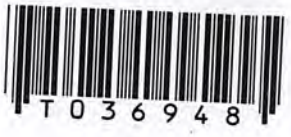
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ม่านบังแดดอัตโนมัติ

AUTOMATIC CURTAIN



โดย

นายสุนทร วังศรีทอง เลขประจำตัว 39014595
นางสาวเสาวณีย์ ขวัญเมือง เลขประจำตัว 39014628

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. พิชัย คูศิริวานิชกร

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36948
วัน, เดือน, ปี 29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2542

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ม่านบังแดดอัตโนมัติ (AUTOMATIC CURTAIN)

ผู้จัดทำ

1. นายสุนทร วังศรีทอง เลขประจำตัว 39014595
2. นางสาวเสาวณีย์ ขวัญเมือง เลขประจำตัว 39014628

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. พิชัย คูศิริวานิชกร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ม่านบังแดดอัตโนมัติ

AUTOMATIC CURTAIN

นายสุนทร วังศรีทอง เลขประจำตัว 39014595

นางสาวเสาวณีย์ ขวัญเมือง เลขประจำตัว 39014628

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ม่านบังแดดอัตโนมัติ

สุนทร วังศรีทอง
เสาวณีย์ ขวัญเมือง
ผศ. พิชัย คูศิริวานิชกร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์นี้ได้กล่าวถึงการออกแบบม่านบังแดดอัตโนมัติ โดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการทำงานของม่านหลายตัวพร้อมๆ กัน ซึ่งจะใช้ LDR เป็นเซ็นเซอร์ตรวจสอบเงาของแสงแดดเพื่อใช้ในการควบคุมม่านให้เปิดหรือปิดโดยอัตโนมัติ ถ้าหากผู้ใช้ต้องการที่จะควบคุมการทำงานของม่านเองก็สามารถกระทำได้ และผู้ใช้ยังสามารถกำหนดการทำงานล่วงหน้าได้ 24 ชม. โดยผ่านทางส่วนแสดงสถานะของม่าน นอกจากนี้ยังมีส่วนตรวจสอบสภาพของลมและฝน เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับม่านอันเนื่องมาจากสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC CURTAIN

Mr. Soontorn Wangsritong
Miss Saowanee Khanmuang
Mr. Pichai Kusirivanitchagorn adviser
Education Year 1999

Abstract

This thesis presents a design of Automatic Curtain. A microcontroller is programmed to control on/off according to the density of sunlight, detected by LDR. The system also offers manaul operations, in addition with 24 hr. advance program. There also a protection circuit to avoid damages of the system from wind, rain.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
สารบัญ	HI
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ขอบเขตการทำงาน	1
1.2 หลักการทำงาน	2
1.3 บล็อกไดอะแกรมของโครงงาน	3
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	4
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	4
2.1.1 คุณสมบัติของ 8031	4
2.1.2 การกำหนดตำแหน่งหน้าที่ขาสัญญาณของ 8031	5
2.1.3 รีจิสเตอร์ของ 8031	5
2.1.4 ชุดคำสั่งของ 8031	6
2.2 การใช้งาน 8255	8
2.2.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255	8
2.2.2 การจัดเรียงขาของ 8255	8
2.2.3 โหมดการทำงาน	10
บทที่ 3 การสร้างฐานเวลาให้แก่ MCS–51	12
3.1 คุณสมบัติของชิป RTC เบอร์ DS1202	12
3.2 โครงสร้างของชิป RTC เบอร์ DS1202	14
3.2.1 โครงสร้างของ command byte	15
3.3 การเลือกใช้คริสตอล	19
บทที่ 4 ตัวต้านทานไวแสงหรือแอลดีอาร์	21
4.1 ตัวต้านทานไวแสงหรือแอลดีอาร์	21
บทที่ 5 การออกแบบส่วนควบคุมมอเตอร์	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
5.1 หลักการทำงานของดีซีมอเตอร์	24
5.2 พัสซ์วิดธ์โมดูเลชั่นแอมปลิฟายเออร์	26
5.2.1 การทำงานของแอมปลิฟายเออร์แบบพัลซ์วิดธ์โมดูเลชั่น	26
5.2.2 กำลังงานที่สูญเสียในตัวมอเตอร์	28
5.2.3 การเลือกความถี่ของการสวิตซ์	30
บทที่ 6 การออกแบบและการทำงานของส่วนต่างๆ	31
6.1 การออกแบบและการทำงานของส่วนควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control)	31
6.1.1 การควบคุมส่วนควบคุมโดยผู้ใช้	31
6.1.2 การควบคุมการทำงานของโปรแกรม	34
6.1.3 จำนวนม่านที่สามารถควบคุมได้	35
6.2 การออกแบบและการทำงานของส่วนควบคุมโดยผู้ใช้ (Manual Control)	36
6.2.1 ส่วนควบคุมการเปิด-ปิดของม่าน	36
6.2.2 ส่วนควบคุมการเปลี่ยนโหมด	38
6.2.3 ส่วนตรวจสอบตำแหน่งม่าน	39
6.3 การออกแบบและการทำงานของส่วนตรวจสอบเงาของแสง	39
6.3.1 การออกแบบ	39
6.3.2 การทำงานของวงจร	40
6.4 การออกแบบและการทำงานของส่วนควบคุมมอเตอร์	42
6.4.1 วงจรขับมอเตอร์	42
6.4.2 วงจรพัลซ์วิดธ์โมดูเลชั่น	43
6.5 วงจรส่วนสร้างฐานเวลาจริง	44
6.6 การออกแบบส่วนแสดงผล	44
6.6.1 การออกแบบและการทำงาน	44
6.6.2 วิธีใช้งานและการตั้งโปรแกรม	46
6.7 การออกแบบและการทำงานของส่วนตรวจสอบความเร็วลม	47
6.8 การออกแบบและการทำงานของส่วนตรวจสอบฝน	49
บทที่ 7 หลักการและการออกแบบโปรแกรม	51
7.1 โฟลว์ชาร์ทแสดงการทำงาน	51
7.2 โปรแกรมการทำงาน	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
บทที่ 8 การทดสอบและผลการทดสอบ	67
8.1 การทดสอบส่วนควบคุมโดยผู้ใช้	67
8.2 การทดสอบส่วนควบคุมมอเตอร์	68
8.3 การทดสอบส่วนควบคุมอัตโนมัติ	68
8.4 การทดสอบส่วนตรวจสอบความเร็วลม	69
8.5 การทดสอบโดยรวม	70
บทที่ 9 สรุปและวิจารณ์	72
9.1 บทสรุป	72
9.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	72
9.3 แนวทางการพัฒนา	73
ภาคผนวก ก. โปรแกรมการทำงาน	
ภาคผนวก ข. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแสง	
ภาคผนวก ค. สารานุกรมเกี่ยวกับฝน	
ภาคผนวก ง. Data Sheet	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโครงงาน	3
รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงหน่วยทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031	4
รูปที่ 2.2 แสดงการกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของไอซี 8031	5
รูปที่ 2.3 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลภายในเพื่อใช้งานเป็นรีจิสเตอร์	7
(a) ช่วงตั้งแต่แอดเดรส 00-19H เป็นแบงค์ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป	7
(b) ช่วงแอดเดรส 80-FFH เป็นพื้นที่ของการใช้งานเฉพาะ	7
รูปที่ 2.4 แสดงวงจรแผนผังภายในและการจัดขาของไอซี 8255	9
รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะรูปร่างทั้งสองแบบของไอซีเบอร์ DS1202	13
รูปที่ 3.2 โครงสร้างภายในของ RTC DS1202	14
รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างของ command byte	16
รูปที่ 4.1 ลักษณะทั่วไปของแอลดีอาร์และสัญญลักษณ์	21
รูปที่ 4.2 (a) หลักการทำงานของแอลดีอาร์	22
(b) โครงสร้างของแอลดีอาร์แคดเมียมซัลไฟด์	22
(c) ความต้านทานของแอลดีอาร์ที่เปลี่ยนแปลงตามความสว่างของแสง	22
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างวงจรวัดความเข้มของแสง	23
รูปที่ 5.1 แสดงถึงแรงบิดในการเกิดดีซีมอเตอร์	24
รูปที่ 5.2 ดีซีมอเตอร์แบบสนามแม่เหล็กถาวร	25
รูปที่ 5.3 แอมปลิฟายเออร์แบบ PWM และดีซีมอเตอร์	27
รูปที่ 5.4 ค่าเส้นโค้งของความเร็ว-แรงบิด	29
รูปที่ 5.5 ลูกคลื่นของกระแสสามเหลี่ยม	30
รูปที่ 6.1 แสดงการใช้งาน Port ต่าง ๆ ของส่วนควบคุมอัตโนมัติ	31
รูปที่ 6.2 แสดงวงจรส่วนควบคุมการเปิด-ปิดม่าน	36
รูปที่ 6.3 แสดงวงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์	37
รูปที่ 6.4 แสดงวงจรส่วนควบคุมการเปลี่ยนโหมด	38
รูปที่ 6.5 แสดงวงจรที่ใช้ตรวจสอบตำแหน่งของม่าน	39
รูปที่ 6.6 แสดงวงจรตรวจสอบเงาของแสง	40
รูปที่ 6.7 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง LDR และตำแหน่งของม่าน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 6.8 แสดงการทำงานของวงจรตรวจสอบเงาของแสง 41
รูปที่ 6.9 แสดงวงจรควบคุมมอเตอร์ 42
รูปที่ 6.10 แสดงวงจรพัลซ์วิดธ์โมดูเลชั่น 43
รูปที่ 6.11 แสดงวงจรเปลี่ยนค่าดิวตี้ไซเคิล 43
รูปที่ 6.12 แสดงวงจรสร้างฐานเวลาจากชิป DS1202 44
รูปที่ 6.13 แสดงวงจรส่วนแสดงผล 45
รูปที่ 6.14 แสดงตำแหน่งของสวิตช์ต่าง ๆ 46
รูปที่ 6.15 แสดงอะนีมอมิเตอร์ชนิดต่างๆ 48
รูปที่ 6.16 แสดงวงจรส่วนตรวจสอบความเร็วลม 48
รูปที่ 6.17 แสดงวงจรแสดงผลระดับความเร็วลม 49
รูปที่ 6.18 แสดงวงจรตรวจสอบความต้านทานของหยดน้ำฝน 50
รูปที่ 8.1 (a) แสดงระยะเวลารอคอยการกดซ้ำ 67
(b) แสดงการกดสวิตช์ซ้ำ 67
รูปที่ 8.2 แสดงเอาท์พุทจากวงจรนับ 67
รูปที่ 8.3 แสดงสัญญาณควบคุมมอเตอร์ 68
รูปที่ 8.4 แสดงคำสั่งเคลื่อนที่ลง 68
รูปที่ 8.5 แสดงคำสั่งเคลื่อนที่ขึ้น 69
รูปที่ 8.6 แสดงการทำงานเมื่อมีแสงส่องเข้ามา 69
รูปที่ 8.7 แสดงเอาท์พุทจากวงจรอะสเตเบิ้ล ในส่วนตรวจสอบความเร็วลม 69
รูปที่ 8.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ที่วัดได้กับความถี่จริง 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 สรุปโหมดต่างๆ ของ 8255	10
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าคอนโทรลไบต์ของ 8255	11
ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้งาน burst mode	19
ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลการทำงานของรีจิสเตอร์และ RAM ใน DS1201	19
ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราขยายและค่า time response ของอุปกรณ์ตัวรับแสงแต่ละชนิด	23
ตารางที่ 6.1 แสดงการทำงานของส่วนควบคุมอัตโนมัติที่ติดต่อกับส่วนควบคุมโดยผู้ใช้	32
ตารางที่ 6.2 แสดงการทำงานของโปรแกรมที่ตั้งไว้	34
ตารางที่ 6.3 แสดงชนิดของลมกับความเร็วลม	48
ตารางที่ 7.1 การแบ่งสรรหน่วยความจำภายใน	66
ตารางที่ 8.1 การทดสอบการนับจำนวนพัลซ์	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

โครงงานม่านบังแดดอัตโนมัติเป็นโครงงานที่มีแนวคิดเริ่มต้นมาจากการประหยัดพลังงานในอาคารและสำนักงานใหญ่ๆ ที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ผนังของตัวอาคารเหล่านั้นโดยส่วนใหญ่จะเป็นกระจกทำให้แสงและความร้อนจากดวงอาทิตย์สามารถผ่านกระจกเข้ามาภายในอาคารได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักขึ้น นั่นก็หมายความว่าเครื่องปรับอากาศจะต้องดึงพลังงานไฟฟ้ามาใช้มากขึ้น และในปัจจุบันจะเห็นว่าสำนักงาน อาคารชุดที่พักอาศัย มักจะมีการออกแบบให้ผู้อยู่อาศัยได้ใช้ประโยชน์จากทัศนียภาพภายนอก ซึ่งก็เป็นเรื่องดีเพราะอย่างน้อยก็ทำให้คลายบรรยากาศความตึงเครียดจากภายนอกบ้านหรือจากการอยู่อาศัยในพื้นที่ค่อนข้างจำกัดลงได้บ้าง นอกจากประโยชน์ข้างต้นแล้วผู้ใช้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะอื่นได้อีกนอกเหนือจากการใช้งานภายในอาคาร โดยอาจจะนำไปใช้ร่วมกับแปลงปลูกพืชเพื่อควบคุมปริมาณแสงที่ต้องการได้

โครงงานนี้ได้ถูกออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของม่านซึ่งจะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับเงาของแสงแดดที่ส่องเข้ามาเพื่อใช้ในการควบคุมม่านให้เปิดหรือปิด นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถที่จะควบคุมการทำงานของม่านได้เองถ้าต้องการ

1.1 ขอบเขตการทำงาน

โครงงานนี้เป็นโครงงานต่อเนื่อง 2 ภาคการเรียน โดยขอบเขตการทำงานของแต่ละภาคการเรียนมีดังนี้

ภาคการเรียนที่ 1/2542

ออกแบบให้ม่านสามารถบังแสงแดดได้เองโดยอัตโนมัติเมื่อมีแสงแดดส่องเข้ามา หรือถ้าหากผู้ใช้ต้องการควบคุมม่านเองให้เปิดหรือปิดก็สามารถกระทำได้ การทำงานของม่านจะอาศัยการควบคุมและตัดสินใจจากไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งหมด โดยมีการสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบเงาของแสงเพื่อควบคุมการทำงานอัตโนมัติ

ภาคการเรียนที่ 2/2542

พัฒนาต่อจากภาคการเรียนที่แล้วให้

- ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวเดียวสามารถควบคุมม่านได้พร้อมกันหลายตัวโดยอิสระจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถตั้งโปรแกรมการทำงานของม่านได้ 24 ชั่วโมง โดยใช้วงจรสร้างฐานเวลา (Real Time Clock) เดียวกัน
- เปลี่ยนการควบคุมในโหมดที่ควบคุมเองโดยผู้ใช้งาน ซึ่งเดิมควมคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์มาเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในการใช้งานอย่างอิสระจากกัน และลดปัญหาในเรื่องการจัดสรรเวลาให้กับม่านแต่ละตัวเพราะม่านแต่ละตัวสามารถที่จะควบคุมการทำงานในส่วนนี้ได้เอง
- เพิ่มส่วนตรวจสอบสภาพอากาศเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับม่านเนื่องจากสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ ส่วนตรวจสอบความเร็วลมในกรณีที่ลมแรงก็จะเก็บม่านขึ้น และส่วนตรวจสอบฝนสำหรับกรณีที่ไม่ต้องการให้ผ้าม่านโดนฝน

1.2 หลักการทำงาน

แบ่งการทำงานออกเป็น 8 ส่วน ดังนี้

1.2.1 ส่วนควบคุมอัตโนมัติ (Auto) ในส่วนนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ในการควบคุมการทำงานและคอยรับสัญญาณจากส่วนอื่นๆ เพื่อใช้ในการตัดสินใจ

1.2.2 ส่วนควบคุมโดยผู้ใช้งานเอง(Manual) ในส่วนนี้จะตรวจสอบการสั่งงานโดยผู้ใช้งานว่าต้องการควบคุมให้ม่านเปิดหรือปิดโดยการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.2.3 ส่วนตรวจสอบเงาของแสง ในส่วนนี้จะใช้อุปกรณ์รับแสง LDR เพื่อคอยตรวจสอบเงาของแสงแดด ถ้าหากว่ามีแสงแดดส่องเข้ามา วงจรในส่วนนี้ก็จะส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมอัตโนมัติเพื่อสั่งให้ม่านทำงาน

1.2.4 ส่วนควบคุมมอเตอร์ ในส่วนนี้ประกอบด้วยวงจรขับมอเตอร์ซึ่งสามารถควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้สองทิศทาง และวงจรพัลซ์วิดธ์โมดูเลชั่นซึ่งจะควบคุมความเร็วในการหมุนของมอเตอร์

1.2.5 ส่วนสร้างฐานเวลา (Real Time Clock) วงจรในส่วนนี้จะใช้ IC เบอร์ DS1202 ในการสร้างฐานเวลาป้อนให้ส่วนควบคุมอัตโนมัติเพื่อใช้งานต่อไป นอกจากนี้ยังใช้เก็บโปรแกรมที่ตั้งไว้สำหรับควบคุมม่านให้เปิดหรือปิดได้อีกด้วย

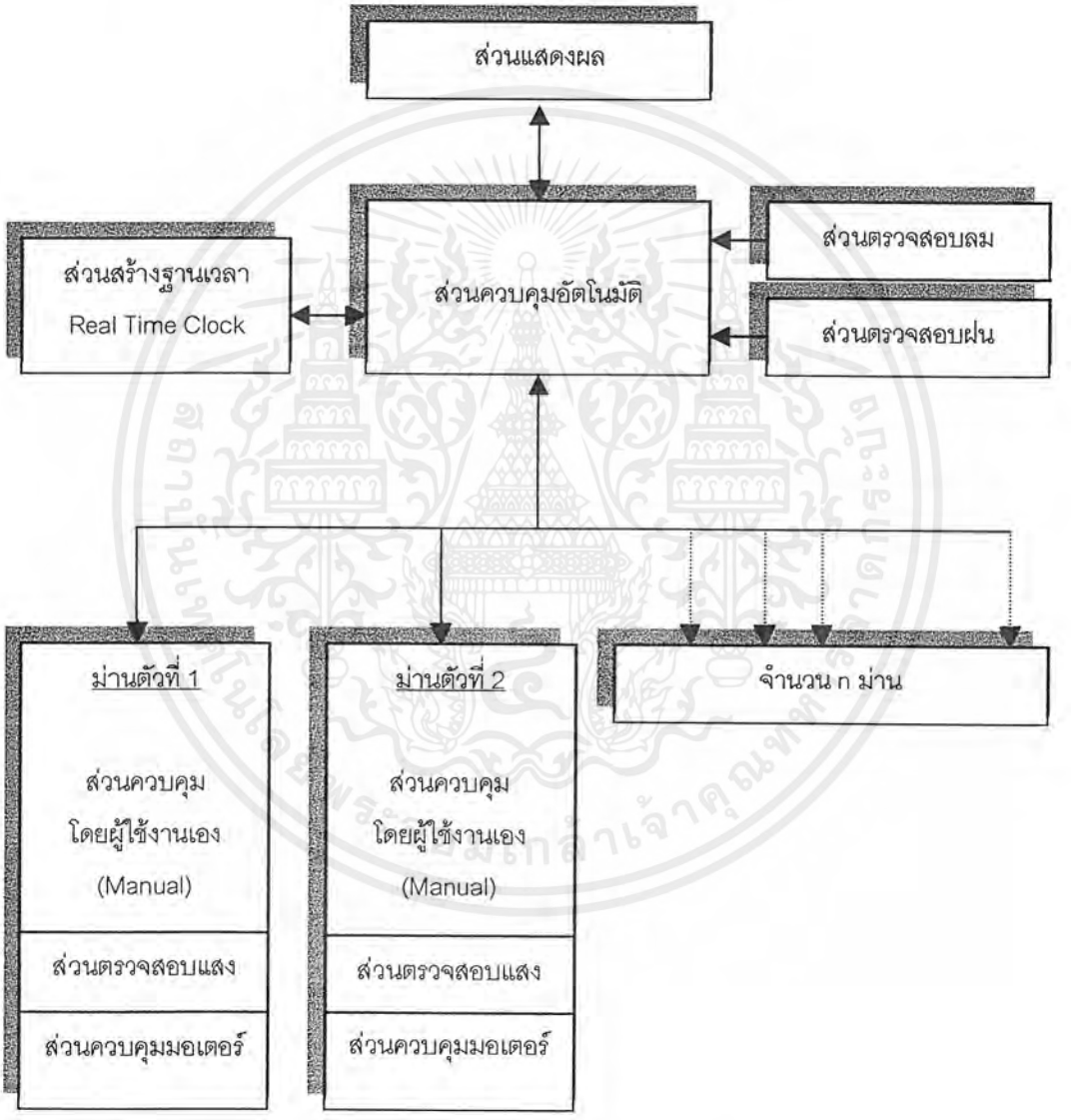
1.2.6 ส่วนแสดงผล ในส่วนนี้จะใช้สำหรับแสดงเวลาและการทำงานของม่านแต่ละตัวที่มีผลมาจากโปรแกรมที่ตั้งไว้

1.2.7 ส่วนตรวจสอบความเร็วลม ในส่วนนี้จะใช้กังหันรูปถ้วยต่อแกนลงมา เมื่อมีลมพัดก็จะทำให้กังหันหมุนและจะใช้วงจรตรวจวัดจำนวนรอบที่หมุนเพื่อเปรียบเทียบเป็นความเร็วลมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.8 ส่วนตรวจสอบฝน ในส่วนนี้จะตรวจสอบหยดน้ำฝนโดยใช้เส้นลวดสองเส้น โดยการตรวจสอบการนำไฟฟ้าระหว่างลวดทั้งสอง ถ้าหากมีหยดน้ำฝนผ่านลวดทั้งสองก็จะทำให้มีการนำไฟฟ้าเกิดขึ้น

1.3 บล็อกไดอะแกรมของโครงงาน



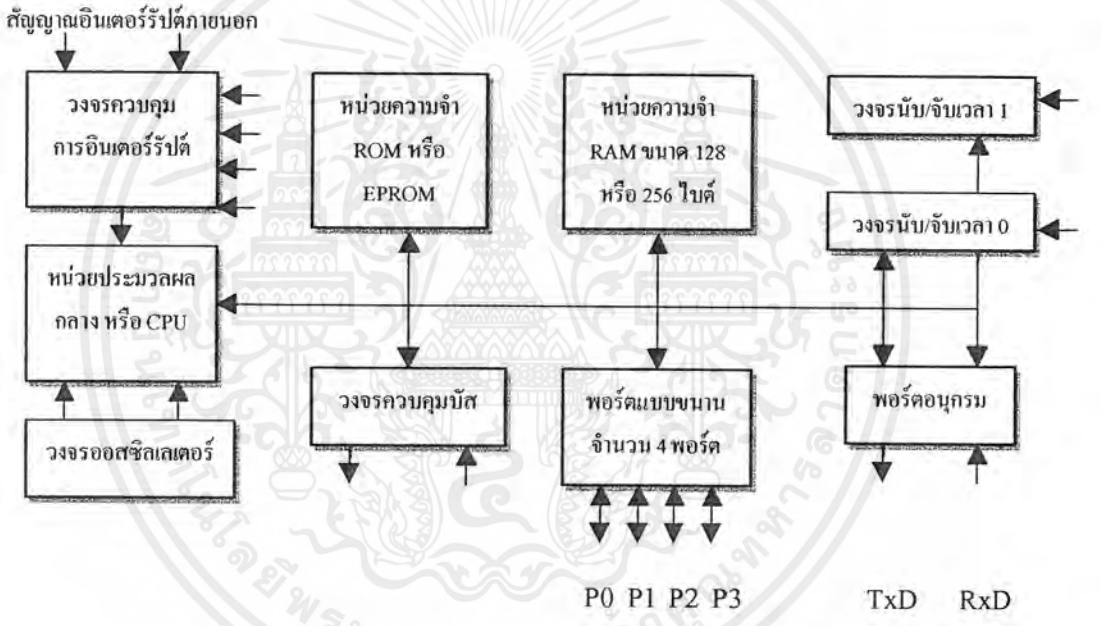
รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

8031 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) ซึ่งอยู่ในตระกูล MCS-51 หน่วยการทำงานพื้นฐานแสดงดังรูปที่ 2.1 ซึ่งสถาปัตยกรรมของ 8031 สร้างขึ้นด้วย HMOS



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงหน่วยทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031

2.1.1 คุณสมบัติของ 8031

คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 มีดังนี้

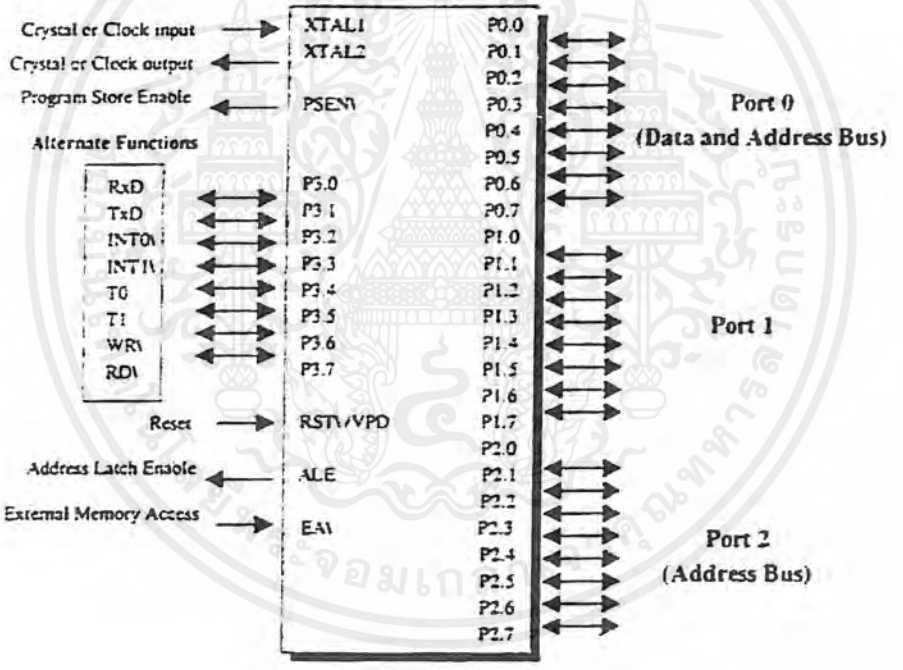
- เป็น CPU ขนาด 8 บิต
- หน่วยความจำแบบแรม (RAM) ภายใน 128 ไบต์
- พอร์ตอินพุท / เอาท์พุทแบบขนานจำนวน 32 เส้น ซึ่งสามารถแยกการทำงานได้อย่างอิสระ
- พอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบฟลูดูเพล็กซ์ (Full Duplex)
- วงจรนับ / จับเวลาขนาด 16 บิต จำนวนสองวงจร
- ความสามารถในการอ้างอิงตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความสามารถในการอ้างอิงตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบต์
- สัญญาณอินเตอร์รัปต์ 6 แหล่ง 5 VECTOR ซึ่งแบ่งความสำคัญออกเป็น 2 ระดับ
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

2.1.2 การกำหนดตำแหน่งหน้าที่ขาสัญญาณของ 8031

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 มีรูปร่างของไอซีเป็นแบบดิพ (DIP) ขนาด 40 ขา ดังแสดงในรูปที่ 2.2 แต่ละขาสัญญาณจะมีหน้าที่ระบุชัดเจนตามสัญลักษณ์ชื่อย่อที่กำกับในแต่ละขา แต่จะมีบางขาสัญญาณที่อาจจะมีหน้าที่ได้มากกว่าหนึ่งอย่างซึ่งไม่สามารถใช้งานในเวลาเดียวกันได้ การกำหนดว่าจะทำงานในลักษณะใดจะขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อวงจรเข้ากับขาสัญญาณและโปรแกรมควบคุมของระบบนั้น



รูปที่ 2.2 แสดงการกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของไอซี 8031

2.1.3 รีจิสเตอร์ของ 8031

<u>รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป</u>

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปบริเวณ 128 ไบต์แรก รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม ซึ่งมีชื่อเหมือนกัน ในการทำงานขณะใดๆ รีจิสเตอร์ทั้ง 4 กลุ่ม จะถูกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้รีจิสเตอร์ R0-R7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ทำได้โดยการเซ็ตหรือเคลียร์บิต RS0, RS1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่าที่เปลี่ยนแปลงไปในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่ถูกเลือกใช้งานขณะนั้นจะไม่มีผลต่อการใช้งานรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่มีชื่อเดียวกันแต่อยู่คนละกลุ่มเลย แสดงการจัดพื้นที่ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

<u>รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ</u>

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะหรือ SFR (Special Function Register) ข้อมูลที่ถูกนำไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์เหล่านี้จะมีความหมายเฉพาะตัวของรีจิสเตอร์ ที่แต่ละตำแหน่งของ SFR อาจจะไม่ใช่เป็นหน่วยความจำ (RAM) แต่อาจจะเป็นตัวนับ (count register), ชิฟท์รีจิสเตอร์ หรือ แลตช์ ซึ่งการอ้างข้อมูลในแต่ละตำแหน่งนั้น 8031 จะถือเสมือนว่าเป็นหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่ง รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะทั้งหมดใน 8031 อาจแยกตามประเภทการใช้งานมีดังนี้

- รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ 8031 โดยรวม ได้แก่ PSW, PCON
- รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการตอบสนองสัญญาณอินเตอร์รัปต์ ได้แก่ รีจิสเตอร์ IE, IP
- รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ได้แก่ รีจิสเตอร์ TCON, TMOD
- รีจสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรม ได้แก่ รีจิสเตอร์ SCON

การจัดพื้นที่สำหรับรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะเหล่านี้ แสดงดังในรูป 2.3

2.1.4 ชุดคำสั่งของ 8031

สามารถจัดกลุ่มคำสั่งตามลักษณะหน้าที่การทำงานที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้

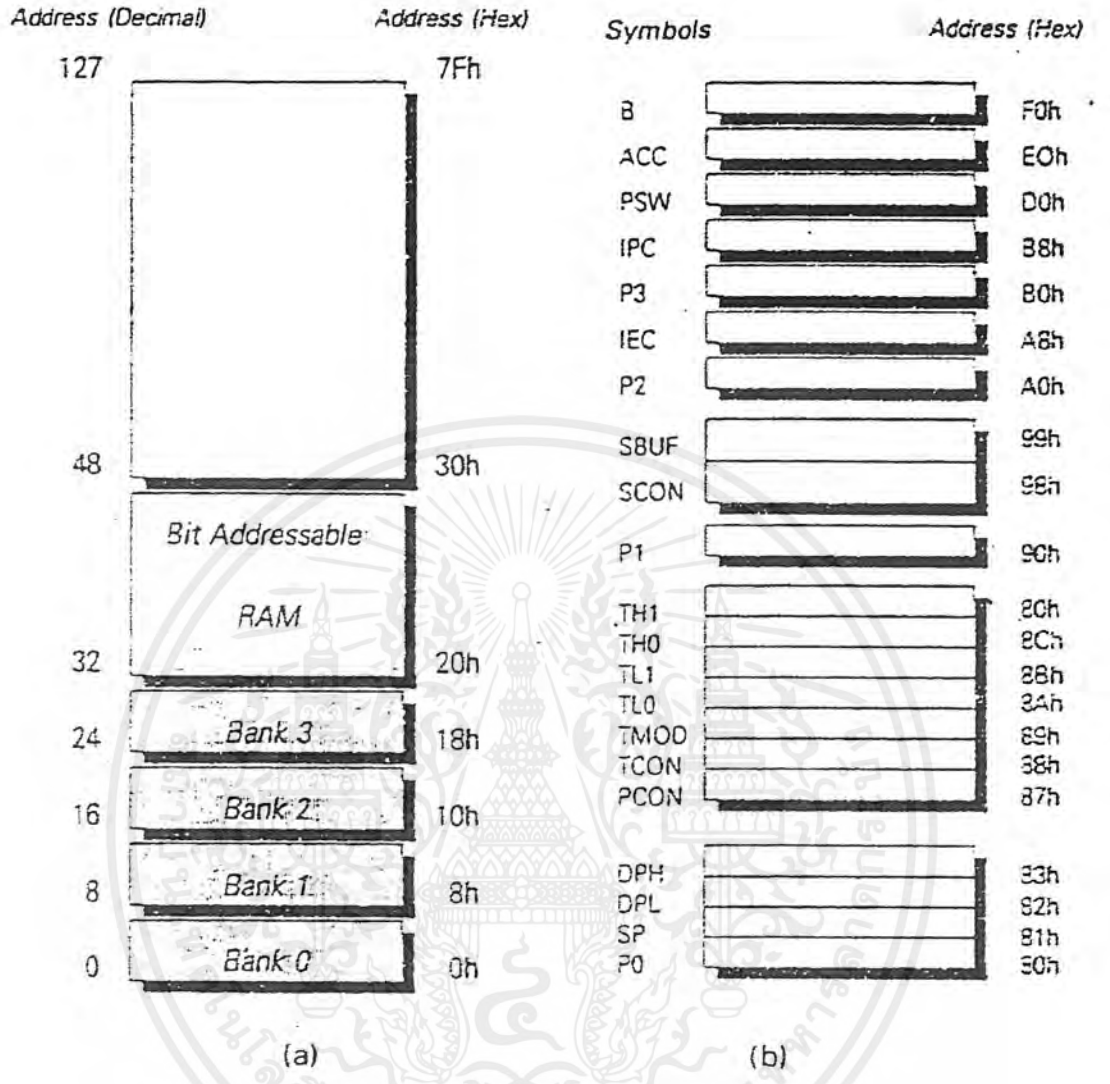
1. กลุ่มคำสั่งทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Intruction) ประกอบด้วยคำสั่งในการบวก ลบ คูณ หาร รวมทั้งคำสั่งในการเพิ่มค่าข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิป

2. กลุ่มคำสั่งทางตรรกศาสตร์ (Logical Intruction) ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่งทางตรรกศาสตร์ เช่น แอนด์, ออร์, เอกซ์คลูซีฟ-ออร์, คอมพลีเมนต์ รวมทั้งคำสั่งสำหรับเลื่อนบิตข้อมูลไปทางซ้ายและขวาโดยผ่านบิตแคร์รี่แฟลกซ์หรือไม่ก็ได้ นอกจากนี้ยังมีคำสั่งพิเศษที่ใช้ในการสลับที่ข้อมูล 4 บิตบนและ 4 บิตล่าง (SWAP)

3. กลุ่มคำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล (Data Transfer Instructions) เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการเคลื่อนย้ายข้อมูล หรือนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลไปเก็บในหน่วยความจำบริเวณใดบริเวณหนึ่ง หรือย้ายข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์เพื่อประมวลผล เนื่องจากคำสั่งบางคำสั่งจำเป็นต้องทำงานที่รีจิสเตอร์เฉพาะตัวเท่านั้น เช่น คำสั่งในการคูณหรือหารที่ทำงานกับรีจิสเตอร์ A, B เท่านั้น คำสั่งในกลุ่มนี้แบ่งออกเป็นกลุ่มคำสั่งย่อยๆ ดังนี้

- กลุ่มคำสั่งสำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายในชิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลภายในเพื่อใช้งานเป็นรีจิสเตอร์

(a) ช่วงตั้งแต่แอดเดรส 00-19H เป็นแบงค์ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

(b) ช่วงแอดเดรส 80-FFH เป็นพื้นที่ของการใช้งานเฉพาะ

- กลุ่มคำสั่งสำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป
- กลุ่มคำสั่งสำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำเก็บโปรแกรมภายนอกชิป

4. กลุ่มคำสั่งในการควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรม (Program Control Instructions) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรม ในกลุ่มคำสั่งนี้แบ่งออกเป็นคำสั่งที่มีเงื่อนไขและไม่มีเงื่อนไขทำให้การเขียนโปรแกรมสะดวกมากขึ้น

5. กลุ่มคำสั่งสำหรับการประมวลผลแบบบูลีน (Boolean Instructions) การประมวลผลแบบบูลีนเป็นการประมวลผลด้วยข้อมูลขนาด 1 บิต โดยมีหน่วยความจำขนาด 1 บิต สำหรับประมวล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลซึ่งสามารถอ้างถึงตำแหน่งได้โดยตรง หน่วยความจำนี้จะอยู่ในบริเวณเดียวกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปและที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะบางตัว

2.2 การใช้งาน 8255

2.2.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (Large Scale Integrated Circuit) บรรจุอยู่ในแพ็คเก็จ (package) 40 ขาแบบดิพ (Dual-In-Line Package : DIP) มีพอร์ต 3 พอร์ต คือ A, B, C เป็นพอร์ต 8 บิตที่สามารถโปรแกรมให้เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทได้ โดยที่พอร์ต C ยังแบ่งเป็น 4 บิตบนและ 4 บิตล่าง โดยมีโครงสร้างตามรูปที่ 2.4

บล็อกกลุ่มแรกมีจำนวน 4 บล็อกอยู่ทางด้านขวาของรูป เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ โดยมีสาย PA0-PA7, PB0-PB7 และ PC0-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 สายสัญญาณเหล่านี้ถูกแบ่งออกเป็น 3 พอร์ต ได้แก่ พอร์ต A (PA), พอร์ต B (PB), พอร์ต C (PC) พอร์ตเหล่านี้แต่ละสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาท์พุท และแต่ละบล็อกจะมีสายสัญญาณเชื่อมเข้ากับบัสข้อมูลภายในของ 8255

บล็อกกลุ่มถัดมาได้แก่ กลุ่มควบคุม A และกลุ่มควบคุม B ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของทั้งสามไอโอพอ์ต (8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้โดยการโปรแกรมส่งคอนโทรลเวิร์ดให้กับ 8255) จากรูป 2.4 จะเห็นว่าพอร์ต C นี้จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต 2 พอร์ต กลุ่มหนึ่งจะควบคุมโดยกลุ่มควบคุม A และกลุ่มหนึ่งจะควบคุมโดยกลุ่มควบคุม B

2.2.2 การจัดเรียงขาของ 8255

ในส่วนนี้เราจะพิจารณาหน้าที่ของขาแต่ละขาของ 8255 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์ในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบบัสของซีพียู สำหรับการจัดขาแสดงดังรูป 2.4

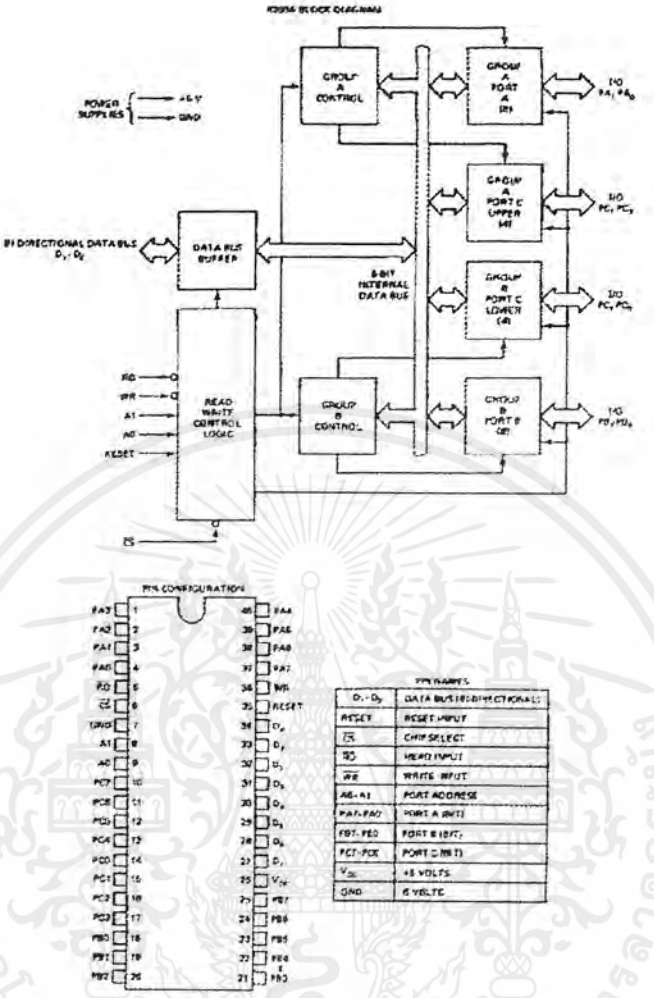
D0-D7 : เป็นสายข้อมูลอินพุทเอาท์พุทแบบสองทิศทาง (Bidirectional bus) จะเป็นทางผ่านของข้อมูลพอร์ตต่างๆ ของ 8255 กับบัสข้อมูลของ 8031

CS (Chip Select Input) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น 0 ซีพียูจะสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้

RD (Read Inpiut) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น 0 และสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจาก 8255 จะปรากฏสู่ระบบบัสข้อมูล ซีพียูก็จะสามารถอ่านข้อมูลออกไปได้

WR (Write Input) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น 0 และขาสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจากระบบบัสข้อมูลจะถูกเขียนเข้าไปยัง 8255 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงวงจรแผนผังภายในและการจัดขาของไอซี 8255

A0-A1 (Address Input) : จะเป็นตัวกำหนดในการเลือกใช้พอร์ต A, B, C และพอร์ตควบคุมของ 8255

RESET : เมื่อขานี้มีสัญญาณเป็น 1 8255 จะอยู่ในสภาวะรีเซ็ตทุกๆ พอร์ตของ 8255 จะถูกเซ็ตให้อยู่ในโหมดอินพุท

PA0-PA7, PB0-PB7 : ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ

PC0-PC7 : ขาสัญญาณนี้ถูกใช้เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกอื่น เช่นเดียวกับ PA0-PA7, PB0-PB7 แต่กลุ่มของขาสัญญาณเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีขนาด 4 บิต กลุ่มแรกจะใช้ควบคุม PB0-PB7 และกลุ่มที่สองใช้ควบคุม PA0-PA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 โหมดการทำงาน

การทำงานมีอยู่ด้วยกัน 3 โหมด ดังตารางที่ 2.1

โหมด 0 มีการทำงานแบบ BASIC I/O ไม่มี handshake

โหมด 1 โหมดนี้ใช้พอร์ต A, B ในการรับหรือส่งข้อมูล และใช้พอร์ต C ในการตรวจสอบสัญญาณ (handshake)

โหมด 2 โหมดนี้ใช้พอร์ต A ในการรับส่งข้อมูล 2 ทิศทางและพอร์ต B ในการรับหรือส่งข้อมูลและใช้พอร์ท C บิต 0, 1, 2 ในการส่งข้อมูลบิตและบิต 4, 5, 6 เป็นสัญญาณ handshake

ตารางที่ 2.1 สรุปโหมดต่างๆ ของ 8255

	MODE 0		MODE 1		MODE 2
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY
PA_0	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_1	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_2	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_3	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_4	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_5	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_6	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_7	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PB_0	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_1	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_2	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_3	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_4	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_5	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_6	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_7	IN	OUT	IN	OUT	—
PC_0	IN	OUT	$INTR_B$	$INTR_B$	I/O
PC_1	IN	OUT	IBF_B	$\overline{OBF}_B$	I/O
PC_2	IN	OUT	$\overline{STB}_B$	$\overline{ACK}_B$	I/O
PC_3	IN	OUT	$INTR_A$	$INTR_A$	$INTR_A$
PC_4	IN	OUT	$\overline{STB}_A$	I/O	$\overline{STB}_A$
PC_5	IN	OUT	IBF_A	I/O	IBF_A
PC_6	IN	OUT	I/O	$\overline{ACK}_A$	$\overline{ACK}_A$
PC_7	IN	OUT	I/O	$\overline{OBF}_A$	$\overline{OBF}_A$

MODE 0 OR MODE 1 ONLY

การใช้งานชิปเบอร์ 8255 เราสามารถกำหนดให้พอร์ต A, B, C ทำหน้าที่เป็นอินพุทหรือเอาต์ได้ โดยกำหนดได้จากค่าคอนโทรลไบต์ที่ส่งไปยังคอนโทรลพอร์ตของ 8255 ดังมีรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าคอนโทรลไบต์ของ 8255

พอร์ต A (PA0-PA7)	พอร์ต C (PC4-PC7)	พอร์ต B (PB0-PB7)	พอร์ต C ล่าง (PC0-PC3)	รหัสควบคุม (hex)
เอาต์พุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	80H
เอาต์พุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	อินพุท	81H
เอาต์พุท	เอาต์พุท	อินพุท	เอาต์พุท	82H
เอาต์พุท	เอาต์พุท	อินพุท	อินพุท	83H
เอาต์พุท	อินพุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	88H
เอาต์พุท	อินพุท	เอาต์พุท	อินพุท	89H
เอาต์พุท	อินพุท	อินพุท	เอาต์พุท	8AH
เอาต์พุท	อินพุท	อินพุท	อินพุท	8BH
อินพุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	90H
อินพุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	อินพุท	91H
อินพุท	เอาต์พุท	อินพุท	เอาต์พุท	92H
อินพุท	เอาต์พุท	อินพุท	อินพุท	93H
อินพุท	อินพุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	98H
อินพุท	อินพุท	เอาต์พุท	อินพุท	99H
อินพุท	อินพุท	อินพุท	เอาต์พุท	9AH
อินพุท	อินพุท	อินพุท	อินพุท	9BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสร้างฐานเวลาให้แก่ MCS–51

ในที่นี้จะใช้ชิปที่ทำหน้าที่เป็นนาฬิกาซึ่งสามารถส่งข้อมูลเวลาในขณะใดๆ (ชิป RTC) ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เวลาที่ได้จากวิธีนี้จะเป็นเวลาจริงๆ ที่เดินอยู่ตลอดเวลาอย่างเที่ยงตรง ชิปที่ทำหน้าที่ดังกล่าวนี้ปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ แต่เบอร์ที่ใช้งานได้ง่ายและสะดวกที่สุดคือ ชิป RTC ของบริษัท Dallas Semiconductor เบอร์ DS1202 "Serial Timekeeper Chip"

ชิปRTC จริงๆ มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด บางชนิดสามารถอินเตอร์รัปต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ในช่วงเวลาที่กำหนดได้ สำหรับชิป RTC เบอร์ DS1202 ทำได้เพียงแค่ให้ข้อมูลที่เป็นเวลาในขณะใดๆ แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์เท่านั้น ไม่สามารถอินเตอร์รัปต์ซีพียูได้ การเลือกใช้งานชิป RTC ประเภทใดขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบว่าต้องการความสามารถมากน้อยขนาดไหน

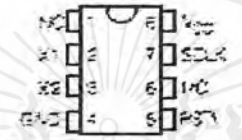
ชิป RTC เบอร์ DS1202 ที่จะกล่าวถึงนี้มีความเที่ยงตรงในการทำงานสูงมาก สามารถนำมาต่อร่วมกับระบบเพื่อบอกเวลาให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้สะดวก เพราะใช้จำนวนสายในการติดต่อระหว่างตัวชิปเองกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 3 เส้นเท่านั้น เนื่องจากชิป RTC เบอร์นี้ใช้การติดต่อรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

3.1 คุณสมบัติของชิป RTC เบอร์ DS1202

- ทำหน้าที่นับวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ของเดือน เดือน ปี รวมทั้งคำนวณปีอธิกสุรทินให้เองอัตโนมัติ
- มีหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์สำหรับเก็บข้อมูลทั่วๆ ไป ส่วนใหญ่ไว้เก็บข้อมูลที่ต้องการสำรองในขณะที่ไม่มีพลังงานจ่ายให้แก่ระบบ เช่น รหัสผ่านที่เปลี่ยนค่าได้เวลาที่ต้องการให้เครื่องจักรทำงาน ทำให้ไม่จำเป็นต้องสำรองหน่วยความจำทั้งระบบนั่นเอง
- ใช้การติดต่อแบบอนุกรม จึงใช้จำนวนสายในการเชื่อมต่อกับทั้งระบบเพียง 3 เส้นเท่านั้น
- ใช้แรงดันไฟฟ้าเพียง 2.0 ถึง 5.5 โวลต์ และกระแสเพียง 300 นาโนแอมแปร์ที่ระดับแรงดัน 2.0 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การโอนย้ายข้อมูลสามารถกระทำได้ทั้งในแบบครั้งละ 1 ไบต์ (Single byte) หรือ ครั้งละหลายๆ ไบต์ (multiple byte หรือ burst mode) ไม่จะเป็นการเขียนหรือการอ่านข้อมูล
- ตัวชิปเองมีให้เลือกทั้งแบบ 8 PIN DIP หรือ 16 PIN SOIC เพื่อใช้สำหรับแผ่นวงจรชนิด surface mount
- ระดับสัญญาณ TTL compatible (V_{cc} = 5 โวลต์)
- ช่วงอุณหภูมิในการใช้งานกว้างมากระหว่าง –40 องศา ±88 องศาเซลเซียส



DS 1202 8-Pin DIP(300mil)

DS 1202 S 16-Pin SOIC(300mil)

รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะรูปร่างทั้งสองแบบของไอซีเบอร์ DS1202

<u>รายละเอียดเพิ่มเติม</u> ชิป RTC เบอร์ DS1202 “Serial Time Keeper Chip” มี Real Time Clock/Calender และ Static RAM ขนาด 24 ไบต์ ใช้สายเพียง 3 เส้นในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับส่งข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ข้อมูลที่ชิป RTC DS1202 มีให้ประกอบด้วย

- วินาที
- นาที
- ชั่วโมง
- วันที่
- วัน
- เดือน
- ปี

วันที่ในวันสุดท้ายของเดือนจะถูกปรับโดยอัตโนมัติ สำหรับเดือนที่มีจำนวนวันน้อยกว่า 31 วันและมีการคำนวณจำนวนวันของเดือนกุมภาพันธ์ในปีอธิกสุรทินให้เอง ข้อมูลที่ส่งให้แก่ไม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครคอนโทรลเลอร์สามารถเลือกรูปแบบได้ทั้งแบบ 24 ชั่วโมง (0.00 – 23.59) หรือแบบ 12 ชั่วโมง (0.00 – 12.00 นาฬิกาโดยมีข้อมูลเพิ่มเพื่อบอกให้ทราบว่าเป็นเวลากลางวันหรือกลางคืน)

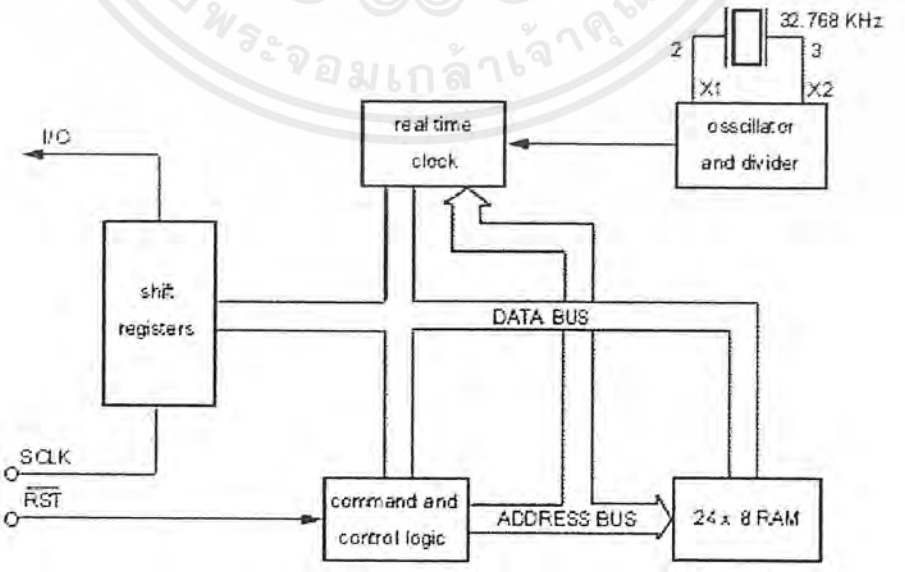
การเชื่อมต่อชิป RTC DS1202 เข้ากับระบบมีความสะดวกมากเนื่องจากใช้จำนวนสายเพียง 3 เส้นเท่านั้น เพราะใช้การติดต่อแบบอนุกรมชนิด Synchronous Serial Communication ขาที่ต้องใช้รับส่งข้อมูลทั้งสามคือ

- RST (reset)
- I/O (data line)
- SCLK (serial clock)

เนื่องจากในชิป RTC DS1202 มีนาฬิกาหรือเวลาที่เดินอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งมีหน่วยความจำจำนวนหนึ่ง ดังนั้นในการติดต่อกับชิป RTC DS1202 ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการข้อมูลจากนาฬิกาหรือจากหน่วยความจำภายในชิป (CLOCK/RAM) การรับส่งข้อมูลสามารถกระทำได้ทั้งแบบทีละไบต์หรือรับส่งกันคราวละหลายไบต์ดังจะได้กล่าวต่อไป นอกจากนี้ RTC DS1202 ยังถูกออกแบบให้ใช้พลังงานน้อย และสิ้นเปลืองพลังงานจากแบตเตอรี่น้อยที่สุดเพื่อความสะดวกในการสำรองพลังงาน โดยชิปตัวนี้สามารถเก็บรักษาข้อมูลในหน่วยความจำและเวลาที่เดินอยู่ตลอดเวลาได้ที่กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า 1 ไมโครวัตต์

3.2 โครงสร้างของชิป RTC เบอร์ DS1202

โครงสร้างของชิปเบอร์นี้มีดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างภายในของ RTC DS1202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในของ RTC เบอร์ DS1202 ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 จะเห็นว่าชิป RTC เบอร์นี้ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญๆ ดังนี้คือ

- shift register
- control logic
- oscillator
- real time clock และ
- RAM

ในการรับส่งข้อมูลใดๆ ให้แก่ RTC เบอร์ DS1202 ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ที่ต้องการติดต่อด้วยจะต้องส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งควบคุมการติดต่อซึ่งมีขนาด 8 บิตเสียก่อน โดยเริ่มต้นด้วยการให้ขา RST มีสถานะเป็น 1 (อยู่ในช่วงการติดต่อ) จากนั้นส่งข้อมูลจำนวน 8 บิต เข้าไปไว้ใน shrift register ของ RTC ข้อมูลขนาด 8 บิตจะประกอบด้วยคำสั่งในการควบคุมชิป RTC และตำแหน่งของหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ (address/command byte) ในแต่ละครั้ง การรับข้อมูลจากไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละบิตจะกระทำที่ช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณที่ขา SCLK (serial clock)

ภายในชิป RTC เบอร์ DS1202 ประกอบด้วยหน่วยความจำขนาด 24 ไบต์ และรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บเวลาของชิปในขณะปัจจุบันจำนวน 8 ตัว รีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัวนี้สามารถเข้าถึงได้เสมือนเป็นหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่ง ดังนั้นต่อไปเราจะมองว่าชิป RTC เบอร์นี้มีหน่วยความจำทั้งสิ้น 32 ตำแหน่ง โดยประกอบขึ้นจากรีจิสเตอร์ 8 ตำแหน่งและหน่วยความจำ 24 ตำแหน่ง

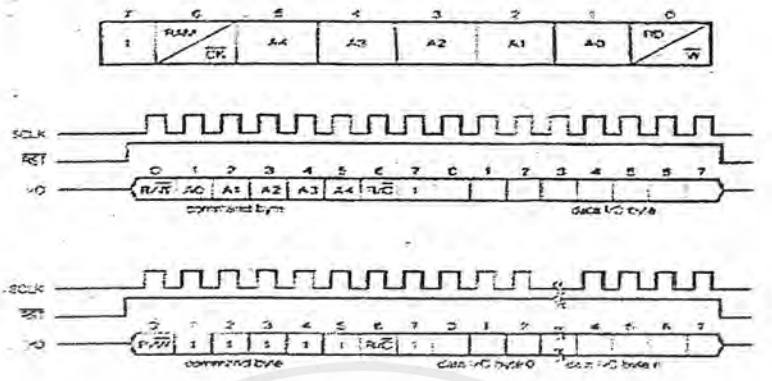
ข้อมูลขนาด 8 บิตแรก (address/command byte) จะระบุตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ (ทั้งตำแหน่งของหน่วยความจำทั่วไปและตำแหน่งของรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลา) และบอกว่าเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำตำแหน่งนั้นๆ รวมทั้งระบุว่าให้การรับส่งข้อมูลเป็นแบบครั้งละ 1 ไบต์ หรือครั้งละหลายๆ ไบต์

หลังจากมีสัญญาณนาฬิกาเกิดขึ้น 8 ครั้ง (สัญญาณ SCLK) ในระหว่างการเขียนข้อมูล 8 บิตแรกเข้าไปใน shift register สัญญาณนาฬิกาต่อไปที่จะเกิดขึ้นจะเป็นการนำข้อมูลออกจากชิป RTC สำหรับการอ่านข้อมูลหรือนำข้อมูลเข้าไปยังชิป RTC สำหรับการเขียนข้อมูล จำนวนของสัญญาณนาฬิกาทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการติดต่อครั้งหนึ่งๆ จึงเท่ากับ 8+8 ในการส่งข้อมูลครั้งละ 1 ไบต์ single byte mode หรือ 8 บวกมากที่สุด 192 (8x24) สำหรับการส่งข้อมูลครั้งละหลายๆ ไบต์

3.2.1 โครงสร้างของ command byte

โครงสร้างของ command byte มีดังแสดงในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างของ command byte

การรับส่งข้อมูลระหว่างชิป RTC DS1202 ในตอนเริ่มต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งข้อมูลเพื่อกำหนดการทำงานให้แก่ RTC เสียก่อน ข้อมูลที่ RTC ได้รับในตอนเริ่มต้นนี้จะมีขนาด 1 ไบต์ ซึ่งมีชื่อว่า command byte และเนื่องจากข้อมูลในไบต์นี้จะเป็นตัวกำหนดการทำงานของ RTC ดังนั้นแต่ละบิตในไบต์นี้จะมีความหมายแตกต่างกันไปดังนี้

- MSB (บิต 7) ต้องเป็น 1 เสมอ ถ้าเป็น 0 การทำงานต่อจากนี้จะถูกหยุดไว้หมด
- บิต 6 ถ้าเป็น 0 จะระบุว่าต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลา หากบิตนี้มีค่าเป็น 1 จะระบุว่าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ
- บิต 1 ถึง 5 เป็นตัวระบุตำแหน่งหน่วยความจำ (ทั้งหน่วยความจำที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาและหน่วยความจำทั่วไป) ที่ต้องการเข้าถึงไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งควบคุมด้วยบิต 0 ดังจะได้กล่าวต่อไป
- บิต 0 จะระบุว่าเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูล ถ้าเป็น 0 หมายถึงการเขียนขี้มูลลงไปในชิป หากเป็น 1 หมายถึงการอ่านข้อมูลจากชิป

ในการส่ง command byte ไปยัง RTC จะเริ่มต้นด้วยบิต 0 ก่อนเสมอ (LSB first)

Burst Mode หมายถึง การรับหรือส่งข้อมูลครั้งละหลายไบต์ในการติดต่อแต่ละครั้งโดยสามารถกำหนดได้ว่าข้อมูลที่ต้องการติดต่อเป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาหรือหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล หากเป็นการรับส่งข้อมูลกับรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาก็จะรับส่งกันครั้งละ 8 ไบต์ หากเป็นการรับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำจะรับส่งกันครั้งละ 24 ไบต์ การกำหนดให้รับส่งข้อมูลครั้งละหลายไบต์ กำหนดโดย command byte ดังได้กล่าวมาแล้ว

ในการรับหรือส่งใน burst mode จะเริ่มที่บิต 0 ของหน่วยความจำตำแหน่ง 0 ก่อนเสมอ ไม่ว่าจะเป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาหรือหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

burst mode นี้มีไว้เพื่อความสะดวกในการรับหรือส่งข้อมูลครั้งละจำนวนมากๆ ทำให้ไม่ต้องส่ง command byte หลายครั้งนั่นเอง

Write Protect Command Byte เวลาที่เดินอยู่ภายในรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บเวลาและข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำทั้ง 24 ตำแหน่ง สามารถป้องกันมิให้เขียนข้อมูลใดๆ ซ้อนลงไปได้เพื่อป้องกันเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ ทั้งนี้โดยการควบคุมจาก write protect register ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ตำแหน่งที่ 7 ของรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บเวลา โดยมี write protect bit ซึ่งเป็นบิตที่ 7 ของรีจิสเตอร์ตัวนี้เป็นตัวกำหนดการทำงาน หาก write protect bit เป็น 0 หมายถึงสามารถเขียนข้อมูลใดๆ ลงไปยังรีจิสเตอร์ที่เก็บเวลาหรือหน่วยความจำได้ หากบิตนี้เป็น 1 หมายถึงชิป RTC อยู่ในสถานะป้องกันการเขียนข้อมูล ดังนั้นก่อนการเขียนข้อมูลใดๆ ไปยังรีจิสเตอร์สำหรับเก็บเวลาหรือหน่วยความจำ write protect bit ต้องเป็น 0 เสมอ โดยการให้ RST เป็น 1 (อยู่ในช่วงการติดต่อ) และโหลด write protection command byte (8EH) ตามด้วยข้อมูลที่มีค่า 00H (เคลียร์ให้ write protect bit เป็น 0) หลังจากนั้น RST ต้องกลับมามีสถานะเป็น 0 ก่อนที่คำสั่งอื่นๆ จะเริ่มต้นทำงานได้

ส่วนในการบังคับให้ชิป RTC อยู่ในสถานะป้องกันการเขียนก็ต้องให้ RST เป็น 1 แล้วโหลด command byte ที่มีค่า 8EH ตามด้วยข้อมูล 80H (ให้ write protect bit เป็น 1)

ในการทำงานแบบ burst mode เราไม่สามารถเขียนค่าใดๆ เข้าไปใน write protect bit ได้

Reset and Clock Control การรับหรือส่งข้อมูลทั้งหมดจะต้องเริ่มโดยให้ขา RST มีสถานะเป็น 1 ก่อนเสมอ โดย RST มีหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการดังนี้

1. RST ใช้ควบคุมการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน shift register
2. RST ใช้เป็นสัญญาณในการหยุดการทำงานใดๆ กับชิป RTC DS1202 โดยปกติการเขียนข้อมูลเข้าไปใน RTC DS1202 จะเกิดขึ้นในช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณที่ขา SCLK ส่วนการอ่านข้อมูลเข้าไปใน RTC DS1202 จะเกิดขึ้นในช่วงขอบขาลงของสัญญาณที่ขา SCLK โดยระหว่างการติดต่อขา RST ต้องมีสถานะเป็น 1 ตลอดเวลา หากขา RST มีสถานะเป็น 0 หมายถึงยกเลิกการติดต่อหรือสิ้นสุดการติดต่อ

Data Input ในตอนเริ่มต้นติดต่อระหว่างชิป RTC DS1202 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ไบต์แรกจะต้องเป็น command byte เสมอ หากใน command byte ระบุว่าเป็นการเขียนข้อมูลไปในชิป ข้อมูลจะถูกรับเข้ามาในขอบขาขึ้น (rising edge) ของ SCLK เท่านั้น โดยเริ่มต้นด้วยบิต 0 ก่อนเสมอ และหากเป็นคำสั่งให้รับส่งครั้งละ 1 ไบต์ เมื่อข้อมูลได้รับเข้ามาครบแล้ว สัญญาณ SCLK ที่ได้รับเกินจะถูกละเลยไป หากเป็นคำสั่งให้รับส่งแบบ burst mode ซึ่งรับส่งครั้งละ 24 ไบต์ ก็มีลักษณะเช่นเดียวกันคือ เมื่อรับข้อมูลครบ 24 ไบต์ สัญญาณ SCLK ที่ได้รับเกินจะถูกละเลยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36948

Data Output หลังจากรับ command byte แล้ว หากมีการระบุว่าเป็นการอ่านข้อมูลจากชิป RTC DS1202 ข้อมูลจะถูกส่งออกจากชิปสู่ภายนอกในขณะช่วงขอบขาลง (falling edge) ของ SCLK หลังจากมีการรับ command byte เรียบร้อยแล้ว นั่นคือบิตแรกที่ถูกส่งออกจาก RTC จะเกิดขึ้นในช่วงขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกาลูกที่ 9 นั่นเอง (ต่อจาก command byte)

Clock/Calender คือ รีจิสเตอร์ 8 ตัว โดยข้อมูลในรีจิสเตอร์เหล่านี้จะอยู่ในรูปของรหัส BCD เท่านั้น

Clock Halt Flag บิต 7 ของรีจิสเตอร์ที่เก็บค่าวินาทีจะเป็นตัวบอกให้ชิป RTC DS1202 หยุดการทำงานของวงจรในส่วนออสซิลเลเตอร์เมื่อบิตนี้มีค่าเป็น 1 ซึ่งเป็นผลให้นาฬิกาภายในชิปหยุดทำงานไปด้วย และจะบังคับให้ชิปอยู่ในสถานะ low power standby mode โดยใช้กระแสไม่เกิน 100 นาโนแอมแปร์ และเมื่อบิตนี้เป็น 0 อีกครั้ง วงจรออสซิลเลเตอร์จะเริ่มทำงานต่อทันที

AM-PM/12-24 mode บิต 7 ของรีจิสเตอร์ที่เก็บค่าชั่วโมงถูกกำหนดให้เป็น 12/24 hour mode select bit นั่นคือ เป็นตัวเลือกว่าจะให้รีจิสเตอร์นี้เก็บค่าชั่วโมงแบบ 12 ชั่วโมงหรือ 24 ชั่วโมง โดย

- บิตที่ 7 เป็น 1 จะเป็นการเลือกให้เก็บค่า 12 ชั่วโมง โดยมีบิต 5 เป็นตัวบอกว่าเป็นช่วงกลางวันหรือกลางคืน (AM/PM indicator) โดย 1 จะหมายถึง PM และ 0 หมายถึง AM
- บิตที่ 7 เป็น 0 จะเป็นการเลือกให้เก็บค่าแบบ 24 ชั่วโมง และบิต 5 จะเป็นบิตที่แสดงหลักสิบตัวที่ 2 ของชั่วโมง (20-23)

Write Protect บิต 7 ของ write protect register จะเป็น write protect bit ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่อง write protect command byte โดย 7 บิตแรกถูกบังคับให้เป็น 0 หมด ทำให้อ่านได้ค่าเป็น 0 เสมอ

Clock/Calender Burst Mode command byte ที่มีค่า BEH จะเป็นการระบุว่ามีการเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ที่เก็บเวลาในแบบ burst mode หาก command byte มีค่า BFH จะระบุว่าให้มีการอ่านข้อมูลในรีจิสเตอร์นี้ในแบบ burst mode เช่นกัน ซึ่งใน clock/calender burst mode นี้จะมีการรับหรือส่งข้อมูลคราวละ 8 ไบต์ติดต่อกัน (รับหรือส่งข้อมูลในรีจิสเตอร์ที่เก็บค่าเวลาทั้ง 8 ตัว) โดยจะเป็นการรับหรือการส่งขึ้นกับ command byte ดังได้กล่าวมาแล้ว โดยข้อมูลที่รับหรือส่งจะเริ่มต้นด้วยบิต 0 ของรีจิสเตอร์ 0 ก่อนเสมอ

RAM Burst Mode command byte ที่มีค่า FEH จะเป็นการระบุว่าให้มีการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำแบบ burst mode หาก command byte มีค่า FFH จะระบุว่าให้มีการอ่านข้อมูลในหน่วยความจำแบบ burst mode ทำนองเดียวกัน clock/calender burst mode จะมีข้อแตกต่างกันก็เพียงจำนวนข้อมูลที่รับหรือส่งเท่านั้น เพราะหน่วยความจำในชิป RTC DS1202 มีขนาด 24 ไบต์ ดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นใน RAM burst mode นี้ข้อมูลจำนวน 24 ไบต์จะรับส่งกัน โดยเริ่มต้นบิต 0 ของหน่วยความจำตำแหน่ง 0 ก่อนเสมอ

ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้งาน burst mode

BURST FUNCTION	DATA (BYTES)	SCLK
CLOCK	8	72
RAM	24	200

3.3 การเลือกใช้คริสตอล

ชิป RTC DS1202 ใช้คริสตอลความถี่ 32.768 กิโลเฮิรตซ์ เป็นตัวกำหนดคาบเวลาในการทำงาน ซึ่งมักจะใช้ของบริษัท Daiwa เบอร์ DT26S หรือของบริษัท Seiko เบอร์ DS-VT-200 หรือเบอร์ที่เทียบเท่ากัน

คริสตอลความถี่ 32.768 กิโลเฮิรตซ์นี้สามารถต่อโดยตรงเข้ากับขา 2 และ 3 (x1, x2) ของ DS1202 ได้เลย โดยค่าอิมพิแดนซ์ของตัวคริสตอลเองควรเป็นค่าคาพาซิแตนซ์ (CL) ขนาด 6 พิโคฟารัด

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลการทำงานของรีจิสเตอร์และ RAM ใน DS1201

รีจิสเตอร์	ฟังก์ชั่น	COMMAND ADDRESS (HEX)	เขียน= W อ่าน= R	RANGE DATA (BCD)	รีจิสเตอร์กำหนด							
					7	6	5	4	3	2	1	0
0	วินาที	80 81	W R	00-59	CH	10 วินาที			วินาที			
1	นาที	82 83	W R	00-59	0	10 นาที			นาที			
2	12 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง	84 85	W R	01-12 00-23	12 24	0 0	AP 10 ชม.	ชม	ชั่วโมง			
3	วัน	86 87	W R	01-31	0	0	10 วัน		วัน			
4	เดือน	88 89	W R	01-12	0	0	0	10 เดือน	เดือน			
5	วัน	8A 8B	W R	01-07	0	0	0	0	วัน			
6	ปี	8C 8D	W R	00-99	10 ปี				ปี			
7	WRITE PROTECT	8E 8F	W R	00-80	WP	เป็น 0 ทั้งหมด						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31	CLOCK BURST	BE	W
		BF	R
0	RAM 0	C0	W
		C1	R
		...	...
23	RAM 23	EE	W
31	RAM BURST	FE	W
		FF	R

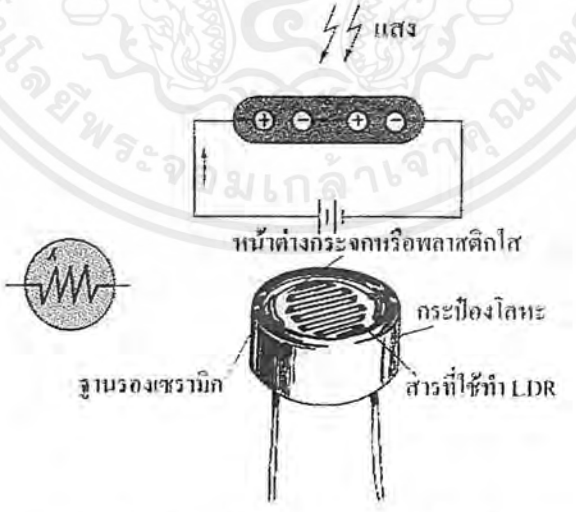
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ตัวต้านทานไวแสงหรือ (LDR)

อุปกรณ์ตัวรับแสงจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวมันซึ่งอยู่ในรูปแบบทางไฟฟ้าให้แปรกับค่าของพลังงานแสงที่ได้รับ โดยอุปกรณ์ตัวรับแสงจะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำซึ่งอาจจะนำมาต่อเชื่อมให้เกิดเป็นรอยต่อหรือเป็นเนื้อสารกึ่งตัวนำอย่างเดียวก็ได้ ซึ่งคุณสมบัติที่ได้ก็จะแตกต่างกันในแต่ละชนิด ตัวอย่างของอุปกรณ์ตัวรับแสงได้แก่ ตัวต้านทานไวแสง(LDR) โฟโต้ไดโอด โฟโต้ทรานซิสเตอร์ และโซลาร์เซลล์ ในที่นี้จะเลือกกล่าวถึงเฉพาะ ตัวต้านทานไวแสงเท่านั้น

4.1 ตัวต้านทานไวแสงหรือแอลดีอาร์

แอลดีอาร์ (LDR) เป็นคำย่อของคำว่า Light Dependent Resistor หรือ ตัวต้านทานที่แปรค่าได้กับแสง โดยเมื่อป้อนพลังงานอย่างเพียงพอให้กับวาเลนซ์อิเลคตรอนของสารกึ่งตัวนำจะทำให้เกิดการแตกตัวของโฮลและอิเลคตรอนเกิดขึ้นมากมาย พลังงานที่จะทำให้โฮลและอิเลคตรอนแตกตัวนี้จะต้องเป็นพลังงานที่มาจากภายนอก เช่น แสง ความร้อน ปริมาณของพลังงานที่ทำให้เกิดการแตกตัวของอิเลคตรอน-โฮล จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารนั้นๆ



รูปที่ 4.1 ลักษณะทั่วไปของแอลดีอาร์และสัญญลักษณ์

หลักการทำงานของ LDR แสดงได้ดังรูปที่ 4.2 (a) แรงดัน (V) ที่ตกคร่อมสารกึ่งตัวนำซึ่งมีค่าความนำไฟฟ้า (σ) จะมีผลให้กระแส (I) ไหล และเมื่อได้รับแสงมากขึ้นค่าความนำก็จะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($\Delta\sigma$) และจะเป็นสัดส่วนกับจำนวนการแตกตัวของอิเล็กตรอน-โฮลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากแสง (Δn_i) ทำให้กระแสไหลเพิ่มขึ้น (ΔI) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\sigma = KI/V$$

K เป็นค่าคงที่ขึ้นกับขนาดของตัวรับแสงที่ใช้

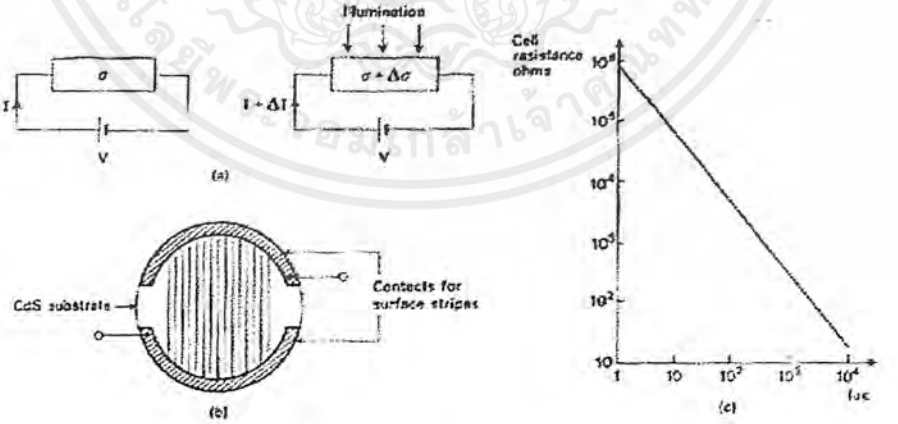
$$\sigma + \Delta\sigma = K((I + \Delta I)/V)$$

และ

$$\Delta\sigma = K\Delta I/V \qquad \ldots (4.1)$$

และเนื่องมาจากค่ากระแสที่เปลี่ยนแปลง (ΔI) เป็นสัดส่วนกับจำนวนการแตกตัวของอิเล็กตรอน-โฮลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากพลังงานแสงที่ได้รับ (Δn_i) ดังนั้นค่าความนำไฟฟ้าของ LDR จึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพลังงานแสงที่ได้รับ หรือค่าความเข้มของแสงนั่นเอง

แอลดีอาร์ส่วนใหญ่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำจำพวกแคดเมียมซัลไฟด์หรือแคดเมียมเซเลไนด์ ซึ่งให้ผลตอบสนองต่อแสงได้ดีที่ความยาวคลื่นประมาณ 4,000 - 10,000 °A ซึ่งเป็นแถบแสงที่ตามองเห็นพอดี โครงสร้างของแอลดีอาร์ที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำจำพวกแคดเมียมซัลไฟด์แสดงได้ดังรูปที่ 4.2 (b) ซึ่งจะถูกห่อหุ้มไว้ด้วยวัสดุที่แสงส่องผ่านได้ ในที่มืดความต้านทาน $\approx$ 10 MΩ ที่อุณหภูมิห้อง สำหรับเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 cm ลักษณะการทำงานของแอลดีอาร์จะเห็นได้ว่าเมื่อแสงมีความเข้มมากๆ มาตกกระทบก็จะทำให้ตัวมันสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ดีขึ้นเป็นผลให้ค่าความต้านทานในตัวมันลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4.2 (c)



รูปที่ 4.2 (a) หลักการทำงานของแอลดีอาร์
(b) โครงสร้างของแอลดีอาร์แคดเมียมซัลไฟด์
(c) ความต้านทานของแอลดีอาร์ที่เปลี่ยนแปลงตามความสว่างของแสง

ข้อดีของแอลดีอาร์ คือ ราคาถูก มีขนาดเล็ก มีการเปลี่ยนแปลงค่าได้กว้าง และมีอัตราขยายที่สูง แต่ก็ยังมีข้อเสียเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์รับแสงอื่นๆ คือ มีผลตอบสนองต่อความถี่ของแสง

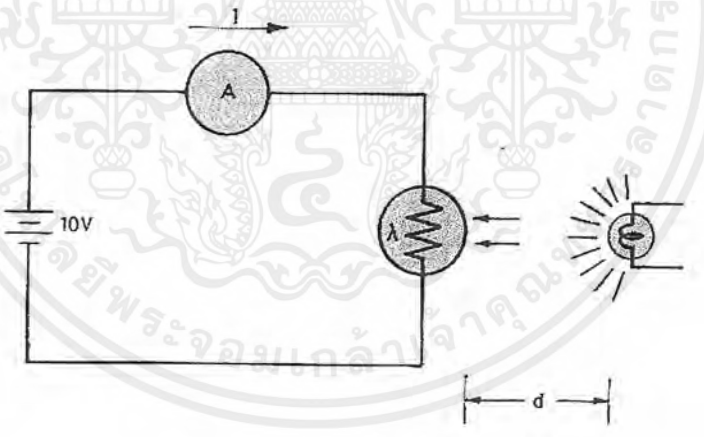
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แคบ โดยแอลดีอาร์จะมีค่า time response ที่ช้า เพราะต้องขึ้นกับเวลาในการรวมตัวของประจุ และเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการพิจารณาเพื่อนำมาใช้ในการ moduration ซึ่งค่าความเข้มแสงจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยปกติแล้วจะใช้ rise time = 75 ms และ fall time = 350 ms

ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราขยายและค่า time response ของอุปกรณ์ตัวรับแสงแต่ละชนิด

ชนิดของตัวรับแสง	Gain	Response time (s)
Photoconductor (LDR)	1 to 10^6	10^{-1} to 10^{-3}
p-n photodiode	1	10^{-11}
p-i-n photodiode	1	10^{-8} to 10^{-12}
Metal-semiconductor photodiode	1	10^{-11}
Avalanche photodiode	10^2 to 10^4	10^{-10}
Bipolar phototransistor	10^2	10^{-8}
Field effect phototransistor	10^2	10^{-7}

ตัวอย่างการใช้งานของแอลดีอาร์ที่เห็นได้ง่ายๆ ก็คือใช้เป็นตัววัดความเข้มของแสง โดยต่อเป็นวงจรเบื้องต้น ดังรูปที่ 4.3



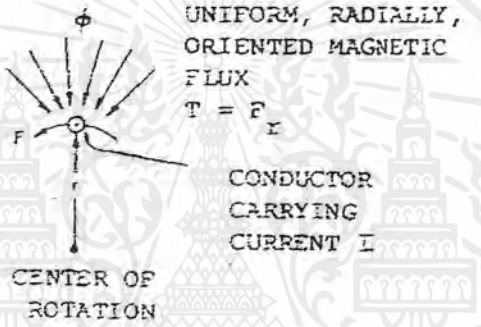
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างวงจรวัดความเข้มของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
หลักการทำงานของดีซีมอเตอร์

5.1 หลักการทำงานของดีซีมอเตอร์

ดีซีมอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลได้โดยมีคุณสมบัติ คือ แรงบิดที่เพลาของดีซีมอเตอร์จะแปรผันตรงกับกระแสอาร์มาเจอร์ แรงบิดที่เพลาของดีซีมอเตอร์จะได้จากผลระหว่างสนามแม่เหล็กและขดลวดตัวนำ หลักการนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงถึงแรงบิดในการเกิดดีซีมอเตอร์

ในที่นี้กระแสที่ไหลในขดลวดตัวนำจะสร้างสนามที่ประกอบด้วยเส้นแรงแม่เหล็ก ϕ และขดลวดตัวนำเหล่านี้ อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางการหมุนเท่ากับ r สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างบิดของเพลาและกระแสได้ดังสมการที่ 5.1

$$T = K\phi I \qquad \ldots (5.1)$$

เมื่อ T คือแรงบิดของเพลา มีหน่วยเป็น นิวตัน-เมตร (N-m)

ϕ คือเส้นแรงแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เวเบอร์ (waber)

I คือกระแส มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

K คือค่าคงที่

จะเห็นได้ว่าแรงบิดของเพลานั้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของเส้นแรงแม่เหล็กและกระแส โดยเมื่อขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก ก็จะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวมันเอง โดยที่ค่าแรงดันนี้จะเป็นสัดส่วนกับความเร็วของมอเตอร์และด้านการไหลของกระแส ความสัมพันธ์ของแรงดันย้อนกลับกับความเร็วของมอเตอร์แสดงได้ดังสมการที่ 5.2

$$E = K\phi\omega \qquad \ldots (5.2)$$

เมื่อ E คือแรงดันย้อนกลับ (back emf) มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ϕ คือเส้นแรงแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เวเบอร์ (waber)

ω คือความเร็วของมอเตอร์ มีหน่วยเป็น เรเดียน/วินาที (rad/s)

ดีซีมอเตอร์นั้นสามารถแยกประเภทตามลักษณะการจ่ายสนามแม่เหล็กออกได้เป็น 2 แบบด้วยกัน คือ

- ดีซีมอเตอร์แบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้
- ดีซีมอเตอร์แบบเส้นแรงแม่เหล็กมีค่าคงที่

โดยในที่นี้จะขอกล่าวถึง ดีซีมอเตอร์แบบเส้นแรงแม่เหล็กมีค่าคงที่เท่านั้น ซึ่งมักจะใช้เป็นแบบแม่เหล็กถาวร แสดงได้ดังรูปที่ 5.2

รูปที่ 5.2 ดีซีมอเตอร์แบบสนามแม่เหล็กถาวร

ในระบบนี้เส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กจะมีค่าคงที่ ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างกระแสอาร์มาเจอร์และแรงบิดจะมีค่าคงที่ ดังนั้นเราจึงสามารถเขียนสมการที่ 5.3 และ 5.4 ให้อยู่ในรูปที่ง่ายขึ้นดังต่อไปนี้

$$T = K_t I \qquad \ldots (5.3)$$

$$E = K_e \omega \qquad \ldots (5.4)$$

โดยที่เราจะให้ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอาร์มาเจอร์, แรงบิด และความเร็วของมอเตอร์เป็นเชิงเส้น ดังนั้นสมการทางไฟฟ้าของดีซีมอเตอร์แบบนี้จะสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 5.5

$$V = K_e \omega + Ldi/dt + R_I \qquad \ldots (5.5)$$

เมื่อ V คือแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์

K_e คือค่าคงที่ของแรงดันย้อนกลับ (back emf)

L คือค่าอินดัคแตนซ์ของอาร์มาเจอร์

R คือค่าความต้านทานของขั้วมอเตอร์

และสมการไดนามิกส์ของมอเตอร์ คือ

$$T_g = Jd\omega/dt + B\omega + T_r + T_L \qquad \ldots (5.6)$$

เมื่อ T_g คือแรงบิดที่กำเนิดโดยอาร์มาเจอร์

J คือผลรวมของโมเมนต์ของแรงเฉื่อยของมอเตอร์และโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B คือสัมประสิทธ์ของวิสคอสแคมพ์ปิ้ง

T_r คือแรงบิดเสียดทานภายใน

T_L คือแรงบิดโหลด

มอเตอร์แบบสนามแม่เหล็กถาวร นั้นจะมีข้อดีที่เหนือกว่ามอเตอร์แบบที่มีโครงสร้างของสนามแม่เหล็กด้วยการพันขดลวด คือ ไม่มีกำลังสูญเสียในสนามแม่เหล็ก และมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าและมีขนาดเล็กกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ที่มีขนาดของกำลังม้าเท่ากัน นอกจากนั้นความสัมพันธ์ที่เป็นเชิงเส้นในสมการที่ 5.1 ยังให้ค่าของกระแสอาร์มาเจอร์ที่สูงกว่าดีซีมอเตอร์แบบสนามแม่เหล็กเป็นขดลวด เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานกับระบบที่ต้องการแรงบิดของโหลดสูงมาก

5.2 พัสซ์วิดธ์โมดูเลชั่นแอมปลิฟายเออร์

ระบบที่ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยทั่วไปได้แก่ ระบบดีซีลิเนียร์เซอร์โวแอมปลิฟายเออร์ สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ขยายแบบลิเนียร์ มีหน้าที่ควบคุมกระแสและโวลต์เตจที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อให้ได้ค่าความเร็วที่ต้องการ และเนื่องจากการควบคุมนี้ทำโดยการบังคับขนาดของโวลต์เตจที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ดังนั้นส่วนแอมปลิฟายเออร์จะเป็นตัวลดโวลต์เตจเอาไว้และโวลต์เตจที่มอเตอร์ใช้งานจริง

ในระบบที่มีกระแสที่เหมาะสมไหลผ่าน กำลังงานจะสูญเสียในเอาท์พุททรานซิสเตอร์เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะขณะที่มอเตอร์ทำงานที่ความเร็วต่ำแรงบิดสูง เพราะขณะนั้นโวลต์เตจย้อนกลับของมอเตอร์ต่ำกระแสจึงสูง

วิธีหนึ่งที่จะแก้ปัญหาการสูญเสียพลังงานคือใช้แอมปลิฟายเออร์ควบคุมมอเตอร์โดยการเปลี่ยนแปลงดิวตี้ไซเคิล (Duty cycle) ของโวลต์เตจที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ แอมปลิฟายเออร์ชนิดนี้เรียกว่า “สวิทชิ่งแอมปลิฟายเออร์” ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วต่ำๆ โดยมีแรงบิดสูงอยู่ โดยไม่สิ้นเปลืองพลังงานเหมือนพวกลิเนียร์แอมปลิฟายเออร์

5.2.1 การทำงานของแอมปลิฟายเออร์แบบพัลซ์วิดธ์โมดูเลชั่น

แอมปลิฟายเออร์แบบ PWM สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิดตามลักษณะของการทำงานคือ ไบโพล่าร์ ยูนิโพล่าร์ และลิมิตยูนิโพล่าร์ ซึ่งง่ายที่สุดจะดูการทำงานได้ดังรูปที่ 5.3 โดยที่เราจะกำหนดให้มีความถี่การสวิทช์เป็น f_g t_{on} ที่เกิดขึ้นในส่วยแรกและ t_{off} เกิดในส่วนหลังโดย

t_{on} เมื่อ $0 \le t \le t_1$

t_{off} เมื่อ $t_1 \le t \le t_f$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

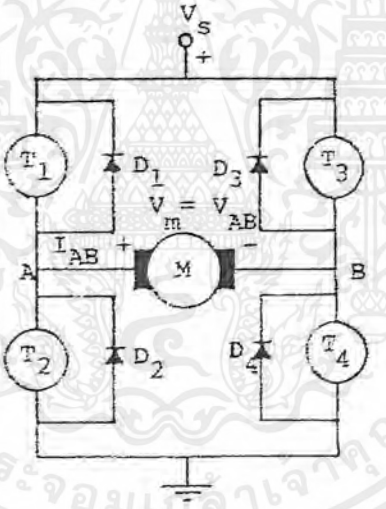
ไบโพล่าร์จะมี T_1 และ T_4 นำกระแสระหว่างเฟส on ส่วน T_2 และ T_3 จะนำกระแสขณะเฟส off จะได้ฟังก์ชั่นมอเตอร์เป็น

$$V_m = V_{AB} \quad \begin{cases} V_g & 0 \le t \le t_1 \\ -V_g & t_1 \le t \le t_f \end{cases} \qquad \ldots (5.7)$$

แบบยูนิโพล่าร์จะลดจำนวนทรานซิสเตอร์ในการสวิทช์ลง การสวิทช์ขึ้นกับ V_{in} เป็นบวกหรือลบ เมื่อ V_{in} เป็นบวก T_4 จะนำกระแสตลอดคาบ ในขณะที่ T_1 นำกระแสในช่วงเฟส on และ T_2 จะนำกระแสในช่วงเฟส off เมื่อ V_{in} เป็บลบ T_2 จะนำกระแสตลอดโดยมี T_3 และ T_4 สลับกันทำงานเมื่อ V_{in} เป็นบวกได้

$$V_{in} \quad \begin{cases} V_g & 0 \le t \le t_1 \\ 0 & t_1 \le t \le t_f \end{cases} \qquad \ldots (5.8)$$

การแสดงค่า V_{in} ในทางลบจะเหมือนกันเพียงแต่ V_{in} เป็นลบเท่านั้น



รูปที่ 5.3 แอมปลิฟายเออร์แบบ PWM และดีซีมอเตอร์

จากลักษณะของสองแบบดังที่กล่าวมานั้นมีประโยชน์เหมือนกัน ซึ่งในแต่ละกรณีจะมีทรานซิสเตอร์คู่หนึ่ง (T_1,T_2) หรือ (T_3,T_4) จะหยุดนำกระแสขณะที่อีกคู่นำกระแส ซึ่งมีเวลาเก็บสะสมและเวลาที่ปล่อยออกของทรานซิสเตอร์เกิดขึ้น และมันอาจเป็นไปได้ที่ทรานซิสเตอร์ทั้งหมดนำกระแสในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการลัดวงจรของซัพพลาย เราจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงภาวะดังกล่าว สามารถทำได้โดยการสร้างทำได้โดยการสร้างช่วงดีเลย์ (delay time) ระหว่างการหยุดและการนำกระแสของทรานซิสเตอร์ และด้วยเหตุผลดังกล่าวความถี่ของการสวิตช์จะถูกจำกัดในวงที่แคบลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 3 ของการทำงาน คือ แบบลิมิตยูนิโพล่าร์จะแสดงให้เห็นคือ มีความจำเป็นต้องมีช่วงดีเลย์ ซึ่งการสวิตซ์ขึ้นกับค่า V_{in} เมื่อ V_{in} เป็นบวก T_4 จะนำกระแสตลอด T_1 จะสวิตซ์เป็น on ในช่วงเฟส on ในช่วง on ดังนั้นในช่วงเฟส on ทั้ง T_1 และ T_4 จะ on ยังผลแก่โวลต์เตจของมอเตอร์ V_m คือ

$$V_m = V_s \qquad \text{เมื่อ} \quad 0 \le t \le t_1 \qquad \ldots (5.9)$$

ระหว่าง off จะมีกระแสเพียงตัวเดียวที่เป็นผลให้ V_{in} ขึ้นกับ I_{AB} ตราบใดที่ $I_{AB} > 0$ ซึ่งเป็นภาวะปกติ เมื่อ $V_{AB} > 0$ กระแส I_{AB} จะไหลผ่าน D_2 และ T_4 เป็นผลให้ $V_A = 0$ และ

$$V_m = V_{AB} = 0 \qquad \text{เมื่อ} \begin{cases} t_1 \le t < t_f \\ I_{AB} > 0 \end{cases} \qquad \ldots (5.10)$$

ในกรณีที่ I_{AB} เป็นลบ กระแสจะไหลผ่าน D_1 และ D_4 เป็นผลให้ $V_A = V_g$ และ

$$V_m = V_{AB} = V_g \quad \text{เมื่อ} \begin{cases} t_1 \le t < t_f \\ I_{AB} < 0 \end{cases} \qquad \ldots (5.11)$$

ซึ่งจะเกิดขึ้นภายหลังเปลี่ยนขั้ว V_{in}

ในที่สุดถ้าสามารถทำให้ $I_{AB} = 0$ (เข้าใกล้ศูนย์จนถือว่าเป็นศูนย์) จะทำให้ทั้ง D_1 และ D_4 ไม่นำกระแสและโวลต์เตจ V_{in} จะอยู่ระหว่างค่าศูนย์และ V_g ดังต่อไปนี้

$$0 < V_m < V_g \quad \text{เมื่อ} \begin{cases} t_1 \le t < t_f \\ I_{AB} = 0 \end{cases} \qquad \ldots (5.12)$$

อย่างไรก็ตามถ้า $I_{AB} > 0$ เป็นภาวะปกติ เมื่อ $V_{in} > 0$ แบบยูนิโพล่าร์และแบบลิมิตยูนิโพล่าร์จะแสดงคุณสมบัติคล้ายกันมาก

5.2.2 กำลังงานที่สูญเสียในตัวมอเตอร์

เนื่องจากธรรมชาติของแอมปลิฟายเออร์แบบ PWM ซึ่งถูกใช้ในระบบดีซีเซอร์โวจะมีคุณสมบัติเฉพาะบางอย่างที่เป็นลักษณะพิเศษดังรูปที่ 5.4 ซึ่งในรูปจะเป็นระนาบ ω-T_g แบ่งเป็นขอบเขต I และขอบเขต II และมีเส้นโค้งความสัมพันธ์มีค่าคงที่ต่างๆ

ปัญหาแรกในการพิจารณาที่เกี่ยวข้องกับผลของการสูญเสียกำลังงานของแอมปลิฟายเออร์จะแสดงโดยการเปรียบเทียบ PWM โมดูเลชั่นกับลิเนียร์แอมปลิฟายเออร์ การสูญเสียกำลังงานในมอเตอร์ที่มีความต้านทานของอาร์มาเจอร์ R แรงเสียดทานภายในของมอเตอร์ T_f และ Viscous แด้ทพ์ปิ้งแฟคเตอร์ (Damping favtor : D)

$$\rho = I^2(t)R + K_c T_f \omega / K_t + K_c D\omega / K_t \qquad \ldots (5.13)$$

ถ้าเราให้มอเตอร์ถูกขับที่ความเร็ว ω ทำได้โดยใช้ลิเนียร์แอมปลิฟายเออร์ซึ่งมีกระแสอาร์มาเจอร์ I(t) และการสูญเสียกำลังงาน P_L ถ้าใช้แอมปลิฟายเออร์แบบ PWM ขับมอเตอร์ให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วเดียวกันนี้กระแสที่ต้องการคือ $I_p(t)$ และการสูญเสียกำลังงาน P_{LP} ความแตกต่างอย่างเดียวของกระแส I(t) กับ $I_p(t)$ คือ I_p เป็นผลบวกของ I(t) และลูกคลื่นสามเหลี่ยม S(t) ที่เป็นค่าทั้งหมดของพีคต่อพีคของกระแส ΔI ซึ่งลูกคลื่นของ S(t) แสดงในรูปที่ 5.5 คือ

$$I_p(t) = I(t) + S(t) \qquad \ldots (5.14)$$

ค่าการสูญเสียกำลังงานของลิเนียร์แอมปลิฟายเออร์ P_L หาจากสมการ 5.13 คือ

$$P_L = I^2(t)R + K_e T_f \omega / K_t + K_e D \omega^2 / K_t \qquad \ldots (5.15)$$

P_{LP} หาจากการแทนสมการที่ 5.14 ลงในสมการที่ 5.13 สังเกตว่าเทอมแรกเท่านั้นขึ้นอยู่กับ $I_p()$ คือ

$$R I^2_p(t) = R [I(t) + S(t)]^2 = RI^2(t) + 2R I(t) S(t) + RS^2(t) \qquad \ldots (5.16)$$

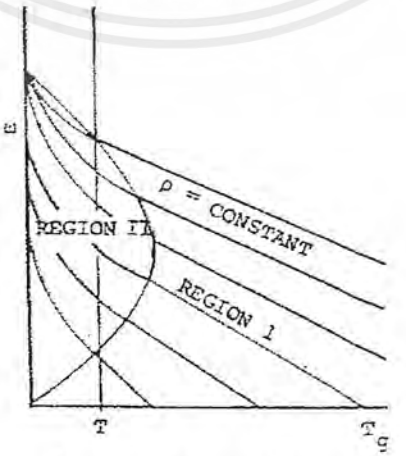
เทอมที่สองทางขวามือของสมการที่ 5.16 เป็นผลคูณของ S(t) ซึ่งค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และ I(t) ถ้าค่าทั้งสองไม่สัมพันธ์กันดังปรากฏในกรณีนี้ส่วนใหญ่ผลคูณที่ได้จะมีค่าเฉลี่ยศูนย์เช่นกัน เทอมสุดท้ายของสมการ 5.16 สามารถหาค่าเฉลี่ย S(t) ได้เป็น

$$[RS^2(t)]_{ave} = R(\Delta I)^2/12 \qquad \ldots (5.17)$$

ต่อไปเมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างเฉลี่ยในการสูญเสียกำลังงานได้จากสมการ 5.12, 5.13, 5.15 และ 5.16 คือ

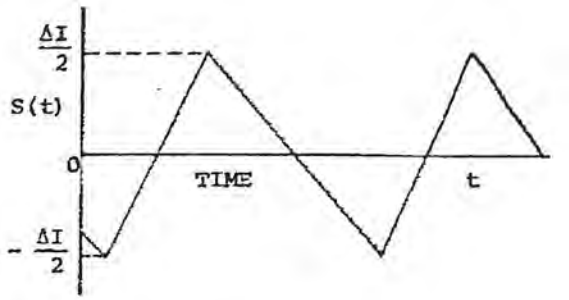
$$[P_{LP} - P_L]_{ave} = [(RI^2_p(t) - RI^2(t)]_{ave} \qquad \ldots (5.18)$$
$$= [(2RI(t) S(t)]_{ave} + [RS^2(t)]_{ave}$$
$$= R(\Delta I)^2/12$$

ค่าของ ΔI และ R คือ 2 แอมแปร์ 2 โอหม์ ตามลำดับ จากนี้ทำให้ผลของการสูญเสียกำลังงานเปลี่ยนแปลงประมาณ 2/3 วัตต์ ซึ่งมีค่าน้อยจนไม่ต้องนำมาคิด นั่นคือแอมปลิฟายเออร์แบบ PWM ไม่มีผลต่อการสูญเสียกำลังงานในตัวมอเตอร์



รูปที่ 5.4 ค่าเส้นโค้งของความเร็ว-แรงบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 ลูกคลื่นของกระแสสามเหลี่ยม

5.2.3 การเลือกความถี่ของการสวิตช์

การเลือกความถี่ของการสวิตช์ f_s สามารถกระทำได้อย่างอิสระในบางครั้งของหารพิจารณาในการเลือก f_s คือ

(ก) ความถี่ของการสวิตช์ต้องมีค่าสูงพอที่ทำให้อินดัคแตนซ์ของมอเตอร์มีค่าอิมพีแดนซ์สูงกว่าความถี่ที่ถูกเลือก ดังนั้น

$$2 f_s L >> R$$

สามารถกล่าวได้ว่าเป็นการลิมิต ΔI ที่มีการเปลี่ยนแปลงกระแสที่ได้

(ข) อัตราการสวิตช์ต้องสูงพอต่อการที่ระบบเซอร์โวไม่มีผลตอบสนองต่ออัตราดังกล่าว ดังนั้น ถ้าข้อกำหนดของการเคลื่อนที่อยู่ในแบนวิดธ์ f_{BW} ที่ต้องการ เราควรเลือก

$$f_s > 10 f_{BW}$$

(ค) f_s ต้องมากกว่าความถี่รีโซแนนซ์ของลูป

$$f_s > (f_{res})_{max}$$

ตามภาวะข้างบนแสดงให้เห็นว่ามักต้องการเมค่า f_s อย่างไรก็ตามการเพิ่ม f_s ทำให้เกิดข้อเสียบางประการ

(ง) การเพิ่มอัตราการสวิตช์ เป็นผลให้ค่ากระแสสูญเสียกำลังงานเพิ่มขึ้นในเอาท์พุททรานซิสเตอร์ด้วยเวลาของการสวิตช์ค่าหนึ่ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้ f_s ต่ำลงเท่าที่จะทำได้ซึ่งสอดคล้องกับภาวะอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว

(จ) ดีเลย์เฟสที่ต้องการในไบโพล่าร์และแอมปลิฟายเออร์แบบยูนิโพล่าร์ เพื่อป้องกันการลัดวงจรระหว่างทรานซิสเตอร์ การจำกัดความถี่ของการสวิตช์โดยเลือกขอบเขตสูงสุดของมัน (ดีเลย์ เฟสมักอยู่ระหว่าง 5-20 ไมโครวินาที)

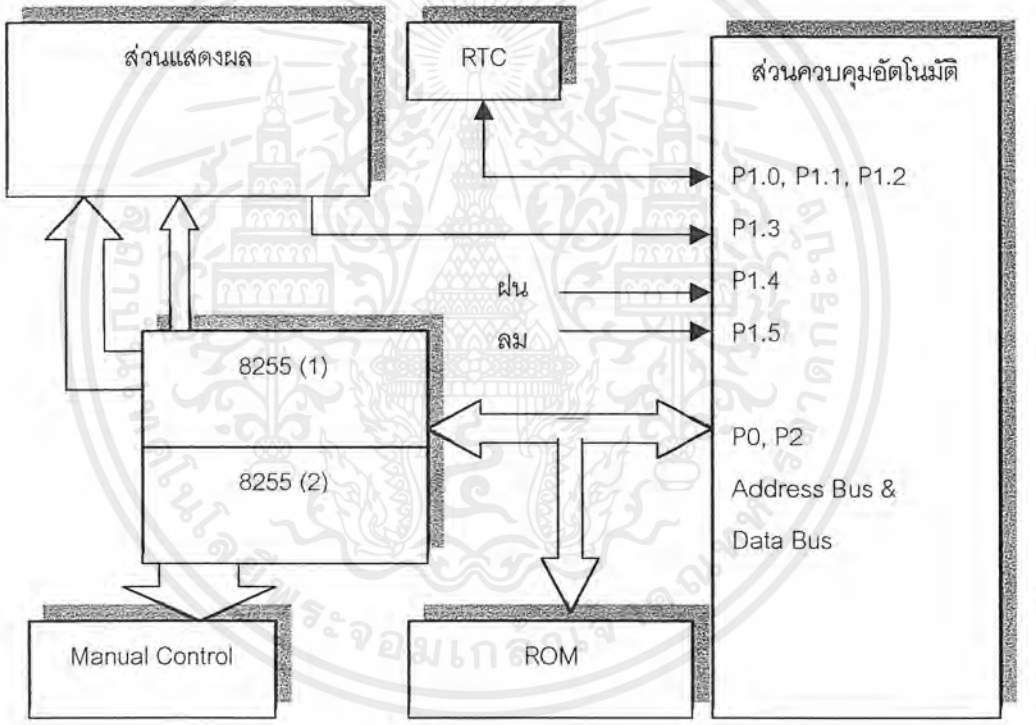
เหตุผลดังกล่าวในการเพิ่มและลดค่า f_s การเลือก f_s ครั้งสุดท้ายมักจะสะท้อนถึงความมากน้อยของการประนีประนอมระหว่างภาวะทั้งสองนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การออกแบบและหลักการทำงานของส่วนต่างๆ

6.1 การออกแบบและการทำงานของส่วนควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control)

ส่วนควบคุมอัตโนมัตินี้จะเป็นศูนย์กลางในการทำงาน รวมทั้งตัดสินใจต่างๆ เป็นส่วนที่จะต้องติดต่อกับส่วนอื่นๆ จึงได้ออกแบบให้มี Port ที่จะใช้ในการติดต่อสื่อสารดังนี้



รูปที่ 6.1 แสดงการใช้งาน Port ต่าง ๆ ของส่วนควบคุมอัตโนมัติ

6.1.1 การควบคุมส่วนควบคุมโดยผู้ใช้

จากรูปที่ 6.1 จะเห็นว่าการใช้งาน 8255 จะใช้สำหรับส่วนแสดงผลและส่วนควบคุมโดยผู้ใช้งาน (Manual Control) ซึ่งจะใช้ควบคุมการทำงานของแต่ละม่าน โดยในแต่ละม่านนั้นต้องการสัญญาณควบคุม 4 เส้น คือ สัญญาณหมุนม่านขึ้น(Port D) สัญญาณหมุนม่านลง(Port E) สัญญาณขัดจังหวะ(Port F) และสัญญาณจากส่วนรับแสง(Port B) การควบคุมกำหนดให้เป็นดังตารางที่ 6.1

ความหมายของตารางที่ 6.1 แบ่งเป็น 4 กรณี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 แสดงการทำงานของส่วนควบคุมอัตโนมัติที่ติดต่อกับส่วนควบคุมโดยผู้ใช้

อินพุทจากส่วนควบคุมโดยผู้ใช้								
Port D	Port E	Port B	Port F	F mem		Port D	Port E	F mem
1	1	X	0	0		1	1	0
1	1	X	1	X		1	1	1
1	1	X	0	1		1	0	0
0	0	0	0	0		0	0	0
0	0	X	1	X		0	0	1
0	0	X	0	1		1	1	0
0	0	1	0	0		0	1	0
0	1	1	0	X		0	1	0
0	1	0	0	X		0	0	0
0	1	X	1	X		0	0	0
1	0	1	X	X		0	1	0
1	0	0	0	X		1	0	0
1	0	0	1	X		0	0	0

กรณีที่ 1 กำลังทำงานในโหมด Manual (Port D = 1 และ Port E = 1)

กรณีนี้จะไม่สนใจสัญญาณจากส่วนรับแสง ผู้ใช้สามารถสั่งงานให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้เอง ถ้าต้องการเปลี่ยนโหมดการทำงาน สัญญาณขัดจังหวะ(Port F) จะมีค่าเป็น 1 การเปลี่ยนโหมดจะกระทำหลังจากสิ้นสุดสัญญาณขัดจังหวะโดยมี F_{mem} ทำหน้าที่ช่วยในการตรวจสอบ

กรณีที่ 2 กำลังทำงานในโหมด Auto (Port D = 0 และ Port E = 0)

กรณีนี้จะสนใจสัญญาณขัดจังหวะเพื่อใช้ในการเปลี่ยนโหมดเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 เป็นอันดับแรก ถ้าไม่มีสัญญาณขัดจังหวะจะดูว่ามีสัญญาณมาจากส่วนรับแสงหรือไม่ ถ้ามี(Port B = 1) จะสั่งงานให้ม่านเคลื่อนที่ลง (Port D = 0 และ Port E = 1)

กรณีที่ 3 กำลังสั่งงานให้ม่านเคลื่อนที่ลงในโหมด Auto (Port D = 0 และ Port E = 1)

กรณีนี้จะสนใจสัญญาณขัดจังหวะเพื่อใช้ในการเปลี่ยนโหมดเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 และ 2 เป็นอันดับแรก ถ้าไม่มีสัญญาณขัดจังหวะจะดูว่ามีสัญญาณมาจากส่วนรับแสงหรือไม่ ถ้ามีจะสั่งงานให้ม่านเคลื่อนที่ลงต่อไป (Port D = 0 และ Port E = 1)

กรณีที่ 4 กำลังสั่งงานให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้นในโหมด Auto (Port D = 1 และ Port E = 0)

กรณีนี้จะสนใจสัญญาณที่มาจากส่วนรับแสงเป็นอันดับแรก ถ้ามีสัญญาณจากส่วนรับแสงจะเคลื่อนที่ลง (Port D = 0 และ Port E = 1) แต่ถ้าไม่มีจะสนใจสัญญาณขัดจังหวะว่ามีหรือไม่ ถ้าไม่มีจะเคลื่อนที่ขึ้นต่อไป (Port D = 1 และ Port E = 0) แต่ถ้ามีจะเปลี่ยนการทำงานไปเป็นกรณีที่ 2 (Port D = 0 และ Port E = 0) นั่นคือจะหยุดการเคลื่อนที่ของม่าน แต่ยังอยู่ในโหมด Auto

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หมายเหตุ</u> การเปลี่ยนโหมดในกรณีที่ 1 จาก Manual เป็น Auto นั้นจะทำการทริกให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้น (กรณีที่ 4) เพื่อหาตำแหน่งที่พอดีของเงาแดดขณะนั้น แล้วจะเข้าโหมด Auto (กรณีที่ 2) เองตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

จากตารางที่ 6.1 สามารถเขียนเป็นสมการที่ใช้ในการควบคุมได้ด้วยวิธีการ K-map ดังนี้

หาสมการ Port D

$F_{mem} = 0$

BF \ DE	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

$F_{mem} = 1$

BF \ DE	00	01	11	10
00	1	0	1	1
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	1	0	1	0

$$D = DE + \bar{B}\bar{F}D + \bar{D}\bar{E}\bar{F}F_{mem}$$

หาสมการ Port E

$F_{mem} = 0$

BF \ DE	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	1
10	1	1	1	1

$F_{mem} = 1$

BF \ DE	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	1
10	1	1	0	1

$$E = DE\bar{F}_{mem} + D\bar{E}B + B\bar{F}F_{mem} + B\bar{F}\bar{D} + DEF + \bar{D}\bar{E}\bar{F}F_{mem}$$

หาสมการ F_{mem}

$F_{mem} = 0$

BF \ DE	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	1	0
11	1	0	1	0
10	0	0	0	0

$F_{mem} = 1$

BF \ DE	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	1	0
11	1	0	1	0
10	0	0	0	0

$$F_{mem} = \bar{D}\bar{E}F + DEF$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.2 การควบคุมการทำงานของโปรแกรม

ตารางที่ 6.2 แสดงการทำงานของโปรแกรมที่ตั้งไว้

Dis_9	Dis_{10}	Port D	Port E	F_{mem}		Port D	Port E	F_{mem}
0	1	X	X	X		0	1	0
1	0	X	X	X		1	0	0
1	1	0	0	X		0	0	0
1	1	0	1	X		0	1	0
1	1	1	0	X		1	0	0
1	1	1	1	X		0	0	0
0	0	D	E	F_{mem}		D	E	F_{mem}

ตารางที่ 6.2 นี้เป็นตารางการทำงานของโปรแกรมว่าถึงเวลาที่ตั้งโปรแกรมไว้หรือยัง ถ้าถึงเวลาแล้ว ผลจากการโปรแกรมจะแบ่งเป็น 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 โปรแกรมสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง

ถ้าโปรแกรมสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ลง ($Dis_9 = 0$ และ $Dis_{10} = 1$) จะไม่สนใจค่าจากตารางที่ 6.1 เพราะการทำงานของโปรแกรมจะมีความสำคัญมากกว่า และจะสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ลง ในทางเดียวกัน ถ้าโปรแกรมสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้น ($Dis_9 = 1$ และ $Dis_{10} = 0$) ก็จะสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้นเช่นกัน

กรณีที่ 2 โปรแกรมกำลังถูกควบคุมให้อยู่ในโหมด Auto ($Dis_9 = 1$ และ $Dis_{10} = 1$)

เมื่อโปรแกรมถูกกำหนดให้อยู่ในโหมด Auto การเปลี่ยนโหมดจะเกิดขึ้นไม่ได้ เนื่องจาก F_{mem} จะถูกทำให้เท่ากับ 0 อยู่ตลอด ถ้ามีความต้องการเปลี่ยนโหมดเกิดขึ้น(PortD = 1 และ PortE = 1) จะถูกละเลยไป

กรณีที่ 3 โปรแกรมไม่ได้สั่งให้ทำอะไร ($Dis_9 = 0$ และ $Dis_{10} = 0$)

ในกรณีนี้ ค่าจากตารางที่ 6.1 จะถูกส่งผ่านออกไป

จากตารางที่ 6.2 สามารถเขียนเป็นสมการได้ด้วยวิธีการ K-map ดังนี้

หาสมการ Port D

$F_{mem} = 0$

D_9D_{10} / DE	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	1
11	1	0	0	1
10	1	0	1	1

$F_{mem} = 1$

D_9D_{10} / DE	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	1
11	1	0	0	1
10	1	0	1	1

$$D = \overline{Dis}_9\overline{Dis}_{10}D + Dis_9\overline{Dis}_{10} + Dis_9Dis_{10}D\overline{E}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาสมการ Port E

$F_{mem} = 0$

DE \ D_9D_{10}	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	1	1	0
11	1	1	0	0
10	0	1	0	0

$F_{mem} = 1$

DE \ D_9D_{10}	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	1	1	0
11	1	1	0	0
10	0	1	0	0

$$E = \overline{Dis}_9 Dis_{10} + \overline{Dis}_9 \overline{Dis}_{10} E + Dis_9 Dis_{10} \overline{DE}$$

หาสมการ F_{mem}

$F_{mem} = 0$

DE \ D_9D_{10}	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$F_{mem} = 1$

DE \ D_9D_{10}	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	0	0	0
11	1	0	0	0
10	1	0	0	0

$$F_{mem} = \overline{Dis}_9 \overline{Dis}_{10} F_{mem}$$

6.1.3 จำนวนม่านที่สามารถควบคุมได้

จากที่กล่าวมาแล้วว่าในการส่งสัญญาณเพื่อควบคุมม่านในแต่ละตัวนั้นจะใช้สายสัญญาณทั้งหมด 4 เส้น และเราทราบว่าข้อมูลที่ออกจาก Port ของ 8255 นั้นมีความยาว 8 บิตต่อ 1 Port ถ้าเราใช้งาน Port ของ 8255 4 Port ต่อเข้ากับสายสัญญาณแต่ละเส้น ก็จะสามารถควบคุมการทำงานของม่านได้พร้อม ๆ กันทีละ 8 ม่านต่อการคำนวนตามสมการที่ได้มาในแต่ละครั้ง

ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มี Address Bus 16 บิต จะใช้ a_0, a_1 ในการเลือก Port ของ 8255 คือ A, B, C และ Control ส่วน a_2-a_{15}จะใช้ในการเลือกชิป 8255(CS) เพราะฉะนั้นสามารถต่อ 8255 ได้ทั้งหมด 2^{14} ตัว แต่ละตัวจะมี 3 Port และทุก ๆ 4 Port ควบคุมม่านได้ 8 ตัว รวมแล้วสามารถควบคุมม่านได้ทั้งหมด $(2^{14} \times 3) \times 8 = 98{,}304$ ตัว !!!

4

จำนวนม่านที่ได้นี้ยังไม่ได้หัก Address ที่จะใช้สำหรับต่อหน่วยความจำภายนอกเพื่อเก็บโปรแกรมหรือเก็บข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งถ้าหักออกไป จำนวนม่านที่สามารถควบคุมได้ก็จะน้อยลงไป อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

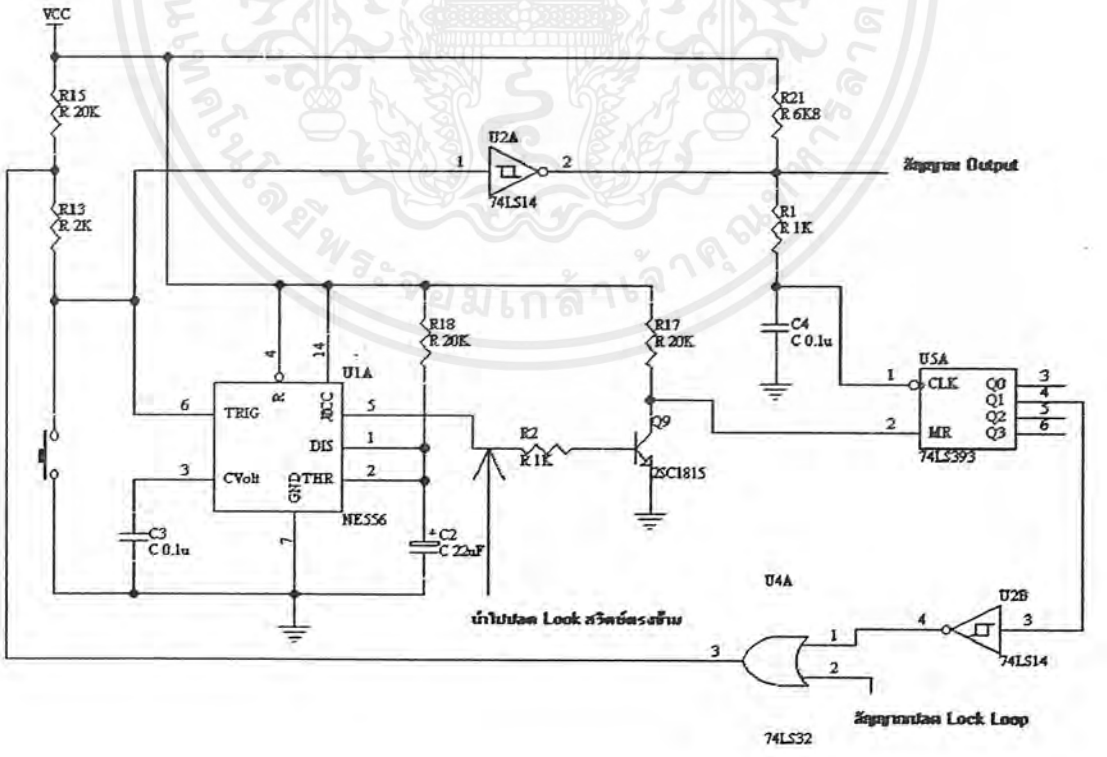
ทั้งจำนวนม่านสูงสุดยังต้องคำนึงถึงเวลาในการทำงานด้วยเพราะจำนวนม่านยิ่งมากก็ยิ่งต้องใช้เวลาในการคำนวณมากด้วยเช่นกัน

6.2 การออกแบบและการทำงานของส่วนควบคุมโดยผู้ใช้งาน

ในส่วนควบคุมโดยผู้ใช้งานนี้ จะออกแบบให้ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของม่านให้เปิดหรือปิดก็ได้ โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ และไม่จำเป็นต้องอาศัยการควบคุมจากโมโครคอนโทรลเลอร์ จึงทำให้ม่านมีความเป็นอิสระจากกัน การทำงานของวงจรในส่วนนี้จะมีสวิตช์ควบคุมการเปิดม่าน สวิตช์ควบคุมการปิดม่าน และสวิตช์ควบคุมการเปลี่ยนโหมด เอาท์พุทที่ได้จะส่งต่อไปยังส่วนควบคุมการทำงานของมอเตอร์เพื่อเปิด-ปิดม่านต่อไป อีกทั้งยังมีวงจรตรวจสอบสถานะของม่านว่าเคลื่อนที่ไปจนสุดหรือยังเพื่อกำหนดขอบเขตการหมุนของมอเตอร์

6.2.1 ส่วนควบคุมการเปิด-ปิดของม่าน

การทำงานของวงจรในส่วนนี้จะออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเปิดและปิดม่านได้เอง ซึ่งจะมีการตรวจสอบการกดสวิตช์ซ้ำ ๆ กัน เพื่อทำให้ม่านทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่จำเป็นที่ต้องกดสวิตช์ควบคุมค้างเอาไว้ แสดงวงจรดังรูปที่ 6.2

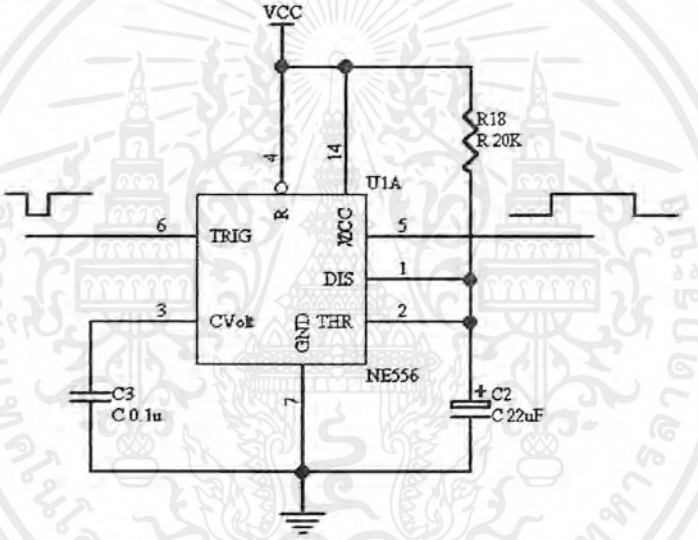


รูปที่ 6.2 แสดงวงจรส่วนควบคุมการเปิด-ปิดม่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป IC556 จะต่อเป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ ใช้สำหรับกำหนดช่วงเวลาที่จะใช้ในการตรวจสอบการกดสวิตช์ซ้ำ ๆ กัน ช่วงเวลาที่กำหนดไว้นี้จะนำไปควบคุม IC 74LS393 ซึ่งเป็น IC นับจำนวนสัญญาณ ถ้าหากว่ามีการกดสวิตช์ซ้ำกัน 2 ครั้งในเวลาที่กำหนดไว้ จะทำให้เกิดการ Lock Loop เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้เสมือนว่ามีการกดสวิตช์ค้างเอาไว้ สำหรับการปลด Lock Loop นั้นจะกระทำได้โดย ทำให้อินพุทขาหนึ่งของ OR Gate มีค่าเป็น High สัญญาณที่จะมาปลด Lock Loop นั้นจะมาจาก 4 กรณี คือ จากตัวตรวจจับตำแหน่งม่าน จากสวิตช์การเปลี่ยนโหมด จากส่วนควบคุมการเปลี่ยนโหมด และจากสวิตช์ควบคุมม่านตรงกันข้าม

ในการกำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการกดสวิตช์ซ้ำ ๆ กันนั้น กำหนดได้จากค่าของ R และ C ที่ใช้ในวงจรโมโนสเตเบิ้ล ดังนี้



รูปที่ 6.3 แสดงวงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์

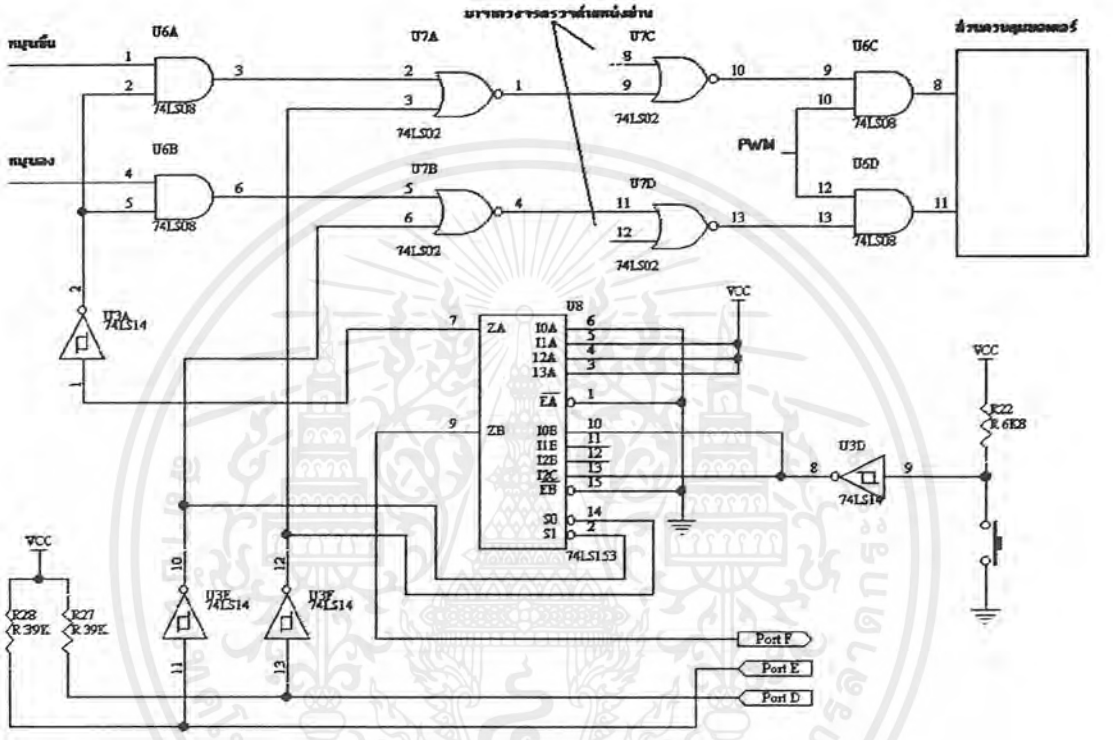
จากรูปที่ 6.3 การทำงานของวงจรเมื่อมีสัญญาณทริกเกอร์เข้ามาที่ขา 6 สัญญาณเอาท์พุทจะเป็นพัลซ์สี่เหลี่ยมหนึ่งลูก โดยที่ความกว้างของพัลซ์จะเท่ากับ $T = 1.1R_tC_t$ สัญญาณทริกจะทำให้เอาท์พุทเป็น High และตัวเก็บประจุถูกชาร์ตผ่าน R จนกระทั่งศักดาที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 2/3 V_{CC} จากวงจรจะได้ค่า T = (1.1*20k*22u) = 484 ms

จากรูปที่ 6.2 อีกครั้งหนึ่ง สัญญาณที่จะนำไปใช้สำหรับการปลด Lock Loop ของวงจรควบคุมม่านตรงข้าม (เปิด/ปิด) ก็จะนำมาจากวงจรโมโนสเตเบิ้ลเช่นกัน ซึ่งก็หมายความว่าการ Lock Loop ของสวิตช์ตรงข้ามจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าอยู่ในช่วงการรอคอยการกดสวิตช์ซ้ำของสวิตช์ตัวที่กล่าวไว้ตอนแรก ส่วน IC 74LS393 ที่ทำหน้าที่ในการนับสัญญาณนั้น จะนับสัญญาณที่ขอบขาลงของสัญญาณอินพุท ซึ่งได้เพิ่มประสิทธิภาพของวงจรโดยการต่อวงจรดิฟเฟอร์เรนเชียล ทำให้สัญญาณที่ทำการนับมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.2 ส่วนควบคุมการเปลี่ยนโหมด

วงจรในส่วนควบคุมการเปลี่ยนโหมดนี้จะเป็นวงจรที่ใช้ในการเลือกว่า จะส่งสัญญาณจากส่วนควบคุมโดยผู้ใช้งาน (Manual) หรือส่วนควบคุมอัตโนมัติ (Auto) ไปควบคุมมอเตอร์ แสดงวงจรดังรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 แสดงวงจรส่วนควบคุมการเปลี่ยนโหมด

จากรูป IC 74LS153 เป็น IC ที่ใช้ในการเลือก 4 ออก 1 โดยมีอินพุทที่ใช้ในการเลือกคือ S0 และ S1 ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กรณีคือ (0,0) (0,1) (1,0) และ (1,1) การทำงานในโหมด Manual คือกรณีที่เป็น (0,0) นอกนั้นเป็นการทำงานในโหมด Automatic เอาท์พุทที่ได้จะส่งต่อมายัง AND Gate เพื่อควบคุมสัญญาณที่ได้รับมาจากส่วนควบคุมการเปิด-ปิดม่าน ส่งผ่านต่อไปยังส่วนควบคุมมอเตอร์ต่อไป ในวงจรที่ส่งผ่านคำสั่งให้มอเตอร์หมุนขึ้นหรือหมุนลงนี้ จะคอยตรวจสอบตำแหน่งของม่านด้วยเพื่อมิให้มอเตอร์ทำงานถ้าม่านเคลื่อนที่ไปจนสุดทางแล้ว

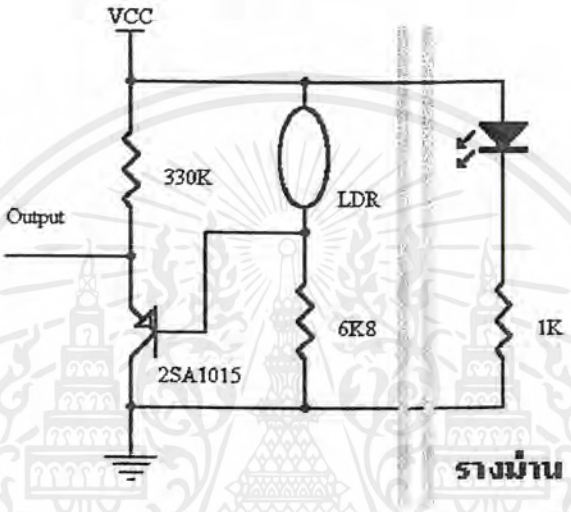
การทำงานในโหมด Automatic นั้น IC 74LS153 จะทำหน้าที่ในการสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าอินพุท (S0,S1) มีค่าเป็น (1,1) จะหมายความถึงกำลังทำงานในโหมดอัตโนมัติ สัญญาณที่มาจากส่วนควบคุมโดยผู้ใช้ จะไม่สามารถส่งไปยังส่วนควบคุมมอเตอร์ได้ ถ้าอินพุทเป็น (1,0) หรือ (0,1) จะหมายถึงสั่งงานให้มอเตอร์หมุนขึ้นหรือลงตามลำดับ พร้อมทั้งคอยรับสัญญาณที่จะหยุดม่านหากว่ามีการขัดจังหวะโดยสวิตช์ควบคุมการเปลี่ยนโหมด เพื่อเปลี่ยนการควบคุมมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการควบคุมโดยผู้ใช้งาน หรือขัดจังหวะเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ไปจนสุดทางแล้ว การตัดสินใจทั้งหมดในโหมด Automatic นี้จะกระทำที่ส่วนควบคุมอัตโนมัติ

6.2.3 ส่วนตรวจสอบตำแหน่งม่าน

วงจรในส่วนนี้มีไว้สำหรับตรวจสอบตำแหน่งของม่านที่ตำแหน่งบนสุดและล่างสุดสองตำแหน่ง เพื่อใช้สำหรับกำหนดขอบเขตการหมุนของมอเตอร์ไม่ให้หมุนเลยไป



รูปที่ 6.5 แสดงวงจรที่ใช้ตรวจสอบตำแหน่งของม่าน

จากรูปที่ 6.5 เมื่อ LDR ได้รับแสงจะมีค่าความต้านทานต่ำ ทำให้ค่าศักดาที่ตกคล่อมตัวมันมีค่าน้อยกว่า 0.6 Volt ซึ่งไม่เพียงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เอาท์พุทที่ได้จึงมีค่าสูง แต่ถ้าหากม่านเคลื่อนที่มาบังแสงก็จะทำให้ค่าความต้านทานของ LDR มีค่าเพิ่มขึ้น ศักดาตกคล่อมตัวมันก็จะมากขึ้น สามารถที่จะไบอัสทรานซิสเตอร์ให้ทำงาน เอาท์พุทที่ได้จึงมีค่าต่ำ

วงจรในส่วนนี้ไม่จำเป็นที่ต้องใช้ LDR ในการตรวจสอบ อาจจะใช้เป็นสวิตช์อย่างอื่นหรือวงจรในรูปแบบอื่นแทนก็ได้ แต่ส่วนสำคัญก็คือเอาท์พุทที่ได้จะต้องมีค่าสูงในขณะปรกติ และมีค่าต่ำถ้าหากว่าม่านเคลื่อนที่มาถึงจุดที่ต้องการตรวจสอบ

6.3 การออกแบบและการทำงานส่วนตรวจสอบเงาของแสง

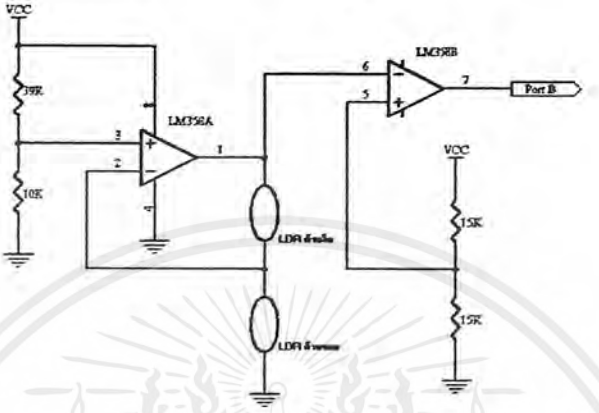
6.3.1 การออกแบบ

การออกแบบในส่วนตรวจสอบเงาของแสงนี้ เนื่องจากนำมาใช้งานกับแสงแดดซึ่งไม่ต้องการความถี่ในการใช้งานที่สูง อุปกรณ์ที่ใช้ควรมีช่วงการเปลี่ยนแปลงค่าที่กว้างและมีอัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

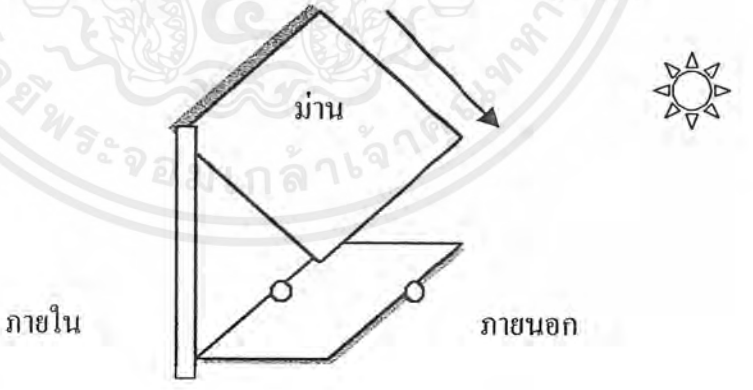
ขยายที่สูงและเป็นเชิงเส้น ดังนั้น LDR จึงเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการใช้งานมากกว่าอุปกรณ์รับแสงอื่นๆ ที่ใช้งานได้กับความถี่ที่สูง อีกทั้งยังมีราคาถูกด้วย

วงจรที่ใช้สำหรับตรวจสอบเงาของแสงเป็นดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 แสดงวงจรตรวจสอบเงาของแสง

จากวงจรจะเห็นว่าใช้ LDR 2 ตัว โดยจะวาง LDR ตัวหนึ่งไว้ภายในอาคาร ส่วนอีกตัวหนึ่งจะไว้ด้านนอก โดยที่ LDR ที่อยู่ด้านนอกจะทำหน้าที่เป็นตัวรับแสงอ้างอิง เพื่อตรวจสอบปริมาณแสงที่เข้ามาภายในอาคาร ถ้าหากว่ามีแสงส่องเข้ามากระทบ LDR ภายใน วงจรในส่วนนี้ก็จะส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมอัตโนมัติเพื่อสั่งงานให้ม่านเคลื่อนที่มาบังแสงที่จะเข้ามาสู่ LDR ภายในต่อไป ตำแหน่งการติดตั้ง LDR ทั้งสองตัวและตำแหน่งของม่านแสดงได้ดังรูปที่ 6.7

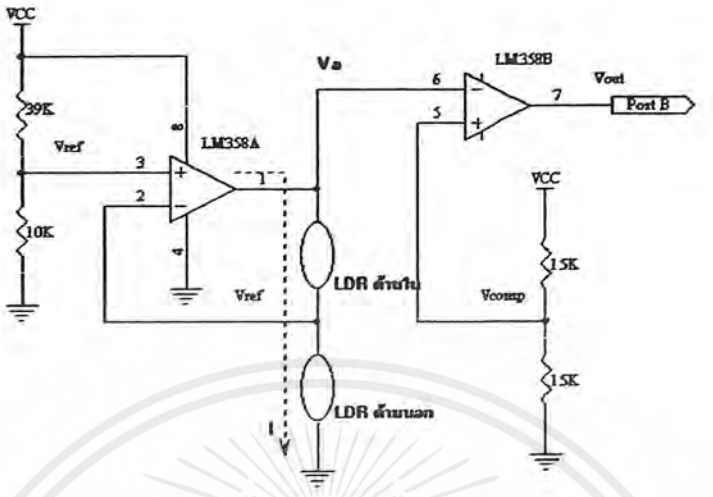


รูปที่ 6.7 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง LDR และตำแหน่งของม่าน

6.3.2 การทำงานของวงจร

จากรูปที่ 6.8 เอาท์พุทของออปแอมป์ $IC_{1/1}$ จะต่ออนุกรมอยู่กับ LDR ทั้งสองตัว โดยที่ ออปแอมป์จะต่ออยู่ในลักษณะการป้อนกลับทางลบ เอาท์พุทของออปแอมป์ (V_a) จะทำให้มีกระแสไหลผ่าน LDR ทั้งสองในปริมาณที่เท่ากัน (I) และโดยที่ค่าศักดาตกคล่อม LDR_{out} จะต้องเท่ากับค่าศักดาอ้างอิง (V_{ref}) ที่ขาอินพุทบวกของออปแอมป์อยู่เสมอ จะได้ว่า

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.8 แสดงการทำงานของวงจรตรวจสอบแสง

$$V_a = \left(\frac{LDR_{in}}{LDR_{out}} + 1\right) V_{ref} \quad \ldots (6.1)$$

ส่วนออปแอมป์ $IC_{1/2}$ ทำหน้าที่เป็นตัว Comparator เปรียบเทียบศักดาอินพุทด้านบวกและอินพุทด้านลบ โดยอินพุทบวกต่อเข้ากับศักดาเปรียบเทียบ (V_{comp}) เอาท์พุทที่ได้ (V_{out}) จะเป็นไปได้ 2 กรณี คือ

$$V_{out} = \begin{cases} \text{low} & \text{เมื่อ } V_a > V_{comp} \\ \text{High} & \text{เมื่อ } V_a < V_{comp} \end{cases} \quad \ldots (6.2)$$

จากสมการที่ 6.1 และ 6.2 ถ้ากำหนดให้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ LDR ภายในสัมพันธ์กับ LDR ภายนอก ในลักษณะที่ถ้าความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ LDR ภายในมีค่าน้อยกว่า LDR ภายนอก จนทำให้ค่าความต้านทานของ LDR ภายในมีค่าเป็น 1.5 เท่าของค่าความต้านทานของ LDR ภายนอก มีผลให้ V_a มีค่าเป็น 2.5 เท่าของ V_{ref} อธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

จากสมการ 6.1 $V_a = \left(\frac{LDR_{in}}{LDR_{out}} + 1\right)V_{ref}$

$= (1.5 + 1)V_{ref} = 2.5V_{ref}$

เพราะฉะนั้นจึงเลือกค่า $V_{ref} = 1$ Volt และใช้ $V_{comp} = 2.5$ Volt

เราสามารถคำนวนความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานของ LDR ที่เพิ่มขึ้น กับค่าความเข้มของแสงที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดังนี้

จากสมการ 4.1 ค่าความนำของ LDR $\propto$ ค่าความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

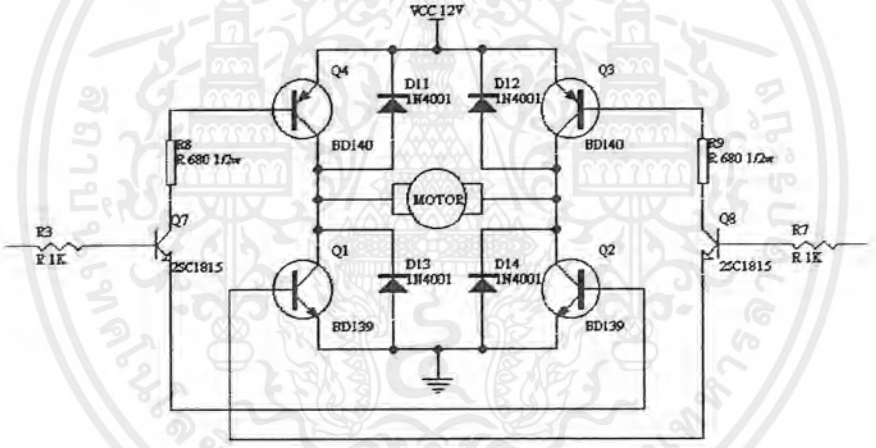
จะได้ $\frac{1}{LDR} =$ ค่าคงที่ x ค่าความเข้มแสง

$$\frac{LDR_{in}}{LDR_{out}} = \frac{\text{ค่าความเข้มแสงภายนอก}}{\text{ค่าความเข้มแสงภายใน}} = 1.5$$

สรุปได้ว่า วงจรจะทำงานเมื่อความต้านของ LDR ภายในมีค่าน้อยกว่า 1.5 เท่าของ LDR ภายนอก หรือค่าความเข้มของแสงที่ LDR ภายในมีค่ามากกว่า 67% ของค่าความเข้มของแสงที่ LDR ภายนอก

6.4 การออกแบบและการทำงานส่วนควบคุมมอเตอร์

6.4.1 วงจรขับมอเตอร์

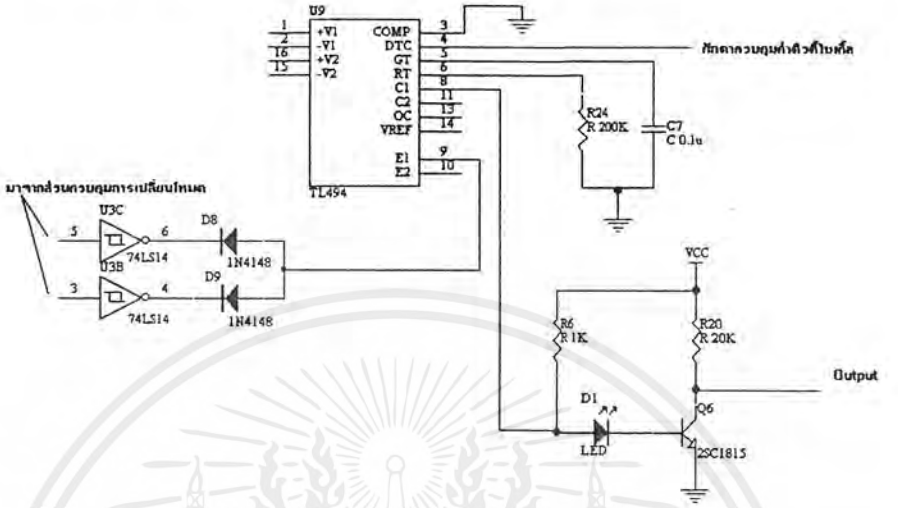


รูปที่ 6.9 แสดงวงจรควบคุมมอเตอร์

จากรูปเป็นวงจรบริดจ์แอมปลิฟายเออร์ ทิศทางการหมุนของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของกระแส ถ้าให้กระแสที่ไหลจากทางขวาไปซ้ายทำให้มอเตอร์หมุนขึ้น เราสามารถที่จะทำให้กระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ได้โดยการไบอัสทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_3 พร้อมกันซึ่งทำได้โดยการไบอัสที่ทรานซิสเตอร์ Q_8 เพียงตัวเดียวก็พอ กระแส I_B ของทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q3 จะมีค่าเท่ากันกำหนดได้จาก R_9 ในทำนองเดียวกันกระแสที่ไหลจากทางซ้ายไปทางขวาจะทำให้มอเตอร์หมุนลง สามารถที่จะทำได้โดยการไบอัสที่ทรานซิสเตอร์ Q_7 เพียงตัวเดียวก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 และ Q_4 ทำงานพร้อมกันได้ ส่วนไดโอดที่ต่ออยู่นั้นจะใช้เป็นวงจรแดมปิ้ง เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการหยุดจ่ายกระแสอย่างรวดเร็วของทรานซิสเตอร์จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำตกค้างที่ขดลวดของมอเตอร์ ซึ่งมีค่าสูงมากให้เหลือเพียง 0.6 Volt เพื่อไม่ให้ทรานซิสเตอร์เสียหาย

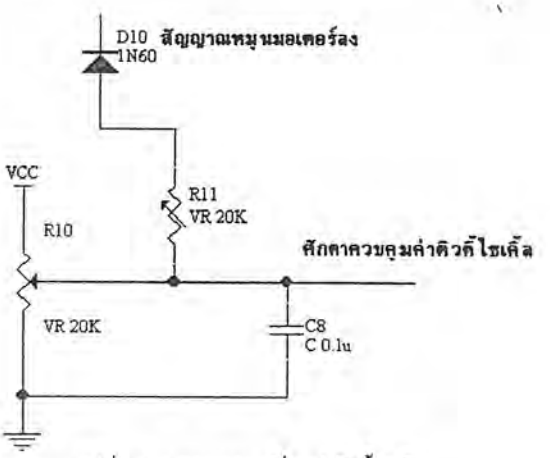
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.2 วงจรพัลซ์วิดธ์โมดูเลชั่น



รูปที่ 6.10 แสดงวงจรพัลซ์วิดธ์โมดูเลชั่น

วงจรพัลซ์วิดธ์โมดูเลชั่นนี้จะใช้สำหรับควบคุมความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ จากรูปที่ 6.10 จะใช้ IC เบอร์ TL494 ซึ่งเป็น IC สำเร็จรูป การใช้งานเพียงแต่ เลือกค่า R_T C_T ที่ต้องการเพื่อกำหนดความถี่ในการออสซิเลท ค่าของดิวตี้ไซเคิลจะกำหนดจากศักดาที่ขา 4 ของ IC มีค่าระหว่าง 0-3.3 Volt สัญญาณที่ได้จะสวิตช์ทรานซิสเตอร์ Q_1 ที่อยู่ภายใน IC ขา C และ E ของทรานซิสเตอร์นี้จะนำมาต่อเข้ากับวงจรอีกส่วนหนึ่งซึ่งเป็นส่วนที่จะส่งสัญญาณสำหรับไปควบคุมมอเตอร์ วงจรส่วนนี้จะป้องกันมิให้เกิดการลัดวงจรขึ้นเนื่องจากมีสัญญาณหมุนมอเตอร์ขึ้นและลงพร้อมกัน (สัญญาณจะเป็น high, high ไม่ได้) กรณีที่สัญญาณมาพร้อมกัน ไดโอด D_8 และ D_9 จะไม่ทำงาน กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่าน R_6, LED_1 ไปไบอัส Q_6 ทำให้เอาท์พุทที่ขา C_{Q6} มีสถานะเป็น Low ตลอดเวลา สำหรับ LED_1 มีไว้เพื่อชดเชยศักดาที่ตกคล่อมไดโอด



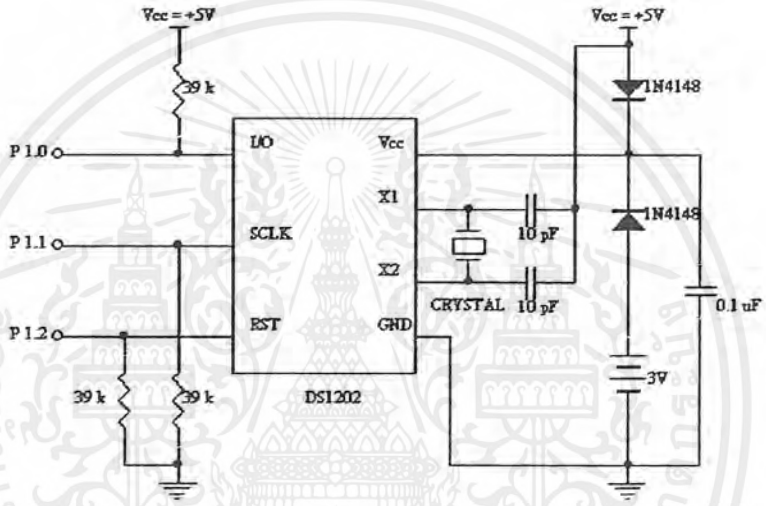
รูปที่ 6.11 แสดงวงจรเปลี่ยนค่าดิวตี้ไซเคิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำไปใช้งานนั้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของม่านในขาลงนั้นจะเร็วกว่าขาขึ้นเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของโลกและน้ำหนักของม่าน จึงต้องทำให้การหมุนของมอเตอร์ตอนลงช้ากว่าปรกติ ทำได้โดยต่อวงจรดังรูปที่ 6.11

6.5 วงจรส่วนสร้างฐานเวลาจริง

วงจรในส่วนสร้างฐานเวลาจริงจะเป็นดังรูปที่ 6.12



รูปที่ 6.12 แสดงวงจรสร้างฐานเวลาจากชิป DS1202

6.6 การออกแบบและการทำงานของส่วนแสดงผล

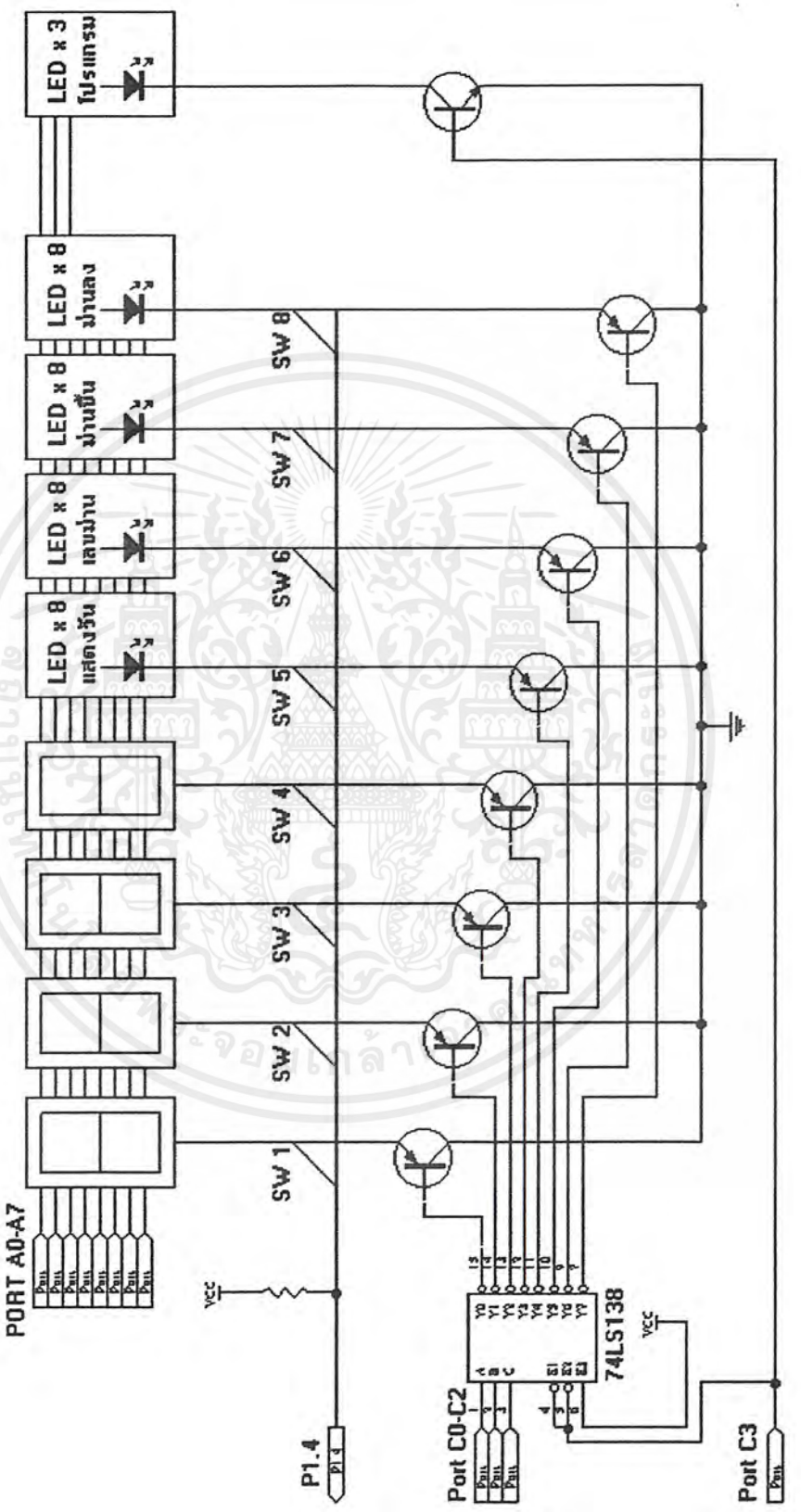
6.6.1 การออกแบบและการทำงาน

ส่วนแสดงผลจะเป็นส่วนซึ่งคอยรับข้อมูลจากส่วนควบคุมอัตโนมัติเพื่อนำมาแสดงผลให้ผู้ใช้ได้ทราบถึงสถานะการทำงาน ข้อมูลที่นำมาแสดงได้แก่ วัน-เวลาปัจจุบัน ข้อมูลการโปรแกรมของแต่ละม่าน นอกจากนี้ส่วนแสดงผลจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้เพื่อรับคำสั่งต่าง ๆ ในการกำหนดการทำงานของส่วนควบคุมอัตโนมัติอันได้แก่ การตั้งเวลา การตั้งโปรแกรมการทำงานล่วงหน้า

จากรูปที่ 6.13 จะประกอบไปด้วย LED ทั้งหมด 9 ชุด คือ

- LED 7 Segment แสดง ชั่วโมงหลักสิบ
- LED 7 Segment แสดง ชั่วโมงหลักหน่วย
- LED 7 Segment แสดง นาทีหลักสิบ
- LED 7 Segment แสดง นาทีหลักหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.13 แสดงวงจรส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

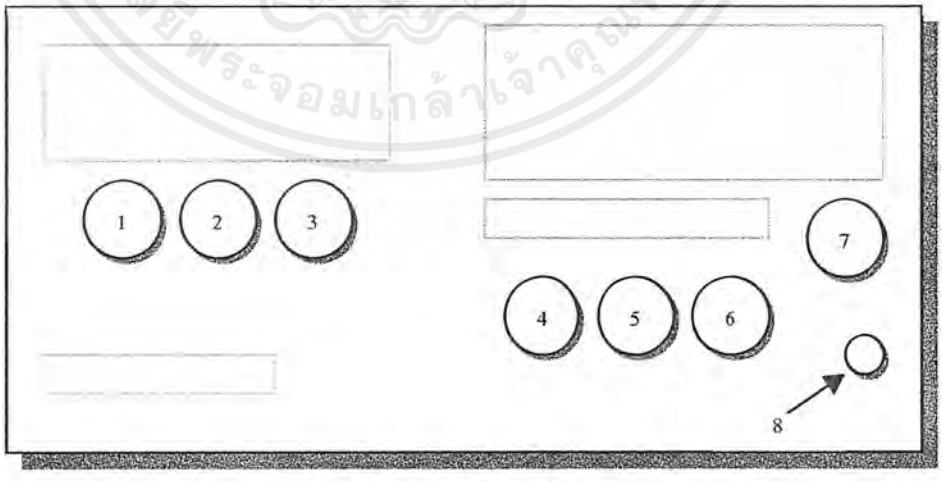
- LED แสดงวันใน 1 สัปดาห์ 7 ตัว และ แสดงวินาทีอีก 1 ตัว
- LED แสดงหมายเลขม่าน 8 ม่าน
- LED แสดงการเคลื่อนที่ขึ้นของแต่ละม่าน 8 ตัว
- LED แสดงการเคลื่อนที่ลงของแต่ละม่าน 8 ตัว
- LED แสดงหมายเลขโปรแกรม 3 โปรแกรม

LED ทั้งหมดนี้จะนำมาต่อถึงกันด้วยสายสัญญาณ 8 เส้นในลักษณะตำแหน่งต่อตำแหน่ง โดยที่กราวนด์ของแต่ละชุดจะต่ออยู่กับทรานซิสเตอร์เพื่อขยายกระแส ถ้าต้องการให้ LED ชุดใดติดสว่างก็เพียงแต่ทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่ทำงาน ข้อมูลที่ส่งมาจากสายสัญญาณทั้ง 8 ก็จะแสดงผลที่ LED ชุดนั้น

สวิตช์ควบคุมการทำงานจะมีอยู่ 8 ตัวด้วยกัน คือ สวิตช์ตั้งวันในหนึ่งสัปดาห์ สวิตช์ตั้งเวลาชั่วโมง สวิตช์ตั้งเวลานาที สวิตช์ตั้งโปรแกรม สวิตช์เลือกหมายเลขม่าน สวิตช์เลือกให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง สวิตช์ตั้งระยะเวลา และสวิตช์รีเซ็ต สวิตช์ทั้งหมดนี้จะต่อกับกราวนด์ของ LED แต่ละชุด การทำงานจะอยู่ในรูปแบบการสแกนคีย์

IC 74LS138 เป็นตัวลดจำนวนสายสัญญาณที่มาจากทรานซิสเตอร์ เนื่องจากการทำงานของทรานซิสเตอร์ทั้งหมดนี้จะไม่ทำงานพร้อมกัน แต่จะให้ทำงานที่ละตัวเท่านั้น IC เบอร์นี้จะเป็นตัวถอดรหัสจาก 3 เป็น 8 นั่นคือสามารถลดสายสัญญาณได้จาก 8 เส้น ให้เหลือเพียง 3 เส้นเท่านั้น

6.6.2 วิธีใช้งานและการตั้งโปรแกรม



รูปที่ 6.14 แสดงตำแหน่งของสวิตช์ต่าง ๆ

การใช้งานจะแบ่งเป็น 3 step ด้วยกัน คือ

Step ที่ 1 : การตั้งเวลาปัจจุบัน

ทำได้โดยการกดสวิตช์ที่ 1, 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์ที่ 1 เป็นการตั้งวันใน 1 สัปดาห์

สวิตช์ที่ 2 เป็นการตั้งชั่วโมง 24 ชั่งโมง

สวิตช์ที่ 3 เป็นการตั้งนาที 60 นาที

Step ที่ 2 : การตั้งโปรแกรม

ทำได้โดยการกดสวิตช์ที่ 7 ซึ่งจะเข้าสู่ขั้นตอนการตั้งโปรแกรม เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนนี้ สวิตช์ที่ 1 2 และ 3 จะใช้สำหรับตั้งวัน-เวลา ที่ต้องการให้โปรแกรมทำงาน ซึ่งสามารถที่จะตั้งให้โปรแกรมทำงานในเวลาเดียวกันทุก ๆ วันได้ ต่อจากนั้นให้กดสวิตช์ที่ 4 และ 5

สวิตช์ที่ 4 เป็นการเลือกหมายเลขของม่านที่ต้องการตั้งโปรแกรม

สวิตช์ที่ 5 เป็นการเลือกการควบคุมให้ม่าน เคลื่อนที่ขึ้น เคลื่อนที่ลง หรือทำงานในโหมด Auto ในช่วงเวลาที่กำหนดไว้

การตั้งโปรแกรมนี้สามารถตั้งได้พร้อมกันหลาย ๆ ม่านในหนึ่งโปรแกรม โดยการกดสวิตช์ที่ 4 และ 5 ตามขั้นตอนข้างต้น

สามารถตั้งโปรแกรมได้ 3 โปรแกรม โดยกดสวิตช์ที่ 7 ซึ่งเป็นสวิตช์เลือกหมายเลขโปรแกรม

ถ้าหากว่าไม่มีการกดสวิตช์ใด ๆ ใน Step นี้นานเกิน 5 วินาที จะออกจากการตั้งโปรแกรม

Step ที่ 3 : การตั้งระยะเวลาการทำงานแต่ละโปรแกรม

ทำได้โดยการกดสวิตช์ที่ 7 เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการตั้งโปรแกรม หลังจากทำการตั้งโปรแกรมตาม Step ที่ 2 แล้ว ให้กดสวิตช์ที่ 6 เพื่อทำการตั้งช่วงระยะเวลาการทำงาน ซึ่งสามารถที่จะตั้งช่วงเวลาได้ 24 ชั่วโมง การตั้งระยะเวลาให้ใช้สวิตช์ที่ 2 และ 3 ในการตั้งชั่วโมงและนาทีตามลำดับ

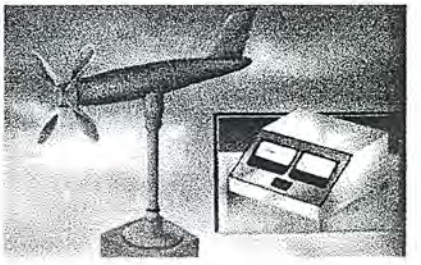
การออกจากขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นหลังจาก 5 วินาที เมื่อไม่มีการกดสวิตช์ใดๆ

6.7 การออกแบบและการทำงานของส่วนตรวจสอบความเร็วลม

ในการวัดความเร็วลมจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่าอะนีมอมิเตอร์ (anemometer) ซึ่งมีหลายชนิด แต่ส่วนมากใช้แบบใบพัดหรือกังหัน หรือใช้แบบถ้วยกลมสามใบและมีก้านสามก้านต่อมารวมกันที่แกนกลาง ดังรูปที่ 6.15

ในกรณีนี้จะใช้แบบถ้วยกลมสามใบโดยต่อแกนลงมายังส่วนที่ทำหน้าที่ตัดแสงเพื่อใช้กำเนิดสัญญาณพัลซ์ หลังจากนั้นจะนำสัญญาณพัลซ์ที่ได้ไปเข้าวงจรนับเพื่อนับจำนวนรอบที่หมุนใน 1 วินาที เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้แสดงวงจรดังรูปที่ 6.16

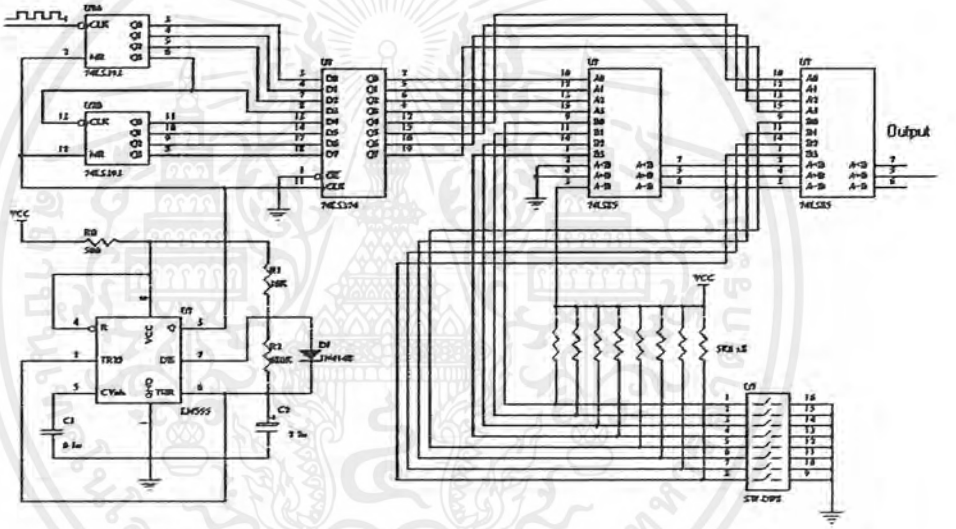
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. แบบถังหัน

ข. แบบถ้วยกลมสามใบ

รูปที่ 6.15 แสดงอะนีมอมิเตอร์ชนิดต่างๆ



รูปที่ 6.16 วงจรส่วนตรวจสอบความเร็วลม

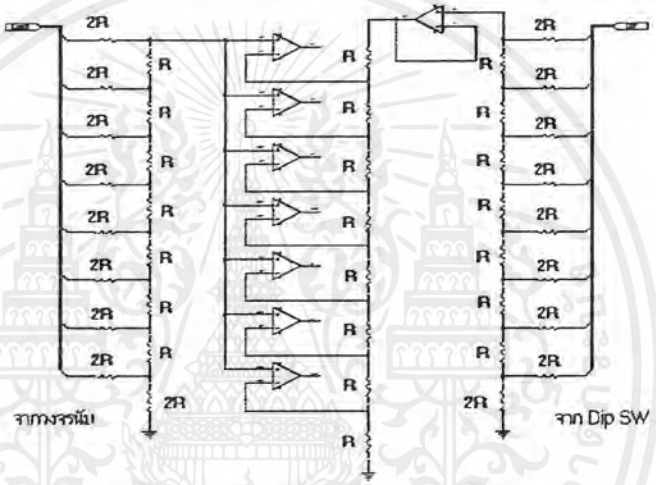
เมื่อมีสัญญาณพัลซ์เข้ามาที่ไอซี 74LS393 ซึ่งเป็นไอซีนับเลขฐานสอง สัญญาณที่ได้จะเข้าสู่ 74LS374 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่คงข้อมูลไว้ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ที่ดิพสวิตซ์ เอาท์พุทที่ต้องการ คือ A > B (สัญญาณที่นับได้มากกว่าที่ตั้งไว้) ไอซี 555 จะต่อเป็นวงจรอะสเตเบิ้ลไว้สำหรับรีเซ็ตวงจรนับทุกๆ 1 วินาที

การตั้งค่าการวัดความเร็วลม ถ้ากำหนดให้ r เป็นรัศมีของถ้วยหมุน n เป็นจำนวนรอบและ k เป็นจำนวนพัลซ์ต่อการหมุนหนึ่งรอบ จะได้ความเร็วลมเท่ากับ $2\pi rn/k$ เมตรต่อวินาที หรือเท่ากับ $7.2\pi rn/k$ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในที่นี้ใช้ r = 0.05 เมตร k = 2 และให้ความเร็วลมที่ตั้งไว้คือ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังนั้นต้องตั้งค่าไว้ที่ 53 รอบ หรือตั้งค่าดิพสวิตซ์ ไว้ที่ 00110101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 แสดงชนิดของลมกับความเร็วลม

ชนิดของลม	ความเร็วลม (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
ลมแนวตั้ง	0.18
ลมแนวนอน	5-300
เฉลี่ยทั่วไป	15-25
พายุโซนร้อน	118-300
ทอร์นาโด	200-600



รูปที่ 6.17 แสดงวงจรแสดงผลระดับความเร็วลม

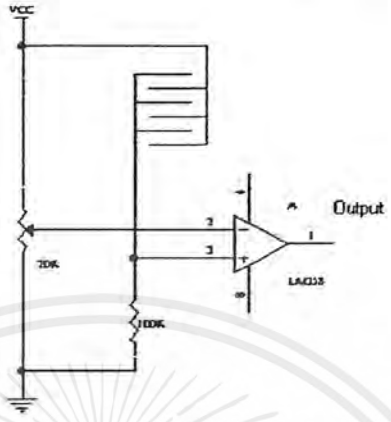
จากรูปที่ 6.17 เป็นวงจรที่ใช้สำหรับแสดงผลระดับความเร็วลม สัญญาณจากวงจรนับและดิพสวิตช์จะถูกแปลงให้เป็นศักดาไฟฟ้าด้วยวงจร R-2R Ladder แล้วจะนำมาเปรียบเทียบกันโดยแบ่งไว้ที่ 8 ระดับ ระดับสูงสุดจะหมายถึงว่าความเร็วลมที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่าที่ตั้งไว้ทำให้วงจรทำงาน ระดับล่างสุดจะหมายถึงความเร็วลมที่วัดได้มีค่าเป็น 1 ใน 8 ของค่าความเร็วลมที่ตั้งเอาไว้

6.8 การออกแบบและการทำงานของส่วนตรวจสอบฝน

โดยปกติฝนที่ตกลงมาจะมีความบริสุทธิ์สูง แต่ในเมืองหลวงอากาศไม่ค่อยบริสุทธิ์ทำให้หยดน้ำฝนมีสิ่งเจือปนซึ่งทำให้นำไฟฟ้าได้ จากที่กล่าวมาสามารถตรวจสอบฝนได้โดยวิธีวัดความต้านทานของหยดน้ำฝน อุปกรณ์ที่ใช้เป็นเส้นลวดวางใกล้กันเมื่อมีหยดน้ำฝนไหลผ่านจะทำให้นำไฟฟ้าได้ ซึ่งระยะห่างของเส้นลวดกำหนดได้จากขนาดของหยดน้ำฝน ถ้าฝนตกเบาเม็ดฝนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กกว่า 2.5 มม. ฝนตกปานกลางมีขนาดระหว่าง 2.8 ถึง 7.6 มม. และถ้าฝนตกหนักจะมีขนาดใหญ่กว่า 7.6 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรตรวจสอบความต้านทานของหยดน้ำฝนเป็นดังรูปที่ 6.18



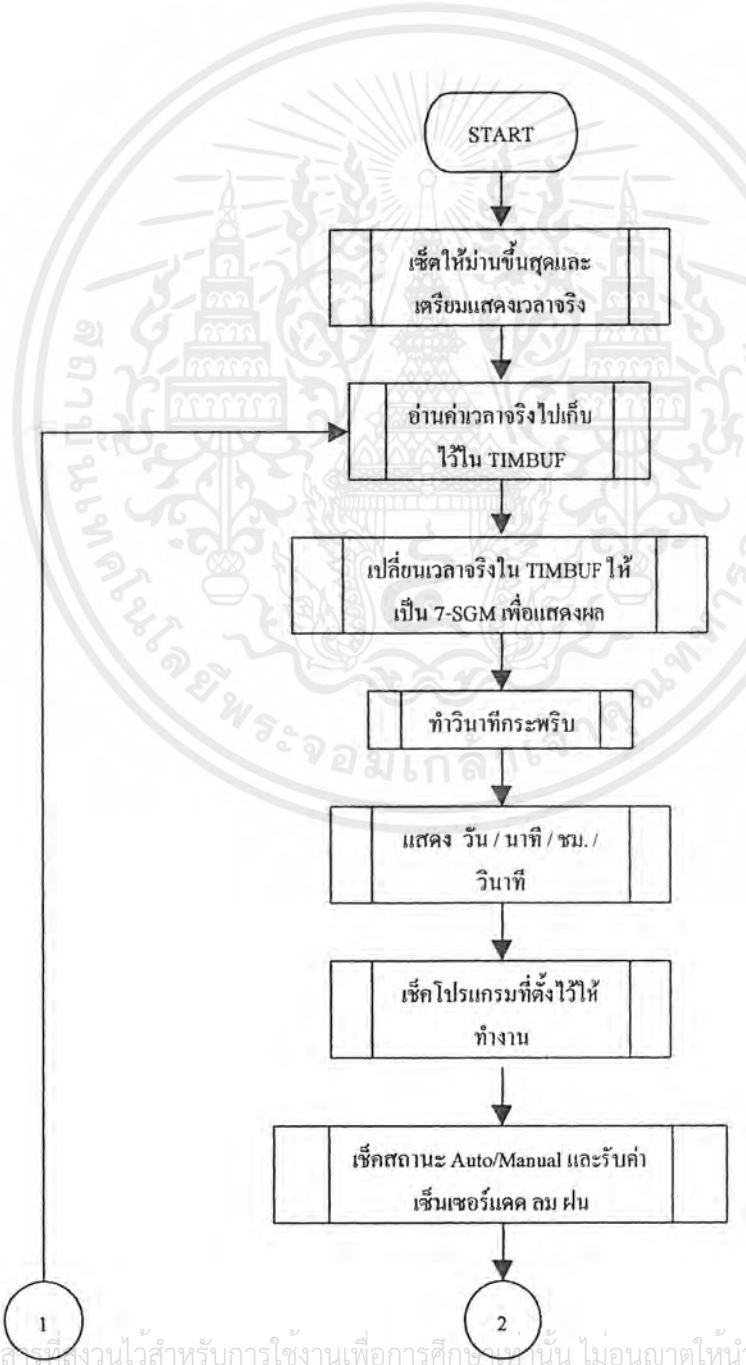
รูปที่ 6.18 แสดงวงจรตรวจสอบความต้านทานของหยดน้ำฝน

จากรูปที่ 6.18 ในสภาวะที่ฝนไม่ตก ความต้านทานระหว่างเส้นลวดทั้งสองจะมีค่ามากทำให้ศักดาที่ขาอินพุทบวกของออปแอมป์ มีค่าต่ำ เอาท์พุทที่ได้จึงเป็น low แต่ถ้ามีฝนตกลงมาทำให้ค่าความต้านทานของเส้นลวดลดลงทำให้ศักดาที่ขาอินพุทบวก มีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีค่ามากกว่าศักดาที่ขาลบก็จะทำให้เอาท์พุทเป็น high สัญญาณที่ได้จะส่งให้ส่วนควบคุมอัตโนมัติต่อไป VR ที่ใช้ไว้สำหรับปรับค่าความไวในการตรวจสอบ

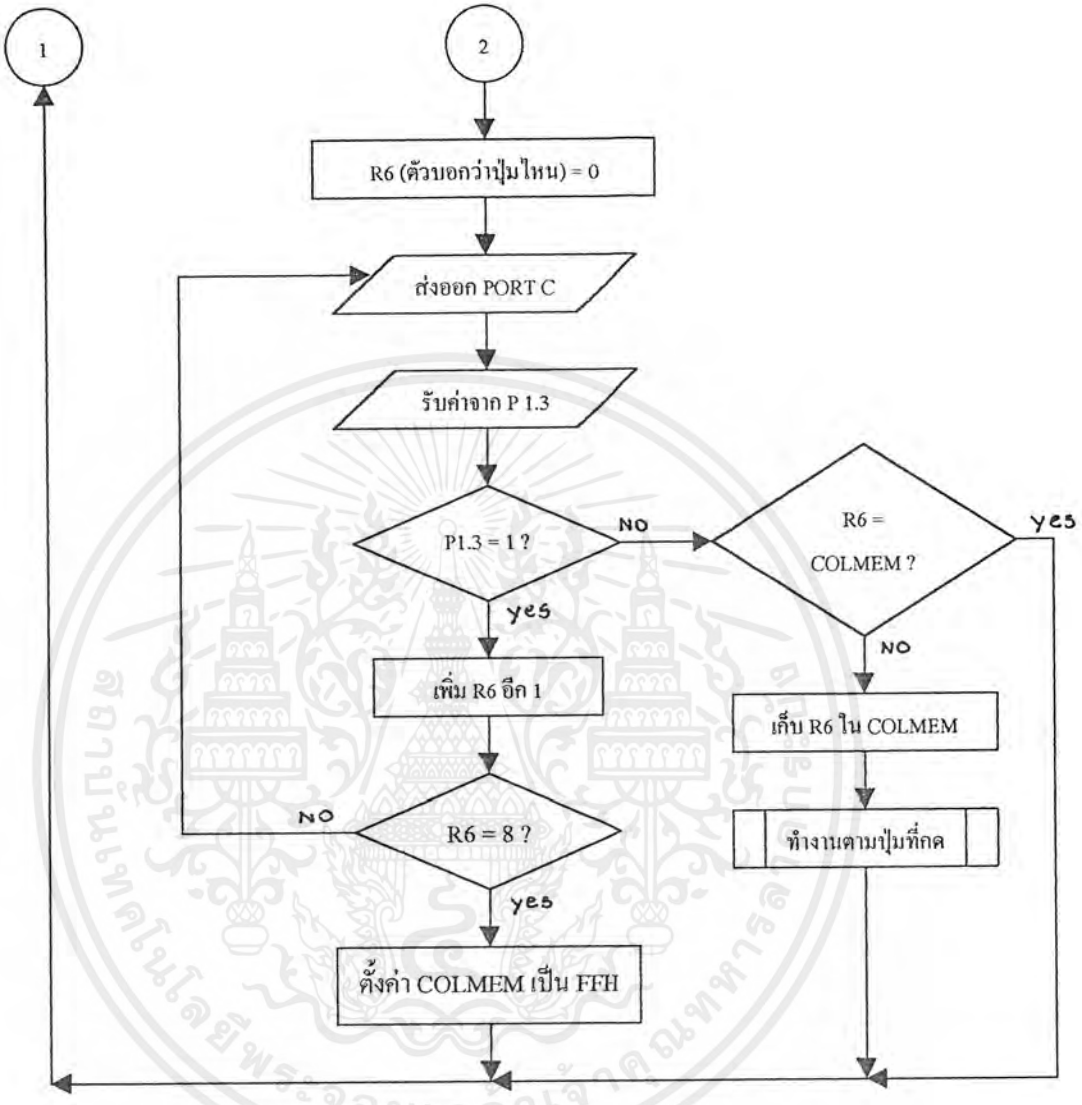
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
หลักการและการออกแบบโปรแกรม

7.1 โฟลว์ชาร์ทแสดงการทำงาน

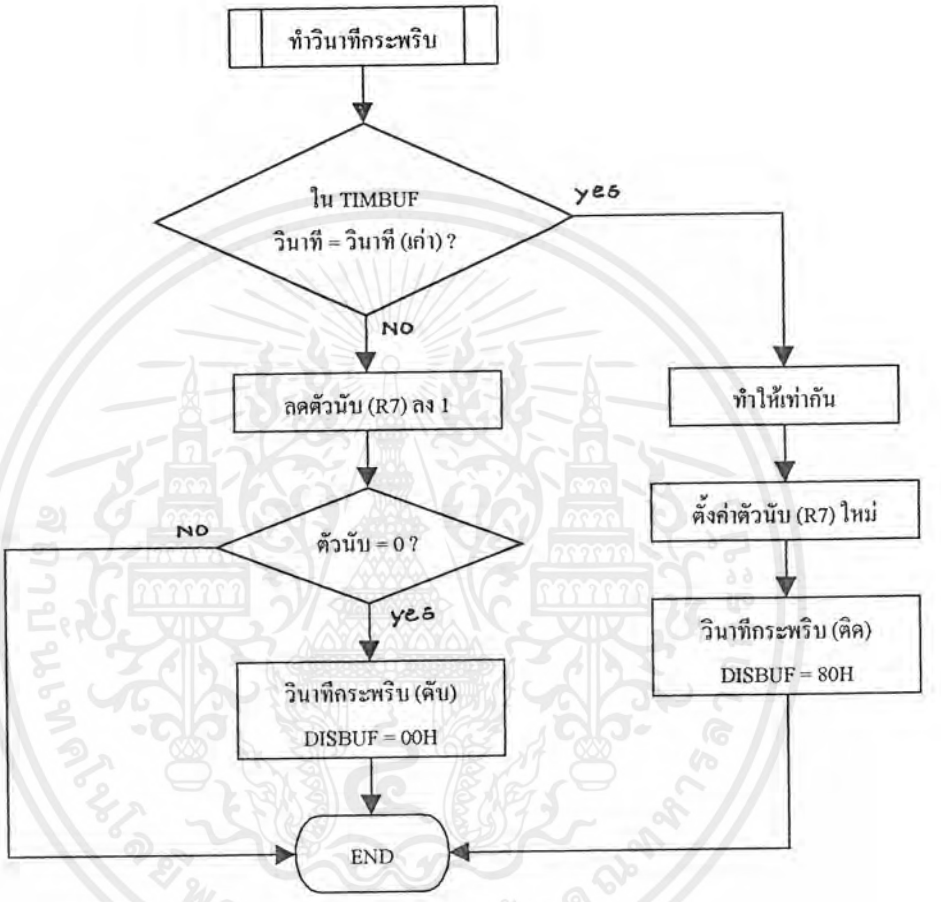


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



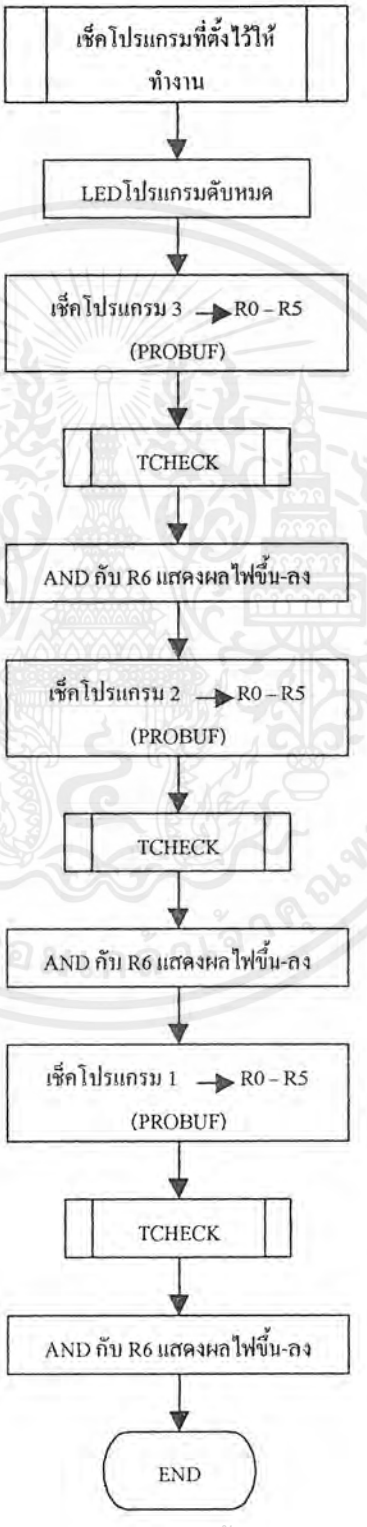
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำวินาทีกระพริบด้วยการตั้งค่าตัวนับ



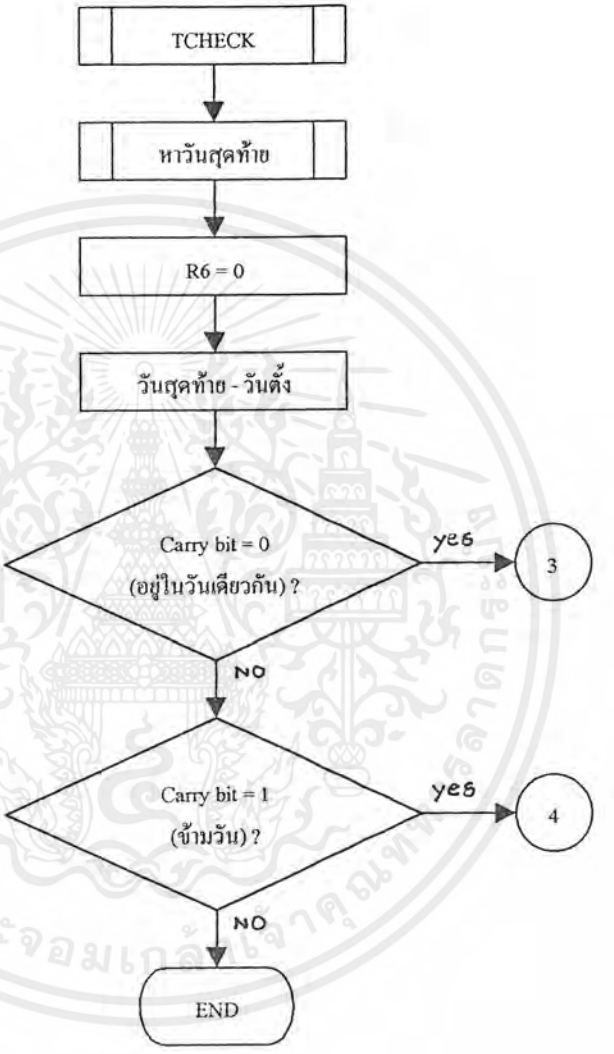
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช็คโปรแกรมให้ทำงานตามที่ตั้งไว้

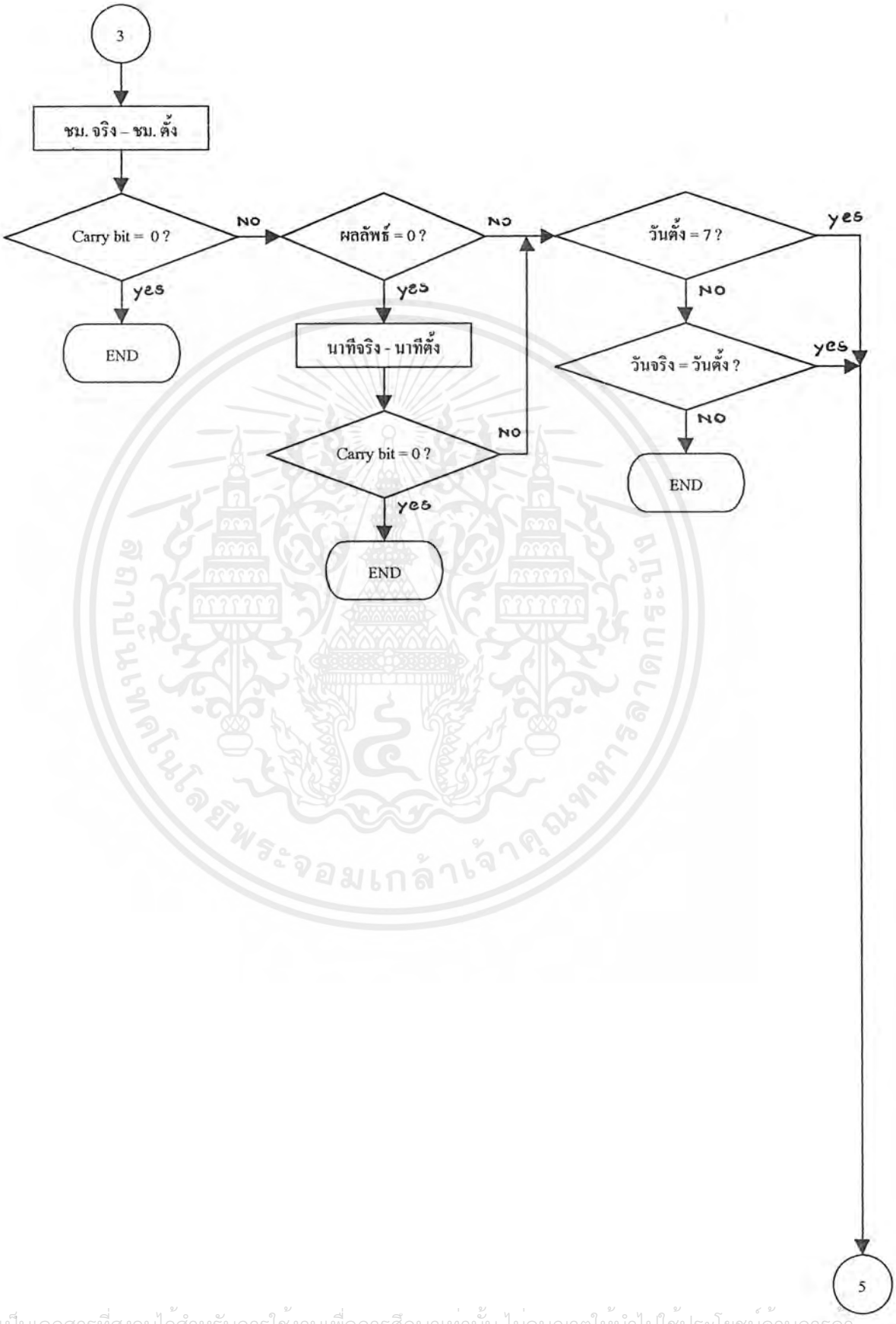


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

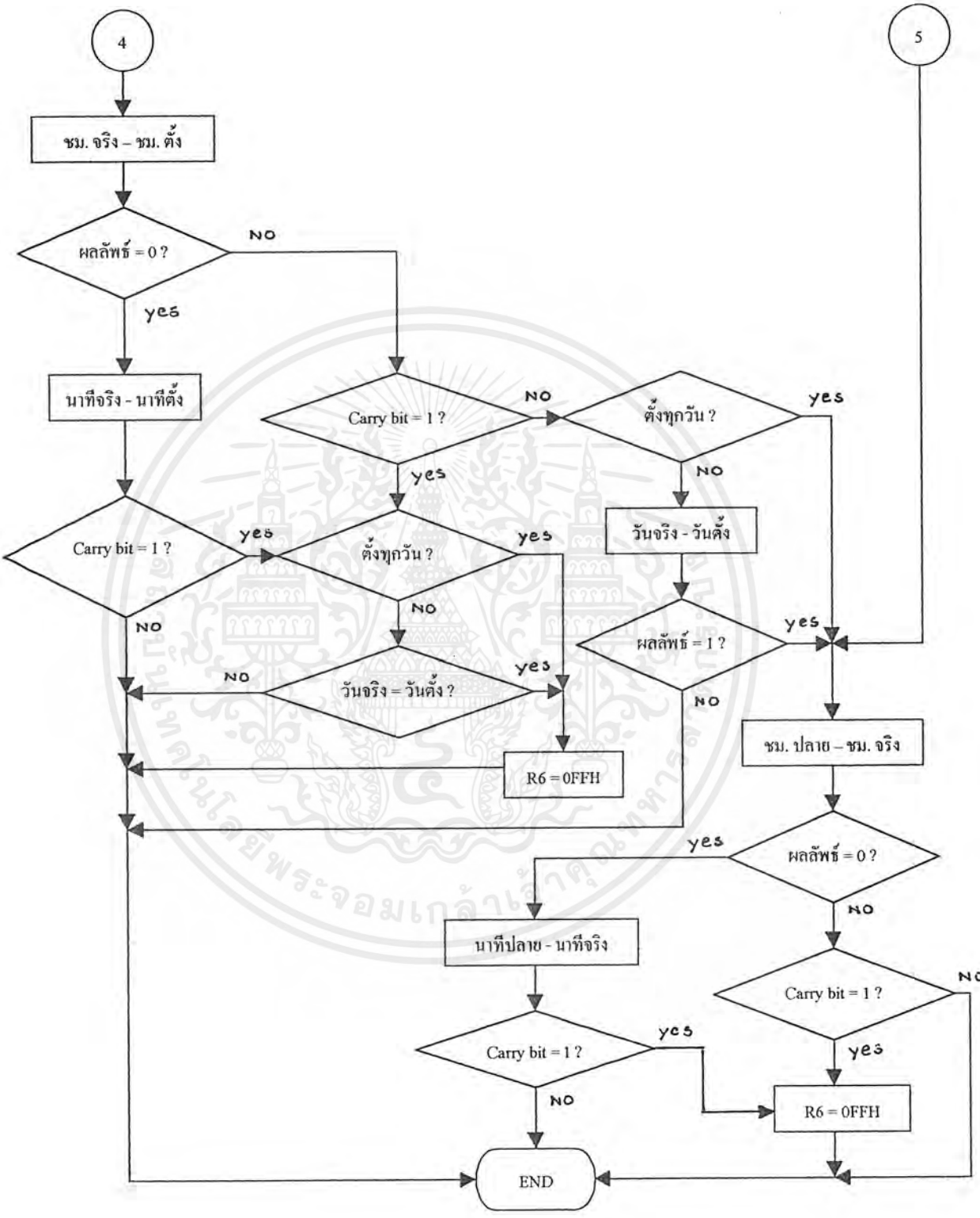
โปรแกรมย่อยครวจสอบการตั้งโปรแกรมล่วงหน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

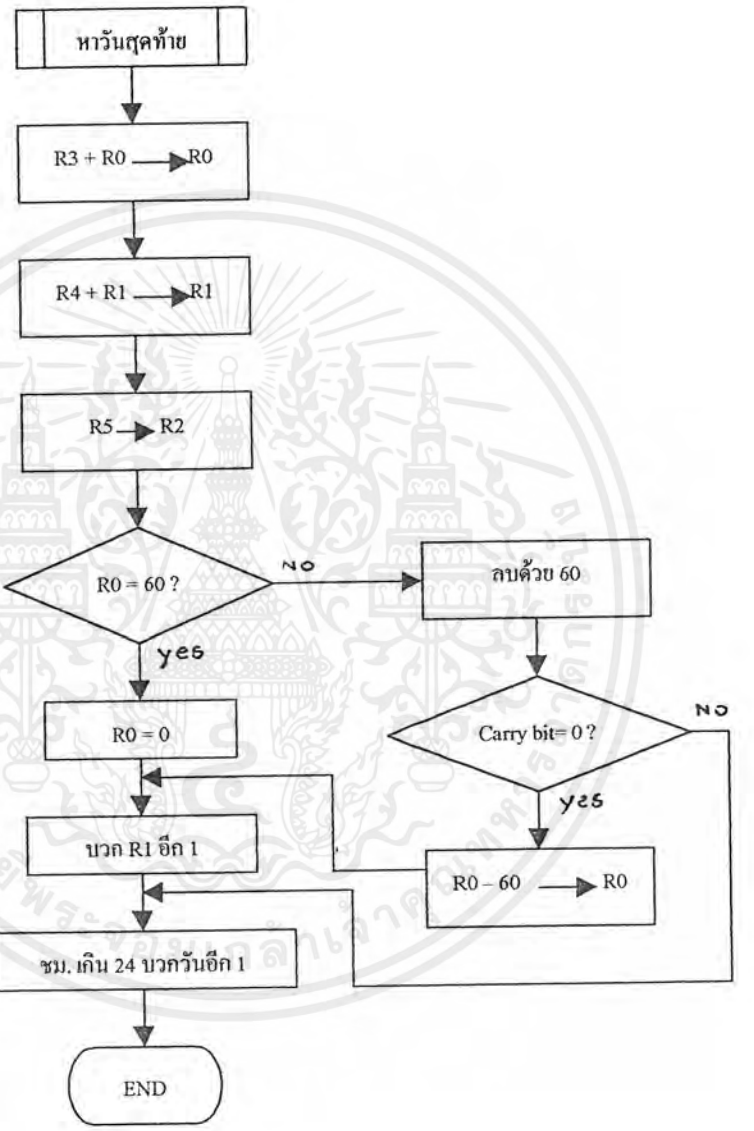


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



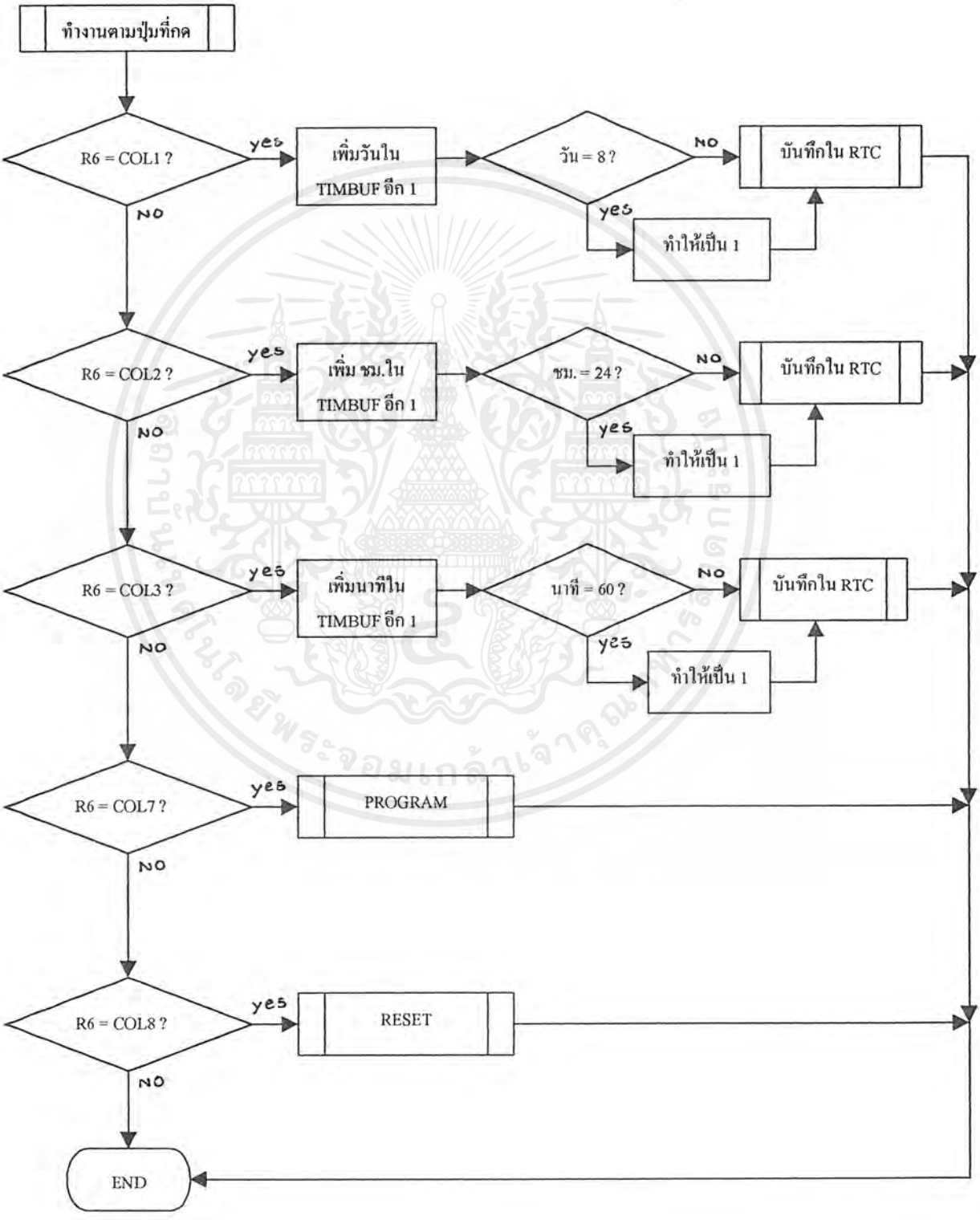
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยใช้ในการหาเวลาสิ้นสุดโปรแกรมที่ตั้งไว้



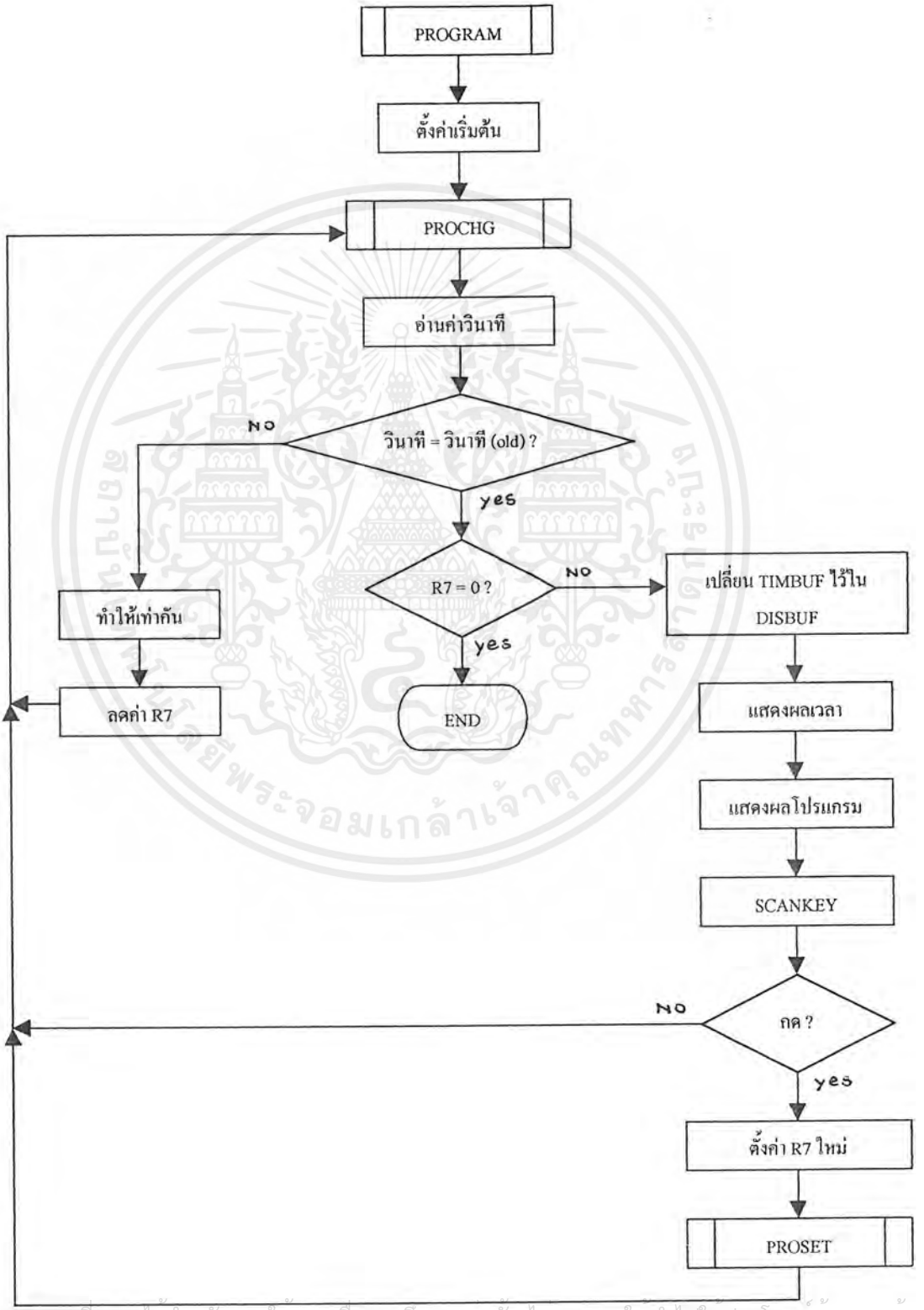
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบการกดสวิตซ์ในโปรแกรมหลัก



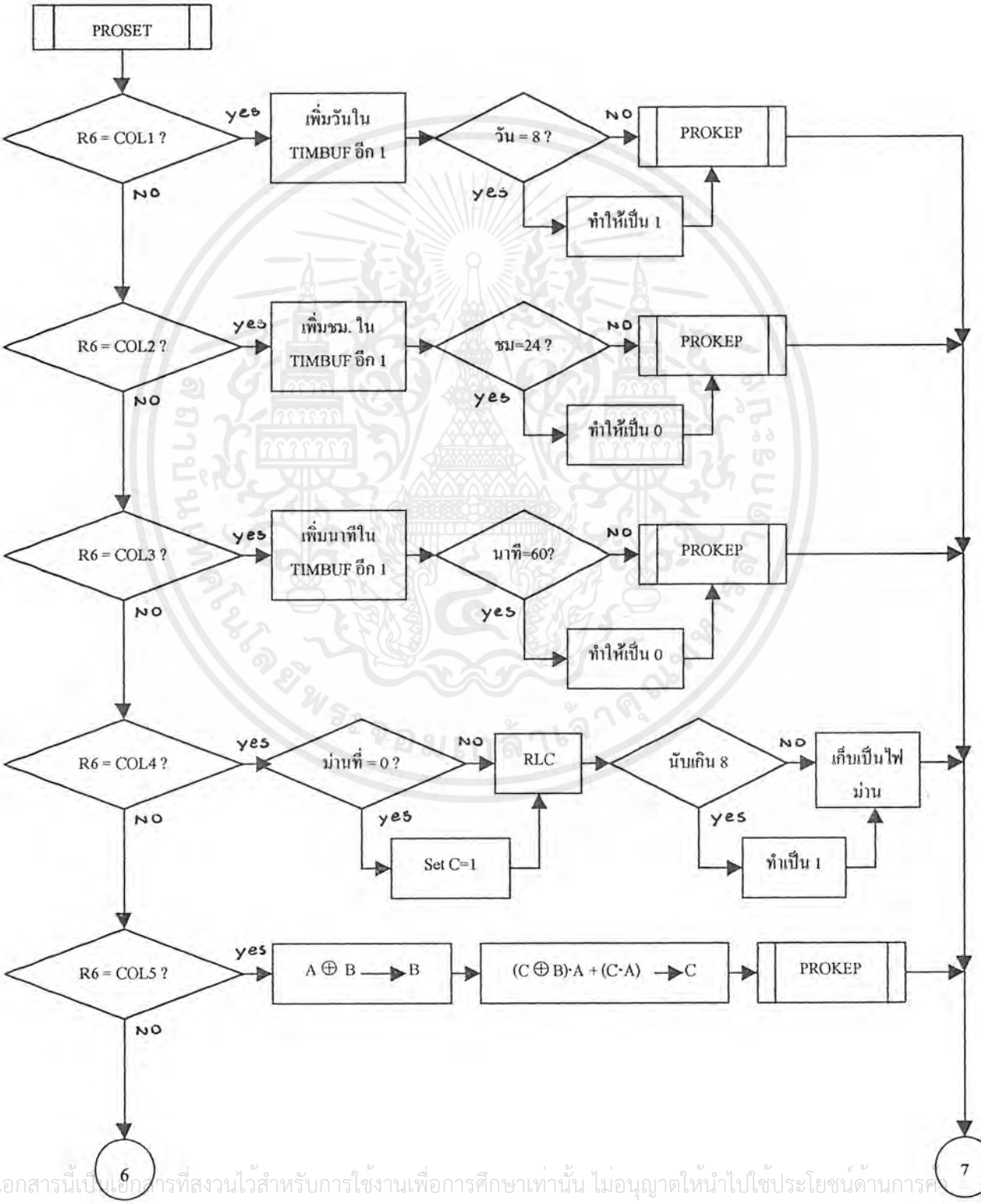
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในส่วนการตั้งโปรแกรมล่วงหน้า

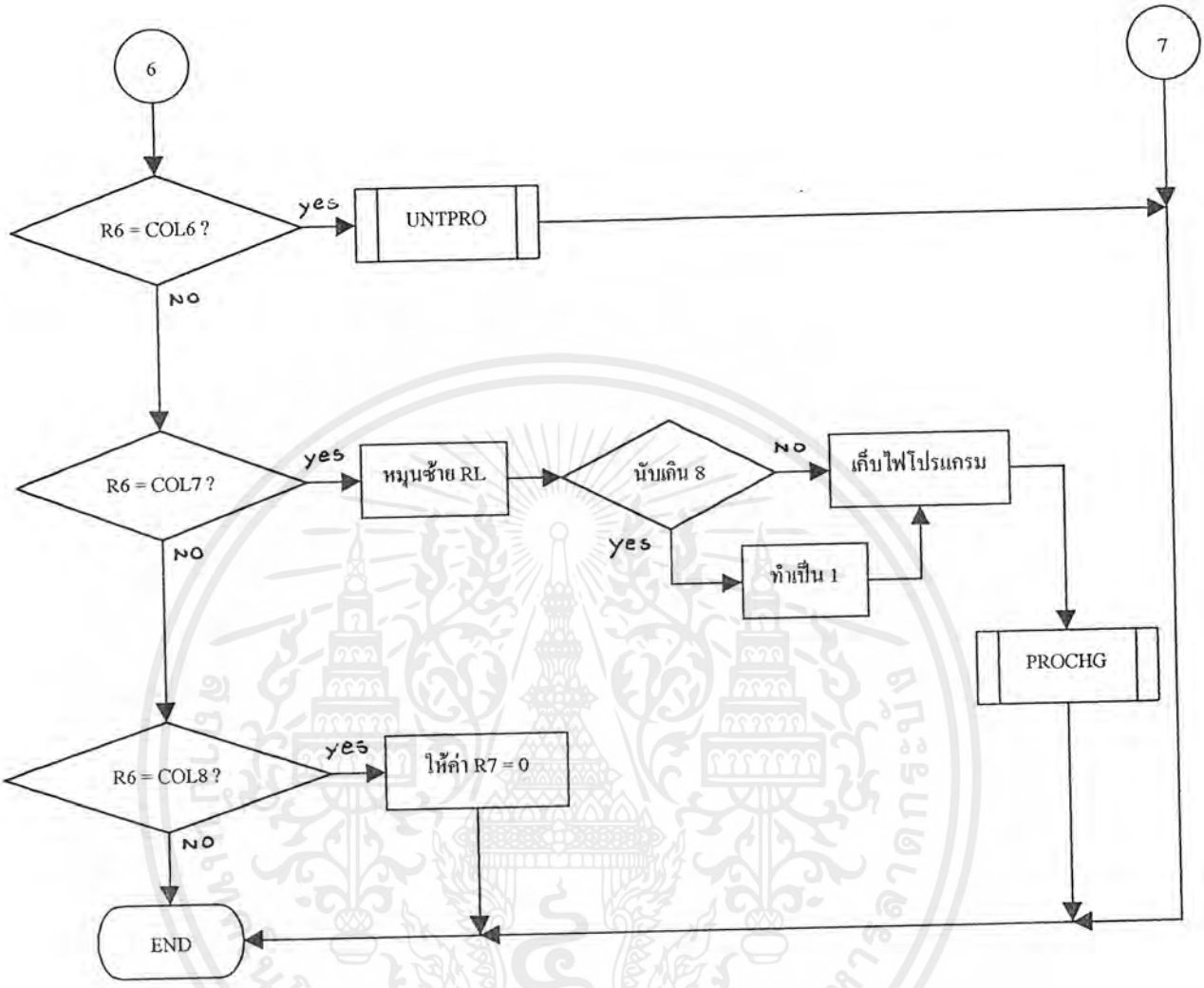


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบการกดสวิตซ์ของการตั้งโปรแกรมส่วงหน้า

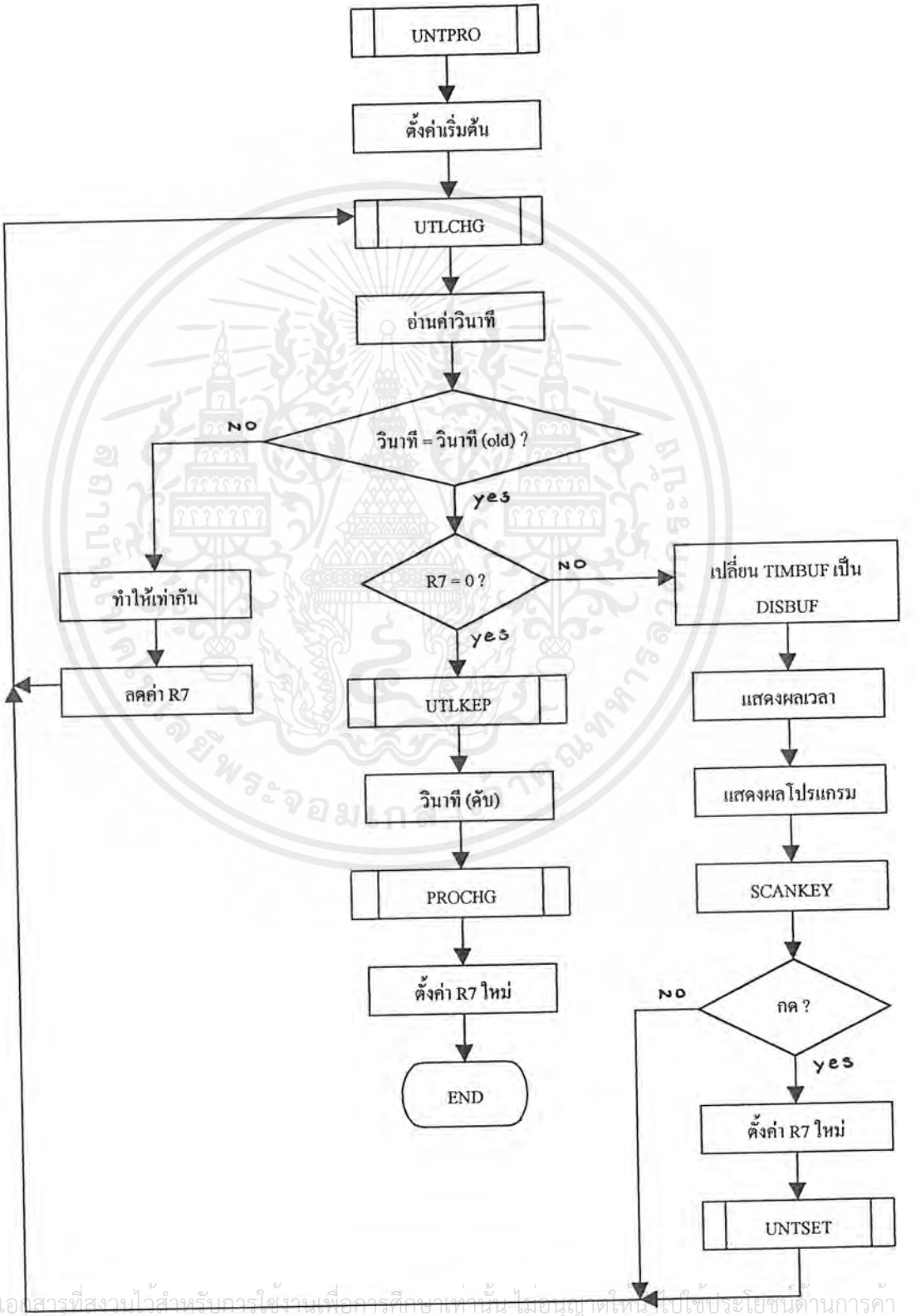


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



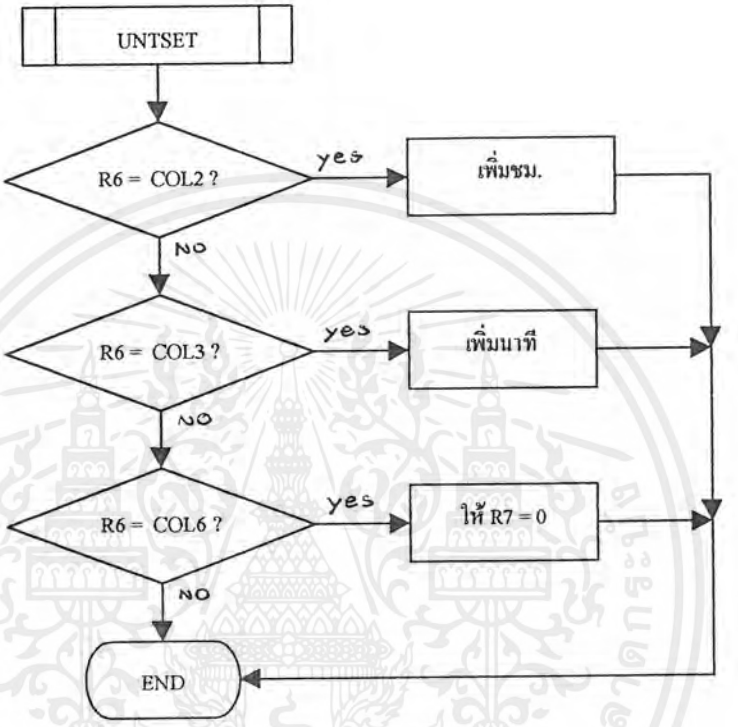
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งระยะเวลาการทำงานของโปรแกรมล่วงหน้า



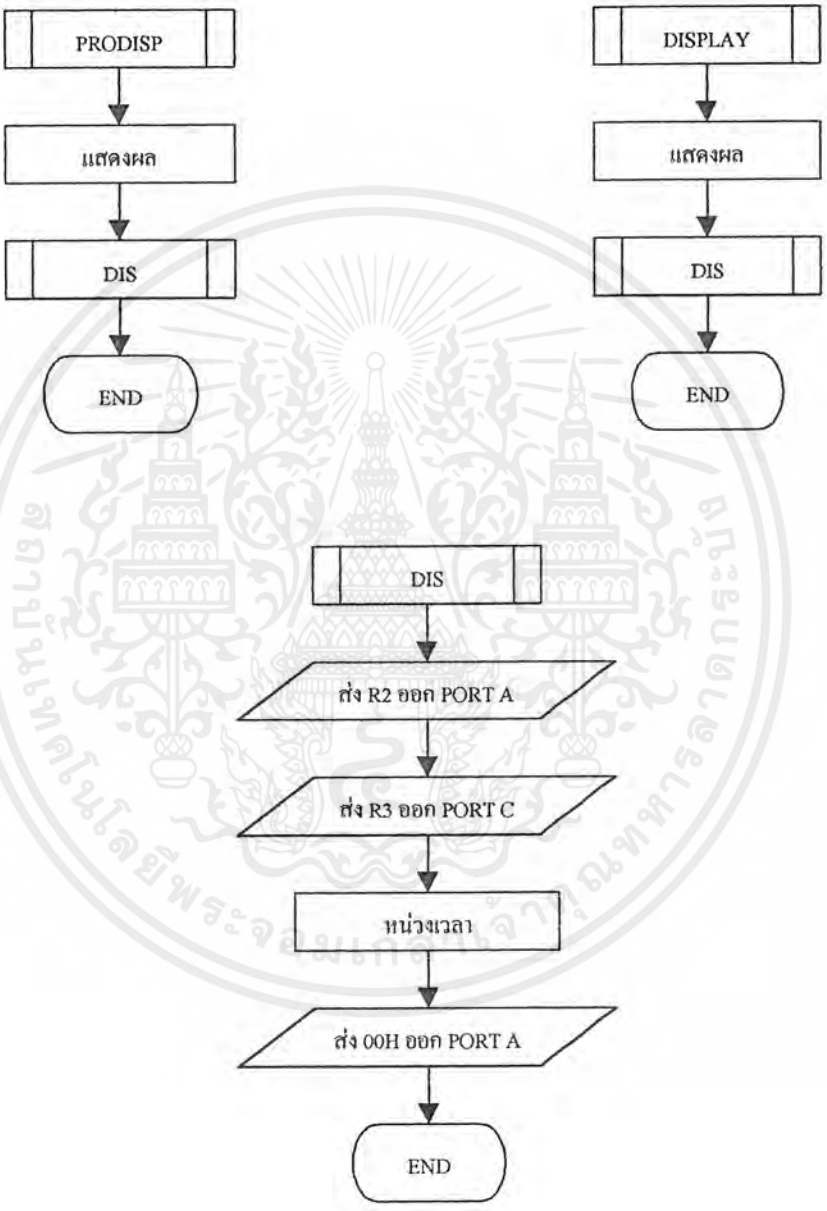
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบการกดสวิตซ์การตั้งระยะเวลาโปรแกรมล่วงหน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยการแสดงผล



7.2 โปรแกรมการทำงาน

โปรแกรมการทำงานทั้งหมดที่เขียนด้วยภาษาแอสแซมบลี้ ตามอัลกอลิทึมข้างต้นนี้ จะอยู่ที่ภาคผนวก ตารางที่ 7.1 เป็นตารางการใช้งานหน่วยความจำภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 การแบ่งสรรหน่วยความจำภายใน

TIMBUF

	วัน	เก็บเวลาจริง
ชม. (สิบ)	ชม. (หน่วย)	
นาที (สิบ)	นาที (หน่วย)	
วินาที		
วินาที (เก่า)		ทริกให้ม่านเลื่อนขึ้น
จำนวนนาทีที่ทริก		ทุก ๆ 10 นาที
นาที (เก่า)		

DISBUF

วัน	นำส่วนนี้ไป
นาที (หน่วย)	แสดงผล
นาที (สิบ)	
ชม. (หน่วย)	
ชม. (สิบ)	
วินาทีกระพริบ	
เก็บค่า COL ตอนกดปุ่ม	ไว้ตรวจสอบการกดค้าง
LED PROGRAM	แสดงผลโปรแกรม
LED ม่านที่	
LED เคลื่อนที่ขึ้น	
LED เคลื่อนที่ลง	
เก็บค่า R7	เป็นตัวนับวินาทีกระพริบ + จับเวลา 5 วินาที

การเก็บ PROGRAM

	เวลาเริ่มต้นทำงาน			ระยะเวลา		การควบคุม		
PROBUF 1	วัน	ชม.	นาที	ชม.	นาที	ขึ้น	ลง	-
PROBUF 2	วัน	ชม.	นาที	ชม.	นาที	ขึ้น	ลง	-
PROBUF 3	วัน	ชม.	นาที	ชม.	นาที	ขึ้น	ลง	-

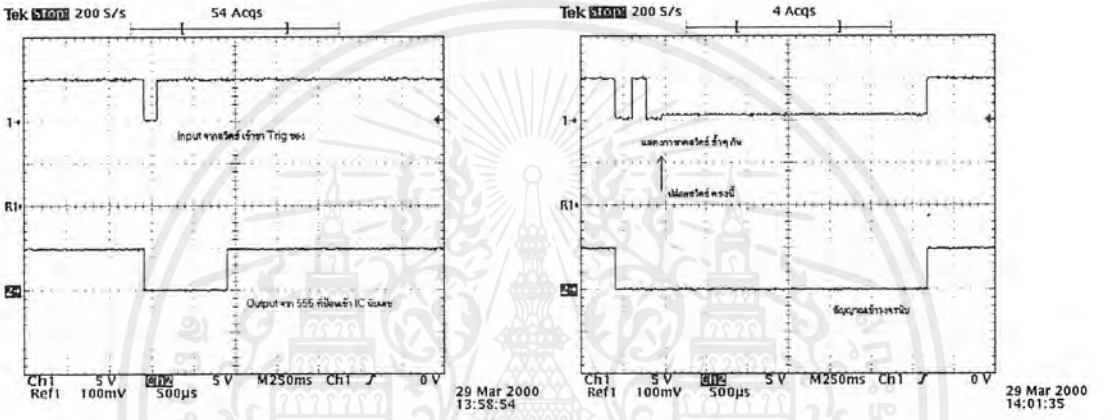
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

การทดสอบและผลการทดสอบ

8.1 การทดสอบส่วนควบคุมโดยผู้ใช้

จะทดสอบส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบการกดสวิตช์ซ้ำๆ กัน



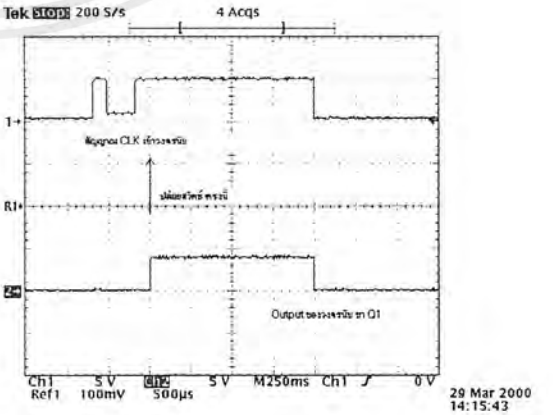
(a) (b)

รูปที่ 8.1 a. แสดงระยะเวลารอคอยการกดซ้ำ
b. แสดงการกดสวิตช์ซ้ำ

จากรูปที่ 8.1 a. จะได้ว่าระยะเวลารอคอยเท่ากับ 500 ms และจากการคำนวณในวงจรได้ค่า 484 ms ดังนั้นมีความผิดพลาดเท่ากับ 3.3 %

รูป 8.1 b. แสดงการกดสวิตช์ซ้ำ ๆ กัน จะเห็นว่าเหมือนมีการกดค้าง

รูปที่ 8.2 แสดงเอาท์พุทที่ได้จากวงจรนับหลังจากมีสัญญาณ CLK เข้ามาสองลูก จะมีเอาท์พุทไปทำให้เกิดการ Lock Loop ขึ้น

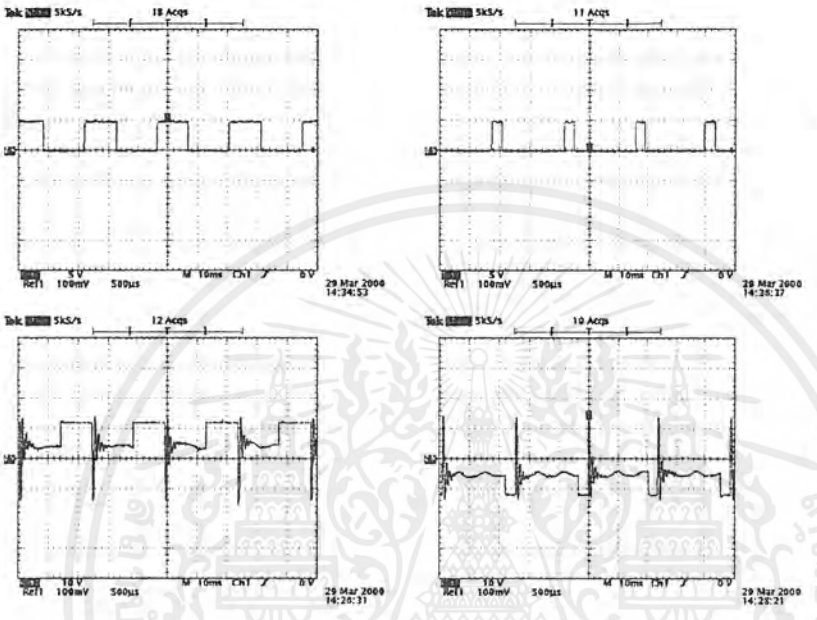


รูปที่ 8.2 แสดงเอาท์พุทจากวงจรนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 การทดสอบส่วนควบคุมมอเตอร์

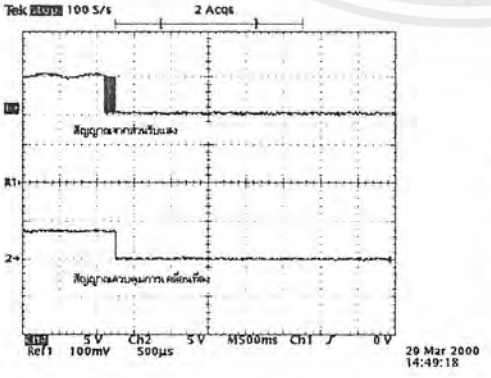
การทดสอบส่วนนี้จะทดสอบวงจรพัลซ์วิดธ์มอดูเลท ซึ่งจะให้ค่าดิวตี้ไซเคิล ที่ไม่เท่ากันสำหรับการหมุนขึ้นและหมุนลง



รูปที่ 8.3 แสดงสัญญาณควบคุมมอเตอร์

8.3 การทดสอบส่วนควบคุมอัตโนมัติ

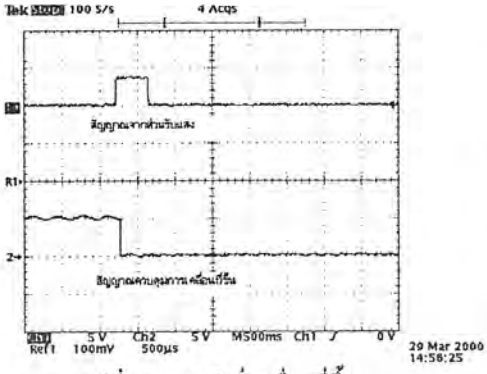
การทำงานของส่วนควบคุมอัตโนมัติ จะรับสัญญาณจากส่วนรับแสงของแต่ละม่านมาเพื่อทำการตรวจสอบ และสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง



กรณีที่ม่านอยู่บนสุด เซ็นเซอร์แสงได้รับแสงการทำงานเป็นดังรูปที่ 8.4 คือจะมีคำสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ลงจนกว่าจะไม่ได้รับสัญญาณจากส่วนรับแสงอีก

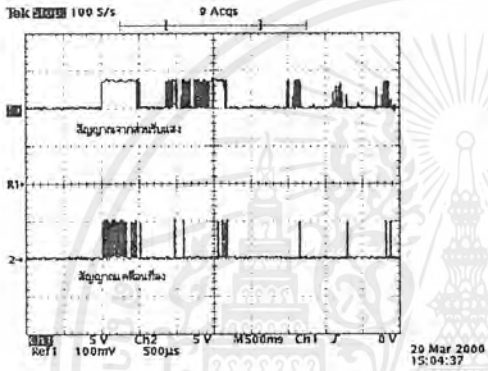
รูปที่ 8.4 แสดงคำสั่งเคลื่อนที่ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.5 แสดงคำสั่งเคลื่อนที่ขึ้น

กรณีที่ม่านอยู่ล่างสุด เซ็นเซอร์แสงไม่ได้รับแสงการทำงานในโหมดอัตโนมัติจะสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้นจนกว่าจะได้รับสัญญาณจากส่วนรับแสง (รูปที่ 8.5) และหลังจากนั้นจะสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ลง จนกว่าจะไม่ได้รับสัญญาณจากส่วนรับแสง



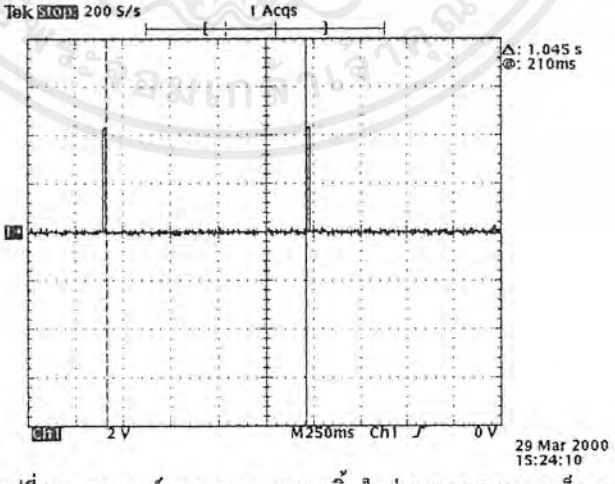
รูปที่ 8.6 แสดงการทำงานเมื่อมีแสงส่องเข้ามา

กรณีที่แดดส่องเข้ามาภายในสัญญาณจากส่วนรับแสงจะมีขึ้น ทำให้ต้องส่งสัญญาณสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ลงมาบังแสง ดังรูปที่ 8.6

สำหรับกรณีที่แดดเลื่อนออกไป จะเช็คด้วยสัญญาณเวลาทุก ๆ 10 นาที ให้ม่านเคลื่อนที่ขึ้น

8.4 การทดสอบส่วนตรวจสอบความเร็วลม

วงจรอะสเตเบิ้ลในส่วนนี้จะต้องมีช่วงสัญญาณ off นาน 1 วินาที จากการวัด ได้กราฟดังรูป



รูปที่ 8.7 แสดงเอาท์พุทจากวงจรอะสเตเบิ้ล ในส่วนตรวจสอบความเร็วลม

จากการคำนวณในวงจรได้ค่า $t_{off} = 0.693R_bC = 1.036$ วินาที

ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณ = 0.9 %

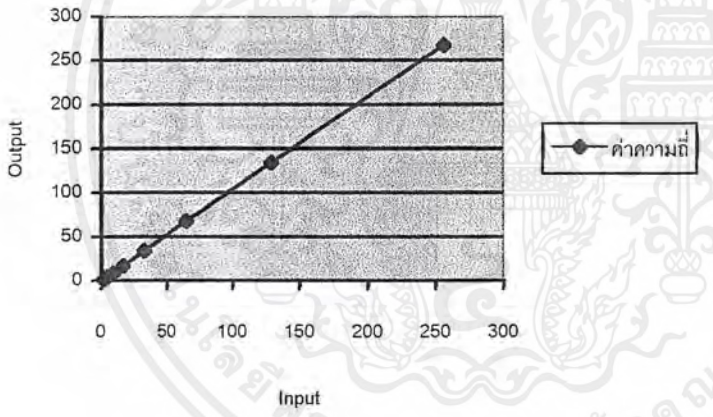
ความคลาดเคลื่อนจากค่าที่ต้องการ = 4.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการนับของวงจรตรวจวัดความเร็วลมได้ผลดังตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 การทดสอบการนับจำนวนพัลซ์

Input	Output		คลาดเคลื่อน
	Bin	Dec	
1 Hz	0000 0001	1	0 %
2 Hz	0000 0010	2	0 %
4 Hz	0000 0100	4	0 %
8 Hz	0000 1000	8	0 %
16 Hz	0001 0001	17	6.25 %
32 Hz	0010 0010	34	6.25 %
64 Hz	0100 0011	67	4.69 %
128 Hz	1000 0110	134	4.68 %
255 Hz	0000 1100	267	4.71 %



รูปที่ 8.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ที่วัดได้กับความถี่จริง

จะเห็นว่าเอาท์พุทที่ได้มีความเป็นเชิงเส้น ทำให้สามารถคำนวณค่าความเร็วลมได้อย่างถูกต้อง ตามสมการที่กล่าวไว้ในตอนต้น

8.5 การทดสอบโดยรวม

ทดสอบโดยการนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปวางไว้กลางแจ้ง ผลปรากฏว่า ม่านสามารถทำงานได้ โดยจะเคลื่อนที่มาบังแสงที่ส่องเข้ามา การทำงานในส่วนของโปรแกรมสามารถทำงานได้ ถ้าหากว่ามีการตั้งโปรแกรมที่เวลาเดียวกันจะให้ความสำคัญกับโปรแกรมอันดับต้นก่อน ในกรณีของลมกับฝนนั้น จะให้ความสำคัญกับลมเป็นอันดับแรก ถ้าหากว่ามีลมแรงเกินระดับที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำการสั่งให้ม่านม้วนขึ้น ส่วนฝนนั้นจะสั่งให้ม่านม่านเคลื่อนที่ลง ซึ่งจากการทดสอบถ้าฝนตกวงจรจะสามารถสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ลงได้ แต่ถ้าฝนหยุดตกจะต้องรอสักพักหนึ่งเพื่อให้ส่วนตรวจจับแห้งเสียก่อน และม่านจะเคลื่อนที่ขึ้นเมื่อมีสัญญาณมาทริกทุกๆ 10 นาที ม่านสามารถทำงานได้อย่างอิสระโดยไม่รบกวนการทำงานของม่านอื่น ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนโหมด หรือสั่งให้ม่านเคลื่อนที่ การตั้งเวลาสามารถทำได้ตลอด 24 ชั่วโมง และตั้งให้ทำงานทุกวันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9
สรุปและวิจารณ์

9.1 บทสรุป

การทำงานของม่านบังแดดอัตโนมัตินี้สามารถที่จะควบคุมให้ม่านเคลื่อนที่มาบังแสงได้ดีมากโดยการใช้เซ็นเซอร์เพียงสองตัวเท่านั้น อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นม่านไฟฟ้า เปิด-ปิดได้โดยไม่ต้องใช้แรงคน สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับม่านชนิดอื่นๆ ได้ ซึ่งจากการออกแบบจะสามารถควบคุมม่านได้ทีละ 8 ตัว ด้วยการประมวลผลที่พร้อมกัน และยังสามารถขยายพอร์ตออกไปได้อีกเพื่อควบคุมม่านได้มากขึ้น

การทำงานในส่วนอัตโนมัติจะควบคุมการเลื่อนม่านลงด้วยแสง แต่จะเลื่อนม่านขึ้นด้วยวิธีการทริกให้เลื่อนขึ้น การทริกจะทริกเมื่อมีการเปลี่ยนโหมด และเมื่อเวลาผ่านไปทุก 10 นาที

การโปรแกรมสามารถตั้งเวลาการทำงานของม่านทุกตัวได้ 24 ชั่วโมง ในหนึ่งสัปดาห์ โดยที่สามารถตั้งโปรแกรมได้ 3 โปรแกรม และจะให้ความสำคัญกับโปรแกรมที่ 1 มากกว่าโปรแกรมที่ 2 และมากกว่าโปรแกรมที่ 3 (สำหรับการโปรแกรมที่เวลาเดียวกัน ม่านเดียวกันแต่ คนละทิศทาง)

สัญญาณจากส่วนตรวจสอบลมนั้นจะมีความสำคัญที่สุดในโปรแกรม โดยถ้าได้รับสัญญาณจากส่วนตรวจสอบลมจะสั่งให้ม่านทุกตัวเคลื่อนที่ขึ้นเพื่อป้องกันความเสียหาย และในส่วนตรวจสอบลมนี้สามารถที่จะตรวจสอบความถี่ของพัลซ์ได้สูงสุด 255 Hz ซึ่งผลที่ได้จะเป็นรหัสฐานสอง มีค่าผิดพลาดจากความจริง 5% หรือด้วยเครื่องมือที่สร้างไว้ จะสามารถตรวจวัดความเร็วลมได้ตั้งแต่ 0 ถึง 144 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ส่วนตรวจสอบฝนนั้นจะทำงานเมื่อมีหยดน้ำฝนไหลผ่านลวดตัวนำ ทำให้เกิดการนำไฟฟ้าขึ้นสัญญาณที่ได้จะควบคุมให้ม่านเคลื่อนที่ลงเพื่อป้องกันฝนสาด

9.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

ปัญหาที่พบได้แก่

1. ในการติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจสอบเงานั้น ต้องวางเซ็นเซอร์ให้ห่างกันพอสมควรเนื่องจากแสงมีคุณสมบัติการหักเหและเลี้ยวเบน เพื่อให้สถานะของ LDR ที่ใช้เป็นเซ็นเซอร์มีความแตกต่างกัน จากการทดลองต้องวางให้ห่างกันมากกว่า 5 ซม. ทั้งนี้จะต้องคำนึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงโครงสร้างของม่านและการเคลื่อนที่ของม่านด้วย ถ้าม่านมีขนาดใหญ่ก็ควรวางให้ห่างจากกันมากหน่อย

2. วงจรตรวจสอบตำแหน่งม่านนั้นไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากถูกรบกวนจากแสงภายนอก วิธีแก้ไขสามารถทำได้โดยการใช้สวิตซ์ที่เป็นระบบแมคคานิกส์แทน
3. ส่วนแสดงผลค่าความเร็วลมมีค่าไม่เป็นศูนย์ถ้าตั้งดิพสวิตซ์ไว้ที่ความถี่ต่ำๆ เนื่องจากผลของการเปลี่ยนจาก Digital to Analog ด้วยวงจร Ladder ไม่สมบูรณ์ ไม่จำเป็นต้องแก้ไข เพราะไม่ได้ใช้งานที่ความถี่ต่ำมากๆ
4. ส่วนตรวจสอบฝนไม่สามารถตรวจสอบว่าฝนหยุดตกได้ในทันทีต้องรอให้อุปกรณ์แห้งเสียก่อน สามารถแก้ไขได้โดยเพิ่มส่วนฮีตเตอร์เพื่อทำให้น้ำระเหยเป็นไปอย่างรวดเร็ว

9.3 แนวทางการพัฒนา

สามารถที่จะพัฒนาต่อไปได้โดยการเปลี่ยนการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เป็นการควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งจะทำให้เห็นสถานะการทำงานของม่านได้ดีกว่าและออกแบบให้สามารถควบคุมม่านทุกตัวได้อย่างอิสระจากกันผ่านหน้าจอ ข้อดีที่จะพบในการใช้งานคอมพิวเตอร์ในการควบคุมก็คือ ความเร็วที่ดีกว่าและหน่วยความจำที่มีมาก ซึ่งมีความยืดหยุ่นกว่าการใช้งานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการใช้งานม่านปริมาณมากและมีความซับซ้อนในการโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1 ;FILENAME         CURTAIN.ASM
2 ;DESCRIPTION      PROGRAM FOR AUTOMATIC-CURTAIN
3 ;HARDWARE         SILA V3155 & STC & AUTO-CURTAIN
4 ;EDITOR           ULTRAEDIT-32 Version 6.00c
5 ;ASSEMBLER        SMA51
6 ;START-DATE       12 JANUARY 2000
7 ;SOFTWARE         MOD & POM
8 ;COMPANY          ELECTRONICS ENGINEERING KMIT'L
9
10 ;**********  INTERNAL RAM  **********
11          ORG     00H
12          DS      8
13 SYSSTK:  DS      24          ; SYSTEM STACK
14 SETP:    DS      8           ; OUTPUT CONTROL
15 SETP_:   DS      5           ; OUTPUT _CONTROL
16 DISBUF:  DS      12          ; DISPLAY BUFFER
17 TIMBUF:  DS      7           ; TIME KEEP MM HH YM
18 PROBUF:  DS      24          ; PROGRAM BUFFER
19
20 ;**********  PORT BIT  **********
21 RTCDAT   EQU     P1.0        ;SERIAL DATA DS1305
22 RTCCLK   EQU     P1.1        ;SERIAL CLK  DS1305
23 RTCRST   EQU     P1.2        ;SERIAL RST  DS1305
24 INKEY    EQU     P1.3        ;INPUT KEYBOARD
25 WINDIN   EQU     P1.4        ;WIND
26 RAININ   EQU     P1.5        ;RAIN
27
28 PORTA    EQU     8100H
29 PORTB    EQU     8101H
30 PORTC    EQU     8102H
31 PORTD    EQU     8000H
32 PORTE    EQU     8001H
33 PORTF    EQU     8002H
34 CWORD1   EQU     8103H
35 CWORD2   EQU     8003H
36
37 COL1     EQU     00000000B
38 COL2     EQU     00000001B
39 COL3     EQU     00000010B
40 COL4     EQU     00000011B
41 COL5     EQU     00000100B
42 COL6     EQU     00000101B
43 COL7     EQU     00000110B
44 COL8     EQU     00000111B
45 COL9     EQU     00001000B
46
47 MINTRIG  EQU     0AH
48
49
50
51          ORG     0000H
52          MOV     SP,#SYSSTK
53
54          MOV     DPTR,#CWORD1
55          MOV     A,#8AH
56          MOVX    @DPTR,A
57          MOV     DPTR,#CWORD2
58          MOV     A,#89H
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
59          MOVX    @DPTR,A
60
61          LCALL   SET_UP
62          LCALL   ATFIRST
63          LCALL   PROLOAD
64          MOV     TIMBUF+5,#MINTRIG
65 MAIN:    LCALL   TIMERD          ; READ RTC -> TIMBUF
66          LCALL   CHANGE          ; TIMBUF -> DISBUF 7 SEGM
67          LCALL   BRINK           ; RT IS ONLY COUNTER
68          LCALL   DISPLAY         ; DISBUF -> SHOW
69          LCALL   TCHECK          ; GOTO TO TIME CHECK
70          LCALL   AUTO
71
72          MOV     R6,#00H
73 SCANKEY:MOV      DPTR,#PORTC
74          MOV     A,R6
75          MOVX    @DPTR,A
76          NOP
77          NOP
78          NOP
79          NOP
80          NOP
81          JNB     INKEY,SCAN1
82          INC     R6
83          CJNE    R6,#08H,SCANKEY
84          MOV     DISBUF+6,#0FFH
85          SJMP    MAIN
86
87 SCAN1:   MOV     A,R6
88          CJNE    A,DISBUF+6,SCAN2
89          LJMP    MAIN
90
91 SCAN2:   MOV     DISBUF+6,R6
92          LCALL   DO_IT
93          LJMP    MAIN
94
95 ;*********** SET UP ***********
96 SET_UP:  MOV     DPTR,#PORTD
97          MOV     A,#0FFH
98          MOVX    @DPTR,A
99          MOV     DPTR,#PORTE
100         MOV     A,#00H
101         MOVX    @DPTR,A
102         MOV     DPTR,#PORTF
103         MOVX    A,@DPTR
104         ANL     A,#03H
105         CJNE    A,#03H,SET_UP
106
107         MOV     SETP,#00H
108         MOV     SETP+1,#00H
109         MOV     SETP+3,#00H
110         MOV     DPTR,#PORTD
111         MOV     A,SETP
112         MOVX    @DPTR,A
113         MOV     DPTR,#PORTE
114         MOV     A,SETP+1
115         MOVX    @DPTR,A
116         RET
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
117
118 ;********** TITLE *********
119 TTSHOW: DJNZ    R5,TTEND
120        DJNZ    R6,TTEND
121        MOV     R5,#0FFH
122
123        DEC     R7
124        MOV     R6,#0FFH
125 TTEND:  RET
126
127 ;********** CURTAIN AUTO CONTROL **********
128 AUTO:   LCALL   CONTROL
129        LCALL   N_PORTD
130        LCALL   N_PORTE
131        LCALL   N_FMEM
132        MOV     SETP,SETP+5
133        MOV     SETP+1,SETP+6
134        MOV     SETP+3,SETP+7
135        LCALL   TRIG
136        LCALL   CAL_DEF
137        LCALL   RAIN
138        LCALL   WIND
139        MOV     DPTR,#PORTD
140        MOV     A,SETP
141        MOVX    @DPTR,A
142        MOV     DPTR,#PORTE
143        MOV     A,SETP+1
144        MOVX    @DPTR,A
145        RET
146
147 ;*********** PROGRAM SUBROUTINE ***********
148 CAL_DEF:MOV    A,DISBUF+9
149        CPL     A
150        MOV     R0,A
151        ANL     A,DISBUF+10
152        CPL     A
153        ANL     A,R0
154        MOV     R0,A
155        ANL     A,SETP
156        MOV     R1,A
157        MOV     A,DISBUF+10
158        CPL     A
159        ANL     A,DISBUF+9
160        MOV     R2,A
161        MOV     A,SETP+1
162        CPL     A
163        ANL     A,SETP
164        ANL     A,DISBUF+9
165        ANL     A,DISBUF+10
166        ORL     A,R1
167        ORL     A,R2
168        MOV     SETP,A
169
170        MOV     A,R0
171        ANL     A,SETP+1
172        MOV     R1,A
173        MOV     A,DISBUF+9
174        CPL
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
175             ANL     A,DISBUF+10
176             MOV     R2,A
177             MOV     A,SETP
178             CPL     A
179             ANL     A,SETP+1
180             ANL     A,DISBUF+9
181             ANL     A,DISBUF+10
182             ORL     A,R1
183             ORL     A,R2
184             MOV     SETP+1,A
185
186             MOV     A,R0
187             ANL     A,SETP+3
188             MOV     SETP+3,A
189             RET
190
191 ;*********** FOR CURTAIN ***********
192 TRIG:       MOV     A,TIMBUF+2
193             CJNE    A,TIMBUF+6,TG
194 TGG:        MOV     A,TIMBUF+5
195             CJNE    A,#00H,TGEND
196             MOV     A,SETP
197             ANL     A,SETP+1
198             MOV     SETP+1,A
199             MOV     SETP,#0FFH
200             MOV     TIMBUF+5,#MINTRIG
201 TGEND:      RET
202
203 TG:         MOV     TIMBUF+6,TIMBUF+2
204             DEC     TIMBUF+5
205             SJMP    TGG
206
207 ;*********** FOR WIND ***********
208 WIND:       JNB     WININ,WI_
209             MOV     SETP,#0FFH
210             MOV     SETP+1,#00H
211             MOV     SETP+3,#00H
212 WI_:        RET
213
214 ;*********** FOR RAIN ***********
215 RAIN:       JNB     RAININ,RA_
216             MOV     SETP,#00H
217             MOV     SETP+1,#0FFH
218             MOV     SETP+3,#00H
219 RA_:        RET
220
221 ;*********** FOR CONTROL SCENE ***********
222 CONTROL:    MOV     DPTR,#PORTF
223             MOVX    A,@DPTR
224             MOV     SETP+2,A
225             MOV     DPTR,#PORTB
226             MOVX    A,@DPTR
227             MOV     SETP+4,A
228
229             MOV     A,SETP
230             CPL     A
231             MOV     SETP_,A
232             MOV     A,SETP+1
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
233          CPL     A
234          MOV     SETP_+1,A
235          MOV     A,SETP+2
236          CPL     A
237          MOV     SETP_+2,A
238          MOV     A,SETP+3
239          CPL     A
240          MOV     SETP_+3,A
241          MOV     A,SETP+4
242          CPL     A
243          MOV     SETP_+4,A
244          RET
245
246
247 N_PORTD:MOV     A,SETP
248          ANL     A,SETP+1
249          MOV     R0,A
250
251          MOV     A,SETP
252          ANL     A,SETP_+4
253          ANL     A,SETP_+2
254          MOV     R1,A
255
256          MOV     A,SETP_+1
257          ANL     A,SETP_+2
258          ANL     A,SETP_
259          ANL     A,SETP+3
260
261          ORL     A,R1
262          ORL     A,R0
263          MOV     SETP+5,A
264          RET
265
266
267 N_PORTE:MOV     A,SETP_+3
268          ANL     A,SETP+1
269          ANL     A,SETP
270          MOV     R0,A
271
272          MOV     A,SETP_+3
273          ANL     A,SETP_+2
274          ANL     A,SETP+4
275          MOV     R1,A
276
277          MOV     A,SETP+4
278          ANL     A,SETP_+1
279          ANL     A,SETP
280          MOV     R2,A
281
282          MOV     A,SETP+2
283          ANL     A,SETP+1
284          ANL     A,SETP
285          MOV     R3,A
286
287          MOV     A,SETP_
288          ANL     A,SETP_+2
289          ANL     A,SETP+4
290          MOV     R4,A
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
291
292          MOV      A,SETP+3
293          ANL      A,SETP_+2
294          ANL      A,SETP_+1
295          ANL      A,SETP_
296
297          ORL      A,R4
298          ORL      A,R3
299          ORL      A,R2
300          ORL      A,R1
301          ORL      A,R0
302          MOV      SETP+6,A
303          RET
304
305
306N_FMEM:     MOV      A,SETP+2
307          ANL      A,SETP+1
308          ANL      A,SETP
309          MOV      R0,A
310
311          MOV      A,SETP+2
312          ANL      A,SETP_+1
313          ANL      A,SETP_
314
315          ORL      A,R0
316          MOV      SETP+7,A
317          RET
318
319
320ATFIRST:MOV      R5,#08H
321          MOV      R6,#00H
322ATF1:       MOV      B,#01H
323ATF2:       MOV      R7,#COL1
324ATF3:       MOV      DPTR,#PORTC
325          MOV      A,R7
326          MOVX     @DPTR,A
327          LCALL    ATF4
328          INC      R7
329          MOV      A,R7
330          CJNE     A,#04H,ATF3
331          MOV      DPTR,#PORTC
332          MOV      A,#COL5
333          MOVX     @DPTR,A
334          LCALL    ATF5
335          LCALL    DELAY1
336          MOV      A,B
337          RL       A
338          MOV      B,A
339          CJNE     A,#40H,ATF2
340          INC      R6
341          MOV      A,R6
342          CJNE     A,#03H,ATF1
343
344          MOV      R6,#00H
345ATF6:       MOV      R7,#COL1
346ATF7:       MOV      DPTR,#PORTC
347          MOV      A,R7
348          MOVX     @DPTR,A
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
349          MOV     B,#40H
350          MOV     DPTR,#PORTA
351          MOV     A,B
352          MOVX    @DPTR,A
353          MOV     R1,#0F0H
354 DLL1:    DJNZ    R1,DLL1
355          MOV     DPTR,#PORTA
356          MOV     A,#00H
357          MOVX    @DPTR,A
358          INC     R7
359          MOV     A,R7
360          CJNE    A,#04H,ATF7
361          INC     R6
362          MOV     A,R6
363          CJNE    A,#0FFH,ATF6
364          RET
365
366 ATF4:    MOV     DPTR,#PORTA
367          MOV     A,B
368          MOVX    @DPTR,A
369          MOV     R0,#50H
370 DL1:     MOV     R1,#30H
371 DL2:     DJNZ    R1,DL2
372          DJNZ    R0,DL1
373          RET
374
375 ATF5:    CJNE    R5,#08H,C1
376          LCALL   AT
377          MOV     R5,#14H
378          RET
379
380 C1:      CJNE    R5,#14H,C2
381          LCALL   AT
382          MOV     R5,#22H
383          RET
384
385 C2:      CJNE    R5,#22H,C3
386          LCALL   AT
387          MOV     R5,#41H
388          RET
389
390 C3:      CJNE    R5,#41H,RETN
391          LCALL   AT
392          MOV     R5,#08H
393 RETN:    RET
394
395 AT:      MOV     DPTR,#PORTA
396          MOV     A,R5
397          MOVX    @DPTR,A
398          MOV     R0,#90H
399 DL3:     MOV     R1,#50H
400 DL4:     DJNZ    R1,DL4
401          DJNZ    R0,DL3
402          RET
403
404 DELAY1:  MOV     R0,#10H
405 DEL3:    MOV     R1,#10H
406 DEL4:    DJNZ    R1,DEL4
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
407             DJNZ    R0,DEL3
408             MOV     DPTR,#PORTA     ; CLEAR PORTA
409             MOV     A,#00H
410             MOVX    @DPTR,A
411             RET
412
413 ;**********  LINE SHOW  **********
414 LINE_P:     MOV     R7,#9FH
415             MOV     DISBUF,#00H
416             MOV     DISBUF+5,#00H
417 LINEP_:     MOV     DISBUF+4,#73H
418             MOV     DISBUF+3,#50H
419             MOV     DISBUF+2,#5CH
420             MOV     DISBUF+1,#6FH
421             CALL    DISPLAY
422             DJNZ    R7,LINEP_
423             RET
424
425 LINE_D:     MOV     R7,#3FH
426             MOV     DISBUF,#00H
427 LINED_:     MOV     DISBUF+4,#40H
428             MOV     DISBUF+3,#40H
429             MOV     DISBUF+2,#40H
430             MOV     DISBUF+1,#40H
431             CALL    DISPLAY
432             DJNZ    R7,LINED_
433             RET
434
435 LINE_U:     MOV     R7,#8FH
436             MOV     DISBUF,#00H
437 LINEU_:     MOV     DISBUF+4,#3EH
438             MOV     DISBUF+3,#54H
439             MOV     DISBUF+2,#78H
440             MOV     DISBUF+1,#38H
441             CALL    DISPLAY
442             DJNZ    R7,LINEU_
443             RET
444
445 ;**********  TEST CHECK  **********
446 TCHECK:     MOV     DISBUF+7,#00H   ; CLEAR
447             MOV     DISBUF+8,#00H
448             MOV     DISBUF+9,#00H
449             MOV     DISBUF+10,#00H
450
451             ;
452             MOV     R5,PROBUF
453             MOV     R4,PROBUF+1
454             MOV     R3,PROBUF+2
455             MOV     R1,PROBUF+3
456             MOV     R0,PROBUF+4
457             CALL    TCHK
458             MOV     A,#01H
459             ANL     A,R6
460             ORL     A,DISBUF+7
461             MOV     DISBUF+7,A
462             MOV     A,PROBUF+5
463             ANL     A,R6
464             ORL     A,DISBUF+9
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
465         MOV     DISBUF+9,A
466         MOV     A,PROBUF+6          ; DOWN PRO
467         ANL     A,R6
468         ORL     A,DISBUF+10
469         MOV     DISBUF+10,A
470         MOV     A,PROBUF+5          ; LED CURTAIN
471         ORL     A,PROBUF+6
472         ANL     A,R6
473         ORL     A,DISBUF+8
474         MOV     DISBUF+8,A
475     ;++++++++++++++++++++++++++++    PROGRESS
476         MOV     R5,PROBUF+8
477         MOV     R4,PROBUF+9
478         MOV     R3,PROBUF+10
479         MOV     R1,PROBUF+11
480         MOV     R0,PROBUF+12
481         CALL    TCHK
482         MOV     A,#02H
483         ANL     A,R6
484         ORL     A,DISBUF+7
485         MOV     DISBUF+7,A
486         MOV     A,DISBUF+8
487         CPL     A
488         ANL     A,R6
489         MOV     R6,A
490         MOV     A,PROBUF+13
491         ANL     A,R6
492         ORL     A,DISBUF+9
493         MOV     DISBUF+9,A
494         MOV     A,PROBUF+14
495         ANL     A,R6
496         ORL     A,DISBUF+10
497         MOV     DISBUF+10,A
498         MOV     A,PROBUF+13
499         ORL     A,PROBUF+14
500         ANL     A,R6
501         ORL     A,DISBUF+8
502         MOV     DISBUF+8,A
503     ;++++++++++++++++++++++++++++
504         MOV     R5,PROBUF+16
505         MOV     R4,PROBUF+17
506         MOV     R3,PROBUF+18
507         MOV     R1,PROBUF+19
508         MOV     R0,PROBUF+20
509         CALL    TCHK
510         MOV     A,#04H
511         ANL     A,R6
512         ORL     A,DISBUF+7
513         MOV     DISBUF+7,A
514         MOV     A,DISBUF+8
515         CPL     A
516         ANL     A,R6
517         MOV     R6,A
518         MOV     A,PROBUF+21
519         ANL     A,R6
520         ORL     A,DISBUF+9
521         MOV     DISBUF+9,A
522         MOV     A,PROBUF+22
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
523             ANL     A,R6
524             ORL     A,DISBUF+10
525             MOV     DISBUF+10,A
526             MOV     A,PROBUF+21     ; LED CURTAIN
527             ORL     A,PROBUF+22
528             ANL     A,R6
529             ORL     A,DISBUF+8
530             MOV     DISBUF+8,A
531     ;***************************
532
533             CALL    PROBLK
534             LCALL   PRODISP
535             RET
536
537     ;*********** PROGRAM BLINK ***********
538 PROBLK:     MOV     A,DISBUF+11
539             MOV     DISBUF+11,R7
540             MOV     R7,A
541             CJNE    A,#70H,PBLK1
542             MOV     R7,#90H         ; SET TIME
543 PBLK1:      MOV     A,R7
544             ANL     A,#80H
545             CJNE    A,#80H,PBLK2
546             ANL     DISBUF+7,#0FFH
547             ANL     DISBUF+8,#0FFH
548             SJMP    PBLEND
549 PBLK2:      CJNE    A,#00H,PBLEND
550             ANL     DISBUF+7,#00H
551             ANL     DISBUF+8,#00H
552 PBLEND:     DEC     R7
553             MOV     A,DISBUF+11
554             MOV     DISBUF+11,R7
555             MOV     R7,A
556             RET
557
558     ;*********** CHECK TIME ***********
559 TCHK:       MOV     R6,#00H
560             MOV     A,R0
561             ADD     A,R1
562             CJNE    A,#00H,TCH_
563             RET
564
565 TCH_:       CALL    LASTDAY
566
567             CLR     C
568             MOV     A,R2
569             SUBB    A,R5
570 WORK:       CJNE    A,#00H,OVDAY
571             MOV     A,TIMBUF+1
572             SUBB    A,R4
573             JNC     W1
574             RET
575 W1:         CJNE    A,#00H,W2
576             MOV     A,TIMBUF+2
577             SUBB    A,R3
578             JNC     W2
579             RET
580 W2:         MOV     A,R5
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
581             CJNE    A,#08H,W2_
582             SJMP    W3
583 W2_:        MOV     A,TIMBUF
584             CJNE    A,05H,TCHEND
585 W3:         MOV     A,R1
586             SUBB    A,TIMBUF+1
587             JNC     W4
588             RET
589 W4:         CJNE    A,#00H,W5
590             MOV     A,R0
591             SUBB    A,TIMBUF+2
592             JNC     W5
593             RET
594
595 [illegible]:CJNE    A,#01H,TCHEND
596             MOV     A,TIMBUF+1
597             SUBB    A,R4
598             JNC     W6
599             MOV     A,R5
600             CJNE    A,#08H,W5_
601             SJMP    W3
602 W5_:        CLR     C
603             MOV     A,TIMBUF
604             SUBB    A,R5
605             CJNE    A,#01H,TCHEND
606             SJMP    W3
607 W6:         CJNE    A,#00H,W7
608             MOV     A,TIMBUF+2
609             SUBB    A,R3
610             JNC     W7
611             RET
612 W7:         MOV     A,R5
613             CJNE    A,#08H,W7_
614             SJMP    W5
615 W7_:        MOV     A,TIMBUF
616             CJNE    A,05H,TCHEND
617
618 W8:         MOV     R6,#0FFH
619 TCHEND:     RET
620
621
622 LASTDAY:    MOV     A,R0
623             ADD     A,R3
624             DA      A
625             MOV     R0,A
626             MOV     A,R1
627             ADD     A,R4
628             DA      A
629             MOV     R1,A
630             MOV     R2,05H
631
632             MOV     A,R0
633             CJNE    A,#60H,TCH0
634             MOV     R0,#00H
635             SJMP    TCH0_
636 TCH0:       JC      TCH
637             MOV     A,R0
638             SUBB    A,#60H
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
639             DA      A
640             MOV     R0,A
641 TCH0_:      MOV     A,R1
642             ADD     A,#01H
643             DA      A
644             MOV     R1,A
645 TCH:        MOV     A,R1
646             CJNE    A,#24H,TCH1
647             MOV     R1,#00H
648             SJMP    TCH1_
649 TCH1:       JC      TCH2
650             MOV     A,R1
651             SUBB    A,#24H
652             DA      A
653             MOV     R1,A
654 TCH1_:      INC     R2
655 TCH2:       RET
656
657
658 DO_IT:      CJNE    R6,#COL1,DO_1
659             MOV     A,TIMBUF
660             INC     A
661             CJNE    A,#08H,JD
662             MOV     A,#01H
663 JD:         MOV     TIMBUF,A
664             LCALL   TIMEWR
665             RET
666
667 DO_1:       CJNE    R6,#COL2,DO_2
668             MOV     A,TIMBUF+1
669             ADD     A,#01H
670             DA      A
671             CJNE    A,#24H,JH
672             MOV     A,#00H
673 JH:         MOV     TIMBUF+1,A
674             LCALL   TIMEWR
675             RET
676
677 DO_2:       CJNE    R6,#COL3,DO_PROG
678             MOV     A,TIMBUF+2
679             ADD     A,#01H
680             DA      A
681             CJNE    A,#60H,JM
682             MOV     A,#00H
683 JM:         MOV     TIMBUF+2,A
684             LCALL   TIMEWR
685             RET
686
687 DO_PROG:CJNE   R6,#COL7,DO_RES
688             CALL    LINE_P
689             SJMP    PROGRAM
690
691 DO_RES:    CJNE    R6,#COL8,RETURN1
692             LCALL   RESETT
693             LCALL   PROLOAD
694 RETURN1:RET
695
696
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
697 PROGRAM:MOV     R7,#05H
698         MOV     DISBUF+5,#00H
699         MOV     DISBUF+7,#01H
700         MOV     DISBUF+8,#00H
701         CALL    PROCHG
702
703 PROMAIN:LCALL   SECRD
704         MOV     A,TIMBUF+3
705         CJNE    A,TIMBUF+4,PDL
706         CJNE    R7,#00H,START
707         LCALL   PROKEEP
708         CALL    LINE_D
709         RET
710 PDL:    MOV     TIMBUF+4,A
711         DEC     R7
712         SJMP    PROMAIN
713
714 START:   CALL    CHANGE
715         CALL    DISPLAY
716         CALL    PRODISP
717
718         MOV     R6,#00H
719 SCANKY:  MOV     DPTR,#PORTC
720         MOV     A,R6
721         MOVX    @DPTR,A
722         NOP
723         NOP
724         NOP
725         NOP
726         NOP
727         JNB     INKEY,SCANP1
728         INC     R6
729         CJNE    R6,#08H,SCANKY
730         MOV     DISBUF+6,#0FFH
731
732         SJMP    PROMAIN
733
734 SCANP1:  MOV     A,R6
735         CJNE    A,DISBUF+6,SCANP2
736         SJMP    PROMAIN
737
738 SCANP2:  MOV     DISBUF+6,R6
739         MOV     R7,#05H
740         LCALL   PROSET
741         SJMP    PROMAIN
742
743
744 PROSET:  CJNE    R6,#COL1,PRO_1
745         MOV     A,TIMBUF
746         INC     A
747         CJNE    A,#09H,PD
748         MOV     A,#01H
749 PD:      MOV     TIMBUF,A
750         CALL    PROKEP
751         RET
752 PRO_1:   CJNE    R6,#COL2,PRO_2
753         MOV     A,TIMBUF+1
754         ADD     A,#01H
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
755             DA      A
756             CJNE    A,#24H,PH
757             MOV     A,#00H
758 PH:         MOV     TIMBUF+1,A
759             CALL    PROKEP
760             RET
761 PRO_2:      CJNE    R6,#COL3,PRO_3
762             MOV     A,TIMBUF+2
763             ADD     A,#01H
764             DA      A
765             CJNE    A,#60H,PM
766             MOV     A,#00H
767 PM:         MOV     TIMBUF+2,A
768             CALL    PROKEP
769             RET
770 PRO_3:      CJNE    R6,#COL4,PRO_4
771             MOV     A,DISBUF+8
772             CJNE    A,#00H,O3_1
773             SETB    C
774 O3_1:       RLC     A
775             CJNE    A,#00H,O3_2
776             MOV     A,#01H
777 O3_2:       MOV     DISBUF+8,A
778             RET
779 PRO_4:      CJNE    R6,#COL5,PRO_5
780             MOV     R0,DISBUF+9
781             MOV     R1,DISBUF+10
782             MOV     A,DISBUF+8
783             CPL     A
784             ANL     DISBUF+9,A
785             ANL     DISBUF+10,A
786             MOV     A,R0
787             CPL     A
788             ANL     A,DISBUF+8
789             ORL     A,DISBUF+9
790             MOV     DISBUF+9,A
791             MOV     A,R1
792             XRL     A,R0
793             ANL     A,DISBUF+8
794             ORL     A,DISBUF+10
795             MOV     DISBUF+10,A
796             CALL    PROKEP
797             RET
798 PRO_5:      CJNE    R6,#COL6,PRO_6
799             LCALL   LINE_U
800             LJMP    UNTPRO
801
802 PRO_6:      CJNE    R6,#COL7,PRO_7
803             MOV     A,DISBUF+7
804             RL      A
805             CJNE    A,#08H,PKEEP
806             MOV     A,#01H
807 PKEEP:      MOV     DISBUF+7,A
808             CALL    PROCHG
809             MOV     DISBUF+8,#00H
810             RET
811 PRO_7:      CJNE    R6,#COL8,PROEND
812             MOV     R7,#00H
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
813 PROEND: RET
814
815 ;*****  PRO KEEP TIME **********
816 PROKEP: MOV     A,DISBUF+7        ; KEEP PROGRAM TIME <- TIMBUF
817         CJNE    A,#01H,PKEP1
818         MOV     PROBUF,TIMBUF
819         MOV     PROBUF+1,TIMBUF+1
820         MOV     PROBUF+2,TIMBUF+2
821         MOV     PROBUF+5,DISBUF+9
822         MOV     PROBUF+6,DISBUF+10
823         RET
824 PKEP1:  CJNE    A,#02H,PKEP2
825         MOV     PROBUF+8,TIMBUF
826         MOV     PROBUF+9,TIMBUF+1
827         MOV     PROBUF+10,TIMBUF+2
828         MOV     PROBUF+13,DISBUF+9
829         MOV     PROBUF+14,DISBUF+10
830         RET
831 PKEP2:  CJNE    A,#04H,PKEPEND
832         MOV     PROBUF+16,TIMBUF
833         MOV     PROBUF+17,TIMBUF+1
834         MOV     PROBUF+18,TIMBUF+2
835         MOV     PROBUF+21,DISBUF+9
836         MOV     PROBUF+22,DISBUF+10
837 PKEPEND:RET
838
839 ;*****  PRO CHANGE **********
840 PROCHG: MOV     A,DISBUF+7
841         CJNE    A,#01H,PCHG1
842         MOV     TIMBUF,PROBUF
843         MOV     TIMBUF+1,PROBUF+1
844         MOV     TIMBUF+2,PROBUF+2
845         MOV     DISBUF+9,PROBUF+5
846         MOV     DISBUF+10,PROBUF+6
847         RET
848 PCHG1:  CJNE    A,#02H,PCHG2
849         MOV     TIMBUF,PROBUF+8
850         MOV     TIMBUF+1,PROBUF+9
851         MOV     TIMBUF+2,PROBUF+10
852         MOV     DISBUF+9,PROBUF+13
853         MOV     DISBUF+10,PROBUF+14
854         RET
855 PCHG2:  CJNE    A,#04H,PCHGEND
856         MOV     TIMBUF,PROBUF+16
857         MOV     TIMBUF+1,PROBUF+17
858         MOV     TIMBUF+2,PROBUF+18
859         MOV     DISBUF+9,PROBUF+21
860         MOV     DISBUF+10,PROBUF+22
861 PCHGEND:RET
862
863
864 UNTPRO: MOV     R7,#05H
865         MOV     DISBUF+5,#80H
866         MOV     DISBUF+8,#00H
867         MOV     TIMBUF,#00H
868         CALL    UTLCHG
869
870 UNTMAIN:LCALL   SECRD
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
871             MOV     A,TIMBUF+3
872             CJNE    A,TIMBUF+4,UDL
873             CJNE    R7,#00H,USTART
874             CALL    UTLKEP
875             MOV     DISBUF+5,#00H
876             CALL    PROCHG
877             LCALL   LINE_P
878             MOV     R7,#05H
879             RET
880 UDL:       MOV     TIMBUF+4,A
881             DEC     R7
882             SJMP    UNTMAIN
883
884 USTART:    CALL    CHANGE
885             CALL    DISPLAY
886             CALL    PRODISP
887
888             MOV     R6,#00H
889 USCANKY:   MOV     DPTR,#PORTC
890             MOV     A,R6
891             MOVX    @DPTR,
892             NOP
893             NOP
894             NOP
895             NOP
896             NOP
897             JNB     INKEY,USCANP1
898             INC     R6
899             CJNE    R6,#08H,USCANKY
900             MOV     DISBUF+6,#0FFH
901
902             SJMP    UNTMAIN
903
904 USCANP1:    MOV     A,R6
905             CJNE    A,DISBUF+6,USCANP2
906             SJMP    UNTMAIN
907
908 USCANP2:    MOV     DISBUF+6,R6
909             MOV     R7,#05H
910             LCALL   UNTSET
911             SJMP    UNTMAIN
912
913
914 UNTSET:     CJNE    R6,#COL2,UST_1
915             MOV     A,TIMBUF+1
916             ADD     A,#01H
917             DA      A
918             CJNE    A,#24H,UPH
919             MOV     A,#00H
920 UPH:       MOV     TIMBUF+1,A
921             RET
922 UST_1:     CJNE    R6,#COL3,UST_2
923             MOV     A,TIMBUF+2
924             ADD     A,#01H
925             DA      A
926             CJNE    A,#60H,UPM
927             MOV     A,#00H
928 UPM:       MOV     TIMBUF+2,A
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
929             RET
930 UST_2:      CJNE    R6,#COL6,UST_END
931             MOV     R7,#00H             ; END UNTIL TIME
932 UST_END:    RET
933
934 ;*****  CHECK HOUR TIME  **********
935 UTLKEP:     MOV     A,DISBUF+7          ; HOUR UNTIL TIME <- TIMBUF
936             CJNE    A,#01H,UKEP1
937             MOV     PROBUF+3,TIMBUF+1
938             MOV     PROBUF+4,TIMBUF+2
939             RET
940 UKEP1:      CJNE    A,#02H,UKEP2
941             MOV     PROBUF+11,TIMBUF+1
942             MOV     PROBUF+12,TIMBUF+2
943             RET
944 UKEP2:      CJNE    A,#04H,UKEPEND
945             MOV     PROBUF+19,TIMBUF+1
946             MOV     PROBUF+20,TIMBUF+2
947 UKEPEND:    RET
948
949 ;*****  CHECK HOUR UNTIL  **********
950 UTLCHG:     MOV     A,DISBUF+7          ; HOUR UNTIL TIME <- TIMBUF
951             CJNE    A,#01H,UCHG1
952             MOV     TIMBUF+1,PROBUF+3
953             MOV     TIMBUF+2,PROBUF+4
954             RET
955 UCHG1:      CJNE    A,#02H,UCHG2
956             MOV     TIMBUF+1,PROBUF+11
957             MOV     TIMBUF+2,PROBUF+12
958             RET
959 UCHG2:      CJNE    A,#04H,UCHGEND
960             MOV     TIMBUF+1,PROBUF+19
961             MOV     TIMBUF+2,PROBUF+20
962 UCHGEND:    RET
963
964 ;*****  DISPLAY  **********
965 DISPLAY:    MOV     R2,DISBUF
966             MOV     R3,#COL5
967             CALL    DIS
968             MOV     R2,DISBUF+1
969             MOV     R3,#COL4
970             CALL    DIS
971             MOV     R2,DISBUF+2
972             MOV     R3,#COL3
973             CALL    DIS
974             MOV     R2,DISBUF+3
975             MOV     R3,#COL2
976             CALL    DIS
977             MOV     R2,DISBUF+4
978             MOV     R3,#COL1
979             CALL    DIS
980             MOV     R2,DISBUF+5
981             MOV     R3,#COL5
982             CALL    DIS
983             RET
984
985 PRODISP:    MOV     R2,DISBUF+7
986             MOV     R3,#COL9
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 987          CALL    DIS
 988          MOV     R2,DISBUF+8
 989          MOV     R3,#COL6
 990          CALL    DIS
 991          MOV     R2,DISBUF+9
 992          MOV     R3,#COL7
 993          CALL    DIS
 994          MOV     R2,DISBUF+10
 995          MOV     R3,#COL8
 996          CALL    DIS
 997          RET
 998
 999 DIS:     MOV     DPTR,#PORTA
1000          MOV     A,R2
1001          MOVX    @DPTR,A
1002          MOV     DPTR,#PORTC
1003          MOV     A,R3
1004          MOVX    @DPTR,A
1005 DELAY:   MOV     R0,#20H
1006 DEL1:    MOV     R1,#0FH
1007 DEL2:    DJNZ    R1,DEL2
1008          DJNZ    R0,DEL1
1009          MOV     DPTR,#PORTA
1010          MOV     A,#00H
1011          MOVX    @DPTR,A
1012          RET
1013
1014
1015 BRINK:   MOV     A,TIMBUF+3
1016          CJNE    A,TIMBUF+4,BK1
1017          DJNZ    R7,RETURN
1018          MOV     DISBUF+5,#00H
1019 RETURN:  RET
1020
1021 BK1:     MOV     TIMBUF+4,A
1022          MOV     R7,#20H
1023          MOV     DISBUF+5,#80H
1024          RET
1025
1026
1027 CHANGE:  MOV     DPTR,#DISP
1028          MOV     A,TIMBUF
1029          ANL     A,#0FH
1030          MOVC    A,@A+DPTR
1031          MOV     DISBUF,A
1032
1033          MOV     DPTR,#DISP1
1034          MOV     A,TIMBUF+2
1035          ANL     A,#0FH
1036          MOVC    A,@A+DPTR
1037          MOV     DISBUF+1,A
1038          MOV     A,TIMBUF+2
1039          ANL     A,#0F0H
1040          SWAP    A
1041          MOVC    A,@A+DPTR
1042          MOV     DISBUF+2,A
1043
1044          MOV     A,TIMBUF+1
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1045            ANL     A,#0FH
1046            MOVC    A,@A+DPTR
1047            MOV     DISBUF+3,A
1048            MOV     A,TIMBUF+1
1049            ANL     A,#0F0H
1050            SWAP    A
1051            MOVC    A,@A+DPTR
1052            MOV     DISBUF+4,A
1053            RET
1054
1055 DISP:      DB      00H,01H,02H,04H,08H,10H,20H,40H,7FH
1056 DISP1:     DB      3FH,06H,5BH,4FH,66H,6DH,7DH,07H,7FH,6FH
1057
1058 ;
1059 ;
1060 ;
1061 ;
1062 ;
1063 ;
1064 ;
1065 ;
1066 ;
1067 ;
1068
1069
1070 RTCRD:    CLR     RTCCLK
1071            CALL    RTCDL
1072            SETB    RTCRST
1073            CALL    RTCDL
1074            MOV     A,R2
1075            CALL    RTCWRC
1076            MOV     R4,#8
1077            CLR     A
1078 RTCRD1:   CLR     RTCCLK
1079            CALL    RTCDL
1080            MOV     C,RTCDAT
1081            RRC     A
1082            SETB    RTCCLK
1083            CALL    RTCDL
1084            DJNZ    R4,RTCRD1
1085            MOV     R3,A
1086            CLR     RTCRST
1087            CALL    RTCDL
1088            RET
1089
1090 ;
1091 RTCWR:    CLR     RTCCLK
1092            CALL    RTCDL
1093            SETB    RTCRST
1094            CALL    RTCDL
1095            MOV     A,R2
1096            CALL    RTCWRC
1097            MOV     A,R3
1098            CALL    RTCWRC
1099            CLR     RTCRST
1100            CALL    RTCDL
1101            RET
1102
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1103 RTCWRC: MOV     R4,#8
1104 RTCWRC1:RRC     A
1105         MOV     RTCDAT,C
1106         SETB    RTCCLK
1107         CALL    RTCDL
1108         CLR     RTCCLK
1109         CALL    RTCDL
1110         DJNZ    R4,RTCWRC1
1111         RET
1112
1113 RTCDL:  MOV     R5,#4
1114         DJNZ    R5,$
1115         RET
1116
1117
1118 TIMERD: MOV     R2,#8BH
1119         CALL    RTCRD
1120         MOV     TIMBUF,R3
1121         MOV     R2,#85H
1122         CALL    RTCRD
1123         MOV     TIMBUF+1,R3
1124         MOV     R2,#83H
1125         CALL    RTCRD
1126         MOV     TIMBUF+2,R3
1127 SECRD:  MOV     R2,#81H
1128         CALL    RTCRD
1129         MOV     TIMBUF+3,R3
1130         RET
1131
1132
1133 TIMEWR: MOV     R2,#8EH
1134         MOV     R3,#0
1135         CALL    RTCWR
1136         MOV     R2,#8AH
1137         MOV     R3,TIMBUF
1138         CALL    RTCWR
1139         MOV     R2,#84H
1140         MOV     R3,TIMBUF+1
1141         CALL    RTCWR
1142         MOV     R2,#82H
1143         MOV     R3,TIMBUF+2
1144         CALL    RTCWR
1145         MOV     R2,#80H
1146         MOV     R3,TIMBUF+3
1147         CALL    RTCWR
1148         MOV     R2,#8EH
1149         MOV     R3,#80H
1150         CALL    RTCWR
1151         RET
1152
1153
1154
1155
1156 PROLOAD:MOV     R7,#0C1H
1157         MOV     R1,#PROBUF
1158
1159 LOAD:   MOV     R2,07H
1160         CALL    RTCRD
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1161            MOV     @R1,03H
1162            INC     R7
1163            INC     R7
1164            INC     R1
1165            CJNE    R7,#0F1H,LOAD
1166            RET
1167
1168 ;*********** PROGRAM KEEP
1169 PROKEEP:MOV       R2,#8EH
1170            MOV     R3,#0
1171            CALL    RTCWR
1172            MOV     R7,#0C0H
1173            MOV     R1,#PROBUF
1174
1175 KEEP:     MOV     R2,07H
1176            MOV     03H,@R1
1177            CALL    RTCWR
1178            INC     R7
1179            INC     R7
1180            INC     R1
1181            CJNE    R7,#0F0H,KEEP
1182            MOV     R2,#8EH
1183            MOV     R3,#80H
1184            CALL    RTCWR
1185            RET
1186
1187 ;*********** PROGRAM RESET
1188
1189 RESETT:  MOV     R2,#8EH
1190            MOV     R3,#0
1191            CALL    RTCWR
1192            MOV     R2,#86H
1193            MOV     R3,#1H
1194            CALL    RTCWR
1195            MOV     R2,#88H
1196            MOV     R3,#1H
1197            CALL    RTCWR
1198            MOV     R2,#8CH
1199            MOV     R3,#00H
1200            CALL    RTCWR
1201            MOV     R2,#8AH
1202            MOV     R3,#1H
1203            CALL    RTCWR
1204            MOV     R2,#84H
1205            MOV     R3,#0H
1206            CALL    RTCWR
1207            MOV     R2,#82H
1208            MOV     R3,#0H
1209            CALL    RTCWR
1210            MOV     R2,#80H
1211            MOV     R3,#0H
1212            CALL    RTCWR
1213
1214 RESETP:  MOV     R7,#0C0H
1215
1216 LOPRES:  MOV     R2,07H
1217            MOV     R3,#00H
1218            CALL    RTCWR
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1219        INC     R7
1220        INC     R7
1221        CJNE    R7,#0F0H,LOPRES
1222
1223        MOV     R2,#0C0H            ;DAY PROG1
1224        MOV     R3,#01H
1225        CALL    RTCWR
1226        MOV     R2,#0D0H            ;DAY PROG2
1227        MOV     R3,#01H
1228        CALL    RTCWR
1229        MOV     R2,#0E0H            ;DAY PROG3
1230        MOV     R3,#01H
1231        CALL    RTCWR
1232
1233        MOV     R2,#8EH             ;WRITE PROTECT
1234        MOV     R3,#80H
1235        CALL    RTCWR
1236        RET
1237
1238        END
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเกี่ยวกับแสงสว่างที่ควรทราบ

แสงที่มองเห็นมีความยาวคลื่น 380-700 นาโนเมตร

ลูมิเนียสฟลักซ์ (luminios flux) คือ อัตราการไหลของพลังงานแสงสว่างวัดได้ในหน่วยลูเมนต์ (lumens)

1 ลูเมนต์ของลูมิเนียสฟลักซ์ที่แสงความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร จะให้พลังงาน 3.5 วัตต์

อัตราความสว่าง (illumination) คือ อัตราส่วนระหว่างลูมิเนียสฟลักซ์ต่อพื้นที่ที่วัดได้ในหน่วยลักซ์ (lux)

1 ลักซ์ = 1 ลูเมนส์ต่อตารางเมตร

ในอเมริกาจะมีหน่วยวัดความสว่างว่า แรงเทียน (foot-candle) มีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนส์ต่อตารางฟุต เท่ากับ 10.70 ลักซ์

ตารางความสว่างของแสงที่เหมาะสมในสถานที่ต่างๆ

สถานที่/อุปกรณ์	ความสว่างของแสง (ลักซ์)
ไฟฉุกเฉิน	0.2
คลังพัสดุ	1-10
ที่จอดรถ,ที่ทำงานปกติ	10-50
สนามกีฬา	50-100
โรงงานอุตสาหกรรม	300
สำนักงานทั่วไป	400-500
ห้องเขียนแบบ,พื้นที่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์	750
สนามกีฬาที่มีการถ่ายทอดโทรทัศน์	500-1,000

ประสิทธิภาพของการส่องสว่าง (luminios efficientcy)

เป็นการวัดปริมาณแสงที่ได้จากหลอดไฟ 1 หลอด ต่อพลังงานที่ใช้ไป วัดในหน่วยของลูเมนส์ต่อวัตต์

ตารางปริมาณแสงที่ได้จากหลอดไฟ 1 หลอด ต่อพลังงานที่ใช้ไป วัดในหน่วยของลูเมนส์ต่อวัตต์

ชนิดของหลอด	ค่าประสิทธิภาพ (ลูเมนส์ต่อวัตต์)
หลอดไฟไส้ธรรมดา (GLS)	10-20
หลอดทังสเตนฮาโลเจน	12-22
หลอดปรอทความดันสูง(MBF)	32-56
หลอดฟลูออเรสเซนต์	68-80
หลอดโซเดียมความดันสูง (SON)	55-120
หลอดโซเดียมความดันต่ำ (SOX)	70-125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

rain

rain,

precipitation of liquid water drops with diameters greater than 0.5 mm (0.02 inch). When the drops are smaller, the precipitation is usually called drizzle. See also precipitation.

Concentrations of raindrops typically range from 100 to 1,000 per cubic m (3 to 30 per cubic foot); drizzle droplets usually are more numerous. Raindrops seldom have diameters larger than 4 mm, because as they increase in size they break up. The concentration generally decreases as diameters increase. Except when the rain is heavy, it does not reduce visibility as much as does drizzle. Meteorologists classify rain according to its rate of fall. The hourly rates relating to light, moderate, and heavy rain are, respectively, less than 2.5 mm, 2.8 to 7.6 mm, and more than 7.6 mm.

Raindrops may form by the coalescence of small water droplets that collide or from the melting of snowflakes and other ice particles as they fall into warm air near the ground.

Mount Waialeale, Hawaii, with a 20-year annual average of 11,700 mm (460 inches) from tropical easterlies, is the wettest known point on the Earth. The nearest competitor is Cherrapunji, Meghalaya, with an annual average of 11,430 mm from the moist tropical monsoon. Less than 250 mm and more than 1,500 mm per year represent approximate extremes of rainfall for all of the continents. Rainfall is slight in the central regions of the subtropical anticyclones, which are therefore the desert regions of the Earth. In parts of the desert no appreciable rain has ever been observed.

Over most of Europe, South America, eastern North America, and central Africa, the annual rainfall exceeds 500 mm (20 inches), while over most of Asia, excluding India, Tibet, and China, the annual rainfall is less than 500 mm, being less than 250 mm in a long tongue extending from Arabia across to northeast Mongolia. The central regions of Australia, most of northern and a part of southwest Africa, portions of the intermontane area of the United States, and portions of the west-central coast and southern east coast of South America also have less than 250 mm of rain in the year. Portions of the western coast of Africa, between the Equator and 10 N, a strip of the western coast of India, parts of Assam, a coastal strip of Myanmar (Burma), windward mountain slopes in the temperate latitudes of North and South America, and many isolated tropical stations average more than 2,500 mm of rain in the year. Rainfall intensities greater than 30 mm in five minutes, 150 mm in one hour, or 500 mm per day are quite rare, but these intensities on occasion have been more than doubled for the respective durations (see Table).

© 1999 Britannica.com and Encyclopædia Britannica, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

February 1995

LM556/LM556C Dual Timer

General Description

The LM556 Dual timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. The 556 is a dual 555. Timing is provided by an external resistor and capacitor for each timing function. The two timers operate independently of each other sharing only V_{CC} and ground. The circuits may be triggered and reset on falling waveforms. The output structures may sink or source 200 mA.

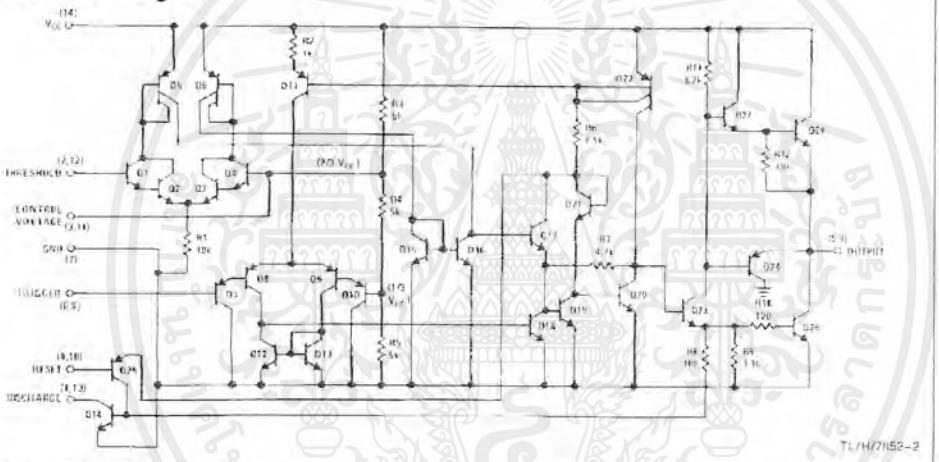
Features

- Direct replacement for SE556/NE556
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Replaces two 555 timers
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output

Applications

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

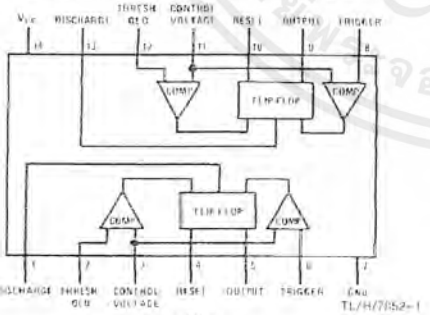
Schematic Diagram



TL/H/7852–2

Connection Diagram

Dual-In-Line and Small Outline Packages



TL/H/7852–1

Top View

Order Number LM556J or LM556CJ
See NS Package Number J14A

Order Number LM556CM
See NS Package Number M14A

Order Number LM556CN
See NS Package Number N14A

©1995 National Semiconductor Corporation TL/H/7852

PRINTED IN U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

January 2000

LM158/LM258/LM358/LM2904
Low Power Dual Operational Amplifiers

General Description

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional ±15V power supplies.

The LM358 is also available in a chip sized package (8-Bump micro SMD) using National's micro SMD package technology.

Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

Advantages

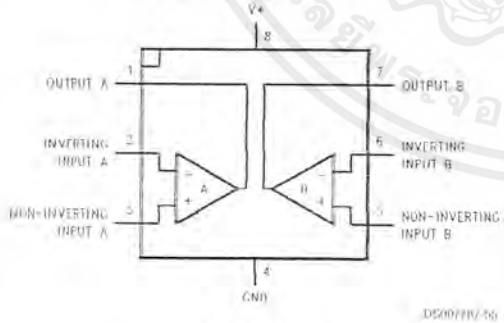
- Two internally compensated op amps
- Eliminates need for dual supplies
- Allows direct sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation
- Pin-out same as LM1558/LM1458 dual op amp

Features

- Available in 8-Bump micro SMD chip sized package, (See AN-1112)
- Internally frequency compensated for unity gain
- Large dc voltage gain: 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain): 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range:
  — Single supply: 3V to 32V
  — or dual supplies: ±1.5V to ±16V
- Very low supply current drain (500 µA) — essentially independent of supply voltage
- Low input offset voltage: 2 mV
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing: 0V to V+ − 1.5V

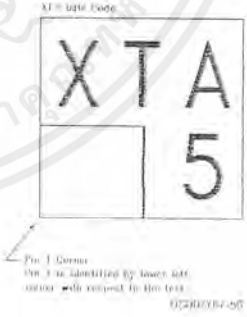
Connection Diagrams

8-Bump micro SMD



Top View
(Bump Side Down)

micro SMD Marking Orientation



Bumps are numbered counter-clockwise.

Top View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

March 2000

LM124/LM224/LM324/LM2902
Low Power Quad Operational Amplifiers

General Description

The LM124 series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional ±15V power supplies.

Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage
- The unity gain cross frequency is temperature compensated
- The input bias current is also temperature compensated

Advantages

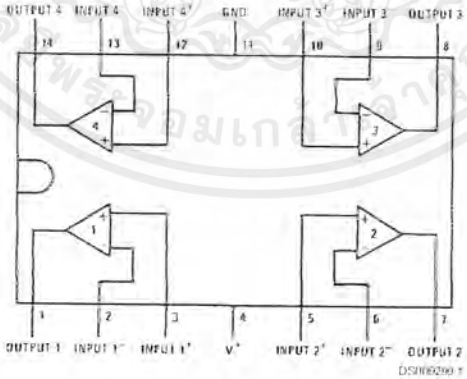
- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows directly sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large DC voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range:
  Single supply 3V to 32V
  or dual supplies ±1.5V to ±16V
- Very low supply current drain (700 µA)—essentially independent of supply voltage
- Low input biasing current 45 nA (temperature compensated)
- Low input offset voltage 2 mV and offset current: 5 nA
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0V to V+ − 1.5V

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



Top View

Order Number LM124J, LM124AJ, LM124J/883 (Note 2), LM124AJ/883 (Note 1), LM224J, LM224AJ, LM324J, LM324M, LM324AM, LM2902M, LM324N, LM324AN, LM324MT, LM324MTX or LM2902N
LM124AJRQML and LM124AJRQMLV(Note 3)
See NS Package Number J14A, M14A or N14A

Note 1: LM124A available per JM38510/11006

Note 2: LM124 available per JM38510/11005

© 2000 National Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

SCHMITT TRIGGERS
DUAL GATE/HEX INVERTER

SN54/74LS13
SN54/74LS14

SCHMITT TRIGGERS
DUAL GATE/HEX INVERTER

LOW POWER SCHOTTKY

The SN54LS/74LS13 and SN54LS/74LS14 contain logic gates/inverters which accept standard TTL input signals and provide standard TTL output levels. They are capable of transforming slowly changing input signals into sharply defined, jitter-free output signals. Additionally, they have greater noise margin than conventional inverters.

Each circuit contains a Schmitt trigger followed by a Darlington level shifter and a phase splitter driving a TTL totem pole output. The Schmitt trigger uses positive feedback to effectively speed-up slow input transitions, and provide different input threshold voltages for positive and negative-going transitions. This hysteresis between the positive-going and negative-going input thresholds (typically 800 mV) is determined internally by resistor ratios and is essentially insensitive to temperature and supply voltage variations.

J SUFFIX
CERAMIC
CASE 632-08

N SUFFIX
PLASTIC
CASE 646-06

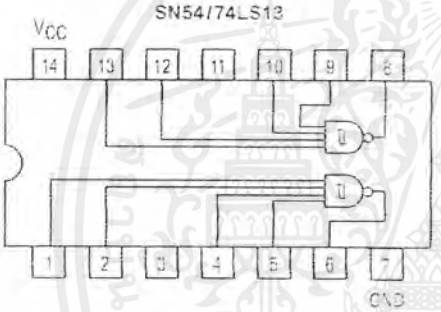
D SUFFIX
SOIC
CASE 751A-02

ORDERING INFORMATION

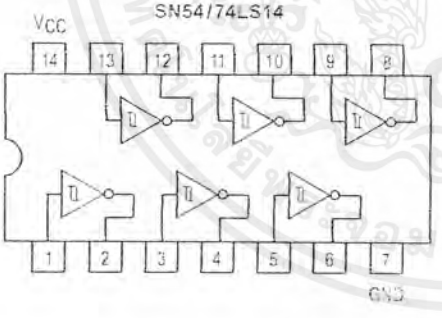
SN54LSXXJ	Ceramic
SN74LSXXN	Plastic
SN74LSXXD	SOIC

LOGIC AND CONNECTION DIAGRAMS

SN54/74LS13



SN54/74LS14



GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	54 74	−55 0	25 25	125 70	°C
I_{OH}	Output Current — High	54, 74			−0.4	mA
I_{OL}	Output Current — Low	54 74			4.0 8.0	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

May 1989

54LS32/DM54LS32/DM74LS32 Quad 2-Input OR Gates

General Description

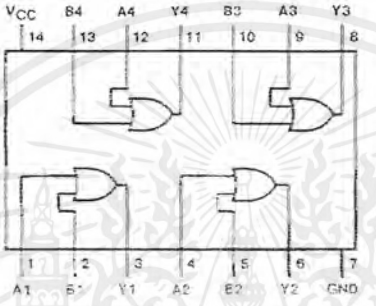
This device contains four independent gates each of which performs the logic OR function.

Features

- Alternate Military/Aerospace device (54LS32) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/ Distributor for specifications.

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



TL/F/6361–1

Order Number 54LS32DMQB, 54LS32FMQB, 54LS32LMQB, DM54LS32J, DM54LS32W, DM74LS32M or DM74LS32N
See NS Package Number E20A, J14A, M14A, N14A or W14B

Function Table

$Y = A + B$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

H = High Logic Level
L = Low Logic Level

©1988 National Semiconductor Corporation TL/F/6361

RRD-B30M105/Printed in U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

June 1989

54LS08/DM54LS08/DM74LS08 Quad 2-Input AND Gates

General Description

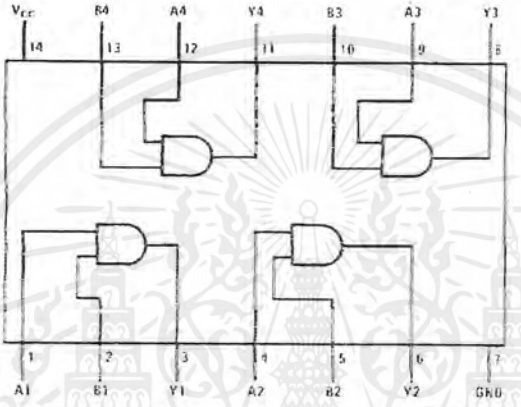
This device contains four independent gates each of which performs the logic AND function.

Features

- Alternate Military/Aerospace device (54LS08) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/ Distributor for specifications.

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



TL/F/6347–1

Order Number 54LS08DMQB, 54LS08FMQB, 54LS08LMQB, DM54LS08J, DM54LS08W, DM74LS08M or DM74LS08N
See NS Package Number E20A, J14A, M14A, N14A or W14B

Function Table

$Y = AB$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = High Logic Level
L = Low Logic Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

June 1989

54LS02/DM54LS02/DM74LS02 Quad 2-Input NOR Gates

General Description

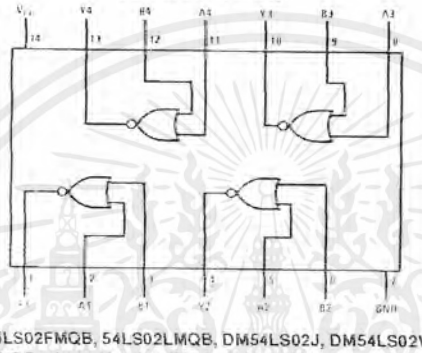
This device contains four independent gates each of which performs the logic NOR function.

Features

- Alternate Military/Aerospace device (54LS02) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/ Distributor for specifications

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



TL/F/6441–1

Order Number 54LS02DMQB, 54LS02FMQB, 54LS02LMQB, DM54LS02J, DM54LS02W, DM74LS02M or DM74LS02N
See NS Package Number E20A, J14A, M14A, N14A or W14B

Function Table

$Y = \overline{A + B}$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

H = High Logic Level
L = Low Logic Level

©1995 National Semiconductor Corporation TL/F/6441

RRD-B30M105/Printed in U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

May 1992

DM54LS373/DM74LS373, DM54LS374/DM74LS374 TRI-STATE® Octal D-Type Transparent Latches and Edge-Triggered Flip-Flops

General Description

These 8-bit registers feature totem-pole TRI-STATE outputs designed specifically for driving highly-capacitive or relatively low-impedance loads. The high-impedance state and increased high-logic level drive provide these registers with the capability of being connected directly to and driving the bus lines in a bus-organized system without need for interface or pull-up components. They are particularly attractive for implementing buffer registers, I/O ports, bidirectional bus drivers, and working registers. (Continued)

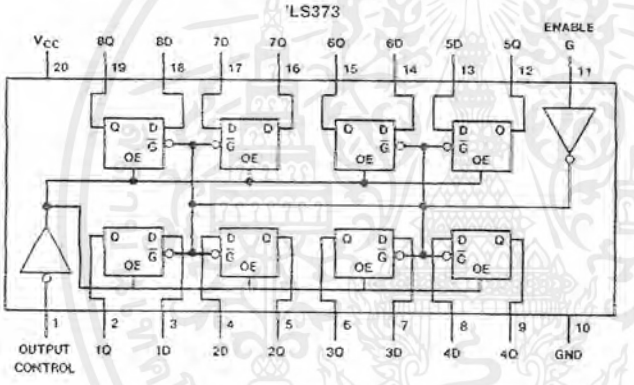
Features

- Choice of 8 latches or 8 D-type flip-flops in a single package
- TRI-STATE bus-driving outputs
- Full parallel-access for loading
- Buffered control inputs
- P-N-P inputs reduce D-C loading on data lines

Connection Diagrams

Dual-In-Line Packages

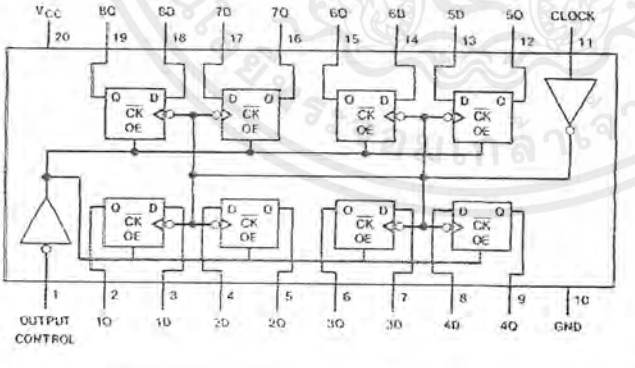
'LS373



TL/F/6431–1

Order Number DM54LS373J, DM54LS373W, DM74LS373N or DM74LS373WM
See NS Package Number J20A, M20B, N20A or W20A

'LS374



TL/F/6431–2

Order Number DM54LS374J, DM54LS374W, DM74LS374WM or DM74LS374N
See NS Package Number J20A, M20B, N20A or W20A

TRI-STATE® is a registered trademark of National Semiconductor Corp.

©1995 National Semiconductor Corporation TL/F/6431

RRD-B30M105/Printed in U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

SN54/74LS390
SN54/74LS393

DUAL DECADE COUNTER; DUAL 4-STAGE BINARY COUNTER

The SN54/74LS390 and SN54/74LS393 each contain a pair of high-speed 4-stage ripple counters. Each half of the LS390 is partitioned into a divide-by-two section and a divide-by five section, with a separate clock input for each section. The two sections can be connected to count in the 8.4.2.1 BCD code or they can count in a biquinary sequence to provide a square wave (50% duty cycle) at the final output.

Each half of the LS393 operates as a Modulo-16 binary divider, with the last three stages triggered in a ripple fashion. In both the LS390 and the LS393, the flip-flops are triggered by a HIGH-to-LOW transition of their CP inputs. Each half of each circuit type has a Master Reset input which responds to a HIGH signal by forcing all four outputs to the LOW state.

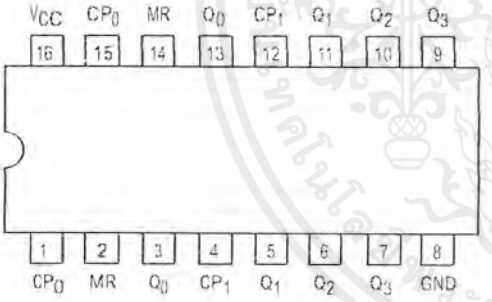
- Dual Versions of LS290 and LS293
- LS390 has Separate Clocks Allowing ÷2, ÷2.5, ÷5
- Individual Asynchronous Clear for Each Counter
- Typical Max Count Frequency of 50 MHz
- Input Clamp Diodes Minimize High Speed Termination Effects

DUAL DECADE COUNTER; DUAL 4-STAGE BINARY COUNTER

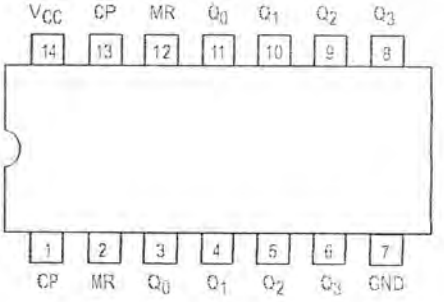
LOW POWER SCHOTTKY

CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)

SN54/74LS390



SN54/74LS393



NOTE:
The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

J SUFFIX
CERAMIC
CASE 620-09

N SUFFIX
PLASTIC
CASE 648-08

D SUFFIX
SOIC
CASE 751B-03

J SUFFIX
CERAMIC
CASE 632-08

N SUFFIX
PLASTIC
CASE 646-06

D SUFFIX
SOIC
CASE 751A-02

ORDERING INFORMATION

SN54LSXXXJ	Ceramic
SN74LSXXXN	Plastic
SN74LSXXXD	SOIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

SN54/74LS138

1-OF-8 DECODER/ DEMULTIPLEXER

The LSTTL/MSI SN54/74LS138 is a high speed 1-of-8 Decoder/ Demultiplexer. This device is ideally suited for high speed bipolar memory chip select address decoding. The multiple input enables allow parallel expansion to a 1-of-24 decoder using just three LS138 devices or to a 1-of-32 decoder using four LS138s and one inverter. The LS138 is fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed and is completely compatible with all Motorola TTL families.

- Demultiplexing Capability
- Multiple Input Enable for Easy Expansion
- Typical Power Dissipation of 32 mW
- Active Low Mutually Exclusive Outputs
- Input Clamp Diodes Limit High Speed Termination Effects

1-OF-8 DECODER/ DEMULTIPLEXER

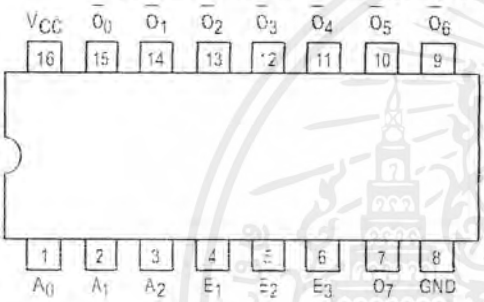
LOW POWER SCHOTTKY

J SUFFIX
CERAMIC
CASE 620-09

N SUFFIX
PLASTIC
CASE 648-08

D SUFFIX
SOIC
CASE 751B-03

CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



NOTE:
The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

PIN NAMES

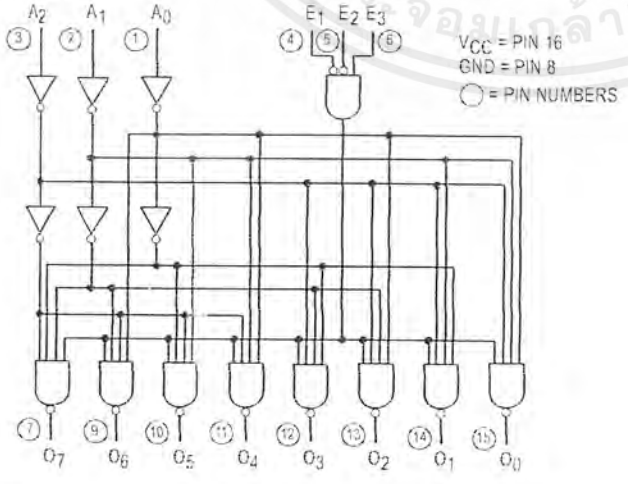
		LOADING (Note a) HIGH	LOW
A_0–A_2	Address Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
E_1, E_2	Enable (Active LOW) Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
E_3	Enable (Active HIGH) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
O_0–O_7	Active LOW Outputs (Note b)	10 U.L.	5 (2.5) U.L.

NOTES:
a) 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 µA HIGH/1.6 mA LOW.
b) The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

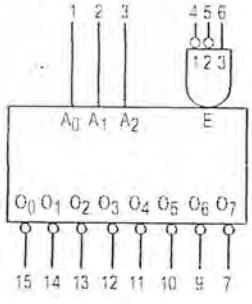
ORDERING INFORMATION

SN54LSXXXJ	Ceramic
SN74LSXXXN	Plastic
SN74LSXXXD	SOIC

LOGIC DIAGRAM



LOGIC SYMBOL



VCC = PIN 16
GND = PIN 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

June 1989

54LS85/DM54LS85/DM74LS85
4-Bit Magnitude Comparators

General Description

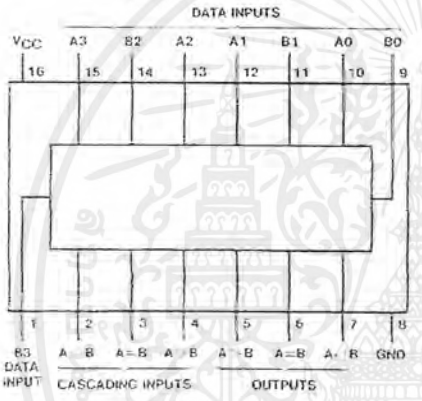
These 4-bit magnitude comparators perform comparison of straight binary or BCD codes. Three fully-decoded decisions about two, 4-bit words (A, B) are made and are externally available at three outputs. These devices are fully expandable to any number of bits without external gates. Words of greater length may be compared by connecting comparators in cascade. The A > B, A < B, and A = B outputs of a stage handling less-significant bits are connected to the corresponding inputs of the next stage handling more-significant bits. The stage handling the least-significant bits must have a high-level voltage applied to the A = B input. The cascading path is implemented with only a two-gate-level delay to reduce overall comparison times for long words.

Features

- Typical power dissipation 52 mW
- Typical delay (4-bit words) 24 ns
- Alternate Military/Aerospace device (54LS85) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/ Distributor for specifications.

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



TL/F/6379–1

Order Number 54LS85DMQB, 54LS85FMQB, 54LS85LMQB, DM54LS85J, DM54LS85W, DM74LS85M or DM74LS85N
See NS Package Number E20A, J16A, M16A, N16E or W16A

Function Table

Comparing Inputs				Cascading Inputs			Outputs		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	L	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	L	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	X	X	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	L	L	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	H	H	L

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care

©1995 National Semiconductor Corporation

RRD-B30M105/Printed in U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order this document by TL494/D

MOTOROLA

TL494

SWITCHMODE™ Pulse Width Modulation Control Circuit

The TL494 is a fixed frequency, pulse width modulation control circuit designed primarily for SWITCHMODE power supply control.

- Complete Pulse Width Modulation Control Circuitry
- On–Chip Oscillator with Master or Slave Operation
- On–Chip Error Amplifiers
- On–Chip 5.0 V Reference
- Adjustable Deadtime Control
- Uncommitted Output Transistors Rated to 500 mA Source or Sink
- Output Control for Push–Pull or Single–Ended Operation
- Undervoltage Lockout

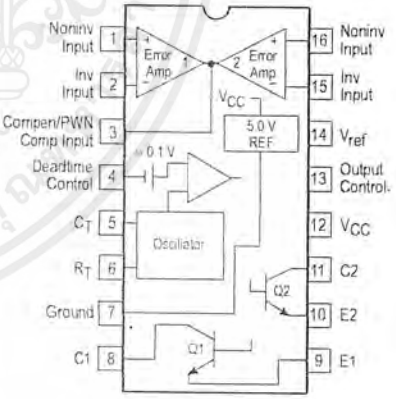
SWITCHMODE PULSE WIDTH MODULATION CONTROL CIRCUIT

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751B
(SO–16)

N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

PIN CONNECTIONS



(Top View)

MAXIMUM RATINGS (Full operating ambient temperature range applies, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	TL494C	TL494I	Unit
Power Supply Voltage	V_{CC}	42		V
Collector Output Voltage	V_{C1}, V_{C2}	42		V
Collector Output Current (Each transistor) (Note 1)	I_{C1}, I_{C2}	500		mA
Amplifier Input Voltage Range	V_{IR}	–0.3 to +42		V
Power Dissipation @ $T_A \leq 45°C$	P_D	1000		mW
Thermal Resistance, Junction–to–Ambient	$R_{\theta JA}$	80		°C/W
Operating Junction Temperature	T_J	125		°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	–55 to +125		°C
Operating Ambient Temperature Range TL494C TL494I	T_A	 0 to +70 –25 to +85		°C
Derating Ambient Temperature	T_A	45		°C

NOTE: 1. Maximum thermal limits must be observed.

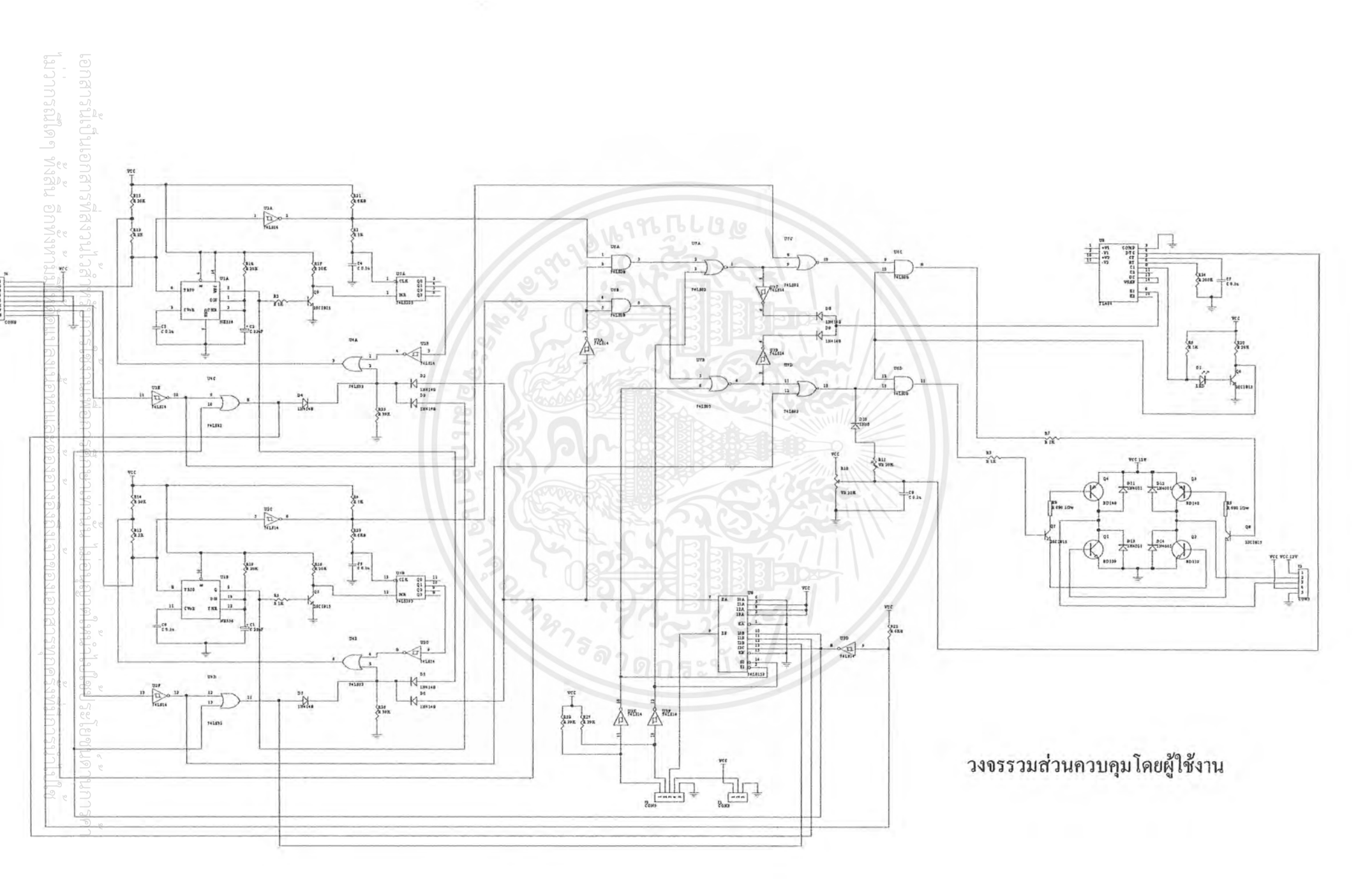
ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
TL494CD	$T_A = 0°$ to $+70°C$	SO–16
TL494CN		Plastic
TL494IN	$T_A = -25°$ to $+85°C$	Plastic

© Motorola, Inc. 1996

Rev 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรรวมส่วนควบคุมโดยผู้ใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์พิชัย คูศิริวานิชกร อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการทำโครงงานชิ้นนี้จนสำเร็จตามขอบเขตที่ได้วางไว้ และขอขอบคุณ พ่อแม่ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ และทุกๆ ท่านที่ได้ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือต่างๆ ในการทำงาน รวมไปถึงปริญญานิพนธ์และหนังสือต่างๆ ที่ให้ความรู้และเป็นแนวทางให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงด้วยดี

สุนทร วังศรีทอง
(นาย สุนทร วังศรีทอง)

เสาวณีย์ ขวัญเมือง
(นางสาว เสาวณีย์ ขวัญเมือง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ยืน ภู่วรวรรณ, "ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์", บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

2. ดร. โยธิน เปรมปราณีรัชน์, "วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์", กันยายน 2526

3. ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์, ปิยพงศ์ เผ่าวณิช, "คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51", บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

4. รศ. สมยศ จุณณะปิยะ, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51", โครงการตำราสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541

5. J.Seymour, "Electronic devices and components", Second Edition, 1988

6. Walter G. Jung, "IC TIMER COOKBOOK", First Editon, 1977

เว็บไซต์อ้างอิง

1. http://kanchanapisek.or.th/kp6/index.html

2. http://www.britannica.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้