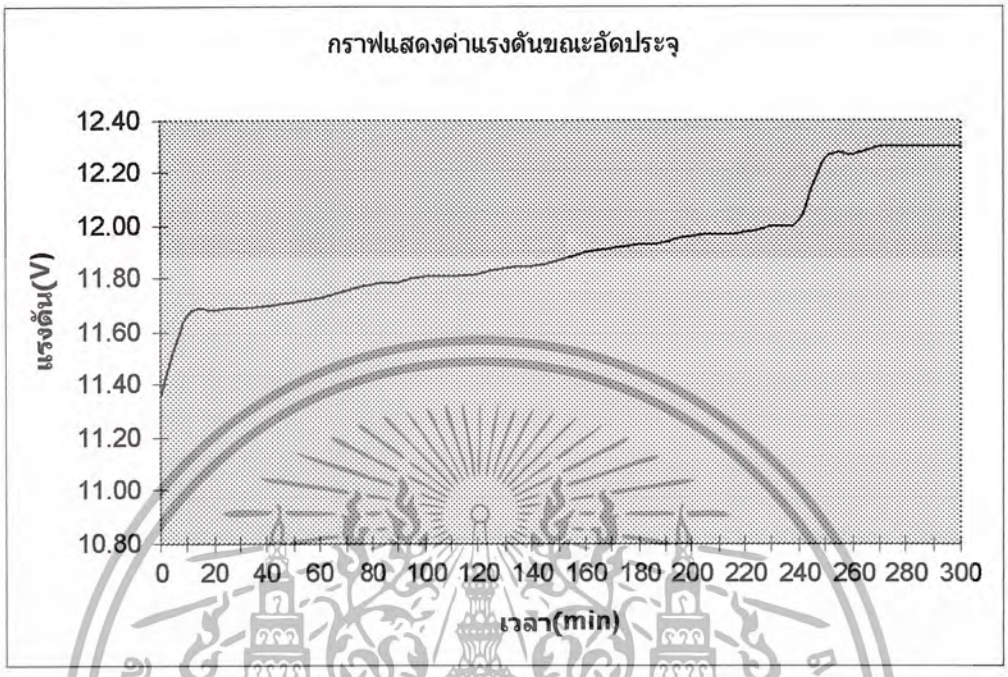
เวลา(นาที)	แรงดัน(V)	กระแส(A)	เวลา(นาที)	แรงดัน(V)	กระแส(A)
0	11.36	0.56	160	11.90	0.53
10	11.66	0.54	170	11.92	0.53
20	11.68	0.53	180(3ชั่วโมง)	11.93	0.53
30	11.69	0.53	190	11.94	0.53
40	11.70	0.53	200	11.96	0.53
50	11.71	0.53	210	11.97	0.53
60(1ชั่วโมง)	11.73	0.53	220	11.98	0.52
70	11.76	0.53	230	12.00	0.51
80	11.78	0.53	240(4ชั่วโมง)	12.02	0.51
90	11.79	0.53	250	12.26	0.31
100	11.81	0.53	260	12.27	0.22
120(2ชั่วโมง)	11.82	0.53	270	12.30	0.21
130	11.84	0.53	280	12.30	0.21
140	11.85	0.53	290	12.30	0.21
150	11.87	0.53	300(5ชั่วโมง)	12.30	0.21

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าแรงดันและกระแสขณะชาร์จแบตเตอรี่

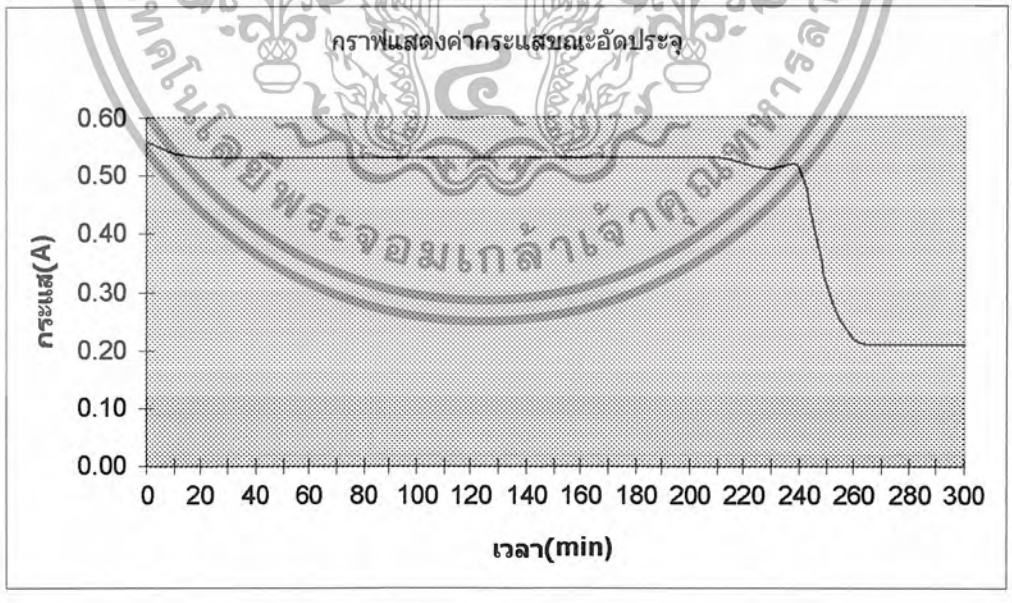
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าวงจรที่ใช้ในการทดลองและใช้งานจริงสามารถทำงานได้ดี



รูปที่ 6.1 กราฟแสดงค่าแรงดันขณะชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 6.2 กราฟแสดงค่ากระแสขณะชาร์จแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ทดลองสำรองไฟฉุกเฉิน

6.2.1 การทดลอง

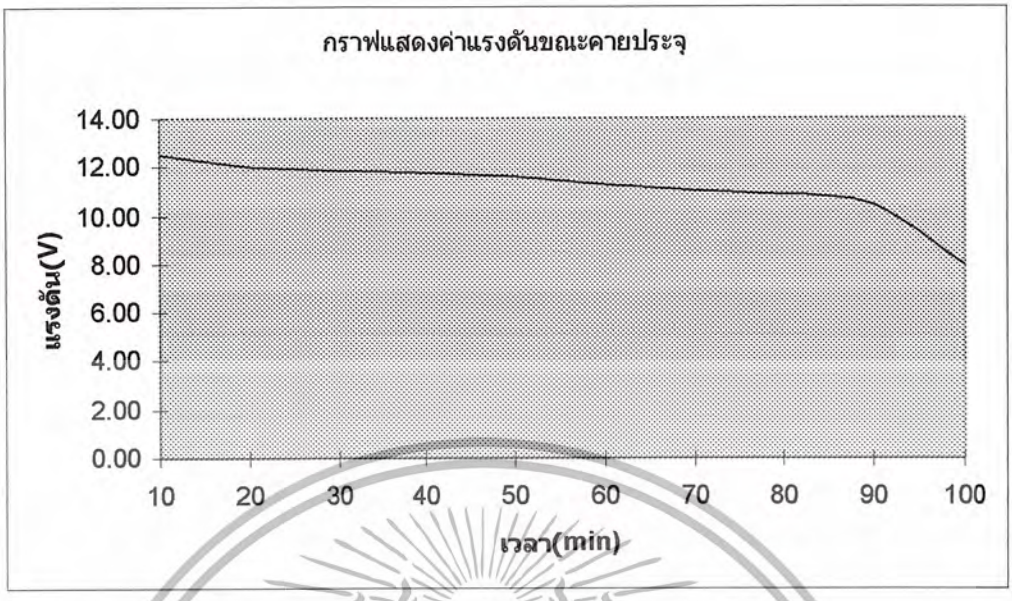
ในการทดลองทำได้โดยเปิดหลอดไฟฉุกเฉินทิ้งไว้จนกว่าแบตเตอรี่จะหมด ระหว่างทดลองจะมีการบันทึกค่าทุกๆ 10 นาที จะได้ค่าตามตารางที่ 6.2

เวลา(นาที)	แรงดัน(V)	กระแส(A)
10	12.55	5.79
20	12.00	5.74
30	11.89	5.71
40	11.77	5.67
50	11.65	5.64
60(1ชั่วโมง)	11.31	5.60
70	11.06	5.41
80	10.91	5.42
90	10.42	5.26
100	8.00	4.53

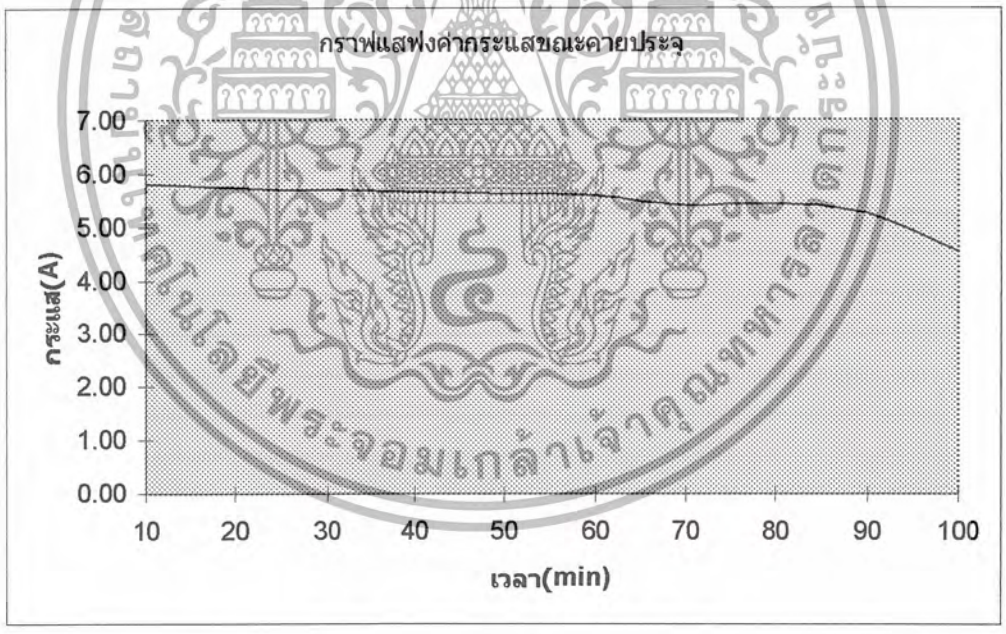
ตารางที่ 6.2 แสดงค่าแรงดันและกระแสขณะทดลองสำรองไฟฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 6.3 กราฟแสดงค่าแรงดันขณะทดลองสำรองไฟฉุกเฉิน



รูปที่ 6.4 กราฟแสดงค่ากระแสขณะทดลองสำรองไฟฉุกเฉิน

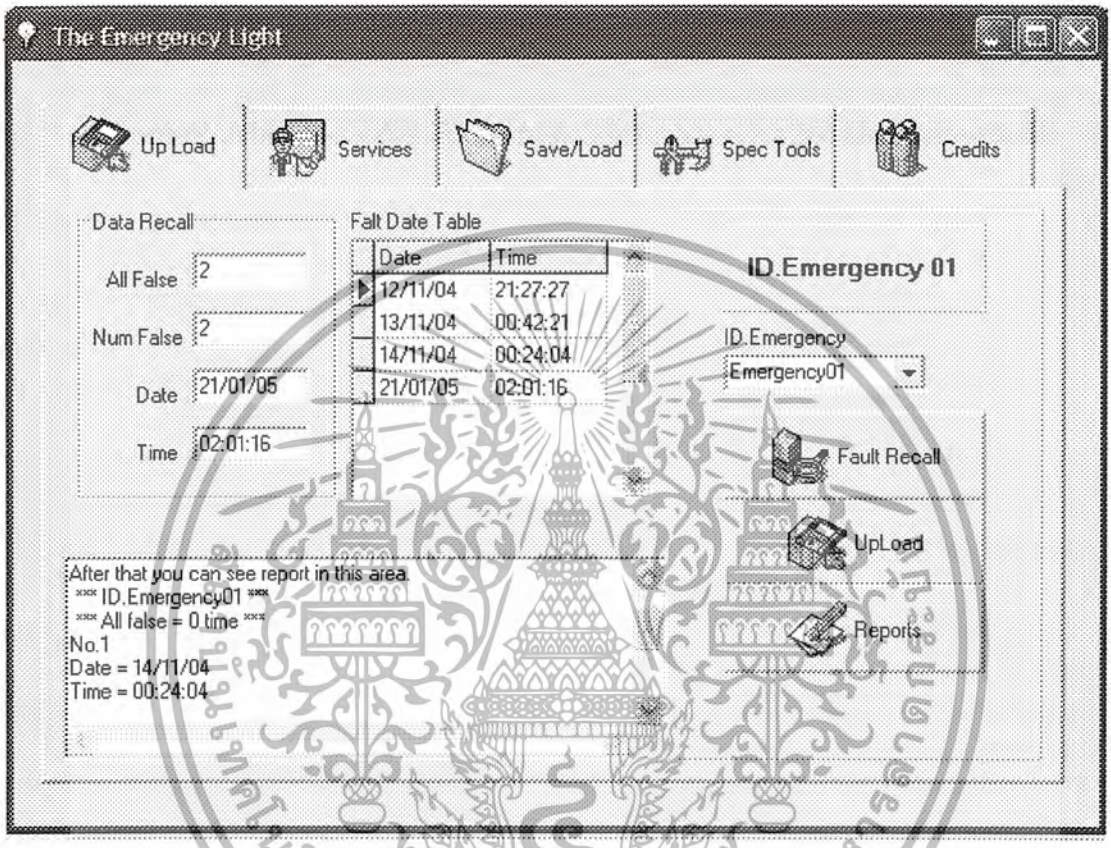
จากค่าในตารางจะเห็นได้ว่าสามารถสำรองไฟได้ 1 ชั่วโมง 40 นาที หรือประมาณ 1 ชั่วโมงครึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ทดลองการส่งข้อมูล

6.3.1 การทดลอง

ในการทดลองทำได้โดย ต่อชุดแปลงสัญญาณ RS-232 TO RS-485 เข้ากับชุดไฟฉุกเฉินเป็นเครือข่ายแต่ละชุด และเรียกใช้งานโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาจากโปรแกรม Delphi 7 มาใช้งาน ดังแสดงตามรูปต่างๆ

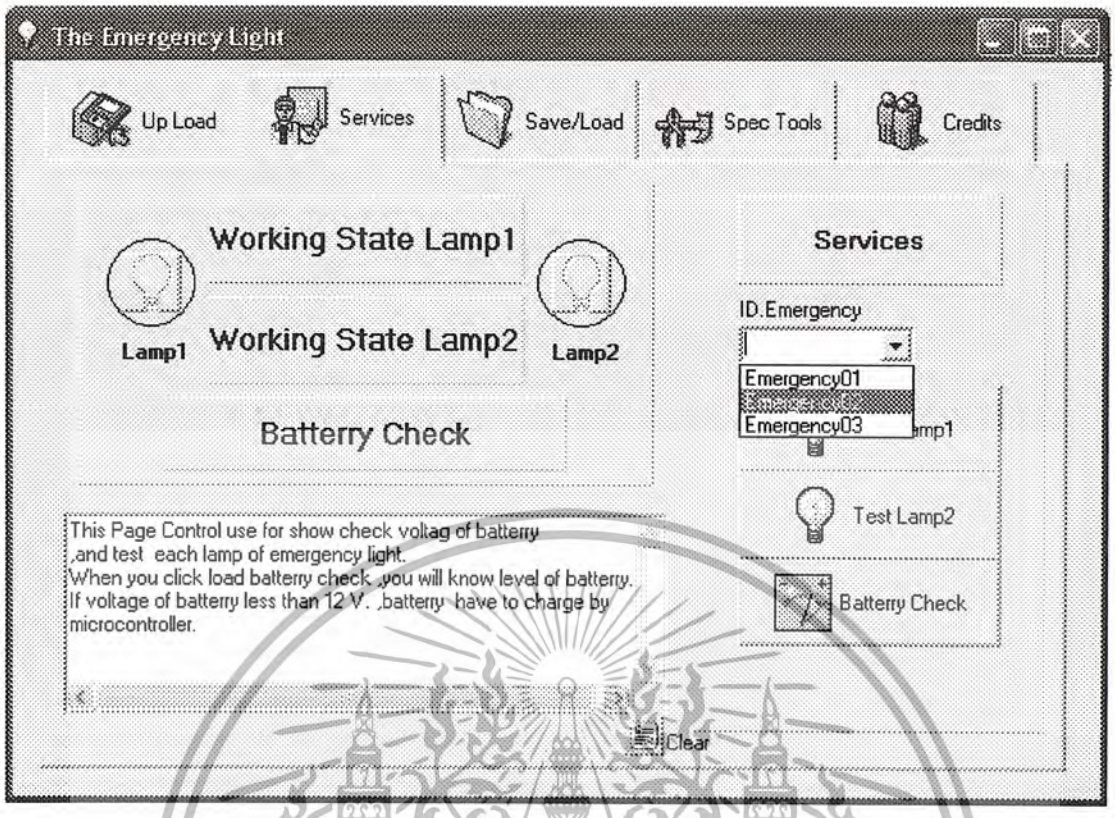


รูปที่ 6.5 แสดงผลรายงานข้อมูลต่างๆที่รับมาจากชุดไฟฉุกเฉิน

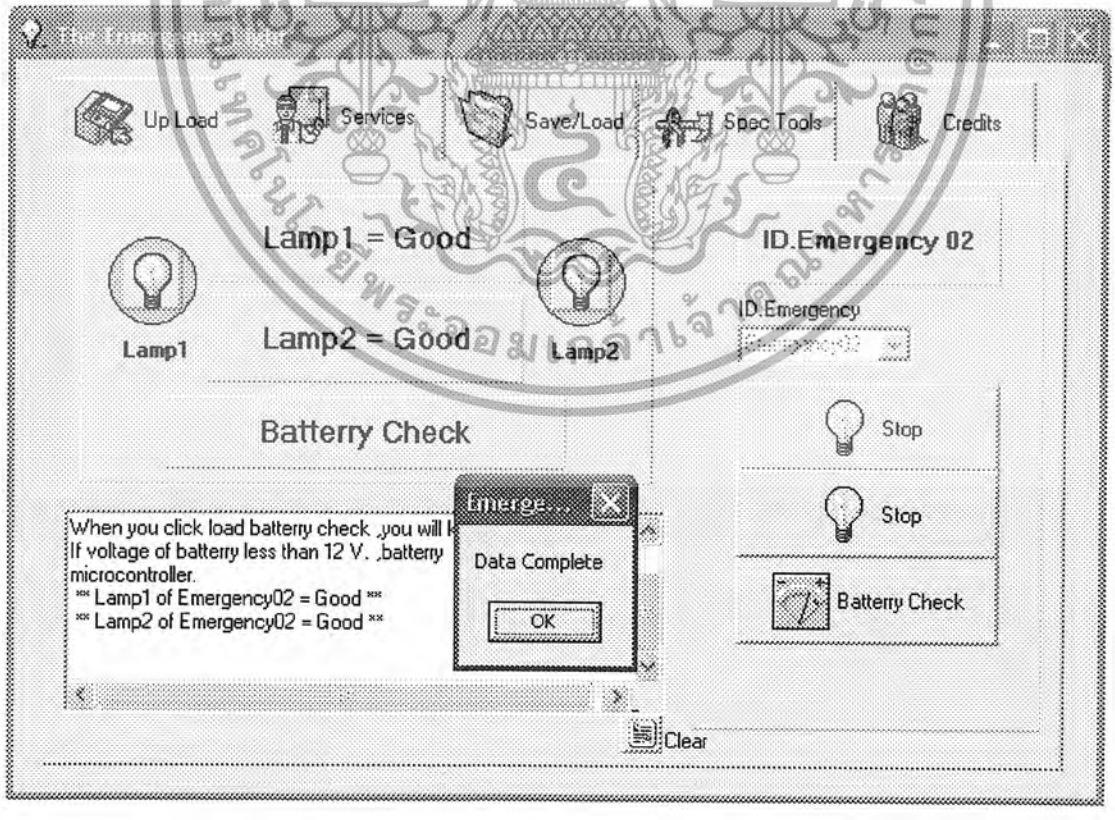
หน้าจอนี้จะแสดงข้อมูลต่างๆที่รับมาจากชุดไฟฉุกเฉินเช่นจำนวนครั้งที่ไฟดับและวันเวลาที่ไฟดับ เป็นต้น

อุปกรณ์แรกที่จะทดสอบคือหลอดไฟ ซึ่งจะมีปุ่มทดสอบหลอดไฟ 2 หลอดสำหรับแต่ละชุดไฟฉุกเฉิน ทดสอบโดยคลิกปุ่ม Test Lamp1 และ Test Lamp2 ซึ่งโปรแกรมจะส่งข้อมูลให้ไฟฉุกเฉินจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการทดสอบหลอดไฟของชุดไฟฉุกเฉินและส่งผลกลับมาที่โปรแกรม ซึ่งจะแสดงผลของการรับข้อมูลกลับโดยกล่องข้อความ Data Complete จากนั้นคลิกปุ่ม OK โปรแกรมจะแสดงผลการทำงานโดยแสดงข้อความ Lamp1 = Good และ Lamp2 = Good ถ้าหากเกิดความผิดพลาดของหลอดไฟ จะแสดงข้อความ Lamp1 = Fault และ Lamp2 = Fault โดยการทดสอบจะแยกทดสอบครั้งละหลอด ซึ่งในขณะเดียวกันช่องแสดงข้อความด้านล่างจะแสดงผลของการทดสอบหลอดไฟของชุดไฟฉุกเฉินเช่นกัน ตามรูปที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



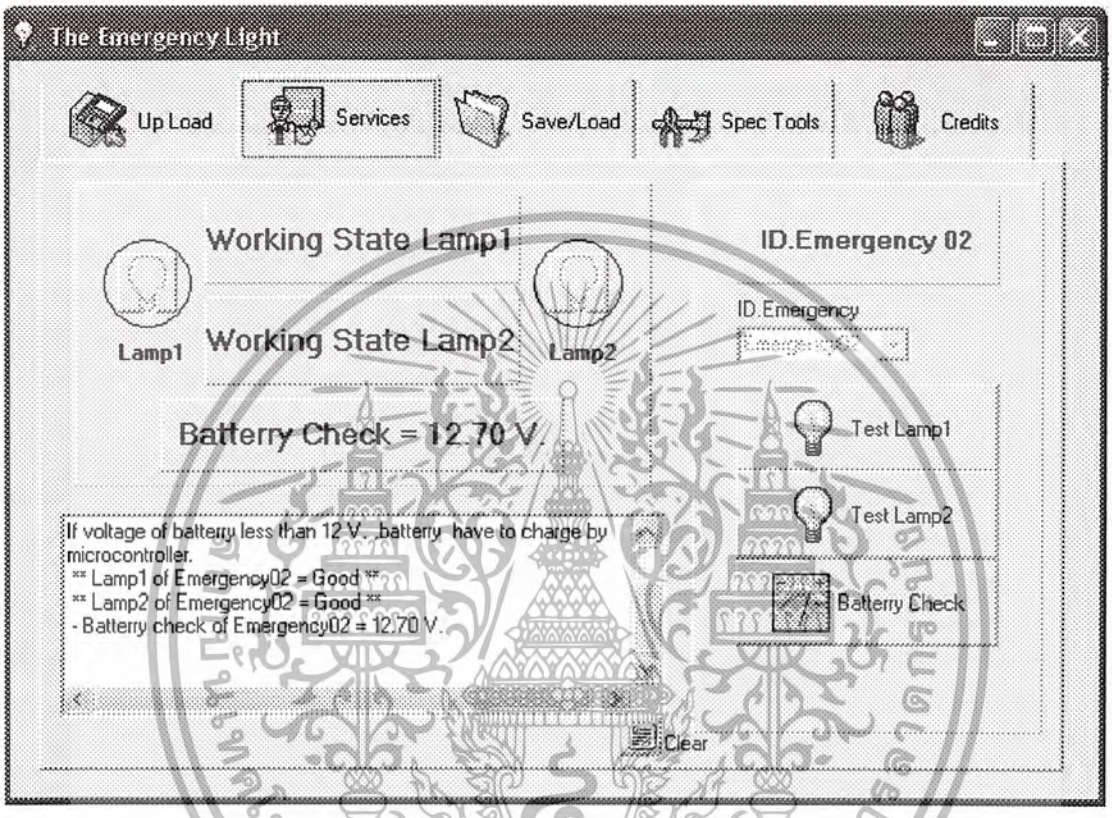
รูปที่ 6.6 แสดงหน้าต่างโปรแกรมส่วนทดสอบหลอด



รูปที่ 6.7 แสดงการทดสอบความผิดปกติของหลอดไฟของชุดไฟฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่โปรแกรมสามารถทดสอบได้ คือ แบตเตอรี่ จะทดสอบโดยการวัดแรงดันขั้วแบตเตอรี่ ซึ่งผลที่ได้จะทำให้ทราบว่าแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับปกติหรือไม่ โดยในตัวอย่างการทดสอบจะเลือกทดสอบกับไฟฉุกเฉินชุดที่ 1 โดยหลังจากเลือกไฟฉุกเฉินที่จะทดสอบแล้วจึงสามารถคลิกปุ่ม Battery Check หลังจากนั้นข้อมูลจากไฟฉุกเฉินจะถูกแสดงข้อความระดับแรงดันแบตเตอรี่ที่พื้นที่แสดงข้อความ และช่องแสดงข้อความด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.8 แสดงการตรวจสอบระดับแรงดันแบตเตอรี่

6.3.2 สรุปผลการทดลอง

จะเห็นได้ว่ามีการรับและ ส่งข้อมูลเป็นไปค่อนข้างมีประสิทธิภาพ แต่ในขณะทำการทดลองบางครั้งก็เกิดความไม่เสถียรภาพขึ้นอาจจะเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนจากภายนอกโดยเฉพาะกับความไม่เสถียรภาพในการติดต่อกับ ไอซีกำเนิดฐานเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
บทวิจารณ์และสรุป

7.1 วิเคราะห์ผลของโครงงาน

7.1.1 แบตเตอรี่และวงจรชาร์จ

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ชุดไฟสำรองสามารถสำรองไฟได้ประมาณ 1.5 ชั่งโมง ซึ่งต่ำกว่าค่าที่คำนวณไว้ในตอนแรก เนื่องจาก

- วงจรควบคุมชุดไฟฉุกเฉินใช้ไฟเลี้ยงในวงจรมากกว่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้เผื่อไว้ในตอนคำนวณ
- คุณสมบัติของแบตเตอรี่เอง เนื่องจากแบตเตอรี่ได้ผ่านการทดลองมาแล้วหลายครั้ง จึงอาจทำให้แบตเตอรี่เกิดความเสียหายได้ เช่น เกิดการลัดวงจรของขั้วแบตเตอรี่ในระหว่างการทดลอง เป็นผลทำให้ความสามารถในการเก็บประจุและการคายประจุลดลง

7.1.2 วงจรควบคุม

เนื่องจากมีการส่งข้อมูลกันระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ จึงมีข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูลบ้าง แต่ก็อยู่ในค่าที่ยอมรับได้

7.2 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไข

จากข้อผิดพลาดดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถที่จะสรุปเป็นปัญหาและแนวทางในการแก้ไขดังนี้

7.2.1 ปัญหาที่พบ

- เนื่องจาก Delphi 7 และไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เป็นเรื่องใหม่ สำหรับกลุ่มผู้ทำการทดลอง ดังนั้นจึงต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาในเรื่องนี้นานพอสมควร เวลาในการทดลองจึงน้อยลงไป
- ระบบไฟฉุกเฉิน ต้องต่อเป็นเครือข่ายในระยะทางไกล ๆ จึงทำให้มีปัญหาในการรักษาความเสถียร ในการส่งพอสมควร
- เนื่องจากกลุ่มผู้ทำการทดลอง ได้ทำการออกแบบลายวงจรและกัดปริ้นกันเอง ทำให้ชิ้นงานไม่ค่อยสวยงามเท่าที่ ควร
- ในการตรวจสอบหลอด ได้ใช้ IC MAX4173F มาใช้ตรวจสอบ แต่เนื่องจาก IC เบอร์นี้ไม่มีขายในประเทศไทย จึงจำเป็นต้อง SIMPLE จากเว็บไซต์ของ MAXIM ทำให้เสียเวลาในการรอ IC เพื่อนำมาทดลอง
- เนื่องจากมีการใช้ IC ฐานเวลา ซึ่งยากต่อการเขียนโปรแกรมติดต่อจึงทำให้มีปัญหา ในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ IC เบอร์นี้ ทำให้เกิดปัญหากับโปรแกรมหลัก มีผลทำให้การทำงานผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.2 แนวทางในการแก้ปัญหา

- ควรที่จะศึกษาเนื้อหาทางด้านวิชาการให้ละเอียด และครอบคลุมในหลาย ๆ เรื่อง เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ ในการออกแบบ และสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้
- ศึกษาถึงประสิทธิภาพของไฟฉุกเฉินทั่วไปเพื่อนำมาเปรียบเทียบและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น
- ต้องมีการวางแผนการทำงาน ให้ดีกว่านี้เพื่อที่จะได้แบ่งงานกันได้อย่างเหมาะสม เพื่อที่จะลดเวลาในการทำงานให้สั้นลงได้

7.3 ข้อเสนอแนะ

- สายที่ใช้ส่งสัญญาณควรจะมีการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกด้วยจะดียิ่งขึ้น
- ศึกษา ไอซี MAX 488 ให้ละเอียดมากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย , ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล
"เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอลโทรลเลอร์ PIC16F628"

[2] ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย , ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล
"ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F87x

[3] ประจิน พลังสันติกุล
"เรียนรู้และใช้งาน CCS-C คอมไพเลอร์"

[4] มานพ เกตุชีพ
"เทคโนโลยีอุปกรณ์ วัดกระแสไฟได้ง่ายๆด้วยไอซีตัวเดียว MAX4173"
เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 267 ตุลาคม 2547

[5] HOBBY ELECTRONICS ฉบับที่ 114 ตุลาคม 2544

[6] HOBBY ELECTRONICS ปีที่12 ฉบับที่ 135 ตุลาคม 2546

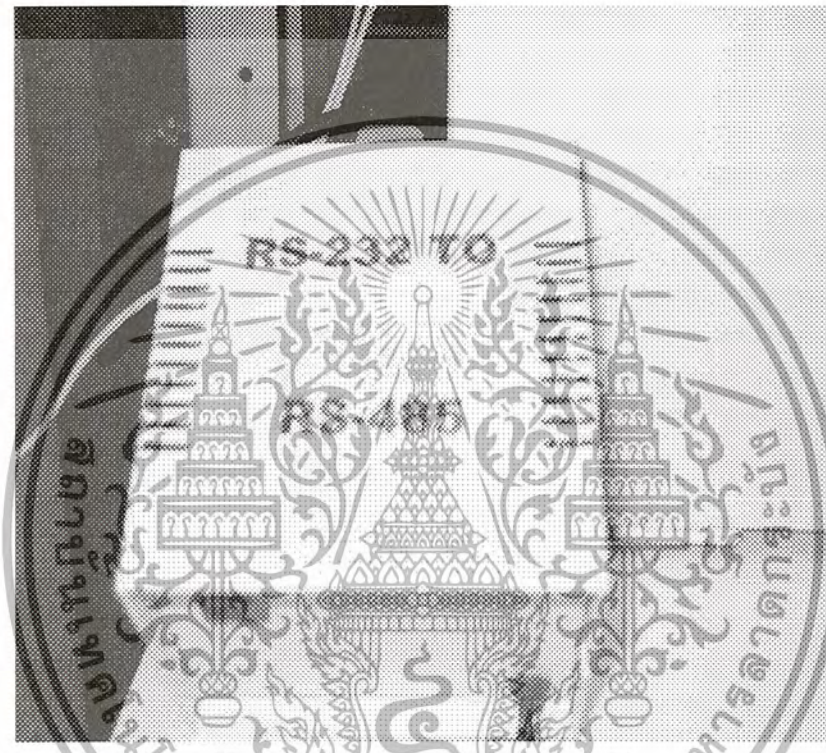
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก(ก)

รูปถ่ายชิ้นงาน

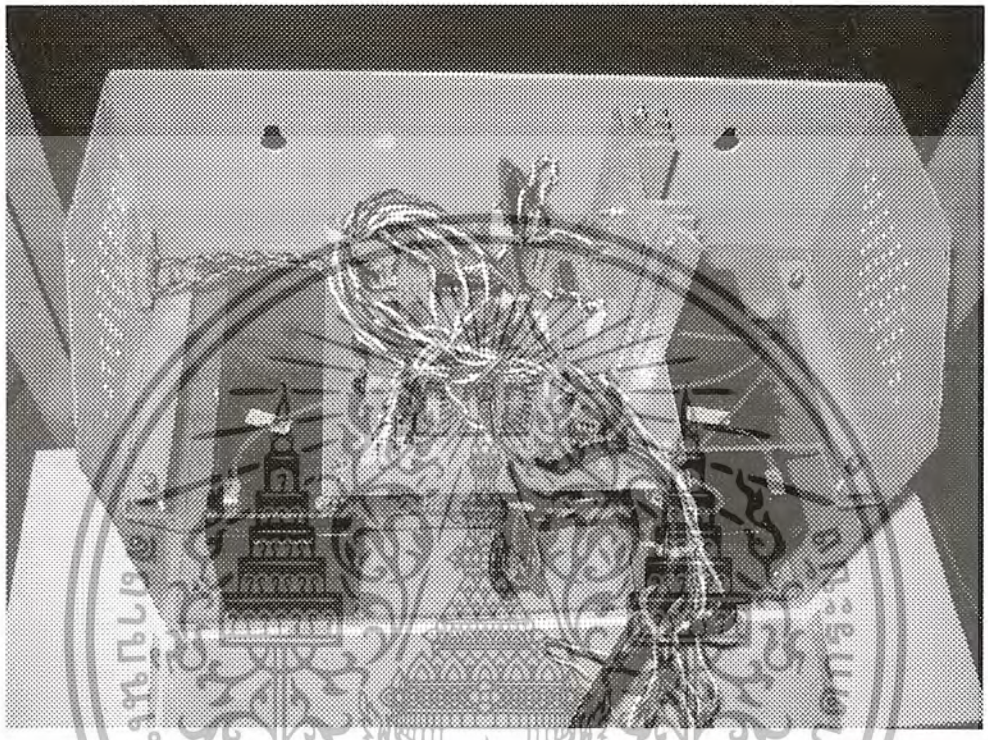
รูปที่ 1 รูปถ่ายโครงสร้างภายนอกของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 ชุดแปลงสัญญาณ RS-232 TO RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 รูปถ่ายโครงสร้างภายในของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก(ข)

Data Sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM

DS1307
64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C™, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

FEATURES

- Real-Time Clock (RTC) Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
- 56-Byte, Battery-Backed, Nonvolatile (NV) RAM for Data Storage
- I²C Serial Interface
- Programmable Square-Wave Output Signal
- Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C
- Available in 8-Pin DIP or SO
- Underwriters Laboratory (UL) Recognized

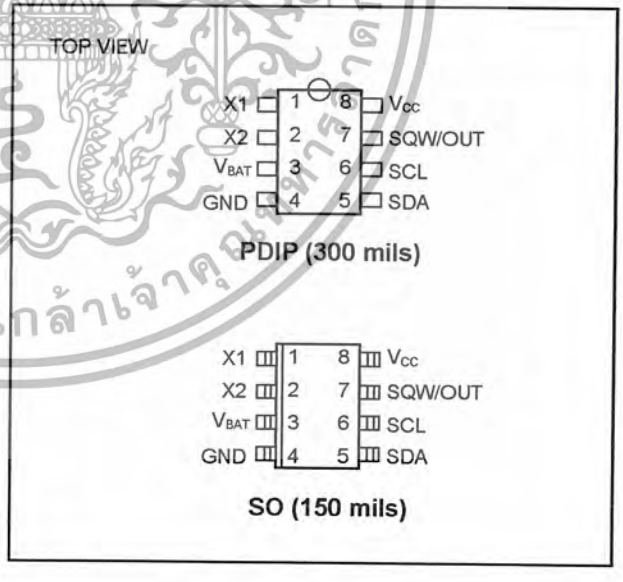
ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
DS1307	0°C to +70°C	8 PDIP	DS1307
DS1307Z	0°C to +70°C	8 SO	DS1307
DS1307N	-40°C to +85°C	8 PDIP	DS1307*
DS1307ZN	-40°C to +85°C	8 SO	DS1307N

** An 'N' is added to the lower right-hand corner of the top brand.*

I²C is a trademark of Philips Corp. Purchase of I²C components of Maxim Integrated Products, Inc., or one of its sublicensed Associated Companies, conveys a license under the Philips I²C Patent Rights to use these components in an I²C system, provided that the system conforms to the I²C Standard Specification as defined by Philips Corp.

PIN CONFIGUATIONS



Typical Operating Circuit appears at end of data sheet.

Note: Some revisions of this device may incorporate deviations from published specifications known as errata. Multiple revisions of any device may be simultaneously available through various sales channels. For information about device errata, click here: www.maxim-ic.com/errata.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground ....-0.5V to +7.0V
Operating Temperature Range (noncondensing) 0°C to +70°C (Commercial), -40°C to +85°C (Industrial)
Storage Temperature Range -55°C to +125°C
Soldering Temperature (DIP, leads) .....+260°C for 10 seconds
Soldering Temperature (surface mount) See JPC/JEDEC Standard J-STD-020A

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 the absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Logic 1 Input	V_{IH}		2.2		V_{CC} + 0.3	V
Logic 0 Input	V_{IL}		-0.3		+0.8	V
V_{BAT} Battery Voltage	V_{BAT}		2.0	3	3.5	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; (T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage (SCL)	I_{LI}				1	µA
I/O Leakage (SDA, SQW/OUT)	I_{LO}				1	µA
Logic 0 Output (I_{OL} = 5mA)	V_{OL}				0.4	V
Active Supply Current (f_{SCL} = 100kHz)	I_{CCA}				1.5	mA
Standby Current	I_{CCS}	(Note 3)			200	µA
V_{BAT} Leakage Current	I_{BATLKG}			5	50	nA
Power-Fail Voltage (V_{BAT} = 3.0V)	V_{PF}		1.216 x V_{BAT}	1.25 x V_{BAT}	1.284 x V_{BAT}	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 3.0V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I_{BAT1}			300	500	nA
V_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I_{BAT2}			480	800	nA
V_{BAT} Data-Retention Current (Oscillator Off)	I_{BATDR}			10	100	nA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f_{SCL}		0		100	kHz
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}		4.7			µs
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	(Note 4)	4.0			µs
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}		4.7			µs
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}		4.0			µs
Setup Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$		4.7			µs
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$		0			µs
Data Setup Time	$t_{SU:DAT}$	(Notes 5, 6)	250			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_R				1000	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_F				300	ns
Setup Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$		4.7			µs

CAPACITANCE

(T_A = +25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Pin Capacitance (SDA, SCL)	$C_{I/O}$				10	pF
Capacitance Load for Each Bus Line	C_B	(Note 7)			400	pF

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: Limits at -40°C are guaranteed by design and are not production tested.

Note 3: I_{CCS} specified with V_{CC} = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.

Note 4: After this period, the first clock pulse is generated.

Note 5: A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the $V_{IH(MIN)}$ of the SCL signal) to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.

Note 6: The maximum $t_{HD:DAT}$ only has to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.

Note 7: C_B—total capacitance of one bus line in pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM

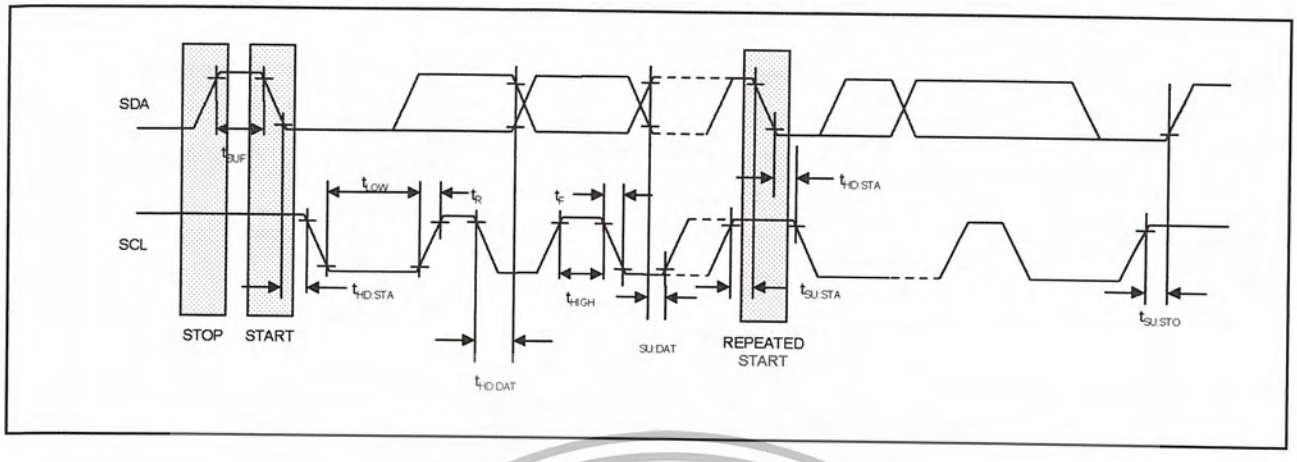
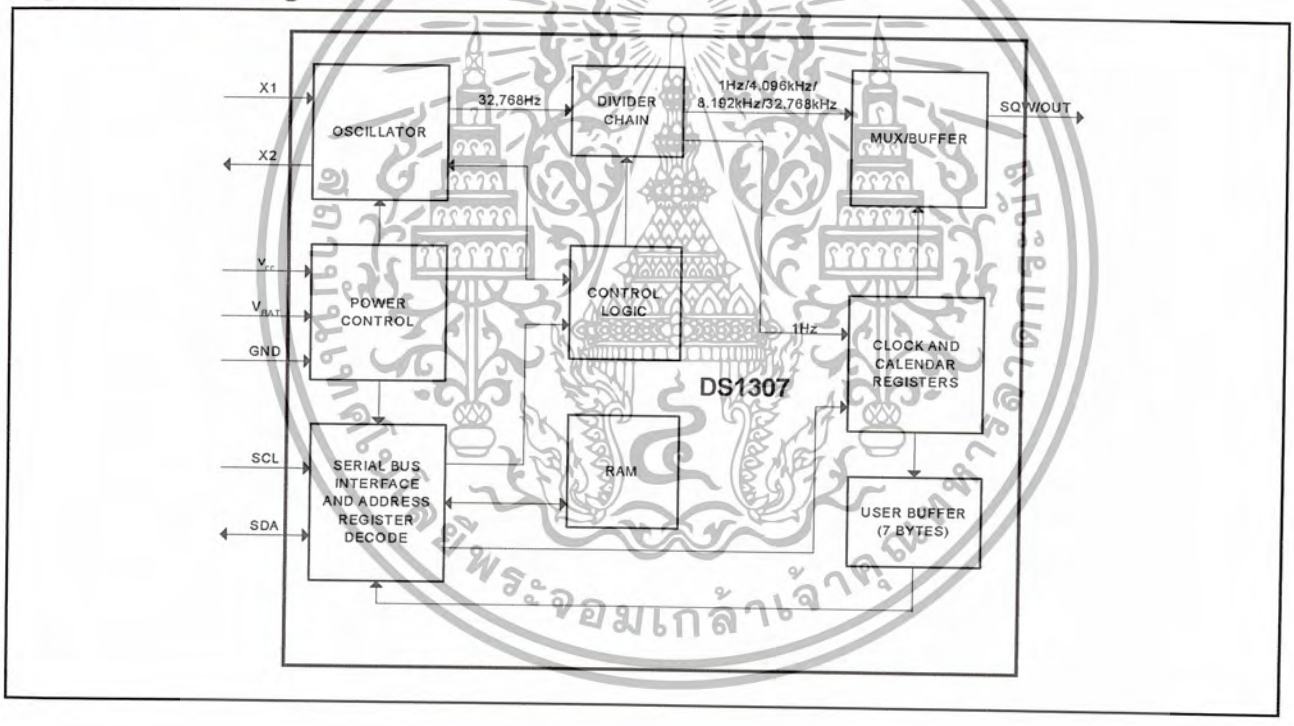


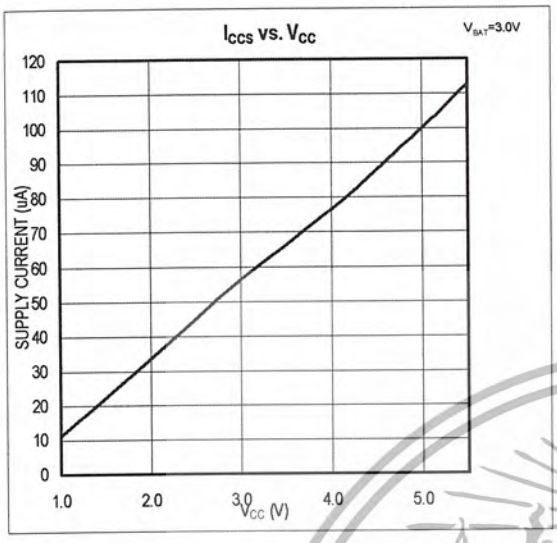
Figure 1. Block Diagram

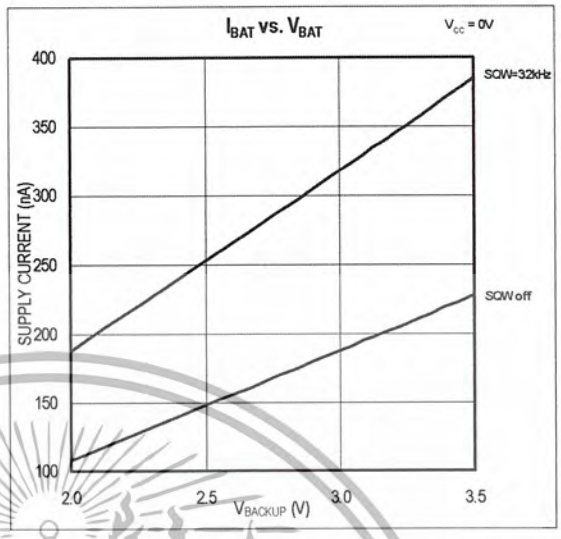


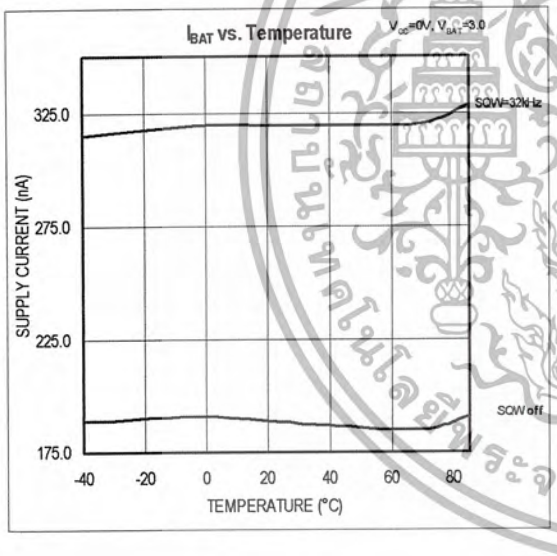
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

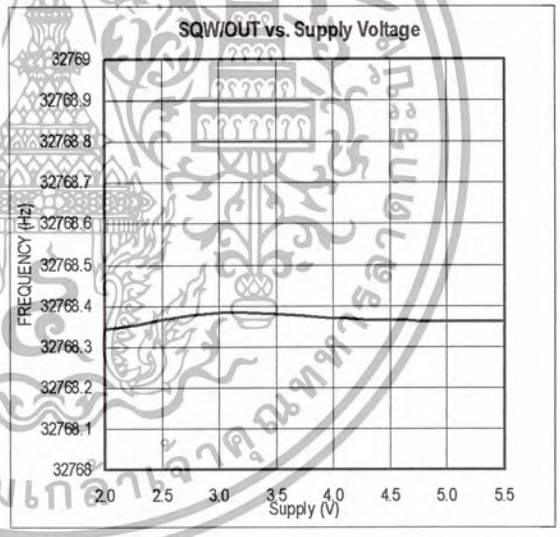
TYPICAL OPERATING CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)









เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION

PIN	NAME	FUNCTION
1	X1	Connections for Standard 32.768kHz Quartz Crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (C_L) of 12.5pF. X1 is the input to the oscillator and can optionally be connected to an external 32.768kHz oscillator. The output of the internal oscillator, X2, is floated if an external oscillator is connected to X1. **Note:** For more information on crystal selection and crystal layout considerations, refer to *Application Note 58: Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks.*
2	X2	
3	V_{BAT}	Backup Supply Input for Any Standard 3V Lithium Cell or Other Energy Source. Battery voltage must be held between the minimum and maximum limits for proper operation. Diodes in series between the battery and the V_{BAT} pin may prevent proper operation. If a backup supply is not required, V_{BAT} may be grounded. The nominal power-fail trip point (V_{PF}) voltage at which access to the RTC and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A lithium battery with 48mAhr or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at +25°C. UL recognized to ensure against reverse charging current when used with a lithium battery.
4	GND	Ground.
5	SDA	Serial Data Input/Output. SDA is the data input/output for the I²C serial interface. The SDA pin is open drain and requires an external pullup resistor.
6	SCL	Serial Clock Input. SCL is the clock input for the I²C interface and is used to synchronize data movement on the serial interface.
7	SWQ/OUT	Square Wave/Output Driver. When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square-wave frequencies (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). The SQW/OUT pin is open drain and requires an external pullup resistor. SQW/OUT operates with either V_{CC} or V_{BAT} applied.
8	V_{CC}	Primary Power Supply. When voltage is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a backup supply is connected to the device and V_{CC} is below V_{TP}, read and writes are inhibited. However, the timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage.

DETAILED DESCRIPTION

The DS1307 is a low-power clock/calendar with 56 bytes of battery-backed SRAM. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the month is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The DS1307 operates as a slave device on the I²C bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT}, the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out-of-tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT}, the device switches into a low-current battery-backup mode. Upon power-up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT}+0.2V and recognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the serial RTC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OSCILLATOR CIRCUIT

The DS1307 uses an external 32.768kHz crystal. The oscillator circuit does not require any external resistors or capacitors to operate. Table 1 specifies several crystal parameters for the external crystal. Figure 3 shows a functional schematic of the oscillator circuit. If using a crystal with the specified characteristics, the startup time is usually less than one second.

CLOCK ACCURACY

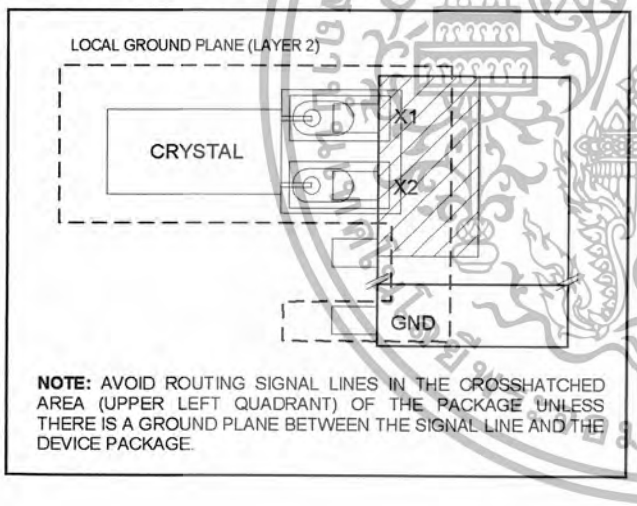
The accuracy of the clock is dependent upon the accuracy of the crystal and the accuracy of the match between the capacitive load of the oscillator circuit and the capacitive load for which the crystal was trimmed. Additional error will be added by crystal frequency drift caused by temperature shifts.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

Table 1. Crystal Specifications*

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Nominal Frequency	f_O		32.768		kHz
Series Resistance	ESR			45	kΩ
Load Capacitance	C_L		12.5		pF

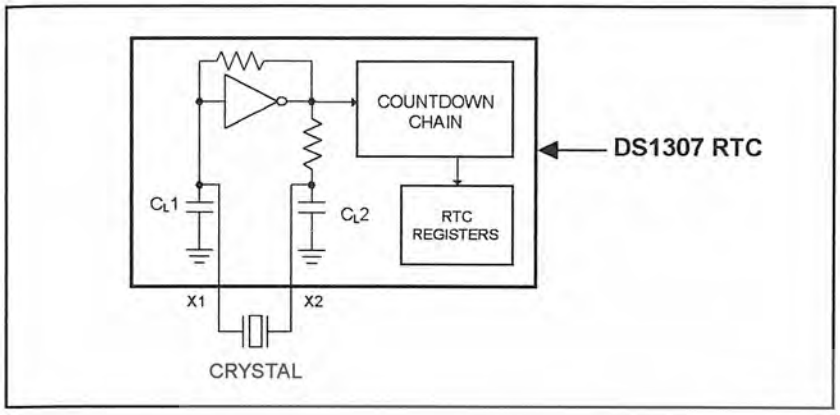
**The crystal, traces, and crystal input pins should be isolated from RF generating signals. Refer to Application Note 58: Crystal Considerations for Dallas Real-Time Clocks for additional specifications.*

Figure 2. Recommended Layout for Crystal



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Oscillator Circuit Showing Internal Bias Network



RTC AND RAM ADDRESS MAP

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

CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. Table 2 shows the RTC registers. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the BCD format. The day-of-week register increments at midnight. Values that correspond to the day of week are user-defined but must be sequential (i.e., if 1 equals Sunday, then 2 equals Monday, and so on.) Illogical time and date entries result in undefined operation. Bit 7 of Register 0 is the clock halt (CH) bit. When this bit is set to 1, the oscillator is disabled. When cleared to 0, the oscillator is enabled.

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

The DS1307 can be run in either 12-hour or 24-hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12-hour 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 to 23 hours). The hours value must be re-entered whenever the 12/24-hour mode bit is changed.

When reading or writing the time and date registers, secondary (user) buffers are used to prevent errors when the internal registers update. When reading the time and date registers, the user buffers are synchronized to the internal registers on any I²C START. The time information is read from these secondary registers while the clock continues to run. This eliminates the need to re-read the registers in case the internal registers update during a read. The divider chain is reset whenever the seconds register is written. Write transfers occur on the I²C acknowledge from the DS1307. Once the divider chain is reset, to avoid rollover issues, the remaining time and date registers must be written within one second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2. Timekeeper Registers

ADDRESS	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	FUNCTION	RANGE
00H	CH	10 Seconds			Seconds				Seconds	00 59
01H	0	10 Minutes			Minutes				Minutes	00 59
02H	0	12	10 Hour	10 Hour	Hours				Hours	1 12 +AM/PM
		24	PM/AM							00 23
03H	0	0	0	0	0	DAY			Day	01 07
04H	0	0	10 Date		Date				Date	01 31
05H	0	0	0	10 Month	Month				Month	01 12
06H	10 Year				Year				Year	00 99
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Control	—
08H-3FH									RAM 56 x 8	00H–FFH

0 = Always reads back as 0.

CONTROL REGISTER

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

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

Bit 7: Output Control (OUT). This bit controls the output level of the SQW/OUT pin when the square-wave output is disabled. If SQWE = 0, the logic level on the SQW/OUT pin is 1 if OUT = 1 and is 0 if OUT = 0.

Bit 4: Square-Wave Enable (SQWE). This bit, when set to logic 1, enables the oscillator output. The frequency of the square-wave output depends upon the value of the RS0 and RS1 bits. With the square-wave output set to 1Hz, the clock registers update on the falling edge of the square wave.

Bits 1, 0: Rate Select (RS1, RS0). These bits control the frequency of the square-wave output when the square-wave output has been enabled. The following table lists the square-wave frequencies that can be selected with the RS bits.

RS1	RS0	SQUARE-WAVE OUTPUT FREQUENCY
0	0	1Hz
0	1	4.096kHz
1	0	8.192kHz
1	1	32.768kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I²C DATA BUS

The DS1307 supports the I²C protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The device that controls the message is called a master. The devices that are controlled by the master are referred to as slaves. The bus must be controlled by a master device that generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307 operates as a slave on the I²C bus.

Figures 4, 5, and 6 detail how data is transferred on the I²C bus.

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

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

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

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

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

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

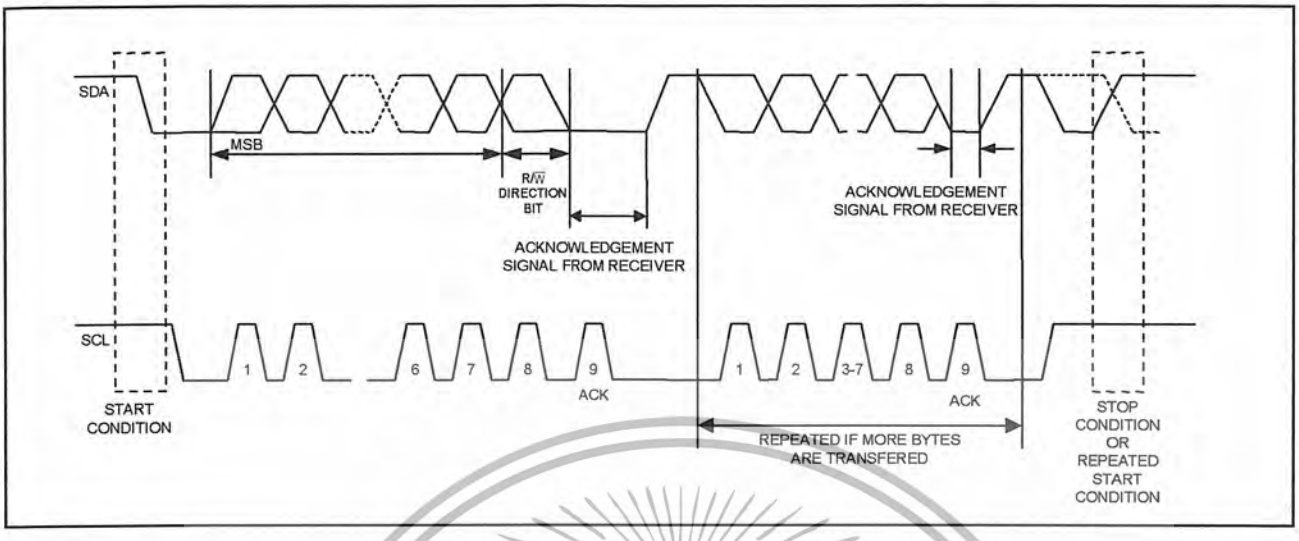
Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between START and STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte-wise and each receiver acknowledges with a ninth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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4. Data Transfer on I²C Serial Bus



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

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

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

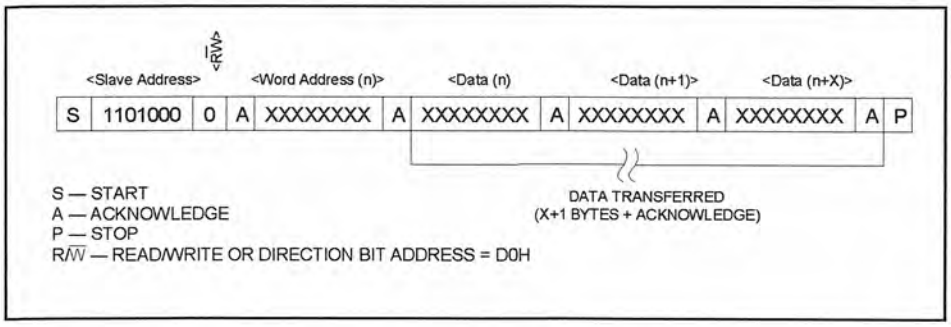
   The master device generates all the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred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

The DS1307 may operate in the following two modes:

1. **Slave Receiver Mode (Write Mode):** Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Hardware performs address recognition after reception of the slave address and direction bit (see Figure 5). The slave address byte is the first byte received after the master generates the START condition. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/$\overline{W}$), which for a write is 0. After receiving and decoding the slave address byte, the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a word address to the DS1307. This sets the register pointer on the DS1307, with the DS1307 acknowledging the transfer. The master can then transmit zero or more bytes of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The register pointer automatically increments after each data byte are written. The master will generate a STOP condition to terminate the data write.

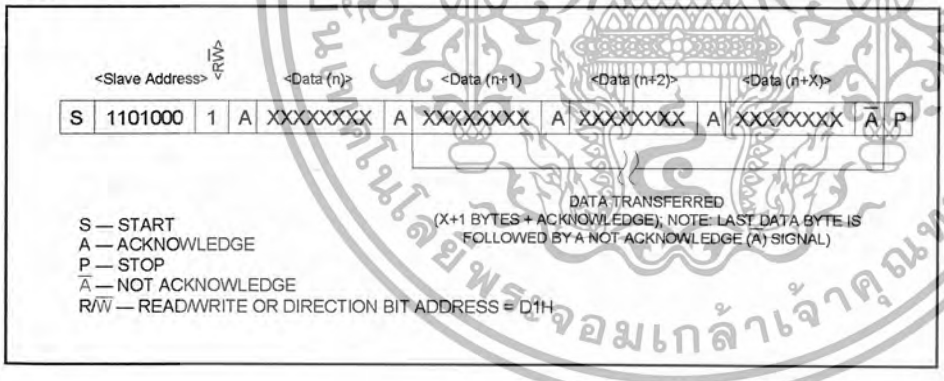
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 5. Data Write—Slave Receiver Mode



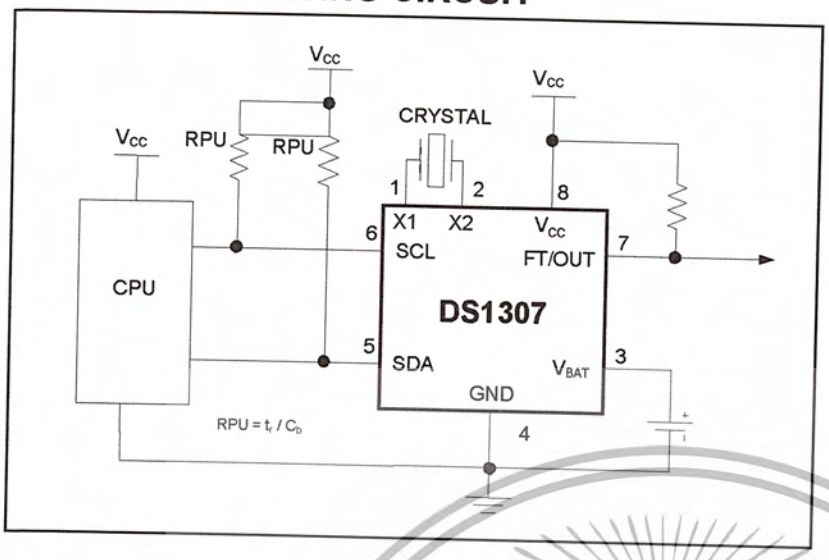
2. **Slave Transmitter Mode (Read Mode):** The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. The DS1307 transmits serial data on SDA while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (see Figure 6). The slave address byte is the first byte received after the START condition is generated by the master. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit ($R/\overline{W}$), which is 1 for a read. After receiving and decoding the slave address the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The register pointer automatically increments after each byte are read. The DS1307 must receive a Not Acknowledge to end a read.

Figure 6. Data Read—Slave Transmitter Mode



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL OPERATING CIRCUIT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-1434; Rev 2; 9/00

MAXIM

Low-Cost, SOT23, Voltage-Output, High-Side Current-Sense Amplifier

General Description

The MAX4173 low-cost, precision, high-side current-sense amplifier is available in a tiny SOT23-6 package. It features a voltage output that eliminates the need for gain-setting resistors and it is ideal for today's notebook computers, cell phones, and other systems where current monitoring is critical. High-side current monitoring is especially useful in battery-powered systems, since it does not interfere with the ground path of the battery charger. The input common-mode range of 0 to +28V is independent of the supply voltage and ensures that the current-sense feedback remains viable even when connected to a battery in deep discharge. The MAX4173's wide 1.7MHz bandwidth makes it suitable for use inside battery charger control loops.

The combination of three gain versions and a user-selectable external sense resistor sets the full-scale current reading. This feature offers a high level of integration, resulting in a simple and compact current-sense solution.

The MAX4173 operates from a single +3V to +28V supply, typically draws only 420µA of supply current over the extended operating temperature range (-40°C to +85°C), and is offered in the space-saving SOT23-6 package.

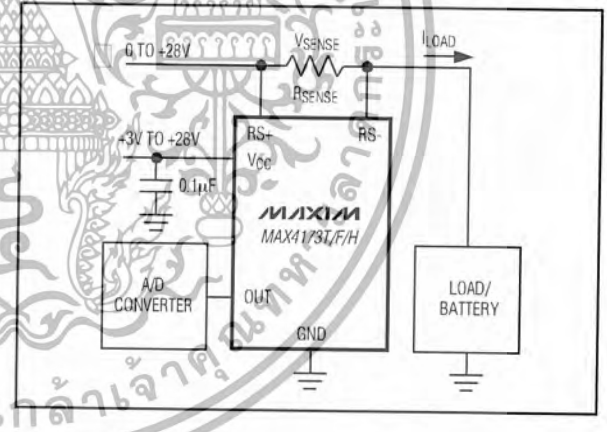
Applications

Notebook Computers
Portable/Battery-Powered Systems
Smart Battery Packs/Chargers
Cell Phones
Power-Management Systems
General System/Board-Level Current Monitoring
PA Bias Control
Precision Current Sources

Features

- Low-Cost, Compact Current-Sense Solution
- Wide 0 to +28V Common-Mode Range Independent of Supply Voltage
- Three Gain Versions Available
  +20V/V (MAX4173T)
  +50V/V (MAX4173F)
  +100V/V (MAX4173H)
- ±0.5% Full-Scale Accuracy
- 420µA Supply Current
- Wide 1.7MHz Bandwidth (MAX4173T)
- +3V to +28V Operating Supply
- Available in Space-Saving SOT23-6 Package

Typical Operating Circuit



Ordering Information

PART	GAIN (V/V)	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	SOT TOP MARK
MAX4173TEUT-T	20	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	AABN
MAX4173TESA	20	-40°C to +85°C	8 SO	–
MAX4173FEUT-T	50	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	AABO
MAX4173FESA	50	-40°C to +85°C	8 SO	–
MAX4173HEUT-T	100	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	AABP
MAX4173HESA	100	-40°C to +85°C	8 SO	–

Pin Configurations appear at end of data sheet.

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Cost, SOT23, Voltage-Output, High-Side Current-Sense Amplifier

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC}, RS+, RS- to GND ..... -0.3V to +30V
OUT to GND ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Output Short-Circuit to V_{CC} or GND ..... Continuous
Differential Input Voltage (V_{RS+} - V_{RS-}) ..... ±0.3V
Current into Any Pin ..... ±20mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C) 471mW
SOT23-6 (derate 8.7mW/°C above +70°C) 696mW
Operating Temperature Range ..... -40°C to +85°C
Storage Temperature Range ..... -65°C to +150°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

(V_{RS+} = 0 to +28V, V_{CC} = +3V to +28V, V_{SENSE} = 0, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, R_{LOAD} = ∞ unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage Range	V_{CC}	Guaranteed by PSR test	3		28	V
Common-Mode Input Range	V_{CMR}	(Note 2)	0		28	V
Common-Mode Rejection	CMR	V_{RS+} > +2.0V		90		dB
Supply Current	I_{CC}	V_{RS+} > +2.0V, V_{CC} = 12V		0.42	1.0	mA
Leakage Current	I_{RS+}, I_{RS-}	V_{CC} = 0		0.3	3	µA
Input Bias Current	I_{RS+}	V_{RS+} > +2.0V	0		50	µA
		V_{RS+} ≤ +2.0V	-350		50	
	I_{RS-}	V_{RS+} > +2.0V	0		100	
		V_{RS+} ≤ +2.0V	-700		100	
Full-Scale Sense Voltage	V_{SENSE}	V_{SENSE} = V_{RS+} - V_{RS-}		150		mV
Total OUT Voltage Error (Note 3)		V_{SENSE} = +100mV, V_{CC} = +12V, V_{RS+} = +12V		±0.5	5.75	%
		V_{SENSE} = +100mV, V_{CC} = +12V, V_{RS+} = +12V, T_A = +25°C		0.5	3.25	
		V_{SENSE} = +100mV, V_{CC} = +28V, V_{RS+} = +28V		0.5	5.75	
		V_{SENSE} = +100mV, V_{CC} = +12V, V_{RS+} = +0.1V		-9	±24	
		V_{CC} = +12V, V_{RS+} =+12V, V_{SENSE} = +6.25mV (Note 4)		±7.5		
OUT High Voltage (Note 5)	(V_{CC} - V_{OH})	MAX4173T, V_{CC} = +3.0V		0.8	1.2	V
		MAX4173F, V_{CC} = +7.5V		0.8	1.2	
		MAX4173H, V_{CC} = +15V		0.8	1.2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{RS+} = 0 to +28V, V_{CC} = +3V to +28V, V_{SENSE} = 0, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, R_{LOAD} = ∞ unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Bandwidth	BW	V_{RS+} = +12V, V_{CC} = +12V, C_{LOAD} = 5pF	MAX4173T, V_{SENSE} = +100mV,		1.7		MHz
			MAX4173F, V_{SENSE} = +100mV,		1.4		
			MAX4173H, V_{SENSE} = +100mV,		1.2		
			V_{SENSE} = +6.25mV, (Note 4)		0.6		
Gain	Av	MAX4173T			20		V/V
		MAX4173F			50		
		MAX4173H			100		
Gain Accuracy	ΔAv	MAX4173T/F V_{SENSE} = +10mV to +150mV	T_A = -40°C to +85°C			4.0	%
			T_A = +25°C		0.5	±2.5	
		MAX4173H V_{SENSE} = +10mV to +100mV	T_A = -40°C to +85°C			4.0	
			T_A = +25°C		0.5	±2.5	
OUT Settling Time to 1% of Final Value		V_{CC} = +12V, V_{RS+} = +12V, C_{LOAD} = 5pF	V_{SENSE} = +6.25mV to +100mV		400		ns
			V_{SENSE} = +100mV to +6.25mV		800		
OUT Output Resistance	ROUT				12		kΩ
Power-Supply Rejection	PSR	MAX4173T, V_{SENSE} = 80mV, V_{RS+} ≥ +2V		60	84		dB
		MAX4173F, V_{SENSE} = 32mV, V_{RS+} ≥ +2V		60	91		
		MAX4173H, V_{SENSE} = 16mV, V_{RS+} ≥ +2V		60	95		
Power-Up Time to 1% of Final Value		V_{SENSE} = +100mV, C_{LOAD} = 5pF			10		µs
Saturation Recovery Time		V_{CC} = +12V, V_{RS+} = +12V (Note 6)			10		µs

Note 1: All devices are 100% production tested at T_A = +25°C. All temperature limits are guaranteed by design.
Note 2: Guaranteed by Total Output Voltage Error Test.
Note 3: Total OUT Voltage Error is the sum of gain and offset voltage errors.
Note 4: +6.25mV = 1/16 of +100mV full-scale voltage.
Note 5: V_{SENSE} such that output stage is in saturation.
Note 6: The device does not experience phase reversal when overdriven.

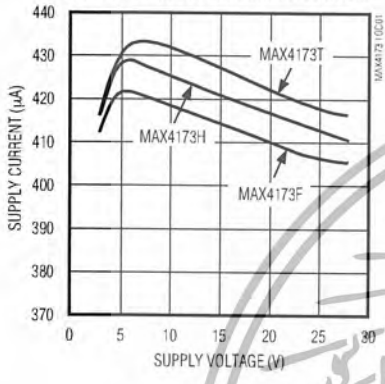
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Cost, SOT23, Voltage-Output, High-Side Current-Sense Amplifier

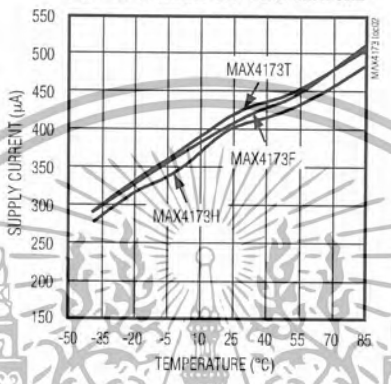
Typical Operating Characteristics

(V_{CC} = +12V, V_{RS+} = +12V, V_{SENSE} = +100mV, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

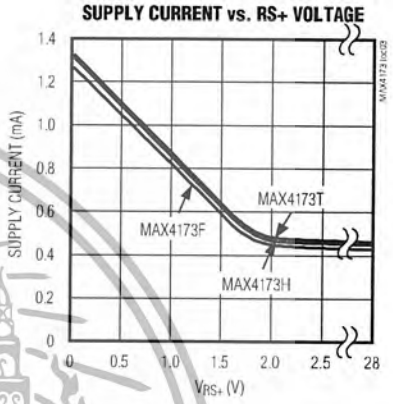
SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE



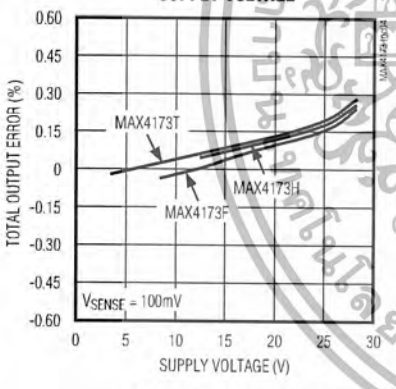
SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



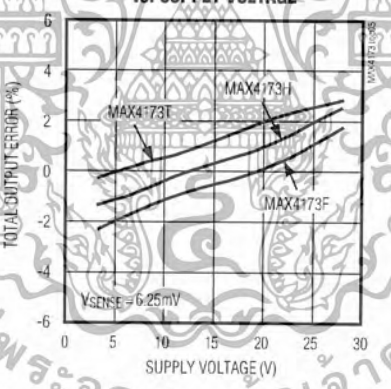
SUPPLY CURRENT vs. RS+ VOLTAGE



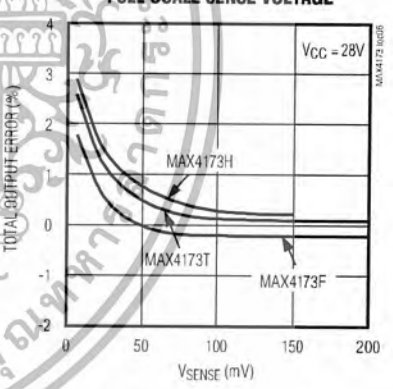
TOTAL OUTPUT ERROR vs. SUPPLY VOLTAGE



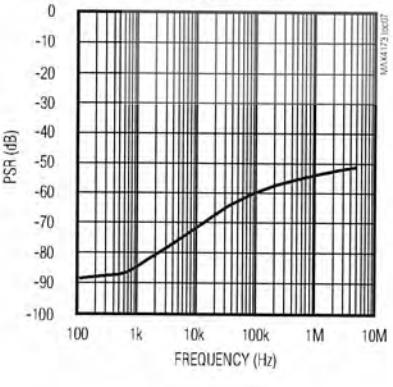
TOTAL OUTPUT ERROR vs. SUPPLY VOLTAGE



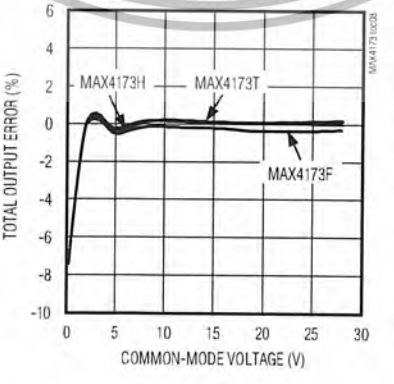
TOTAL OUTPUT ERROR vs. FULL-SCALE SENSE VOLTAGE



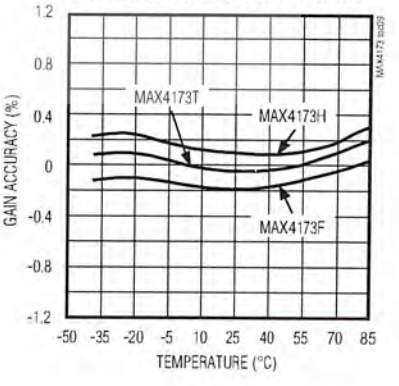
POWER-SUPPLY REJECTION vs. FREQUENCY



TOTAL OUTPUT ERROR vs. COMMON-MODE VOLTAGE



GAIN ACCURACY vs. TEMPERATURE

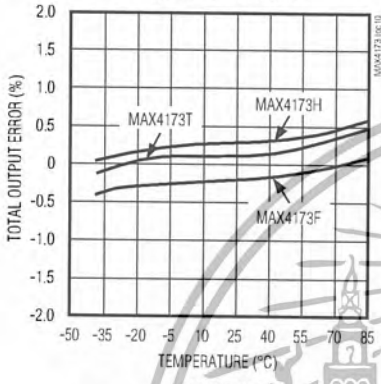


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

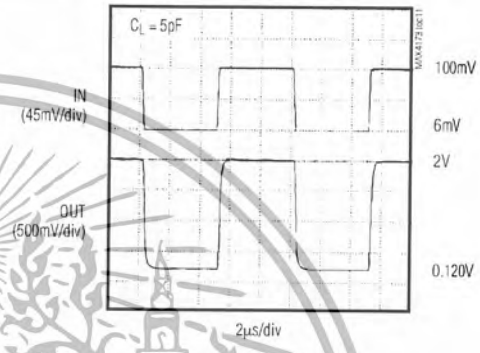
Typical Operating Characteristics (continued)

(V_{CC} = +12V, V_{RS+} = +12V, V_{SENSE} = +100mV, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

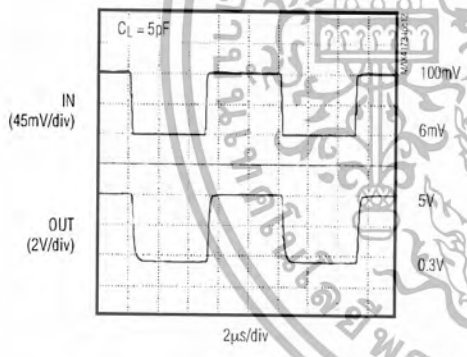
TOTAL OUTPUT ERROR vs. TEMPERATURE



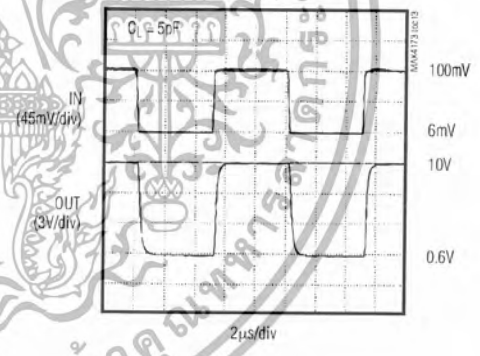
MAX4173T LARGE-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE (V_{SENSE} = 6mV to 100mV)



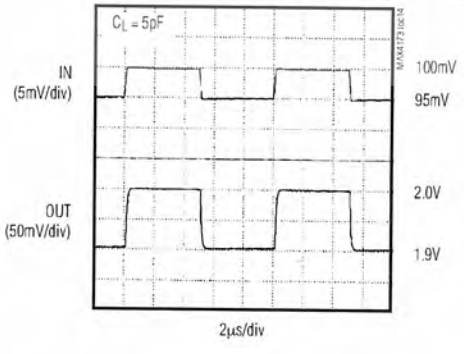
MAX4173F LARGE-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE (V_{SENSE} = 6mV to 100mV)



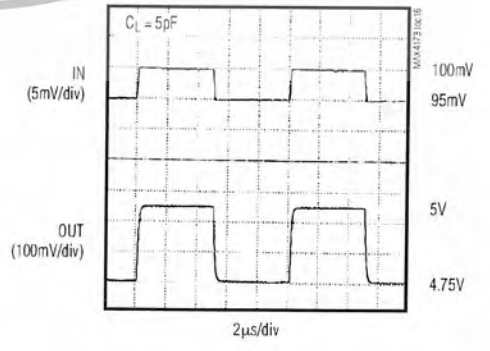
MAX4173H LARGE-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE (V_{SENSE} = 6mV to 100mV)



MAX4173T SMALL-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE (V_{SENSE} = 95mV TO 100mV)



MAX4173F SMALL-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE (V_{SENSE} = 95mV TO 100mV)



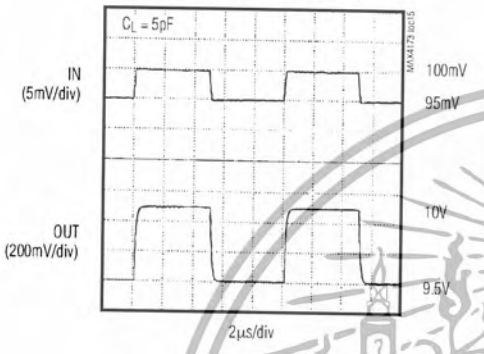
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Cost, SOT23, Voltage-Output, High-Side Current-Sense Amplifier

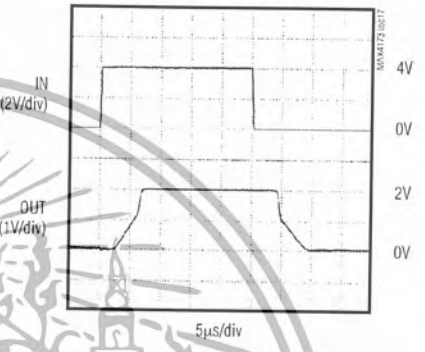
Typical Operating Characteristics (continued)

(V_{CC} = +12V, V_{RS+} = +12V, V_{SENSE} = +100mV, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

MAX4173H
SMALL-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE
(V_{SENSE} = 95mV to 100mV)



START-UP DELAY (V_{CC} = 0 to 4V)
(V_{SENSE} = 100mV)



Pin Description

PIN		NAME	FUNCTION
SOT23-6	SO		
1, 2	3	GND	Ground
3	1	VCC	Supply Voltage Input. Bypass to GND with a 0.1µF capacitor.
4	8	RS+	Power-Side Connection to the External Sense Resistor
5	6	RS-	Load-Side Connection for the External Sense Resistor
6	4	OUT	Voltage Output. V_{OUT} is proportional to V_{SENSE} (V_{RS+} - V_{RS-}). Output impedance is approximately 12kΩ.
–	2, 5, 7	N.C.	No Connection. Not internally connected.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Cost, SOT23, Voltage-Output, High-Side Current-Sense Amplifier

Detailed Description

The MAX4173 high-side current-sense amplifier features a 0 to +28V input common-mode range that is independent of supply voltage. This feature allows the monitoring of current out of a battery in deep discharge and also enables high-side current sensing at voltages greater than the supply voltage (V_{CC}).

The MAX4173 operates as follows: Current from the source flows through R_{SENSE} to the load (Figure 1). Since the internal-sense amplifier's inverting input has high impedance, negligible current flows through RG2 (neglecting the input bias current). Therefore, the sense amplifier's inverting-input voltage equals $V_{SOURCE} - (I_{LOAD})(R_{SENSE})$. The amplifier's open-loop gain forces its noninverting input to the same voltage as the inverting input. Therefore, the drop across RG1 equals $(I_{LOAD})(R_{SENSE})$. Since I_{RG1} flows through RG1, $I_{RG1} = (I_{LOAD})(R_{SENSE}) / RG1$. The internal current mirror multiplies I_{RG1} by a current gain factor, β, to give $I_{RGD} = \beta \cdot I_{RG1}$. Solving $I_{RGD} = \beta \cdot (I_{LOAD})(R_{SENSE}) / RG1$. Assuming infinite output impedance, $V_{OUT} = (I_{RGD})(RGD)$. Substituting in for I_{RGD} and rearranging, $V_{OUT} = \beta \cdot (RGD / RG1)(R_{SENSE} \cdot I_{LOAD})$. The parts gain equals $\beta \cdot RGD / RG1$. Therefore, $V_{OUT} = (GAIN)(R_{SENSE})(I_{LOAD})$, where GAIN = 20 for MAX4173T, GAIN = 50 for MAX4173F, and GAIN = 100 for MAX4173H.

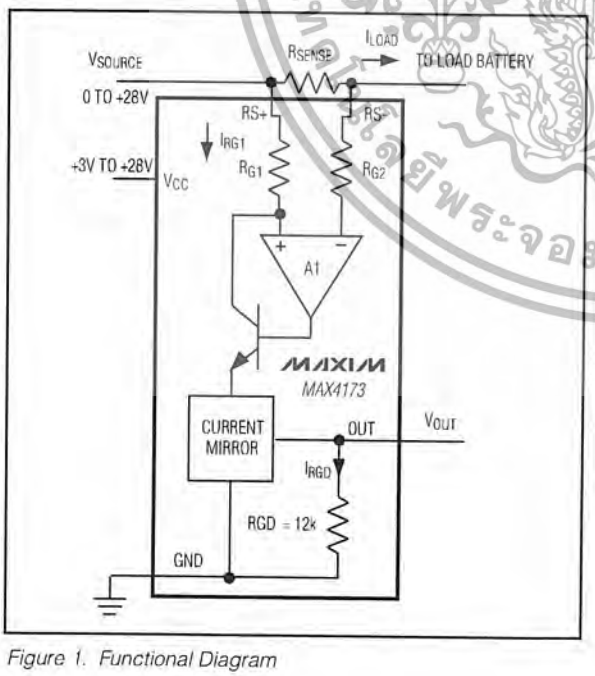


Figure 1. Functional Diagram

Set the full-scale output range by selecting R_{SENSE} and the appropriate gain version of the MAX4173.

Applications Information

Recommended Component Values

The MAX4173 senses a wide variety of currents with different sense resistor values. Table 1 lists common resistor values for typical operation of the MAX4173.

Choosing RSENSE

To measure lower currents more accurately, use a high value for R_{SENSE}. The high value develops a higher sense voltage that reduces offset voltage errors of the internal op amp.

In applications monitoring very high currents, R_{SENSE} must be able to dissipate the I^2R losses. If the resistor's rated power dissipation is exceeded, its value may drift or it may fail altogether, causing a differential voltage across the terminals in excess of the absolute maximum ratings.

If I_{SENSE} has a large high-frequency component, minimize the inductance of R_{SENSE}. Wire-wound resistors have the highest inductance, metal-film resistors are somewhat better, and low-inductance metal-film resistors are best suited for these applications.

Using a PCB Trace as RSENSE

If the cost of R_{SENSE} is an issue and accuracy is not critical, use the alternative solution shown in Figure 2. This solution uses copper PC board traces to create a sense resistor. The resistivity of a 0.1-inch-wide trace of 2-ounce copper is approximately 30mΩ/ft. The resistance-temperature coefficient of copper is fairly high (approximately 0.4%/°C), so systems that experience a wide temperature variance must compensate for this effect. In addition, do not exceed the maximum power dissipation of the copper trace.

For example, the MAX4173T (with a maximum load current of 10A and an R_{SENSE} of 5mΩ) creates a full-scale V_{SENSE} of 50mV that yields a maximum V_{OUT} of 1V. R_{SENSE} in this case requires about 2 inches of 0.1 inch-wide copper trace.

Output Impedance

The output of the MAX4173 is a current source driving a 12kΩ resistance. Resistive loading added to OUT reduces the output gain of the MAX4173. To minimize output errors for most applications, connect OUT to a high-impedance input stage. When output buffering is required, choose an op amp with a common-mode input range and an output voltage swing that includes ground when operating with a single supply. The op

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Cost, SOT23, Voltage-Output, High-Side Current-Sense Amplifier

Table 1. Recommended Component Values

FULL-SCALE LOAD CURRENT I_{LOAD} (A)	CURRENT-SENSE RESISTOR R_{SENSE} (mΩ)	GAIN	FULL-SCALE OUTPUT VOLTAGE (FULL-SCALE V_{SENSE} = 100mV) V_{OUT} (V)
0.1	1000	20	2.0
		50	5.0
		100	10.0
1	100	20	2.0
		50	5.0
		100	10.0
5	20	20	2.0
		50	5.0
		100	10.0
10	10	20	2.0
		50	5.0
		100	10.0

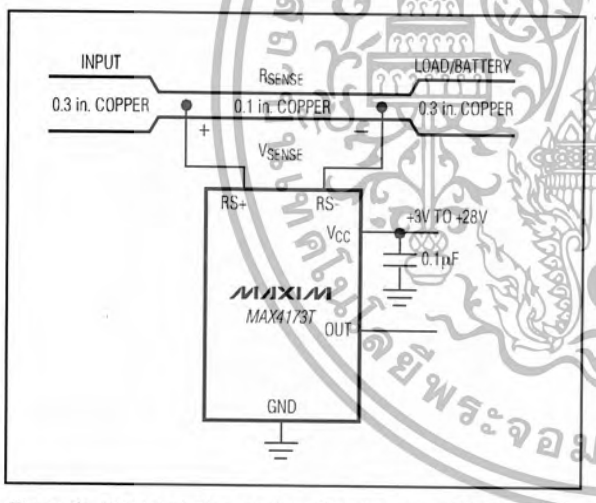


Figure 2. MAX4173 Connections Showing Use of PC Board

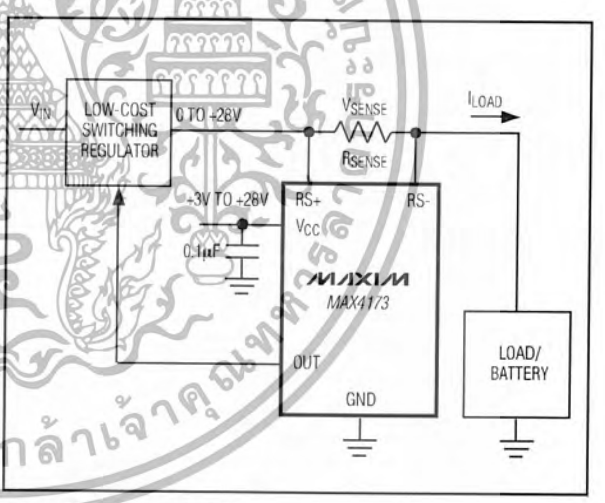


Figure 3. Current Source

amp's supply voltage range should be at least as high as any voltage the system may encounter.

The percent error introduced by output loading is determined with the following formula:

$$\%_{ERROR} = 100\left(\frac{R_{LOAD}}{12k\Omega + R_{LOAD}} - 1\right)$$

where R_{LOAD} is the external load applied to OUT.

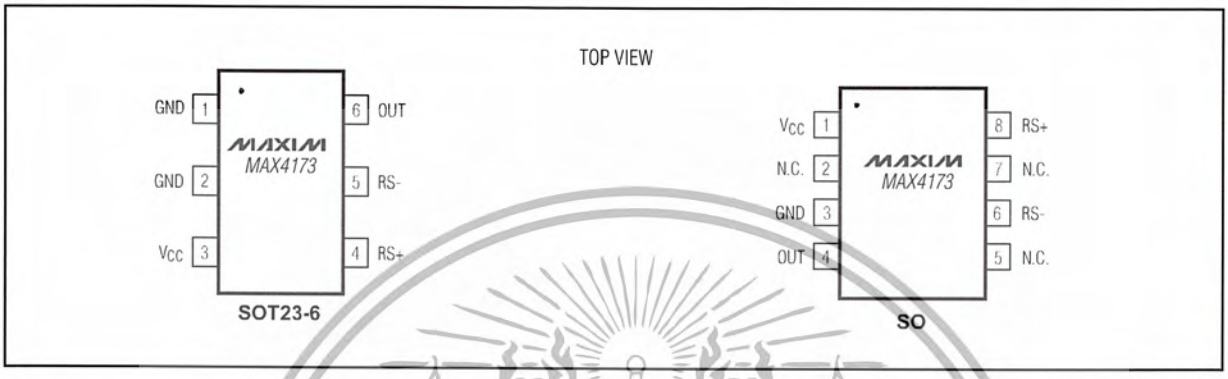
Current Source Circuit

Figure 3 shows a block diagram using the MAX4173 with a switching regulator to make a current source.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Cost, SOT23, Voltage-Output, High-Side Current-Sense Amplifier

Pin Configurations



Chip Information

TRANSISTOR COUNT: 187

ธนบัณฑิตโดยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้