ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

Overhead Projector controlled by remote

ชื่อนักศึกษา

1. นายจักราวุธ จันดามี	รหัสประจำตัว	45035254
2. นางสาวมณีรัตน์ บัวคำ	รหัสประจำตัว	45035272
3. นายมนตรี พรหมมงคล	รหัสประจำตัว	45035274
4. นายสมนึก ปิมปา	รหัสประจำตัว	45035279

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 1. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

2. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต	
2. ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี	
3. อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี	
4. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ	
5. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2547 เวลา 09.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 1 เดือน มี.ค. พ.ศ. 47

<BT4620022>

เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

OVERHEAD PROJECTOR CONTROLLED BY REMOTE

T051039

นายจักราวุธ จันดามี
นางสาวมณีรัตน์ บัวคำ
นายมนตรี พรหมมงคล
นายสมนึก ปิมปา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51039
วัน,เดือน,ปี 29 ธ.ค. 2547

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

Overhead Projector controlled by remote

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของมอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 รีโมตคอนโทรล และระบบกลไกการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต
2. เพื่อออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และระบบกลไกการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต
3. เพื่อสร้างเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต
4. เพื่อทดสอบเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต
5. เพื่อนำเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตไปใช้ในการเรียนการสอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เรื่องการทำงานเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต
2. ได้ระบบเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต
3. ได้เครื่องต้นแบบเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต
4. ได้ผลการทดลองของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต
5. ได้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต	
นักศึกษา	นายจักราวุธ	จันดามี
	นางสาวมณีรัตน์	บัวคำ
	นายมนตรี	พรหมมงคล
	นายสมนึก	ปิมปา
อาจารที่ปรึกษา	อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์
	อาจารย์ประเสริฐ	เคนพันค้อ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต ซึ่งสามารถควบคุมการเลือก การเลื่อนแผ่นใสและการเลื่อนที่ปิดแผ่นใส ซึ่งช่วยให้ผู้สอนสามารถเปลี่ยนแผ่นใสได้ทุกตำแหน่งของห้องเรียนทำให้ใช้งานได้อย่างสะดวก เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตนี้บรรจุแผ่นใสได้ 25 แผ่น มีพอยน์เตอร์เลเซอร์ และสามารถใช้ร่วมกับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะที่มีอยู่เดิมโดยไม่ต้องดัดแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Overhead Projector controlled by remote	
Students	Mr.Jukkrawoot	Chandamee
	Miss Maneerat	Buakham
	Mr.Montree	Phrommongkol
	Mr.Somnouk	Pimpa
Advisor	Mr.Surachai	Pimsalee
Co-Advisors	Mr.Piya	Supavarasuwat
	Mr.Prasert	Kenpankho
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents the Overhead Projector controlled by remote. It is used for searching, controling, sliding and closing a transparency. It is convenient for an instructor to change the transparency in the class. The overhead projector controlled by remote consists of twenty-five transparencies and a laser power pointer. It works with an original overhead projector without modification.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ เนื่องด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการให้คำปรึกษาในการดำเนินงานและให้คำแนะนำ ในการแก้ปัญหาได้ดีเสมอมา รวมทั้งคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน การใช้อาคารสถานที่ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทำโครงงานปริญญานิพนธ์

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อนๆ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือเรื่องอุปกรณ์เครื่องมือ คำแนะนำและข้อคิดเห็นจนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้จนลุล่วง ที่สำคัญที่สุดคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้ความสนับสนุนทั้งกำลังใจและทุนทรัพย์ จนกระทั่งโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 บทนำ	3
2.2 ทฤษฎีเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ	3
2.2.1 ระบบเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ	3
2.2.2 ส่วนประกอบของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ	3
2.3 รีโมตคอนโทรล	5
2.3.1 หลักการของรีโมตคอนโทรลหรือระบบการควบคุมระยะไกล	5
2.3.2 ระบบของสัญญาณควบคุม	6
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	15
2.4.1 ชนิดของมอเตอร์	15
2.4.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	16
2.4.3 การทำงานของแอมปลิฟลายแบบการมอดูเลตแบบความกว้างของพัลส์	20
2.4.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	20
2.5 อุปกรณ์ตรวจจับ	21
2.5.1 โฟโตไดโอด	21
2.5.2 อินฟาเรดแอลอีดี	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 โซลินอยด์	21
2.6.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์	22
2.6.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์	24
2.6.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้	25
2.6.4 ข้อระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว	25
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	27
3.1 กล่าวนำ	27
3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	28
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	28
3.2.2 การทำงาน	28
3.3 วงจรควบคุม	29
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	29
3.3.2 การทำงาน	29
3.4 วงจรรีโมตคอนโทรล	30
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	30
3.4.2 การทำงาน	30
3.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	31
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	31
3.5.2 การทำงาน	31
3.6 วงจรแสดงผล	32
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	32
3.6.2 การทำงาน	32
3.7 วงจรตรวจจับการตัดผ่านแสง	32
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	32
3.7.2 การทำงาน	33
3.8 วงจรขับมอเตอร์	33
3.8.1 การออกแบบและการสร้าง	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.8.2 การทำงาน	34
3.9 วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์	34
3.9.1 การออกแบบและการสร้าง	34
3.9.2 การทำงาน	34
3.10 โครงสร้างของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต	35
3.10.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต	35
3.10.2 ส่วนของชั้นที่เก็บแผ่นใส	35
3.10.3 ส่วนของชุดลิฟท์ยกแผ่นใส	36
3.10.4 ส่วนของชุดเลื่อนแผ่นใส	37
3.10.5 ส่วนของชุดเลื่อนเปิด – ปิดแผ่นใส	38
3.10.6 รีโมตคอนโทรล	39
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	41
4.1 กล่าวนำ	40
4.2 การทดลองของวงจรต่างๆ	40
4.2.1 การทดลองวงจรขับมอเตอร์	40
4.2.2 การทดลองวงจรตรวจจับการผ่านแสง	41
4.2.3 การทดลองวงจรควบคุม	42
4.3 การทดลองการรับ – ส่ง จากรีโมตคอนโทรล	45
4.3.1 การทดลองการถอดรหัสของวงจรภาครับ	45
4.3.2 การทดลองวัดระยะทางในการส่งและการรับชุดควบคุมระยะไกล	47
4.4 การทดลองการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต	48
4.4.1 การเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 1 – แผ่นที่ 25	48
4.4.2 การเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 25 – แผ่นที่ 1	49
4.4.3 การเลือกแผ่นใสข้ามแผ่น โดยการสุ่ม	51
บทที่ 5 บทสรุป	52
5.1 สรุป	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	52
5.3 แนวทางการพัฒนา	53
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	55
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	63
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	74
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	80
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	98
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	104
ประวัติผู้แต่ง	119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบระบบควบคุมแบบไร้สาย โดยการควบคุมด้วยแสงกับใช้คลื่นวิทยุควบคุม	8
4.1 ผลการทดลองของวงจรขับมอเตอร์	41
4.2 ผลการทดลองของวงจรตรวจจับการผ่านแสง	42
4.3 ผลการทดลองของวงจรควบคุม	44
4.3 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรควบคุม	45
4.4 ผลการทดลองการถอดรหัสของวงจรภาครับ	46
4.5 ผลการทดลองการส่งและการรับชุดควบคุมระยะไกลในห้องเรียน มีขนาด 10 × 8 เมตร	47
4.6 ผลการทดลองการส่งและการรับชุดควบคุมระยะไกลในที่โล่ง	47
4.7 ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 1 – แผ่นที่ 25	48
4.7 (ต่อ) ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 1 – แผ่นที่ 25	49
4.8 ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 25 – แผ่นที่ 1	49
4.8 (ต่อ) ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 25 – แผ่นที่ 1	50
4.9 ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสข้ามแผ่น โดยการสุ่ม	51
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	75
ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุม	75
ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์วงจรควบคุม	76
ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรรีโมตคอนโทรล	76
ค.3 (ต่อ)รายการอุปกรณ์วงจรรีโมตคอนโทรล	77
ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรเมตริกซ์สวิตช์	77
ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงผล	78
ค.6 รายการอุปกรณ์วงจรตรวจจับการผ่านแสง	78
ค.7 รายการอุปกรณ์วงจรขับมอเตอร์	79
ค.8 รายการอุปกรณ์วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบฉายตรง	5
2.2 โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบควบคุมระยะไกล	6
2.3 แผนผังการทำงานของระบบวิทยุบังคับ	8
2.4 โครงสร้างของระบบควบคุมด้วยแสงแบบไร้สาย	9
2.5 การส่งสัญญาณแสงควบคุมด้วยวงจรง่ายๆ	10
2.6 วงจรภาครับที่มีการตอบสนองดีขึ้น	10
2.7 วงจรสร้างสัญญาณอินฟาเรดอย่างง่าย	11
2.8 วงจรพัลส์ของแสงอินฟาเรด	13
2.9 วงจรรับแสงอินฟาเรดแบบพื้นฐาน	13
2.10 วงจรรับแสงอินฟาเรดที่มีความไวเพิ่มขึ้น	14
2.11 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ	15
2.12 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	17
2.13 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	18
2.14 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์	22
2.15 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด	22
2.16 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	23
2.17 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก	23
2.18 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง	24
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต	27
3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	28
3.3 วงจรควบคุม	29
3.4 วงจรรีโมตคอนโทรล	30
3.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	31
3.6 วงจรแสดงผล	32
3.7 วงจรตรวจจับการผ่านแสง	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.8 วงจรขับมอเตอร์	34
3.9 วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์	35
3.10 ชั้นที่เก็บแผ่นใส	35
3.11 ชุดลิฟท์ยกแผ่นใส	36
3.11 (ต่อ) ชุดลิฟท์ยกแผ่นใส	37
3.12 ชุดเลื่อนแผ่นใส	38
3.13 ชุดเลื่อนเปิด – ปิดแผ่นใส	38
3.14 ลักษณะของรีโมตคอนโทรล	39
4.1 วงจรขับมอเตอร์	40
4.2 วงจรตรวจจับการผ่านแสง	42
4.3 วงจรแสดงผล	43
4.4 วงจรควบคุม	43
4.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	43
4.6 วงจรรีโมตคอนโทรล	43
ก.1 ด้านหน้าของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต	56
ก.2 ด้านข้างของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต	56
ก.3 ด้านหน้าของรีโมตคอนโทรล	57
ก.4 การติดตั้งภายในของวงจร	57
ก.5 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	58
ก.6 วงจรควบคุม	58
ก.7 วงจรรีโมตคอนโทรล	59
ก.8 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	59
ก.9 วงจรแสดงผล	60
ก.10 วงจรตรวจจับการผ่านแสง	60
ก.11 วงจรขับมอเตอร์และวงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์	61
ก.12 ชั้นที่เก็บแผ่นใส	61
ก.13 ชุดลิฟท์ยกแผ่นใส	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.14 ชุดเลื่อนแผ่นใส	62
ข.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	64
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดัน	64
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดัน	65
ข.4 วงจรควบคุม	65
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุม	66
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุม	66
ข.7 วงจรรีโมตคอนโทรล	67
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์รีโมตคอนโทรล	67
ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์รีโมตคอนโทรล	67
ข.10 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	68
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์เมตริกซ์สวิตช์	68
ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์เมตริกซ์สวิตช์	68
ข.13 วงจรแสดงผล	69
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์แสดงผล	69
ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แสดงผล	70
ข.16 วงจรตรวจจับการตัดผ่านแสง	70
ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์ตรวจจับการตัดผ่านแสง	70
ข1.8 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ตรวจจับการตัดผ่านแสง	71
ข.19 วงจรขับมอเตอร์	71
ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์ขับมอเตอร์	71
ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ขับมอเตอร์	72
ข.22 วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์	72
ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์ดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์	72
ข.24 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์	73
ง.1 ผังงานโปรแกรมรีโมตคอนโทรล	81
ง.2 ผังงานโปรแกรมหลัก	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง.3 ผังงานโปรแกรมเลือกแผ่นใสและเลื่อนที่เปิด – ปิดแผ่นใส	83
ง.4 ผังงานโปรแกรมรีเซต	83
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต	100
จ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของรีโมตคอนโทรล	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามสถานศึกษาต่างๆนั้น ได้ใช้สื่อการเรียนการสอนที่เป็นเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ ตามความเหมาะสมของผู้สอน ทำให้การสอนมีความสะดวก และน่าสนใจระดับหนึ่ง แต่ในการฉายแผ่นใสบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะนั้น ยังมีปัญหาในขั้นตอนของการเปลี่ยนแผ่นใส กล่าวคือ ขณะที่ผู้สอนทำการสอนด้วยแผ่นใสพร้อมกับเขียนกระดานไปพร้อมๆ กันหรือผู้สอนยืนอยู่ไกลจากเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ หากผู้สอนต้องการเปลี่ยนแผ่นใสในขณะนั้น จะทำให้การเรียนการสอนไม่ต่อเนื่องเพราะผู้สอนต้องเดินกลับมาเปลี่ยนแผ่นใสเอง และแสงไฟจากเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้สอนในด้านต่างๆ เช่น สายตา วิงเวียนศีรษะ เป็นต้น

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถควบคุมการทำงานด้วยรีโมตคอนโทรล
2. สามารถบรรจุแผ่นใสได้อย่างน้อย 25 แผ่น
3. สามารถระบุแผ่นใสที่ต้องการได้จากรีโมตคอนโทรล
4. สามารถเลื่อนที่ปิดแผ่นใสขึ้น - ลงได้ จากรีโมตคอนโทรล
5. สามารถใช้กับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะได้มากกว่า 1 รุ่น
6. ใช้เวลาในการเปลี่ยนแผ่นใส จากแผ่นที่ฉายอยู่ไปแผ่นต่อไป ประมาณ 5 วินาที ± 2 วินาที
7. มีพอยน์เตอร์เลเซอร์ติดตั้งที่รีโมตคอนโทรล

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับโครงงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต โดยประกอบด้วย ทฤษฎีเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ รีโมตคอนโทรล มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์ตรวจจับและโซลินอยด์

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน วงจรควบคุม วงจรรีโมตคอนโทรล วงจรเมตริกซ์สวิตช์ วงจรแสดงผล วงจรตรวจจับการตัดผ่านแสง วงจรขับมอเตอร์ วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของวงจรขับมอเตอร์ วงจรตรวจจับการตัดผ่านของแสง วงจรควบคุม วงจรแสดงผล วงจรเมตริกซ์สวิตช์ วงจรรีโมตคอนโทรลและการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโปรแกรม

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทเป็นทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วยเรื่องของ ทฤษฎีเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ รีโมตคอนโทรล มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์ตรวจจับและโซลินอยด์ ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 ทฤษฎีเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

สื่อการเรียนที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนโดยตรงหรือใช้การฝึกอบรมมีมากมายหลายชนิด แต่ถ้ากล่าวถึงเฉพาะวัสดุฉายแล้วก็อาจจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ วัสดุทึบแสงและวัสดุโปร่งแสง วัสดุทึบแสง ได้แก่ แผ่นภาพฉายในรูปลักษณะต่างๆ ซึ่งต้องฉายภาพด้วยระบบฉายสะท้อน วัสดุโปร่งแสง ได้แก่ สไลด์ ฟิล์มสตริพ ภาพยนตร์ และแผ่นภาพโปร่งแสง ฉายได้ด้วยระบบฉายตรงและฉายอ้อม ซึ่งจะฉายภาพให้ปรากฏบนจอได้ด้วยวิธีฉายลำแสงให้ทะลุผ่านวัสดุฉายหัวกลับ ผ่านชุดเลนส์ขยาย แล้วฉายภาพบนจอเป็นภาพหัวตั้งขนาดขยายตามกำลังขยายของเลนส์

2.1.1 ระบบเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะเป็นเครื่องชนิดเดียวที่ฉายภาพโปร่งใสด้วยระบบการฉายอ้อม โดยแสงจากหลอดฉายจะฉายแสงผ่านเลนส์เกลี่ยแสง (Fresnel Lens) แผ่นภาพโปร่งใสผ่านเลนส์ฉาย ซึ่งอาจจะแยกหรือรวมเป็นจุดเดียวกัน กระทบกระจกเงาสะท้อนแสง แล้วฉายภาพปรากฏบนจอจะเห็นได้ว่าการเดินทางของลำแสงที่ฉายจะไม่เป็นลำแสงตรง แต่จะเดินทางเป็นมุมหักเหของกระจกเงาสะท้อนนั้น

2.2.2 ส่วนประกอบของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะทุกเครื่องจะมีหลักการทำงานพื้นฐานเหมือนกัน แต่จะมีรายละเอียดที่แตกต่างกัน เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะโดยทั่วไปมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1) เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

มีลักษณะเป็นแท่นเครื่องรูปทรงสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หลอดฉาย

ถ้าเป็นเครื่องรุ่นเก่าใช้หลอดทังสเตนขนาดใหญ่ ในปัจจุบันใช้หลอดที่มีขนาดเล็ก ไม่เปลืองเนื้อที่ หลอดบางชนิดเป็นทรงกระบอก

3) พัดลมระบายอากาศ

เป็นพัดลมชนิดดูดอากาศร้อนออกจากเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ บางชนิดเป็นพัดลมแบบใบพัด แต่บางชนิดเป็นแบบทรงกระบอก

4) เลนส์เกลี่ยแสง

มีลักษณะเป็นเลนส์ก้นหอยทำหน้าที่เกลี่ยแสงให้มีความสว่างสม่ำเสมอกันทั่วเนื้อที่ฉาย ถ้าเลนส์นี้ไม่อยู่ในแนวขนานจะทำให้เกิดแสงสีน้ำตาลในบริเวณนั้น

5) กระจกเงาสะท้อนแสงภายในตัวเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

เป็นกระจกเงาขนาดใหญ่มีหน้าที่ในการสะท้อนแสงที่ได้จากหลอดของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะมีขนาด 12 นิ้ว × 12 นิ้ว

6) ปุ่มปรับความชัด

เครื่องส่วนมากจะทำปุ่มปรับความชัดไว้ที่ก้านเลื่อนเลนส์ฉายขึ้นลง แทนที่จะเลื่อนเฉพาะเลนส์ฉาย จึงติดตั้งปุ่มปรับความชัดไว้ที่ตัวเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

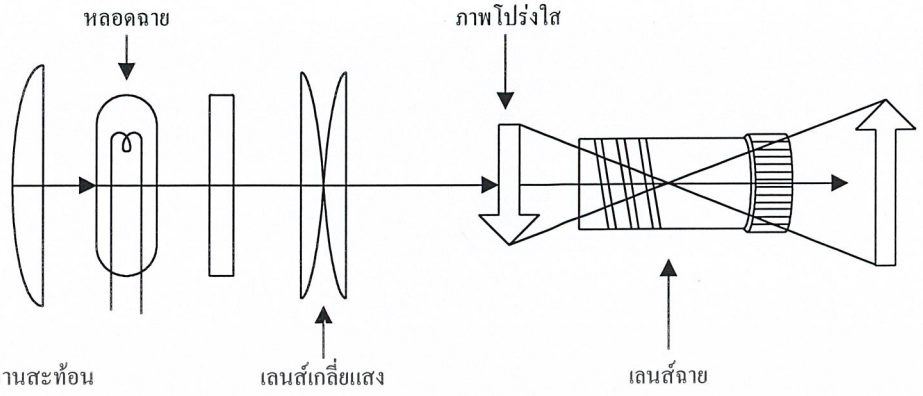
7) เลนส์ฉาย

มีลักษณะเป็นชุดเลนส์ วางอยู่ตอนบนของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ โดยที่เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะบางแบบจะเป็นเลนส์รวมเป็นชุดเดียวกัน อยู่ด้านล่างของเรือนเลนส์ฉายภาพ แต่บางแบบจะเป็นเลนส์ 2 ตัว แยกติดตั้งในแนวตั้งและแนวนอน เลนส์ฉายมีทางยาวโฟกัสหลายขนาด ซึ่งจะให้มุมการฉายกว้างต่างกับเลนส์ปกติของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ มีทางยาวโฟกัส 300 มิลลิเมตร หรือประมาณ 12 นิ้ว ถ้าฉายในระยะห่างจากจอ 2 เมตร จะได้ภาพฉายขนาด 6 เท่าของแท่นฉาย ถ้าเป็นเลนส์มุมกว้าง ก็จะยิ่งฉายภาพได้ขนาดใหญ่มากขึ้น เช่น ในทางตรงกันข้าม ถ้าใช้เลนส์ฉายมุมแคบก็จะได้ภาพฉายขนาดเล็กลง

8) กระจกเงาสะท้อนแสง

เป็นกระจกที่ติดอยู่ในเรือนเลนส์ฉาย วางทำมุมกับแท่นฉายทำให้สามารถปรับภาพฉายให้สูงต่ำ เพื่อให้ได้ภาพที่ฉายออกมาตามต้องการ โดยที่เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะแต่ละแบบนั้นสามารถที่จะปรับมุมการฉายได้ไม่เท่ากัน โดยปกตินั้นผู้ออกแบบมักทำให้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะสามารถปรับมุมได้ระหว่าง 30 – 35 องศา ทางด้านกลไกในการปรับกระจกมีทั้งชนิดจับโยกที่เรือนเลนส์ฉาย ใช้การโยกกระจกหรือใช้ปุ่มหมุนขึ้นลง ส่วนประกอบพิเศษอื่นๆ ในการปรับเลื่อนกระจกเงาสะท้อนแสงนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ระบบฉายตรง

2.3 รีโมตคอนโทรล

รีโมตคอนโทรล หมายถึง ระบบควบคุมระยะไกล ที่ทำหน้าที่เสมือนแขนขาของมนุษย์ จึงทำให้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและเริ่มเป็นสิ่งจำเป็นควบคู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในปัจจุบัน ปริญญานิพนธ์นี้กล่าวถึงลักษณะของรีโมตคอนโทรลหรือระบบควบคุมระยะไกลในรูปแบบต่างๆ

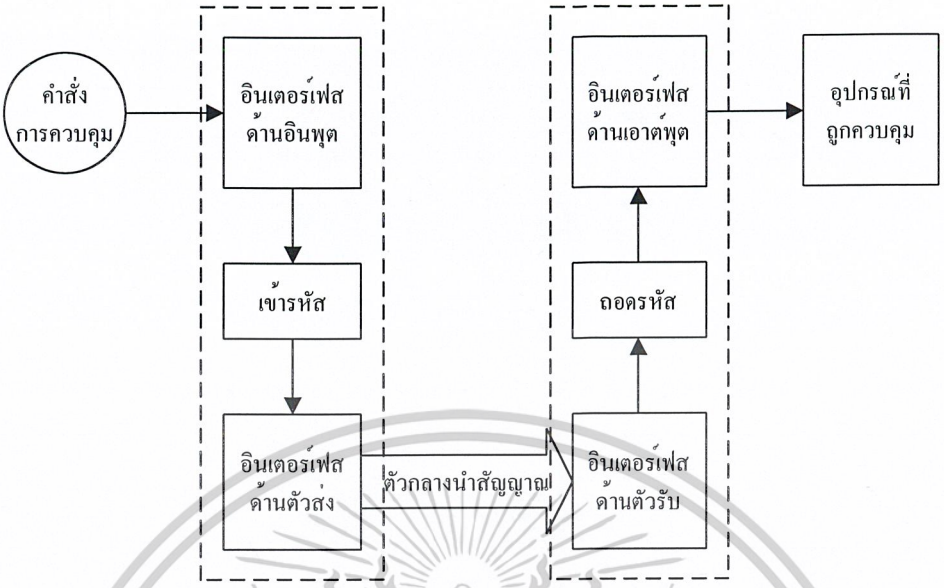
เริ่มจากระบบง่ายๆ ทั่วไป ระบบการทำงานที่ใช้กันในปัจจุบัน ระบบการเข้ารหัสและถอดรหัส ไปจนถึงแนวความคิดของการประยุกต์ใช้งานในรูปแบบต่างๆ อย่างละเอียด รวมทั้งการประยุกต์ใช้งานของวงจรรีโมตคอนโทรลด้วย

2.3.1 หลักการของรีโมตคอนโทรลหรือระบบการควบคุมระยะไกล

แผนผังการทำงาน ในรูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลโดยทั่วไป ในลักษณะการควบคุมแบบทางเดียว เริ่มจากตัวกำหนดคำสั่ง เป็นต้น เมื่อมีการกำหนดรูปแบบของคำสั่งแล้ว รูปแบบของคำสั่งที่ถูกเลือกจะส่งไปยังภาคส่งสัญญาณที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณหรือรวมสัญญาณควบคุมให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับวงจร

โดยอาจทำการเข้ารหัสสัญญาณให้แต่ละคำสั่งมีรหัสสัญญาณให้แต่ละคำสั่งมีรหัสเฉพาะของตัวมันเองให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ก่อนที่จะถูกส่งออกไปยังภาครับโดยตัวอินเตอร์เฟสด้านตัวส่ง เพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณที่ภาครับ ต้องเข้าใจได้ นั่นก็คือต้องเป็นระบบเดียวกัน สัญญาณที่ถูกส่งออกมาอาจอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณแสง สัญญาณเสียงความถี่สูง สัญญาณนี้สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นสายนำสัญญาณหรือผ่านตัวกลางอากาศ ขึ้นอยู่กับระบบที่ถูกออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบควบคุมระยะไกล

หากใช้สายสัญญาณเป็นตัวนำสัญญาณจะเรียกว่า ระบบใช้สาย ซึ่งถ้าใช้สัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณควบคุม (ที่มีการจัดรูปแบบหรือเข้ารหัสแล้ว) ก็จะใช้สายไฟฟ้าเป็นตัวนำสัญญาณ แต่ถ้าใช้สัญญาณแสงเป็นตัวควบคุม ตัวนำสัญญาณจะเป็นเส้นใยแก้วนำแสง (Optic Fiber) ในกรณีที่สัญญาณควบคุมถูกส่งไปในอากาศ เพื่อเดินทางไปยังเครื่องรับ เช่น การใช้สัญญาณไฟฟ้าในรูปของคลื่นวิทยุหรือการใช้สัญญาณแสงอินฟาเรดโดยตรงจะมีชื่อว่า ระบบไร้สาย ซึ่งนิยมใช้กันอยู่มากในปัจจุบัน

สัญญาณที่เข้ามายังเครื่องรับหรือภาครับ จะถูกตัวอินเตอร์เฟสทำหน้าที่แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าที่เข้ากับระบบของตัวรับ ก่อนถูกถอดรหัสเพื่อทราบวัตถุประสงค์ของคำสั่ง จากนั้นส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสด้านเอาต์พุตจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ต้องการ ตามลักษณะคำสั่งที่ได้รับ

2.3.2 ระบบของสัญญาณควบคุม

ปัจจุบันนี้การแบ่งประเภทการควบคุมของระบบรีโมตคอนโทรล จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของการส่งผ่านสัญญาณหรือตัวกลางในการเชื่อมโยงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ระบบใช้สาย

เป็นระบบควบคุมที่ต้องมีตัวนำสัญญาณจากตัวส่ง (สถานีส่ง) ไปยังตัวรับ (สถานีรับ) อุปกรณ์การนำสัญญาณนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณพาหะ ซึ่งอาจได้แก่สัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณแสง เป็นต้น

ในกรณีของสัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณไฟฟ้า ตัวนำสัญญาณอาจได้แก่ สายไฟ, สายโทรศัพท์, สายโคแอกเชียล ฯลฯ แต่ถ้าในกรณีของสัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณแสง ตัวนำสัญญาณจะเป็นเส้นใยแก้วนำแสง

ตัวอย่างของรีโมตคอนโทรลแบบใช้สายไฟ จะเห็นได้จากเครื่องใช้ไฟฟ้ารุ่นเก่า เช่น เครื่องเล่นวีดีโอ, แอร์ ที่มีสายไฟเสียบต่อกับรีโมตคอนโทรลออกมาภายนอกเครื่อง ทำให้ไม่มีความสะดวกในการใช้งาน ปัจจุบันจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยม จะมีแต่งานบางประเภทเท่านั้นในส่วนของรีโมตคอนโทรลที่ใช้เส้นใยแก้วนำแสง อาจจะไม่ค่อยได้พบเห็นกันบ่อยนัก เนื่องจากว่าไม่ได้ใช้ในงานควบคุม แต่ใช้ในการส่งสัญญาณในลักษณะการสื่อสารข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับการควบคุมในปลายสายส่งสัญญาณแบบธรรมดา เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบสายไฟธรรมดาในหลายๆ ด้าน

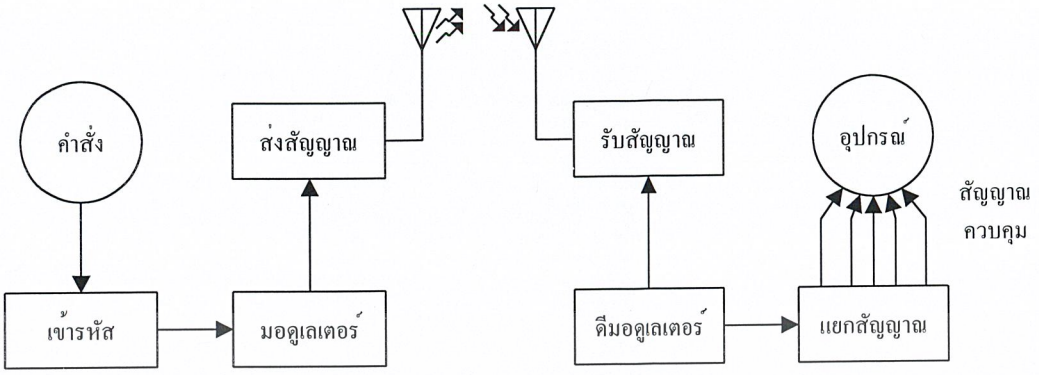
2) ระบบไร้สาย

เป็นระบบควบคุมที่ไม่ต้องมีอุปกรณ์ใดๆ เป็นตัวนำสัญญาณ โดยสัญญาณควบคุมจะเดินทางผ่านไปในสายอากาศ ชนิดของสัญญาณควบคุมที่เดินทางผ่านไปในอากาศได้ อาจอยู่ในรูปของสัญญาณเสียง สัญญาณแสง สัญญาณคลื่นวิทยุ

การใช้สัญญาณเสียงเป็นตัวส่งสัญญาณควบคุม ได้กล่าวไว้แล้วในตอนแรก ในส่วนของการใช้สัญญาณแสงกำลังเป็นที่นิยมกัน ในการนำมาเพื่อใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือน ดังนั้นเนื้อหาส่วนใหญ่จะเน้นที่ระบบไร้สายเป็นหลัก สำหรับกรณีของการควบคุมด้วยการใช้คลื่นวิทยุนั้น นิยมใช้กับเครื่องเล่นประเภทวิทยุบังคับ เช่น เครื่องบินเล็ก, เรือเร็ว, รถเด็กเล่น เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพราะรัศมีทำการของระบบวิทยุบังคับ มีรัศมีการควบคุมที่ไกลมาก ขึ้นอยู่กับกำลังการส่งสัญญาณออกอากาศ และใช้ได้แม้ในพื้นที่คับแคบ, คดเคี้ยว แต่รัศมีทำการอาจจะแคบเข้ามาด้วย เพราะคลื่นวิทยุสามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้ สัญญาณควบคุมระบบวิทยุอาจถูกกำหนดและเข้ารหัสด้วยวิธีเดียวกับระบบรีโมตคอนโทรลทั่วไป เพียงแต่จะถูกนำมามอดูเลตกับคลื่นวิทยุที่ภาคส่งก่อน การมอดูเลตสัญญาณใช้หลักการของการสื่อสารทั่วไป เช่น การมอดูเลตแบบเอเอ็ม, เอฟเอ็ม เป็นต้น

ส่วนของวงจรภาครับ เมื่อได้รับสัญญาณวิทยุก็จะทำการดีมอดูเลต เพื่อแยกชนิดของสัญญาณควบคุมออกมาจากความถี่วิทยุ สำหรับใช้สั่งงานอุปกรณ์ส่วนอื่นต่อไป ดังแผนผังการทำงานรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนผังการทำงานของระบบวิทยุบังคับ

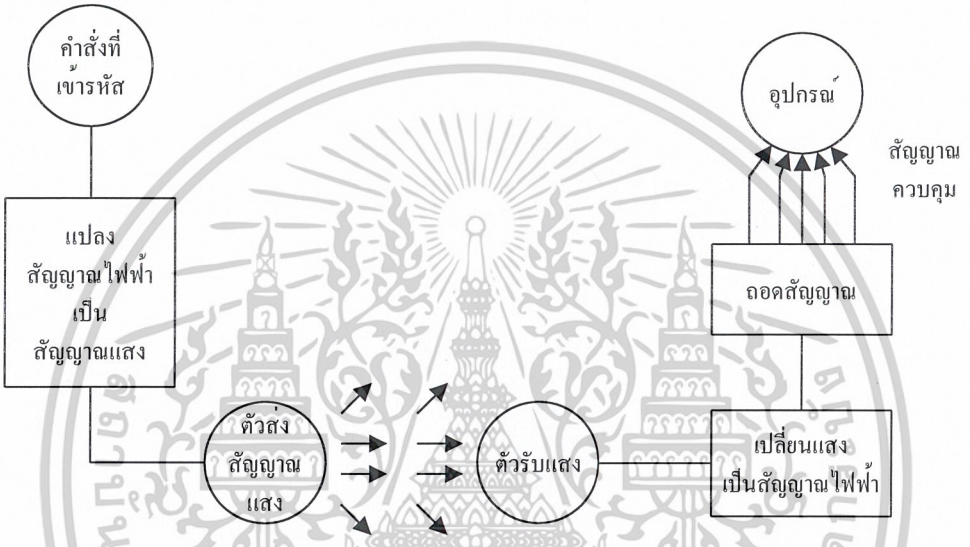
หากทำการเปรียบเทียบระบบรีโมตคอนโทรลชนิดไร้สายแบบใช้แสงกับใช้คลื่นวิทยุแล้ว สามารถสรุปได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าทำไมระบบควบคุมด้วยแสงจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบระบบควบคุมแบบไร้สาย โดยการควบคุมด้วยแสงกับใช้คลื่นวิทยุควบคุม

ข้อเปรียบเทียบ	ควบคุมด้วยแสง	ควบคุมด้วยคลื่นวิทยุ
1. ส่วนของวงจร	- วงจรไม่ซับซ้อนออกแบบง่าย	- วงจรค่อนข้างซับซ้อน การออกแบบค่อนข้างพิถีพิถัน
2. รัศมีทำการควบคุม	- ใกล้ แต่เหมาะสมกับห้องที่มีฝาผนัง เพราะมีการสะท้อนได้ดี	- ไกลตามกำลังส่ง เหมาะกับการใช้งานกลางแจ้ง
3. ปัญหาสัญญาณรบกวน	- ไม่มีหรือน้อยมาก	- อาจสร้างสัญญาณรบกวนให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นได้ง่าย และถูกรบกวนได้ง่ายเช่นกัน
4. ปัญหาด้านกฎหมาย	- ไม่มีกฎหมายควบคุม	- ต้องขออนุญาตจากทางราชการ เพื่อขอใช้คลื่นวิทยุ
5. ราคา	- ราคาถูก - ปานกลาง	- ราคาปานกลาง - แพง
6. ขนาดรูปร่าง	- สามารถปรับปรุงให้มีขนาดเล็กลงได้	- ไม่สามารถลดขนาดให้เล็กลงได้มาก เนื่องจากเหตุผลทางด้านกำลังส่งและอุปกรณ์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมด้วยสัญญาณแสง สัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณแสงก่อน แล้วจึงถูกส่งออกไปยังตัวรับ ซึ่งก็จะต้องมีอุปกรณ์พิเศษทำหน้าที่รับสัญญาณแสงแล้วแปลงกลับให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า จากนั้นจึงทำการแยกชนิดของสัญญาณว่าเป็นสัญญาณควบคุมที่สอดคล้องกับคำสั่งของตัวส่งอย่างไร ดังแผนผังการทำงานรูปที่ 2.4 ลักษณะของแสงที่ใช้ส่งสัญญาณแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามความถี่ของแสง คือ ประเภทแสงที่มองเห็นได้และประเภทแสงที่มองไม่เห็น ซึ่งมักได้แก่ย่านความถี่อินฟาเรด

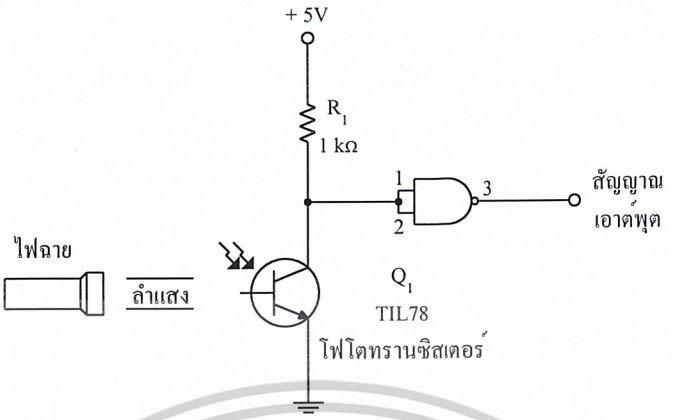


รูปที่ 2.4 โครงสร้างของระบบควบคุมด้วยแสงแบบไร้สาย

ในระบบของแสงที่มองเห็นได้ ความเข้มแสงที่ใช้รับ - ส่ง ถือเป็นสิ่งสำคัญ เพราะไม่เช่นนั้นแสงทั่วไปอาจส่งผลกระทบต่อวงจรภาครับได้ง่าย โดยทั่วไปลำแสงจะมีลักษณะกระจายออกจากแหล่งกำเนิดทุกทิศทาง ดังนั้นในกรณีของรีโมตคอนโทรล ทิศทางของแสงควบคุมอาจต้องทำการกำหนดให้แน่นอน ตัวอย่างของตัวส่งและตัวรับที่เห็นโดยทั่วไป ได้แก่ ตัวส่งสัญญาณที่เป็นไฟธรรมดา ส่วนตัวรับที่เป็นอุปกรณ์รับแสงที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เช่น โฟโตทรานซิสเตอร์หรือโฟโตไดโอดต่อกันเป็นวงจรดังรูปที่ 2.5

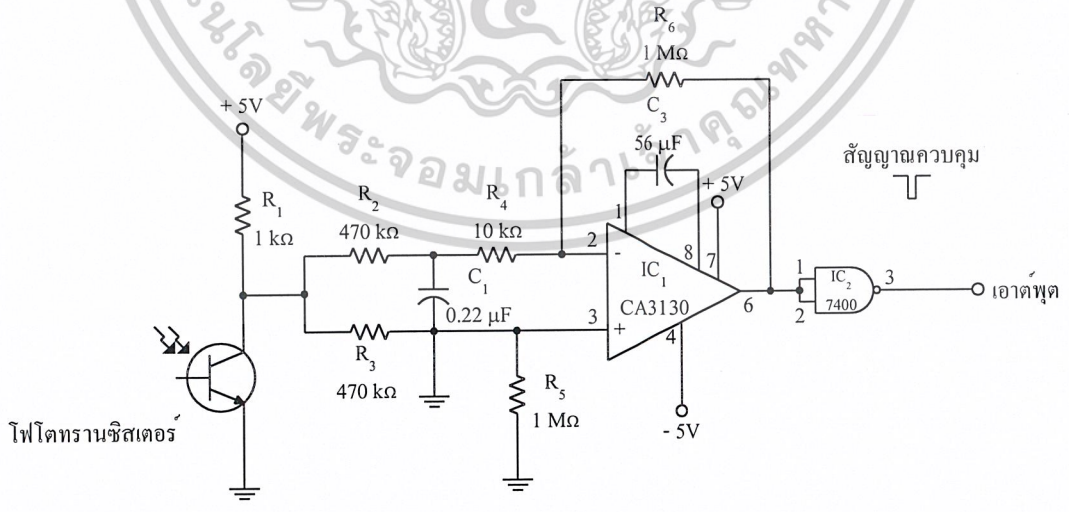
ในรูปที่ 2.5 เมื่อแสงจากไฟฉายตกกระทบโฟโตทรานซิสเตอร์ Q_1 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสและแรงดันที่ตกคร่อมขาคอลเล็กเตอร์ เกิดเป็นสัญญาณเอาต์พุตออกมา การต่อแนนด์เกตในลักษณะของอินเวอร์เตอร์จะช่วยแยกระดับของสัญญาณ “0” กับ “1” ออกมาให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น สัญญาณที่ได้นี้สามารถนำไปดัดแปลงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การส่งสัญญาณแสงควบคุมด้วยวงจรง่ายๆ

ส่วนสำคัญที่เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพการรับหรือความไวในการรับของภาครับ คือ โฟโตทรานซิสเตอร์และภาคขยายสัญญาณ ซึ่งมีรายละเอียดและข้อกำหนดพอสมควร ดังจะได้กล่าวต่อไป จากรูปวงจรเราปล่อยขาเบสลอยไว้ ซึ่งปกติจะเป็นเช่นนี้อยู่แล้ว ถ้าเราอยากให้การตอบสนองของสัญญาณดีขึ้น อาจต่อขาเบสนี้เข้ากับไฟบวก 5 โวลต์ โดยใช้ตัวต้านทานต่ออนุกรมเพื่อจำกัดกระแสเบสให้เป็นไปตามคุณสมบัติของโฟโตทรานซิสเตอร์ ก็พอจะช่วยให้วงจรรับทำงานได้ดีขึ้น แต่การแก้ไขที่ดีที่สุด คือ การเลือกใช้ตัวรับแสงที่มีประสิทธิภาพสูงๆ



รูปที่ 2.6 วงจรภาครับที่มีการตอบสนองดีขึ้น

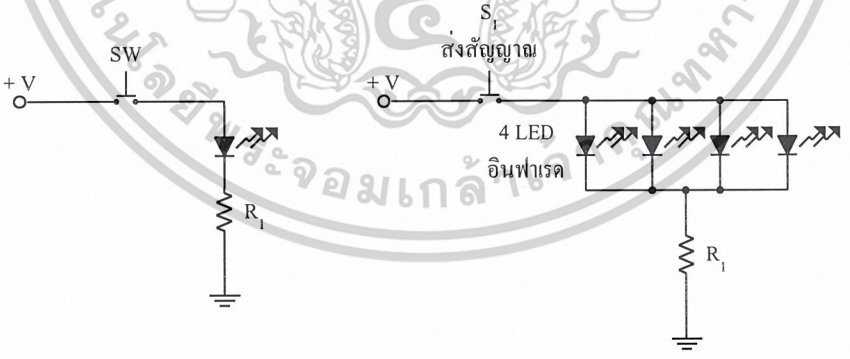
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรับแสงในรูปที่ 2.5 สามารถดัดแปลงให้มีการรับสัญญาณแสงได้ดีขึ้นดังวงจรในรูปที่ 2.6 โดยสัญญาณแสงที่รับได้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ขาคอลเล็กเตอร์ของอุปกรณ์โฟโตทรานซิสเตอร์ Q_1 แล้วถูกป้อนเข้าสู่วงจรออปแอมป์ที่ทำหน้าที่เสมือนวงจรขยายชนิดเปรียบเทียบผลต่างของสัญญาณ โดยสัญญาณอินพุตจาก Q_1 จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ทาง สู่ขานอนอินเวอร์ติ้งอินพุตและขาอินเวอร์ติ้งอินพุตของออปแอมป์ เมื่อไม่มีการส่งสัญญาณที่ตัวรับ ระดับแรงดันหรือสัญญาณที่ขาอินพุตของออปแอมป์จะมีค่าเท่ากัน ทำให้เอาต์พุตขา 6 ของออปแอมป์มีระดับสัญญาณเป็น “0” ส่งผลให้สัญญาณเอาต์พุตขา 3 ของ IC_2 เป็นสัญญาณพัลส์อยู่ในสภาวะ “1”

แต่ถ้าเมื่อใดที่มีแสงมาตกที่ตัวรับแสง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงที่ตัวรับในทันที ทำให้ระดับแรงดันที่ขานอนอินเวอร์ติ้งและขาอินเวอร์ติ้งอินพุตมีค่าไม่เท่ากัน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากตัวเก็บประจุ C_1 ที่ต่อไว้เพื่อหน่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงสัญญาณของขาอินเวอร์ติ้งอินพุต ทำให้สัญญาณเอาต์พุตขา 6 ของออปแอมป์มีระดับสัญญาณเป็น “1” ส่งไปผ่าน IC_2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินเวอร์เตอร์ ได้สัญญาณพัลส์เอาต์พุตที่ขา 3 ของ IC_2 ออกมาเป็น “0” ดังนั้นถ้าแสงที่ตกมายังตัวรับแสงหายไป เอาต์พุตที่ขา 3 ของ IC_2 ก็จะเหมือนเดิม ซึ่งเป็นไปโดยการทำงานของวงจร

3) ระบบอินฟาเรด

การใช้แสงอินฟาเรดเป็นสัญญาณควบคุมรีโมตคอนโทรล สามารถตัดปัญหาการรบกวนของแสงภายนอกอื่นๆ (ที่มองเห็น) ลงไปได้โดยเด็ดขาด ยิ่งไปกว่านั้นวงจรใช้งานของระบบอินฟาเรด ยังเป็นวงจรที่ง่ายและไม่ซับซ้อน และยังมีความเชื่อถือได้สูงในการใช้งานอีกด้วย



(ก) การไบแอสอินฟาเรดธรรมดา (ข) การไบแอสอินฟาเรดเพื่อเพิ่มปริมาณความเข้มของแสง

รูปที่ 2.7 วงจรสร้างสัญญาณอินฟาเรดอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งสัญญาณแสงย่านอินฟาเรดสามารถกระทำได้ด้วยวงจรดังรูปที่ 2.7 (ก) ซึ่งประกอบด้วย LED ที่เปล่งแสงในย่านอินฟาเรด เช่น TIL38 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ โดยมีตัวต้านทาน R_1 ทำหน้าที่จำกัดกระแส ตัวอย่างเช่น สำหรับ LED ที่กินกระแสได้สูงสุดประมาณ 150 มิลลิแอมป์ หากใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 5 โวลต์ R_1 จะมีค่าประมาณ 22 โอห์ม แต่ในทางปฏิบัติไม่ควรออกแบบให้ LED กินกระแสสูงสุด R_1 ที่ใช้จึงควรมีค่ามากกว่านี้ เช่น 100 โอห์ม

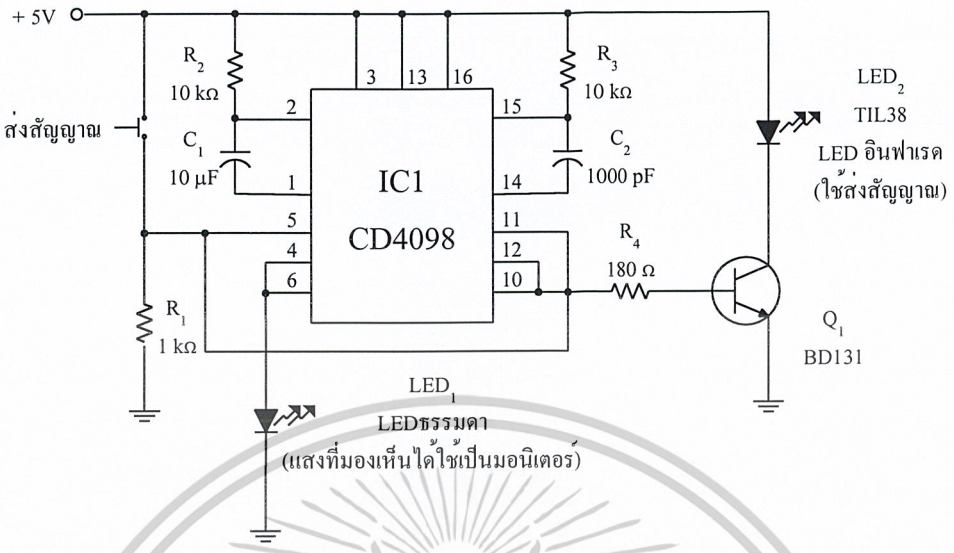
สัญญาณแสงที่ส่งออกโดย LED เพียงตัวเดียว จะเหมาะกับการใช้งานระยะเพียงไม่กี่เมตรเท่านั้น การเพิ่มกำลังส่งของแสงอินฟาเรดให้ไปได้ไกลขึ้นทำได้โดยใช้ LED หลายตัวต่อขนานกันดังรูปที่ 2.7 (ข) โดยที่ R_1 จะต้องมีค่าลดลงจากเดิม เพราะต้องขับกระแสมากขึ้น ปัจจุบันมี LED ย่านอินฟาเรดรุ่นใหม่ที่ให้กำลังส่งหรือความเข้มแสงสูง ช่วยให้ส่งสัญญาณไปได้ไกลกว่าเดิมมาก ดังนั้นหากเราต้องเลือก LED ตัวส่งสำหรับใช้งานแล้ว ควรจะศึกษาถึงคุณสมบัติทางเทคนิคให้ละเอียดด้วย

4) เครื่องส่งอินฟาเรด

การเพิ่มระยะทางในการทำงานของแสงอินฟาเรด นอกเหนือจากการเพิ่มจำนวน LED ดังรูปที่ 2.7 (ข) แล้วอาจทำได้ด้วยวิธีอื่นอีก แม้ว่าจะใช้ LED เพียงตัวเดียวก็ตาม นั่นคือการเพิ่มกระแสขับ LED ให้สูงขึ้น โดยที่ LED ต้องไม่เสียหาย ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการจำกัดช่วงเวลาทำงานของ LED ให้สั้นลง ด้วยการใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวขับกระแสให้ LED จากวงจรในรูปที่ 2.7 (ก) หากเราป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างพัลส์ไม่เกิน 10 ไมโครวินาที กระแสที่ใช้ขับ LED อาจมีค่าสูงถึง 2 แอมป์ โดยที่ LED ไม่เสียหาย ซึ่งจะส่งผลทำให้ความเข้มแสงที่เปล่งออกมีค่าสูงมาก และเดินทางไปได้ไกลกว่าเดิมมาก

วงจรในรูปที่ 2.8 ใช้สำหรับสร้างพัลส์ขนาดเวลา 10 ไมโครวินาที ให้กับ LED โดยมีทรานซิสเตอร์ Q_1 เป็นตัวขับกระแส สัญญาณควบคุมทรานซิสเตอร์มาจากวงจรโมโนสเตเบิล IC_1 ที่ใช้ไอซีเบอร์ CD4098 เป็นตัวสร้างสัญญาณ การใช้สวิตช์ธรรมดาต่อร่วมกันกับวงจรโมโนสเตเบิลในรูปที่ 2.8 บางครั้งอาจก่อให้เกิดปัญหาในการส่งสัญญาณได้ เพราะตัวสวิตช์เองอาจมีปัญหาด้านกลไกในตัวมัน เมื่อมีการกดสวิตช์ ระบบหน้าที่สัมผัสภายในอาจเกิดการสั่นหรือสัมผัสกันมากกว่าหนึ่งครั้งทำให้สัญญาณที่ได้เสมือนเปิด - ปิด ติดๆ กันหลายครั้ง ส่งผลให้สัญญาณเอาต์พุตของวงจรโมโนสเตเบิลมีการผิดพลาดได้ การแก้ไขอาจทำได้โดยการเพิ่มเกตแบบชมิตทริกเกอร์เข้าไป เพื่อตัดปัญหาของสวิตช์ดังกล่าว

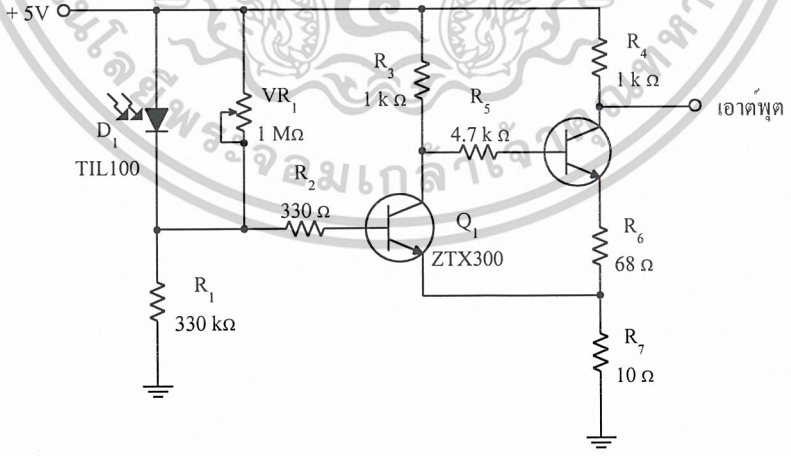
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 วงจรพัลส์ของแสงอินฟาเรด

5) เครื่องรับแสงอินฟาเรด

การรับสัญญาณแสงอินฟาเรดด้วยวงจรพื้นฐานดังรูปที่ 2.9 ซึ่งประกอบด้วยส่วนของตัวรับแสง ที่ใช้โฟโตไดโอดทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ในการติดตั้งโฟโตไดโอดเพื่อรับแสง ควรมีแผ่นกรองแสงหรือฟิลเตอร์ชนิดที่ให้แสงอินฟาเรดผ่านได้ (เช่น แผ่นพลาสติกใสสีแดงเข้ม) วางไว้ด้านหน้า เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแสงตัวอื่นที่อาจตกกระทบเข้ามา



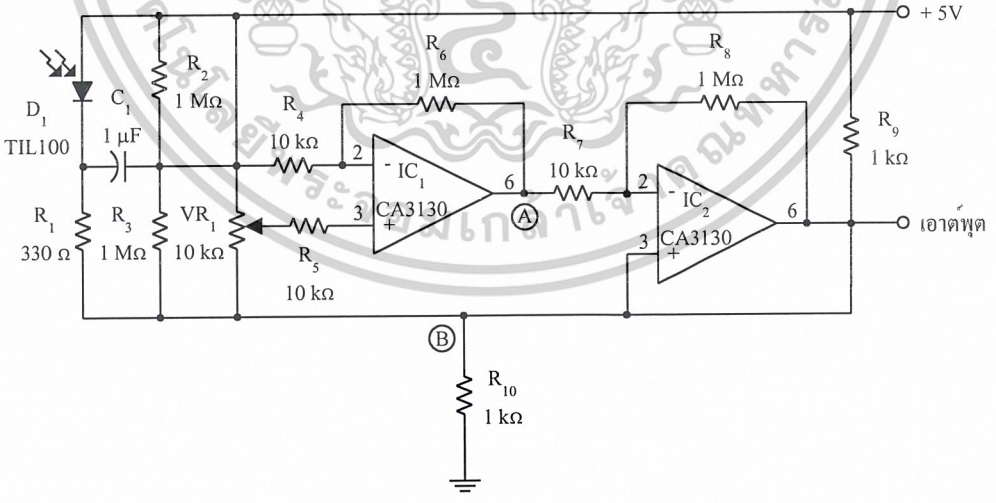
รูปที่ 2.9 วงจรรับแสงอินฟาเรดแบบพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสที่ไหลผ่านโฟโตไดโอดและตัวต้านทาน R_1 จะมีค่ามากขึ้นตามความเข้มของแสงที่รับได้ อันจะส่งผลให้เกิดการเพิ่มกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำให้ Q_1 ทำงาน และเมื่อ Q_1 ทำงานกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ Q_2 จะลดลง ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 ไม่ทำงาน ทำให้เอาต์พุตของวงจรอยู่ในสภาวะ “1” เมื่อมีสัญญาณอินฟาเรดเข้ามา ความไวในการรับสัญญาณของวงจรขึ้นกับระดับที่ตกคร่อม R_1 อันเนื่องมาจากปริมาณของกระแสที่ไหลผ่านโฟโตไดโอด VR_1 ทำหน้าที่กำหนดปริมาณกระแสไบแอสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_1

วงจรในรูปที่ 2.10 เป็นวงจรรับแสงอินฟาเรดที่ถูกปรับปรุงให้มีความไวในการรับสัญญาณแสงได้ดีขึ้น โดยการใช้ตัวเก็บประจุ C_1 เป็นตัวผ่านของสัญญาณเริ่มต้นที่รับได้ ซึ่งช่วยให้วงจรมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณชั่วขณะได้ดีขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติในการเก็บประจุและคายประจุของ C_1

สัญญาณอินพุตที่รับได้จะถูกส่งไปเข้าวงจรขยายโดย IC_1 ซึ่งเป็นวงจรขยายแบบเปรียบเทียบแรงดัน โดยที่ขา 3 ของ IC_1 เป็นขาตั้งระดับแรงดันอ้างอิงมี VR_1 เป็นตัวปรับแรงดัน และแรงดันอินพุตที่ขา 2 เป็นแรงดันที่มาทำการเปรียบเทียบกับแรงดันที่ขา 3 ซึ่งแรงดันที่ขา 3 นั้นปกติจะปรับให้เป็นครึ่งหนึ่งของแหล่งจ่ายเอาต์พุตขา 6 ของ IC_1 จะถูกส่งไปทำการขยายสัญญาณโดย IC_2 ต่อเป็นวงจรขยายแบบกลับสัญญาณให้เอาต์พุตออกมาที่ขา 6 เพื่อส่งไปควบคุมวงจรใช้งานอื่นๆ อีกต่อไป



รูปที่ 2.10 วงจรรับแสงอินฟาเรดที่มีความไวเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

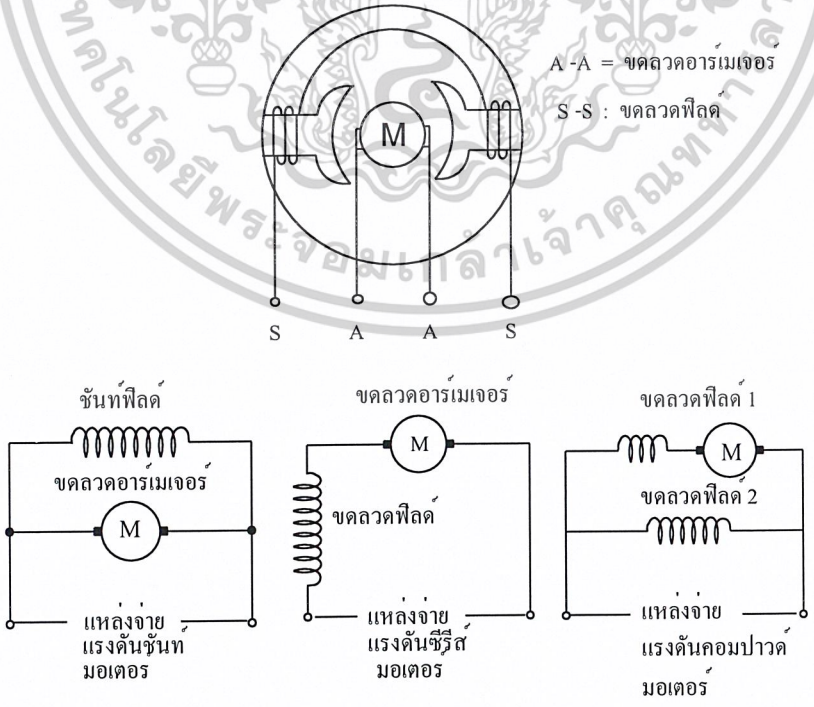
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องต่อการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง มอเตอร์เป็นแหล่งต้นกำลังที่สามารถได้รับการควบคุมได้โดยง่ายด้วยขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์จึงทำให้มอเตอร์แพร่หลาย ภายในโรงงานจะมีมอเตอร์มากมายหลายแบบตั้งแต่แบบเล็กๆ ที่ใช้ในงานควบคุมจนถึงมอเตอร์ต้นกำลังขนาดใหญ่โตหลายร้อยแรงม้า

อุปกรณ์ทางด้านโซลิดสเตทโดยเฉพาะอย่างยิ่งไทริสเตอร์ได้มีบทบาทที่สำคัญควบคุมมอเตอร์ สามารถควบคุมการเริ่มต้นของมอเตอร์ การหมุนเดินหน้า ถอยหลัง การปรับตัวเร็ว ควบคุมความเร็วให้คงที่ ควบคุมแรงบิด เป็นต้น

2.4.1 ชนิดของมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปแยกได้เป็นสองชนิด คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยหลักการแล้วจะประกอบด้วยขดลวดอาร์เมเจอร์และขดลวดฟิลด์ เมื่อเราต่อมอเตอร์ในลักษณะของขดลวดเหล่านี้ผสมกันแล้วจะได้ชนิดของมอเตอร์ไฟตรงเป็น 3 ชนิดคือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor) ลักษณะของมอเตอร์ทั้งสามแบบนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้น มีข้อดีในแง่การควบคุม ซึ่งเราสามารถควบคุมความเร็วได้โดยง่าย แต่ปัญหาในแง่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และราคาของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นข้อจำกัดที่ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีผู้ใช้งานน้อยลง

2.4.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1) ตัวควบคุม

เป็นส่วนของระบบที่ทำให้เกิดสัญญาณควบคุมไปบังคับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและโหลด ซึ่งอาจจะเป็นแอนะลอกหรือดิจิตอลก็ได้

2) กำลังขยายหรือส่วนภาคขับ

ทำหน้าที่ปรับปรุงและขยายสัญญาณให้เหมาะสมก่อนที่จะป้อนไปขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งอาจแบ่งแยกเป็นลิเนียร์เพาเวอร์แอมปลิฟลายและพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น

2.1) ลิเนียร์เพาเวอร์แอมปลิฟลาย เป็นการควมคุมมอเตอร์ (Control Motor) แบบต่อเนื่อง แต่จะมีความสูญเสียทางเพาเวอร์สูงเนื่องจากกำลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์ (Output Transistor) เป็นจำนวนมาก เพราะขณะมอเตอร์ไม่ทำงานทรานซิสเตอร์ส่วนนี้ก็ต้องแบกภาระเนื่องจากมีกระแสไหลผ่านตัวมัน

2.2) การมอดูเลตแบบความกว้างของพัลส์ เป็นสวิตชิ่งแอมปลิฟลาย คือ การควบคุมแรงดันของมอเตอร์ โดยการปรับดิวตี้ไซเคิลของแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และให้มันทำงานทุกๆ ภาวะอิ่มตัวหรือภาวะไม่นำกระแส ด้วยเหตุนี้กำลังสูญเสียน้อย เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแส แรงดันตกคร่อมตัวมันจะน้อยจนตัดทิ้งได้และเมื่อหยุดนำกระแสแรงดันตกคร่อมจะประมาณ VCC ดังนั้นกระแสไหลผ่านจึงน้อยมากประมาณศูนย์ แต่จะใช้กับความถี่สูงได้ไม่ดี และความถี่ต้องคงที่ ถ้าไม่เช่นนั้นอาจเกิดออสซิสเลตขึ้นได้

3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและโหลด

3.1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

สำหรับกรณีของมอเตอร์แบบขนาน เนื่องจากวงจรขนาน และวงจรอาร์เมเจอร์ซึ่งต่อขนานกันได้รับไฟกระแสตรงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าชุดเดียวกัน เมื่อแรงดันของแหล่งจ่ายและความต้านทานสนามที่ค่าคงที่ ถึงแม้ว่าโหลดจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงก็ตามจะได้ฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าคงที่ เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและกระแสจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงดังรูปที่ 2.12

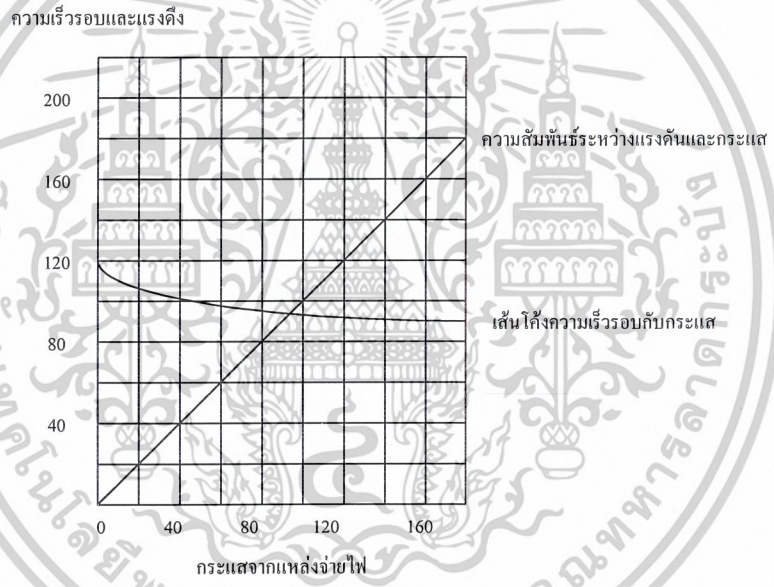
ขณะมอเตอร์ทำงานถ้าทำการลดโหลดให้มีค่าต่ำลง I_a จะมีค่าต่ำลงด้วย แต่เนื่องจาก Φ มีค่าเกือบคงที่ เมื่อ V คงที่ ดังนั้นความเร็วรอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ตรงกันข้ามถ้าให้โหลดหรือกระแส I_a มีค่าลดลงความเร็วรอบจะลดลงน้อยมาก นั่นคือ การรักษาระดับความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

(Speed Regulation) มีค่าน้อยมาก ดังแสดงด้วยเส้นโค้งในรูปที่ 2.12 และเส้นโค้งนี้เรียกว่า เส้นโค้งความเร็วรอบกับกระแสซึ่งมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงในระดับแนวนอน

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น เป็นกรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ (Amateur Reaction) ถ้าคำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ด้วยแล้ว สำหรับกรณีที่ I_a มีค่าน้อยๆ Φ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยกรณีที่ I_a มีค่ามากๆ Φ จะมีค่าลดลงบ้างเล็กน้อยทำให้การรักษาระดับความเร็วในภาวะการเปลี่ยนแปลงของโหลด มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ จากคุณสมบัติอันนี้จะเห็นว่ามอเตอร์แบบขนานจะเหมาะกับงานที่ต้องการลักษณะการรักษาระดับความเร็วน้อยๆเป็นอย่างยิ่ง เช่น งานด้านเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการแรงดึงสูงๆ



รูปที่ 2.12 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

3.2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Serie Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมจะต่างกับแบบขนานตรงที่ว่า Φ จะไม่คงที่ แต่จะมีค่าเพิ่มลดตามกระแส I_a และในบริเวณเส้นตรง ที่อยู่ต่ำกว่าส่วนโค้งงอของเส้นโค้งแมกเนไตเซชั่น (Magnatrization) ลงมา

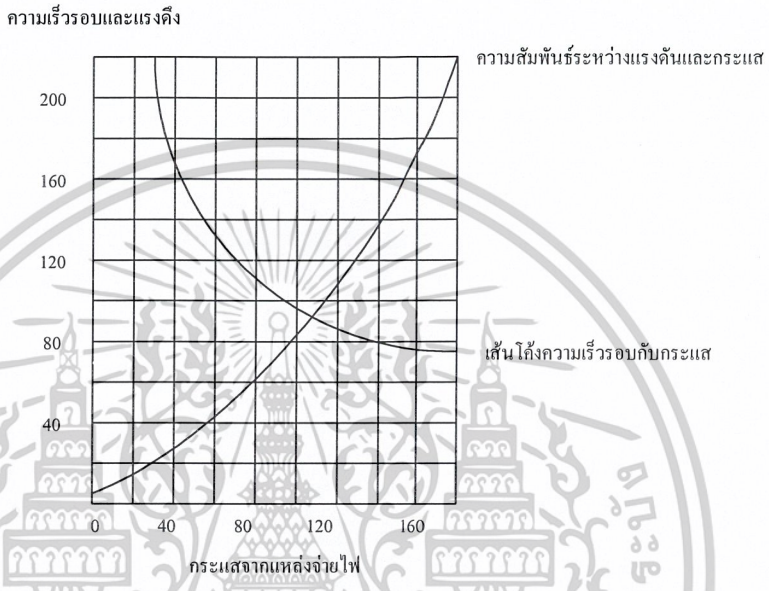
โดยทั่วไปมอเตอร์จะใช้กระแส 1.3 - 1.7 เท่า ของกระแสพิกัดในการขับเคลื่อนให้หมุน ดังนั้น แรงดึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุนจะมีค่ามากกว่าแรงดึงที่กระแสพิกัดมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51039

ยิ่งให้กระแสขับเคลื่อนมีค่ามากแรงดึงขับเคลื่อนจะยิ่งมีค่ามากขึ้นเช่นกัน นั่นคือ ถ้าใช้กระแสขับเคลื่อนในอัตราส่วนที่เท่าๆ กันมอเตอร์อนุกรมจะใช้แรงดึงขับเคลื่อนได้มากกว่า

มอเตอร์แบบขนานจัดอยู่ในประเภทความเร็วรอบคงที่ ขณะที่มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนค่าความเร็วรอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

จากเส้นโค้ง ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า มอเตอร์แบบอนุกรมนี้ จะเห็นว่าไม่ว่าจะทำการขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่ไม่มีโหลดหรือมีโหลดต่ออยู่น้อยมาก โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าที่แรงดันพิกัดหรือจะทำการปลดโหลดออกหมด หรือเพียงบางส่วนในขณะมอเตอร์ทำงานก็ตาม ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว ซึ่งลักษณะเช่นนี้เรียกว่า รันอะเวย์ (Run Away) และจำเป็นที่จะต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้น ดังนั้นในกรณีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมจึงตั้งเป็นกฎห้ามไม่ให้ใช้สายพานในการหมุนขับเคลื่อนระหว่างตัวมอเตอร์กับโหลด ทั้งนี้เพราะถ้าสายพานขาดหรือหลวมคลายตัวออกจะทำให้มอเตอร์เกิดการรันอะเวย์ได้

3.3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่อาศัยคุณสมบัติการทำงานร่วมกันของขดลวดอนุกรม (ให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องสูง) และขดลวดแบบขนาน (ให้ความเร็วรอบเกือบคงที่) ในอัตราส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสม คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม มอเตอร์ชนิดนี้จะให้กระแสจำนวนมากไหลผ่านขดลวดอนุกรมในช่วงเริ่มเดินเครื่องจึงให้คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมในช่วงนี้ กล่าวคือให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องที่สูงกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานในปริมาณของกระแสเริ่มเดินเดียวกัน หลังจากนั้นมีความเร็วรอบ n สูงขึ้นเรื่อยๆ กระแส I_a ซึ่งไหลผ่านขดลวดอนุกรมจะน้อยลงเรื่อยๆทำให้คุณสมบัติของขดลวดอนุกรมที่แสดงออกลดน้อยลง ช่วงการทำงานของมอเตอร์ชนิดนี้จะแสดงคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน คือ ให้ความเร็วรอบที่เกือบคงที่มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้เหมาะที่จะ นำไปขับเคลื่อนโหลดในลักษณะเช่น ลิฟต์ เป็นอย่างยิ่ง

ในอุตสาหกรรมการผลิตบางชนิด ต้องการความเร็วรอบคงที่ตลอดไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ตามนั้น แม้จะเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานก็ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะจากคุณสมบัติทางด้านความเร็วรอบของมอเตอร์แบบขนานนี้จะเห็นว่า เมื่อโหลดมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนความเร็วรอบจะมีค่าไม่เท่ากัน

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์ และในช่วงการเปลี่ยนแปลงของโหลดจากสภาวะไร้โหลดจนถึงโหลดเต็มที่นั้น จะให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนในสมการความเร็วรอบเท่ากัน ดังนั้นการรักษาระดับความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะมีค่าประมาณศูนย์

เนื่องจากมอเตอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์นั้นมีข้อเสียมาก จึงไม่นิยมใช้ในกรณีที่ต้องใช้มอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบที่คงที่จะหันไปใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดอื่นแทน

4) การรักษาระดับความเร็ว

การรักษาระดับความเร็ว คือ ค่าซึ่งแสดงขนาดการเปลี่ยนแปลงของความเร็วรอบอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโหลดในมอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบคงที่ และหมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนรอบหมุนจากสภาวะโหลดเต็มที่มาเป็นสภาวะไร้โหลดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ และอัตราการเปลี่ยนแปลงจะอยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ของความเร็วรอบในสภาวะโหลดเต็มที่ คำจำกัดความนี้คล้ายกับการรักษาระดับแรงดัน ในกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าวิธีการทดลองเพื่อหาค่าระดับความเร็ว คือ ให้เดินเครื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานหรือแบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยการป้อนแรงดันพิกัดเข้าขั้วอินพุตของมอเตอร์จากนั้นให้เพิ่มโหลดของมอเตอร์ขึ้นเรื่อยๆ จนมีค่าโหลดเต็มที่หลังจากที่อุณหภูมิตามส่วนต่างๆ ของมอเตอร์ได้เพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัวแล้ว ให้ทำการวัดจำนวนรอบหมุนของมอเตอร์ขณะนั้น สมมุติให้มีค่าเป็น n จากนั้นให้ปลดโหลดของมอเตอร์ออกให้หมดแล้วจึงวัดความเร็วรอบ สมมุติให้มีค่าเท่ากับ n_0 อนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันระหว่างขั้วที่ป้อนให้มอเตอร์นั้นจะต้องปรับไว้ที่ค่าคงที่เสมอตลอดการทดลอง สำหรับค่าความต้านทานในวงจร สนามนั้นต้องมีค่าคงที่เช่นกันโดยไม่มีการปรับซึ่งในเรื่องนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาช่วยในการรักษาระดับความเร็วและความเร่งของมอเตอร์เพื่อให้มีความเที่ยงตรงมากที่สุด ใช้รับรู้หรือดีเทคสัญญาณที่ต้องการโดยไม่มีผลของการโหลดดิ้ง สัญญาณที่ดีตรวจจับได้นี้จะป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิง เพื่อควบคุมมอเตอร์อีกที ฟีตแบ็คทรานสดิวเซอร์แบ่งเป็นแบบแอนะลอกและแบบดิจิตอล

2.4.3 การทำงานของแอมปลิฟลายแบบการมอดูเลตแบบความกว้างของพัลส์

แอมปลิฟลายแบบการมอดูเลตแบบความกว้างของพัลส์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะการทำงาน คือ ไบโพล่าร์, ยูนิโพล่าร์ และลิมิตยูนิโพล่าร์ ซึ่งทั้ง 3 ชนิดสามารถอธิบายด้วยวงจรพื้นฐานนี้ได้โดยทั้ง 3 ชนิด ต่างกันตรงการควบคุมการเปิด - ปิด ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแบบไบโพล่าร์ เพราะเป็นแบบที่ควบคุมและเข้าใจได้ง่าย คือ เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟสเปิด ก็ให้ T_1 กับ T_4 เปิด และ T_2 กับ T_3 ปิด ดังนั้น กระแสไหลจาก V_S ผ่าน T_1 ขั้วบวกมอเตอร์และ T_4 ลงกราวด์ ดังนั้น $V_M=V_S$ (มอเตอร์หมุนตามเข็ม) เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟสปิด ก็ให้ T_2 กับ T_3 เปิด และ T_1 กับ T_4 ปิด ดังนั้น กระแสไหลจาก V_S ผ่าน T_3 ขั้วลบมอเตอร์และ T_2 ลงกราวด์ ดังนั้น $V_A = V_S$ (มอเตอร์หมุนทวนเข็ม)

2.4.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำได้ 2 วิธี คือ

1) การควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของอาร์เมเจอร์

เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะแปรผันตรงกับแรงดันที่ใส่ให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังนั้นเราจึงสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด (Base Speed) หรือ n base การควบคุมแบบนี้จะทำให้แรงบิดสูงสุดส่วนกำลังออกของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วเป็นเส้นตรง โดยจะมีกำลังออกสูงสุดความเร็วที่กำหนด การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงโดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้เพราะให้แรงบิดสูง

2) การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงในย่านความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดจะทำได้โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ เมื่อต้องการเพิ่มความเร็วจะต้องลดขนาดของกระแสของขดลวดลง การลดความเข้มของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ลดลง ขณะที่กำลังออกสูงสุดของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลง วิธีนี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูงโดยที่แรงบิดของโหลดจะต้องลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ไม่เช่นนั้นจะเป็นการเกินกำลังของมอเตอร์

2.5 อุปกรณ์ตรวจจับ

2.5.1 โฟโตไดโอด

เป็นไดโอดที่ทำงานเมื่อมีแสงมาตกกระทบ ในการที่จะนำโฟโตไดโอดไปต่อใช้งานต้องต่อในลักษณะไบแอสกลับ คือ ต่อแอโนดเข้ากับไฟลบ แคโทดเข้ากับไฟบวก เมื่อมีแสงมาตกกระทบจึงสามารถนำกระแสได้ แต่อย่างไรก็ตาม ในขณะที่ไม่มีแสงมาตกกระทบ จะมีกระแสรั่วไหลอยู่ค่าหนึ่งประมาณ 10 ไมโครแอมป์ เมื่อมีแสงมาตกกระทบ กระแสจะไหลเพิ่มเป็นประมาณ 100 ไมโครแอมป์

2.5.2 อินฟาเรดแอลอีดี

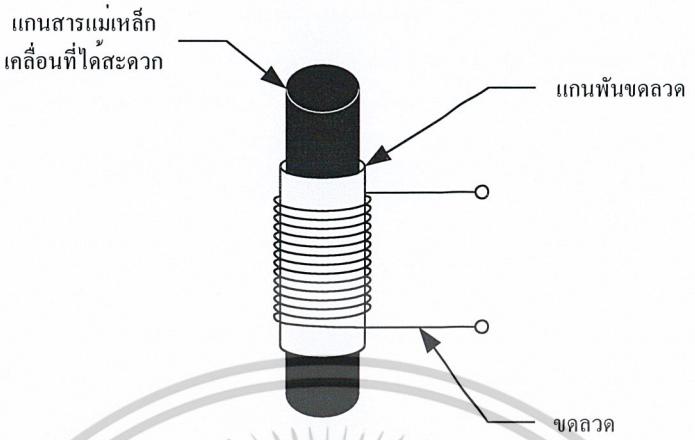
อินฟาเรดแอลอีดี ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำเนิดแสงในย่านอินฟาเรด เมื่อตัวนำกระแสอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษและเกิดพลังงานจากโฟรตรอน การเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปในทันทีที่มีกระแสไหลผ่าน อินฟาเรดแอลอีดีสามารถกำเนิดแสงอินฟาเรดได้ในช่วงสองความยาวคลื่นดังนี้คือ อินฟาเรดแอลอีดีที่สร้างจากสารแกลเลี่ยมอาเซไนต์ (Gallium Arsenide : GaGs) จะให้ความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร และอินฟาเรดแอลอีดีที่สามารถสร้างจากสารกึ่งตัวนำอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า แกลเลี่ยมอลูมินั่มอาเซไนต์ (Gallium Aluminum Arsenide : GaAlGs) ซึ่งจะกำเนิดแสงอินฟาเรดที่มีความยาวคลื่นประมาณ 880 นาโนเมตร

2.6 โซลินอยด์

โซลินอยด์มีรากศัพท์มาจากคำว่า โซเลน (Solen) ซึ่งมีความหมายทางการแพทย์คล้ายๆ เฝือกหุ้มอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งก็อาจจะอยู่ในลักษณะของปลอกแขนหรือปลอกขา โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์ก็คือขดลวดพันรอบๆ แกนสารแม่เหล็ก ลักษณะก็เป็นคล้ายๆ ทรงกระบอก ดังแสดงในรูปที่ 2.14

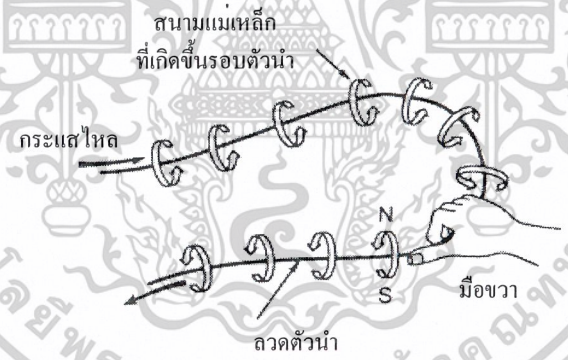
เราใช้โซลินอยด์มาประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเชื่อมโยงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลโดยตรง โดยสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้เข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น การเคลื่อนที่นี้เองที่นำไปใช้ประโยชน์ เช่น ขัดกลอนประตูเอาไว้ ไปถีบกระเดื่องทำให้กลไกทำงานหรือหยุดทำงาน ฯลฯ โดยโซลินอยด์ที่มีใช้กันมีทั้งชนิดที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์

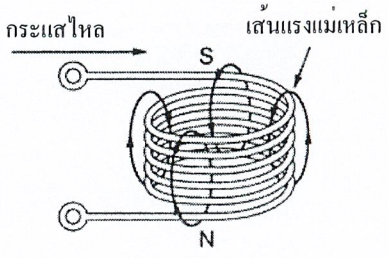
2.6.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์



รูปที่ 2.15 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด

โดยเออร์สเตดเป็นผู้ตั้งกฎว่า (ตามหลักความเป็นจริงที่ค้นพบ) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำใดๆ ก็ตาม จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.15 โดยเออร์สเตดยังออกกฎมือขวามาให้ดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็ก คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยให้นิ้วโป้งแทนทิศทางกระแสไหล ส่วนนิ้วที่เหลือทั้งหมด (ซึ่งมี 4 นิ้ว และจะหันไปทางเดียวกัน) จะแสดงทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วใต้ไปขั้วเหนือ

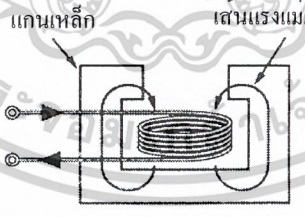
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

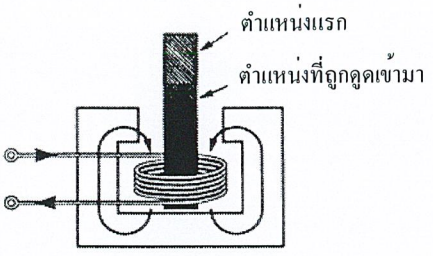
เมื่อเรานำเส้นลวดที่ยาวมาขดเป็นวง หลายๆ วง ก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.16 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางเสริมกันและเกิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กรวม มีทิศทางเหนือใต้ ซึ่งขณะนี้ขดลวดจะทำหน้าที่เช่นเดียวกับแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก

เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ามารอบๆ ขดลวดเพื่อให้สนามแม่เหล็กมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.17 ถ้านำแกนกระทุ้ง (Plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูดให้ลึกเข้ามาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 2.18 ยิ่งระยะทางใกล้เข้ามากเท่าไร แรงดึงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.17 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

ข้อแตกต่างระหว่างโซลินอยด์ไฟตรงและโซลินอยด์ไฟสลับ คือ ในโซลินอยด์ไฟตรง กระแสที่ไหลในขดลวดจะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่ในโซลินอยด์ไฟสลับ กระแสในขณะที่แกนกระทุ้งอยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวดกระแสจะลดต่ำลง ลักษณะแบบนี้นี่เองที่ทำให้ต้องระวังอย่าให้เกิดการติดขัดของแกนกระทุ้งในโซลินอยด์ไฟสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสมากๆ ไหลค้างอยู่ ทำให้ขดลวดร้อนขึ้นและอาจจะไหม้เสียหายได้

โดยโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟสลับ จะต้องพันขดลวด Shaded Coil หรือแหวน (Ring) ซึ่งเป็นลวดพันรอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียวหรือไม่กี่รอบลัดวงจรเอาไว้เลย จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟสลับ กระแสจะลดลงมาเป็นศูนย์ 2 ครั้งทุกๆ ไซเกิล ช่วงที่กระแสเป็นศูนย์นี้เองทำให้แรงดึงดูดแม่เหล็กลดลง และทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ขึ้น และการดูดก็ไม่แน่นแฟ้น ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไปจะทำให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส คือ แม้ในขณะที่กระแสเป็นศูนย์ก็ตาม ขดลวดแหวนซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยวนำกับสนามแม่เหล็ก จะยังคงมีแรงแม่เหล็กมาเสริมการดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

2.6.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์

จะต้องคำนึงถึงหลักใหญ่ๆ คือ

1) แรงดันใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นไฟตรงหรือไฟสลับ ถ้าเป็นไฟสลับก็ต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามต้องการด้วย

2) ช่วงชักใช้งาน (Operating Stroke) ของโซลินอยด์จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด (จะกำหนดเป็นมิลลิเมตร)

3) ขนาดของโหลดว่าต้องใช้แรงขนาดเท่าใด มักจะบอกเป็นกรัม

4) ใช้งานต่อเนื่องหรือไม่ การใช้งานต่อเนื่อง (Continuous) หมายถึงเราอาจจะใส่แรงดันไฟเข้าขดลวดค้างไว้ได้เลย โดยขดลวดไม่ไหม้ หรือเป็นแบบจังหวะๆ (Intermitent Duty)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้

1) สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนัก

1.1) ทำเป็นกลอนล็อคประตู เมื่อมีแรงดึงมาที่ขดลวด โซลินอยด์จะดึงแกนกระทุ้งกลับเป็นการปลดล็อค

1.2) ชูป้ายโฆษณา (Display) ในกรณีนี้ถ้าโซลินอยด์ยังไม่ทำงาน สปริงจะดึงป้ายให้ตั้งฉากกับหน้าต่างป้ายทำให้เราไม่เห็นตัวหนังสือ แต่ถ้าโซลินอยด์ได้รับแรงดันเข้ามา แกนกระทุ้งจะถูกดูดทำให้คานดีดงัดหน้าป้ายโฆษณาออกมาให้เห็นได้

1.3) ใช้กับกลไกของเล่นที่ทำด้วยอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น หุ่นยนต์ รถยนต์เด็กเล่น และอื่นๆ อีกมาก

2) สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงมาก (ใช้ในงานอุตสาหกรรม)

2.1) กลไกอินเตอร์ล็อค ใช้กับพวกเครื่องหยอดเหรียญต่างๆ กระเดื่องทริปของเซอร์กิตเบรคเกอร์, เครื่องเล่นทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2.2) ควบคุมลิ้นของไหล พวกลิ้นเปิดปิดทางเดินของลมหรือน้ำมันในระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์, ควบคุมลิ้นน้ำทิ้งของเครื่องซักผ้า เป็นต้น

2.3) ช่วยในการนับจำนวนสินค้า โดยวงจรนับจะส่งแรงดันมาที่โซลินอยด์เป็นช่วงเวลาที่จะได้จำนวนตามต้องการ โซลินอยด์จะดูดและเบนทิศทางสินค้าไปลงหีบห่อตามจำนวนที่ถูกต้อง

2.4) ระบบเบรก ใช้ควบคุมระบบเบรกในเครื่องจักรกล เครื่องมือช่างไม้ ลิฟต์ รอก เป็นต้น

2.5) ควบคุมการทำงานของคลัตช์ โดยการดึงให้หน้าคลัตช์เข้ามาแตะกัน เป็นการถ่ายทอดกำลังผ่านไปได้

2.6) ควบคุมกลไกคานงัดแรง ในเครื่องมือสำนักงาน เครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องบันทึกสัญญาณ

2.7) ควบคุมการเจาะและพิมพ์ของเครื่องจักร ก็โดยการดัดแปลงติดตั้งหัวเจาะและพิมพ์เข้าบนแกนของโซลินอยด์

2.8) ควบคุมการเปิดปิดของฮอปเปอร์ (Hopper คล้ายกับปากกรวย มีหน้าที่เป็นทางไหลของวัตถุที่อยู่ในโซโล)

2.6.4 ข้อระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว

1) โซลินอยด์ไฟสลับจะต้องทำกลไกให้มั่นใจได้ว่า โซลินอยด์จะดูดแกนกระทุ้งเข้ามาหาสุดตัวเต็มที่ ถ้าไม่เช่นนั้นกระแสในโซลินอยด์จะสูงและเกิดความร้อน และขดลวดอาจจะไหม้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดัดแปลงแก้ไข โดยถ้าเกิดมีการติดขัดด้านโหลด ใช้สปริงเชื่อมต่อ (Joint Spring) เพิ่มเติมจะยืดตัวให้แกนเคลื่อนที่เข้าไปสุดได้

2) ควรระวังให้แนวการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้งอยู่ในแนวแกนเสมอในกรณีที่การเคลื่อนที่จะเป็นส่วนโค้ง ก็อาจเพิ่มข้อต่อเข้ามา เพื่อช่วยให้การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้งอยู่ในแนวแกนมากขึ้น

3) พยายามอย่าวางตำแหน่งโซลินอยด์อยู่ใกล้หรือติดกับสารแม่เหล็ก เพราะอาจจะมีสนามแม่เหล็กส่วนหนึ่งรั่วไหลออกไปได้ อันจะเป็นเหตุให้แรงดึงดูดลดลง ควรแก้ไขโดยเพิ่มฉนวนแม่เหล็กแทรกเข้าไปด้วย

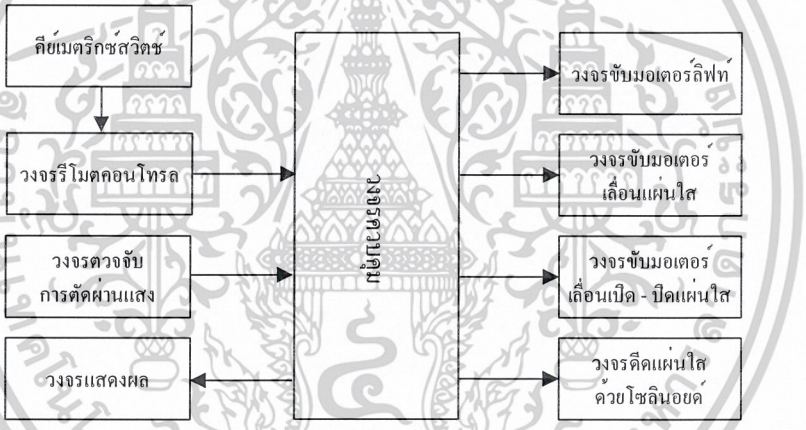
4) ต้องติดตั้งตัวถังโซลินอยด์ให้แน่นหนา เนื่องจากโซลินอยด์เป็นตัวส่งกำลังทางกล ฉะนั้นเมื่อมีแรงกริยาออกมา ก็ย่อมต้องมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นกับตัวถังของโซลินอยด์ ถ้ายึดไม่แน่นพอในระยะยาวอาจจะทำให้เกิดการสั่น หลุดหรือหลวมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตจะประกอบด้วย ส่วนประกอบต่างๆ คือ วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน วงจรควบคุม วงจรรีโมตคอนโทรล วงจรเมตริกซ์สวิตช์ วงจรแสดงผล วงจรตรวจจับการตัดผ่านแสง วงจรขับมอเตอร์ วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์ และส่วนของโครงสร้างของเครื่อง ในรูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

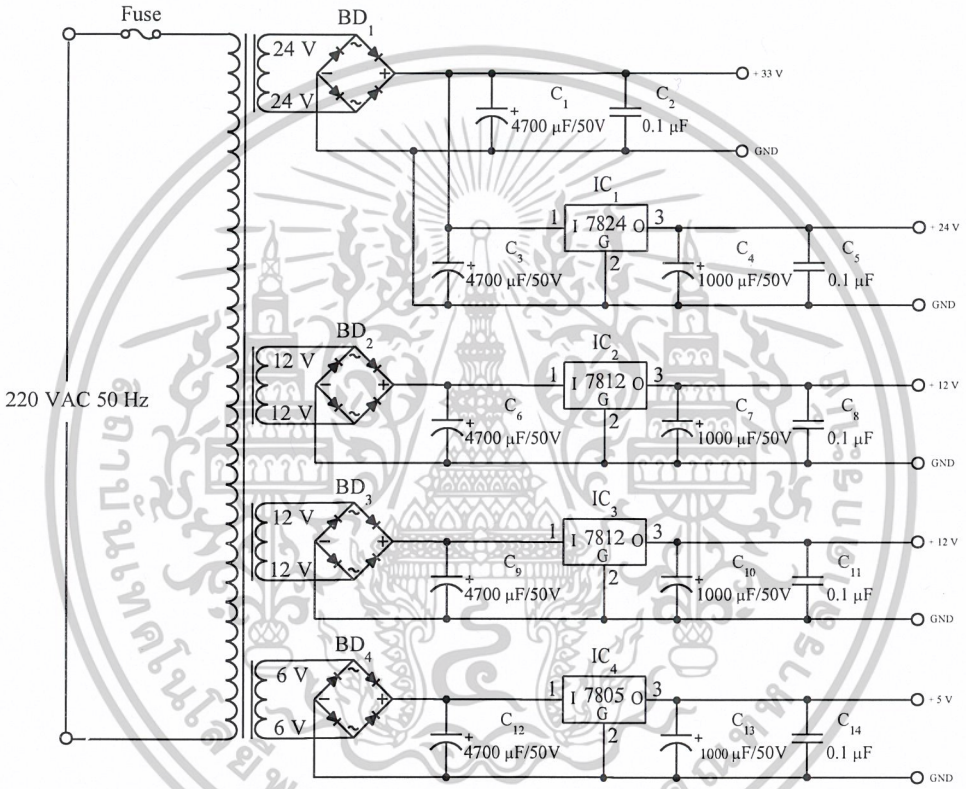
วงจรรีโมตคอนโทรลทำหน้าที่เลือกแผ่นใสที่ต้องการฉายและควบคุมการเลื่อนเปิด – ปิดแผ่นใส วงจรรีโมตคอนโทรลจะส่งสัญญาณไปยังวงจรควบคุม วงจรควบคุมทำหน้าที่ประมวลผลจากสัญญาณที่ได้รับจากวงจรรีโมตคอนโทรล นอกจากนั้นวงจรควบคุมยังได้รับสัญญาณตรวจจับการตัดผ่านแสงเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของแผ่นใส จากนั้นสัญญาณที่ได้จากการประมวลผลของวงจรควบคุมจะส่งไปควบคุมวงจรขับมอเตอร์ลิฟท์ วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์ วงจรดีดแผ่นใสทำหน้าที่ดีดแผ่นใสที่ต้องการฉายเข้าเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะและในส่วนของวงจรมอเตอร์เลื่อนเปิด – ปิดแผ่นใสจะถูกควบคุมโดยวงจรรีโมตคอนโทรลเพื่อการเลื่อนเปิด – ปิดเนื้อหาบนแผ่นใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแหล่งจ่ายแรงดันของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตจะประกอบด้วยส่วนของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับลง ส่วนของวงจรกรองความถี่ ไดโอดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ และไอซีเร็กกูเลเตอร์



รูปที่ 3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

3.2.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.2 การทำงานของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันเริ่มจากเมื่อไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เข้ามาผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟกระแสสลับลง ทำให้ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 6 VAC ผ่านไดโอดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ เพื่อทำหน้าที่ตัดสัญญาณไฟกระแสสลับทางด้านลบออกไปให้เหลือทางซีกบวกอย่างเดียว แรงดันที่ออกจากไดโอดบริดจ์เป็นไฟฟ้ากระแสตรงแต่ยังเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่ยังไม่เรียบ ต้องทำการเรียงกระแสให้เรียบ โดยผ่านวงจรกรองความถี่ ซึ่งจะใช้ตัวเก็บประจุอิเล็กโตไลต์ทำการเรียงกระแสไฟฟ้าตรงให้เรียบและใช้ตัวเก็บประจุแบบเซรามิกค่า 0.1 ไมโครฟารัดทำ

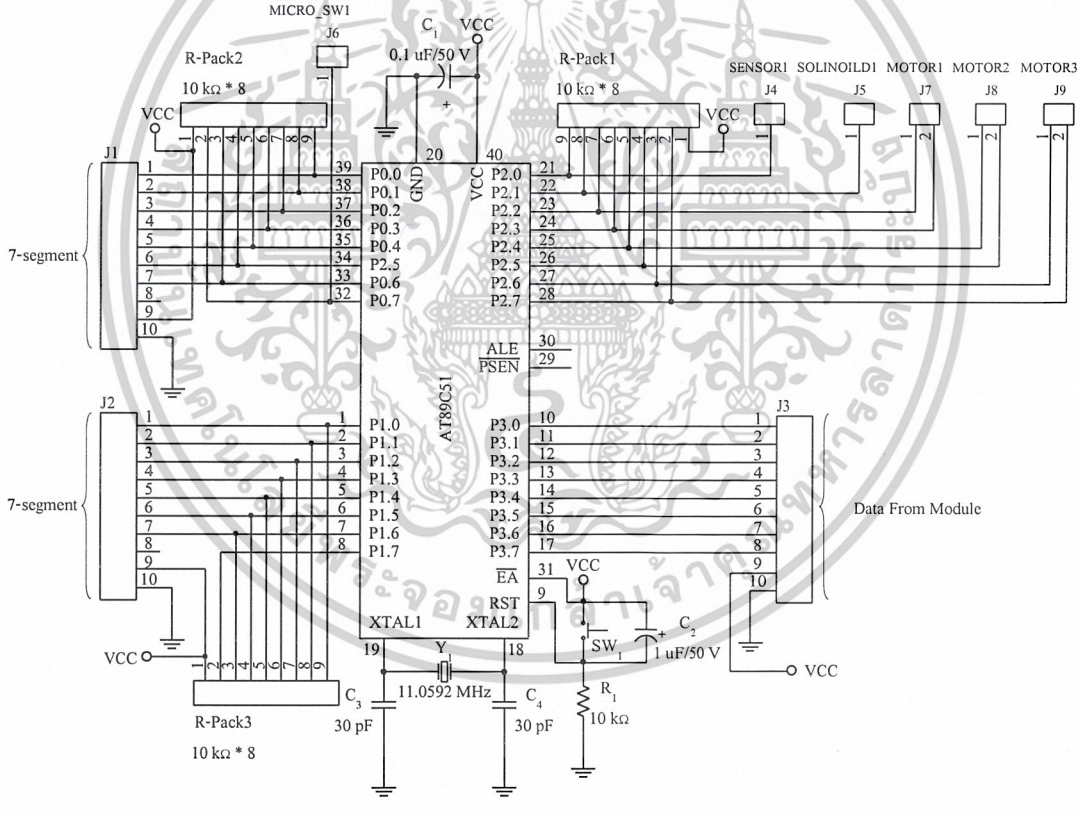
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกรองสัญญาณรบกวน โดยโครงงานนี้จะใช้ไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์ +12 โวลต์ +24 โวลต์ และ +33 โวลต์ โดยใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7805, 7812, 7824 ส่วนไฟ +33 โวลต์ จะใช้แรงดันโดยตรงที่ไม่ต้องผ่านไอซีเร็กกูเลเตอร์

3.3 วงจรควบคุม

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยจะรอรับค่าสัญญาณที่ส่งมาจากรีโมตคอนโทรล เพื่อไปควบคุมการเลือกตำแหน่งของชั้นแผ่นใสที่ต้องการและการเลื่อนที่เปิด – ปิดแผ่นใสขึ้นลง



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุม

3.3.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 จะรอรับสัญญาณที่ส่งจากรีโมตเข้าโมดูลแปลงสัญญาณมาทางพอร์ต P3.0 (RXD) ซึ่งจะทำงานหลัก 2 ส่วนคือ ควบคุมการเลื่อนที่

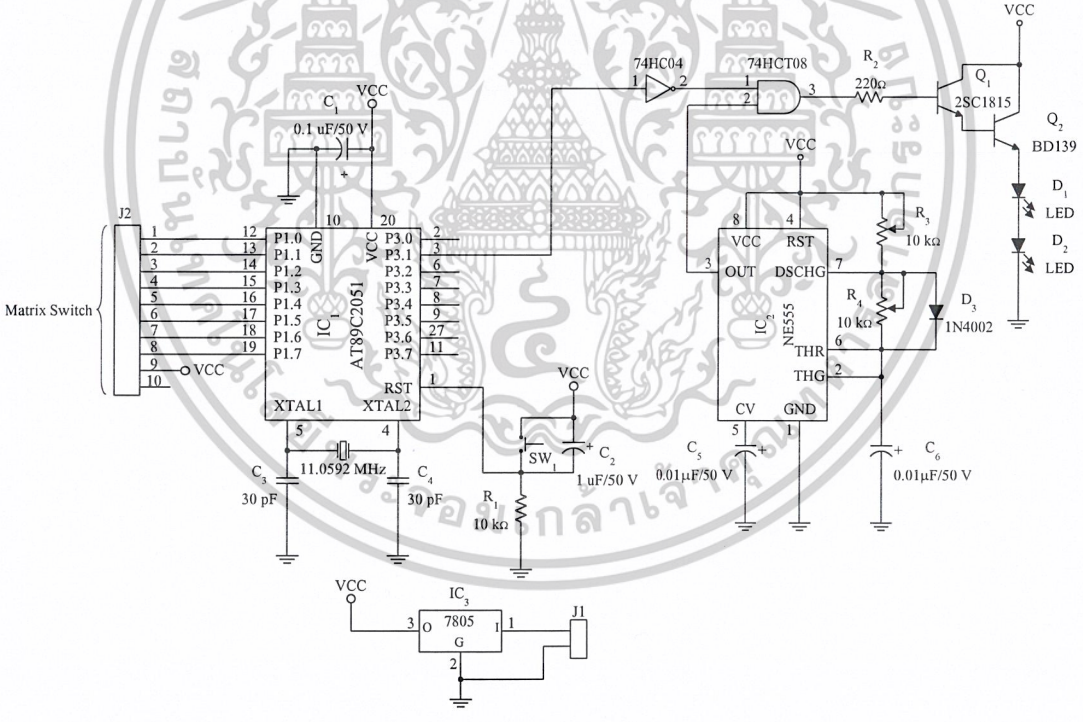
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิด – ปิดแผ่นใสทางพอร์ต P2.6 และ P2.7 และควบคุมการทำงานในการเลือกแผ่นใสออกไปฉายบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ โดยมีพอร์ต P0 และ P1 สำหรับแสดงผลที่ภาคแสดงผล มีพอร์ต P2.0 สำหรับตรวจสอบตำแหน่งชั้นที่เลือก พอร์ต P2.2 และ P2.3 สำหรับควบคุมมอเตอร์เลื่อนชั้นที่เก็บแผ่นใสขึ้น – ลง พอร์ต P2.4 และ P2.5 สำหรับควบคุมมอเตอร์ฟีดแผ่นใสเข้า – ออกบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ และ พอร์ต P2.1 สำหรับควบคุมการดีดแผ่นใสเพื่อให้แผ่นใสเข้าสู่ลูกยางฟีด

3.4 วงจรรีโมตคอนโทรล

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรรีโมตคอนโทรลใช้ไมโครคอนโทรลเบอร์ AT89C2051 เป็นตัวส่งสัญญาณให้กับวงจรควบคุม ด้วยการสื่อสารแบบอนุกรม โดยจะมอดูเลตสัญญาณข้อมูลกับคลื่นพาห์ แล้วส่งสัญญาณด้วยคลื่นอินฟาเรด



รูปที่ 3.4 วงจรรีโมตคอนโทรล

3.4.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 จะรอรับค่าจากการกดเมตริกซ์สวิตช์ 4 × 4 ทางพอร์ต P1 เพื่อส่งสัญญาณข้อมูลออกพอร์ต P3.1 (TXD) โดยสัญญาณข้อมูลที่ออกมาจะ

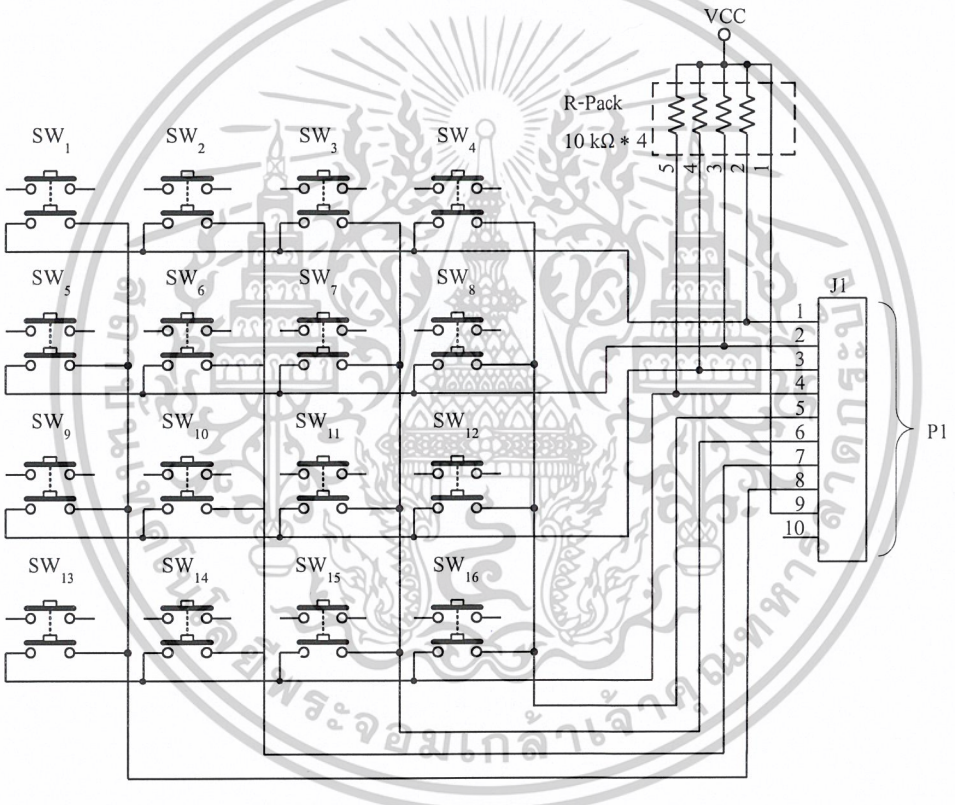
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปผ่านวงจรนอตเกต แล้วนำไปมอดูเลตกับความถี่ 38 กิโลเฮริตซ์ เพื่อส่งสัญญาณออกไปด้วยคลื่นอินฟาเรด

3.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

ในส่วนของเมตริกซ์สวิตช์ จะทำหน้าที่ ตั้งค่าในการเลือกแผ่นใสและควบคุมการทำงานต่างๆ โดยใช้เมตริกสวิตช์ขนาด 4 × 4



รูปที่ 3.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

3.5.2 การทำงาน

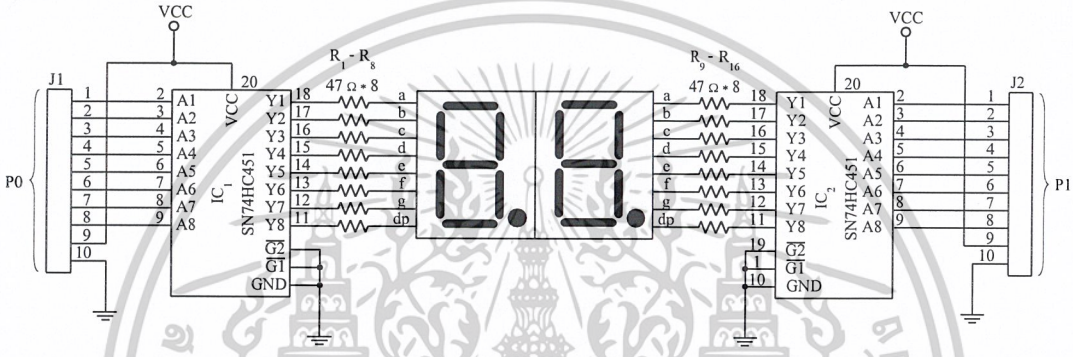
จากรูปที่ 3.5 เมื่อมีการกดหมายเลขต่างๆ บนเมตริกซ์สวิตช์ จะทำให้ขาที่ต่ออยู่กับพอร์ต P1.0 – P1.7 นั้นๆ ช็อตกัน เช่น เมื่อกดเมตริกซ์สวิตช์หมายเลข 1 จะทำให้พอร์ต P1.1 และ P1.7 ของเมตริกซ์สวิตช์ช็อตกัน และส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ สัญญาณที่ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหมายเลขที่กดบนเมตริกซ์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วงจรแสดงผล

3.6.1 การออกแบบและการสร้าง

ส่วนที่แสดงผลขนาดสองหลักจะประกอบด้วยแอลอีดีเจ็ดส่วนจำนวน 2 ตัว ชนิดคอมมอนแคโถด โดยทั้งสองตัวขา a-g จะต่อแยกกัน และต่อเข้ากับไอซี SN74HC541 ส่วนด้านอินพุตของไอซี SN74HC541 จะต่อเข้ากับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนขาคอมมอนทั้งสองจะต่อลงกราวด์เพื่อให้ทำงานอยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 3.6 วงจรแสดงผล

3.6.2 การทำงาน

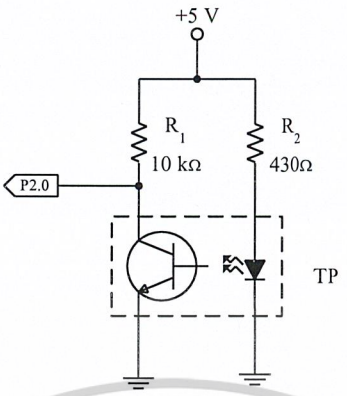
จากรูปที่ 3.6 แอลอีดีเจ็ดส่วน 2 หลัก จะรอรับค่าจากพอร์ต P0 และ P1 โดยค่าที่แสดงผลคือตำแหน่งของแผ่นใสที่ต้องการใช้งาน

3.7 วงจรตรวจจับการผ่านแสง

3.7.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรตรวจจับการผ่านแสงของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมรีโมตคอนโทรลจะประกอบด้วยส่วนของอุปกรณ์เซนเซอร์อินเตอร์รัพต์เตอร์ ซึ่งภายในจะประกอบด้วยตัวส่งแสงและตัวรับแสง นั่นก็คือ แอลอีดีอินฟาเรดและโฟโตทรานซิสเตอร์ ในการใช้งานนั้นจะต่อตัวต้านทาน 430 Ω เข้ากับขาแอโนดของแอลอีดีอินฟาเรด และ 10 kΩ เข้ากับขาคอลเล็กเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรตรวจจับการผ่านแสง

3.7.2 การทำงาน

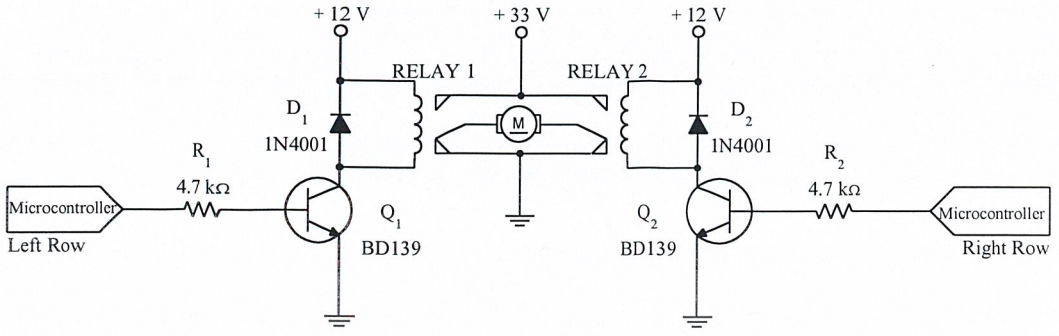
จากรูปที่ 3.7 การทำงานของวงจรตรวจจับการผ่านแสง เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์ ให้กับวงจร ทำให้ขาแอโนดของแอลอีดีอินฟาเรดและขาคอลเล็กเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้รับไบแอส ในสภาวะที่ไม่สิ่งทึบแสงกั้นแสงระหว่างแอลอีดีอินฟาเรดกับโฟโตทรานซิสเตอร์ จะทำให้ขาเบสของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้รับไบแอสจากแสงของแอลอีดีอินฟาเรด ทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ “ทำงาน” ทำให้เอาต์พุตมีแรงดัน 0 โวลต์ แต่ในสภาวะที่สิ่งทึบแสงกั้นแสงระหว่างแอลอีดีอินฟาเรดกับโฟโตทรานซิสเตอร์ ทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์ไม่ได้รับแสงไบแอสจากแอลอีดีอินฟาเรด จึงทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ “ไม่ทำงาน” เป็นผลให้เอาต์พุตมีแรงดัน +5 โวลต์

3.8 วงจรขับมอเตอร์

3.8.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรขับมอเตอร์ทั้งหมดในโครงงานจะใช้วงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์ ในส่วนของวงจรประกอบด้วยส่วนของรีเลย์ 2 ตัว การต่อ คือ ขา NC ของทั้งสองตัวต่อเข้าหากัน และต่อกับไฟเลี้ยง ขา NO ทั้งสองตัวต่อเข้าด้วยกัน และต่อลงกราวด์ ส่วนขา COM ทั้งสองขาต่อเข้ากับมอเตอร์ และใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ขาคอลเล็กเตอร์ต่อเข้ากับขดลวดรีเลย์ ส่วนขาเบสจะต่อเข้ากับ MCS-51 ซึ่งเป็นพอร์ตที่จะส่งสัญญาณออกมาเพื่อควบคุมวงจรมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรขับมอเตอร์

3.8.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.8 การทำงานของวงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์ลักษณะการทำงาน คือ เมื่อป้อนสภาวะลอจิกเป็น “0” หรือ “1” เข้าที่อินพุต Left Row และ Right Row ทั้งคู่มอเตอร์จะไม่หมุน เมื่อป้อนอินพุต Left Row เป็นลอจิก “0” และ Right Row เป็นลอจิก “1” ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 นำกระแส ส่งผลให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงานมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อป้อนอินพุต Left Row เป็นลอจิก “1” และ Right Row เป็นลอจิก “0” ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 นำกระแส ส่งผลให้รีเลย์ตัวที่ 2 ทำงานมอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

3.9 วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์

3.9.1 การออกแบบและการสร้าง

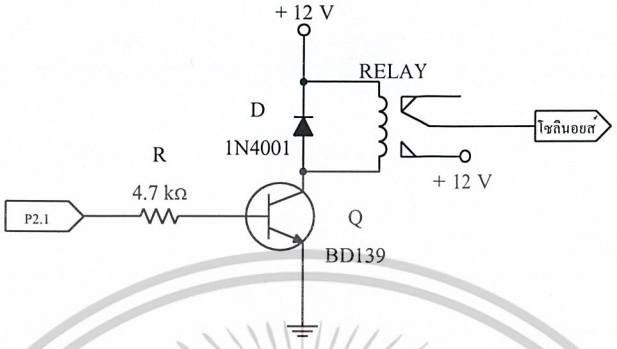
วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์ของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตจะประกอบด้วยรีเลย์ การต่อคือ ขา NO ต่อเข้ากับไฟเลี้ยง, ขา NC ไม่ต่อใช้งาน, ขา COM ต่อเข้ากับโซลินอยด์ และใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ขาคอลเล็กเตอร์ต่อเข้ากับขดลวดรีเลย์ ส่วนขาเบสจะต่อเข้ากับ P2.1

3.9.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.9 การทำงานของวงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์ เมื่อป้อนสภาวะลอจิกเป็น “0” ขาเบสของทรานซิสเตอร์ไม่ได้รับไบแอส ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ “ไม่ทำงาน” รีเลย์จึงไม่เกิดการเหนี่ยวนำของขดลวดและเมื่อป้อนสภาวะเป็น “1” ขาเบสของทรานซิสเตอร์ได้รับไบแอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ “ทำงาน” ทำให้กระแสไหลผ่านขดลวดรีเลย์และเกิดการเหนี่ยวนำ ทำให้ขา COM ของรีเลย์สัมผัสกับขา NO ซึ่งต่ออยู่กับไฟเลี้ยง จึงทำให้โซลินอยด์ทำงาน



รูปที่ 3.9 วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์

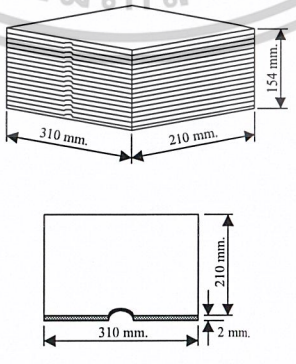
3.10 โครงสร้างของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

3.10.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

โครงสร้างของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตประกอบด้วย 5 ส่วน คือ ส่วนของชั้นที่เก็บแผ่นใส ส่วนของชุดลิฟท์ยกแผ่นใส ส่วนของชุดเลื่อนแผ่นใส ส่วนของชุดเลื่อนที่เปิด – ปิดแผ่นใส และรีโมตคอนโทรล โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

3.10.2 ส่วนของชั้นที่เก็บแผ่นใส

ส่วนของชั้นที่เก็บแผ่นใสประกอบด้วยชั้นวางแผ่นใสจำนวน 25 ชั้นและช่องสำหรับดีดแผ่นใส

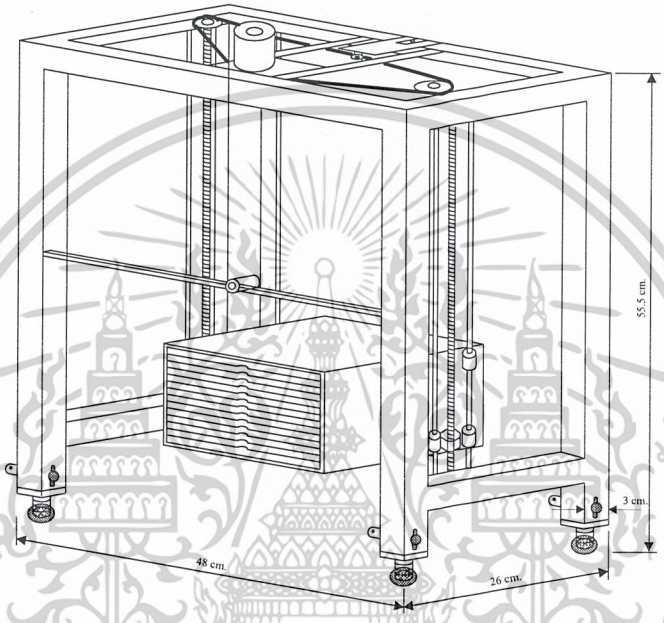


รูปที่ 3.10 ชั้นที่เก็บแผ่นใส

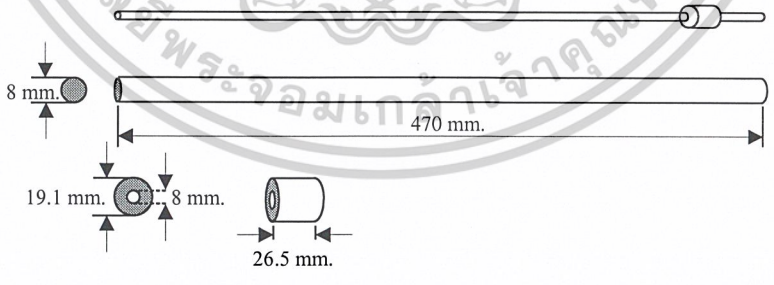
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.3 ส่วนของชุดลิฟท์ยกแผ่นใส

ประกอบด้วยชั้นที่เก็บแผ่นใส โดยชั้นที่เก็บแผ่นใสจะยึดกับน๊อตตัวเมียของแกนเกลียว และใช้โซ่สำหรับเลื่อนชั้นลิฟท์ ตัวชั้นที่เก็บแผ่นใสจะประคองด้วยตัวสไลน์แบริ่งค์ เพื่อการเลื่อนขึ้น – ลง ของชั้นไม่สะดุด ซึ่งตัวสไลน์แบริ่งจะยึดกับเสาสไลน์แบริ่งค์ โดยใช้มอเตอร์แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 33 โวลต์ เป็นตัวหมุนโซ่ให้ชั้นที่เก็บแผ่นใสเลื่อนขึ้น – ลง



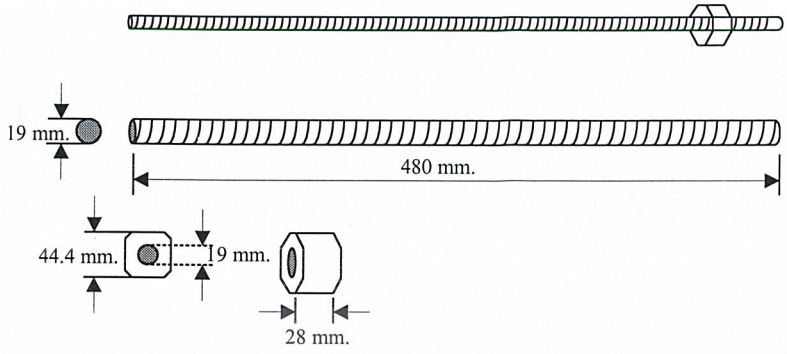
ก) โครงสร้างชุดลิฟท์ยกแผ่นใส



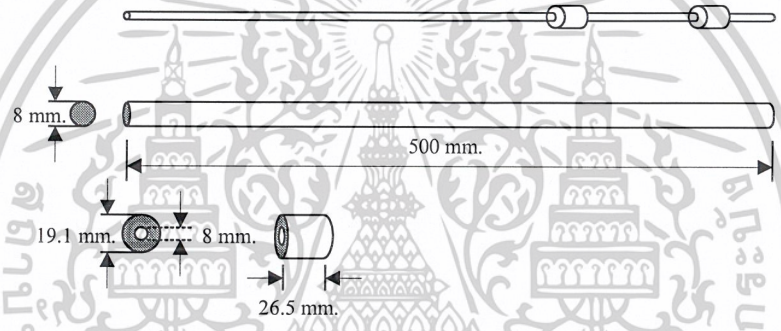
ข) เสาสไลน์แบริ่งค์ประคองแกนเกลียว

รูปที่ 3.11 ชุดลิฟท์ยกแผ่นใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค) แกนเกลียว



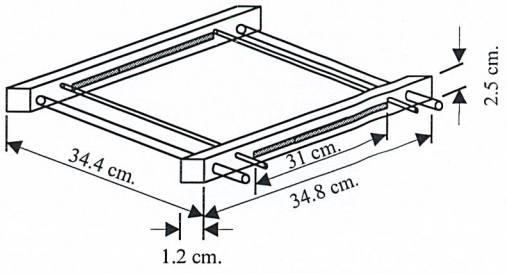
ง) เสาสไลน์แบริ่งค์ประคองชั้นที่เก็บแผ่นใส

รูปที่ 3.11 (ต่อ) ชุดลิฟท์ยกแผ่นใส

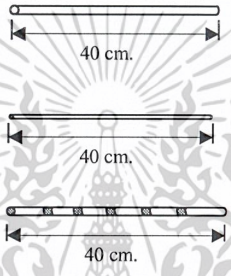
3.10.4 ส่วนของชุดเลื่อนแผ่นใส

ประกอบด้วยแกนและลูกยางฟีดแผ่นใสสำหรับเลื่อนแผ่นใสที่อยู่ในชั้นที่เก็บแผ่นใส โดยโซลินอยด์จะดีดแผ่นใสจากชั้นที่เก็บแผ่นใส เพื่อป้อนแผ่นใสให้กับชุดเลื่อนแผ่นใส จากนั้นชุดเลื่อนแผ่นใสจะเลื่อนแผ่นใสผ่านพลาสติกที่ทำหน้าที่เป็นสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) โครงสร้างของชุดเลื่อนแผ่นใส

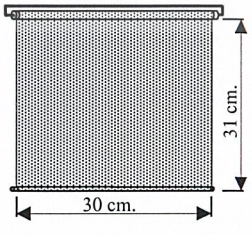


ข) แกนเลื่อน

รูปที่ 3.12 ชุดเลื่อนแผ่นใส

3.10.5 ส่วนของชุดเลื่อนที่เปิด – ปิดแผ่นใส

ประกอบด้วยมอเตอร์และแผ่นทึบแสง เมื่อต้องการปิดข้อความบนแผ่นใสให้กดปุ่ม UP บนรีโมตคอนโทรล แผ่นทึบแสงจะเลื่อนมาปิดข้อความ ถ้าต้องการเปิดข้อความบนแผ่นใสให้กดปุ่ม DOWN บนรีโมตคอนโทรล แผ่นทึบแสงจะเลื่อนกลับ

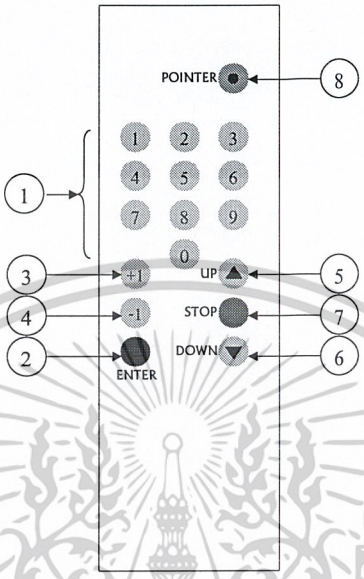


รูปที่ 3.13 ชุดเลื่อนเปิด – ปิดแผ่นใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.6 รีโมตคอนโทรล

ประกอบด้วยวงจรเมตริกซ์สวิตช์ วงจรรีโมตคอนโทรล



รูปที่ 3.14 ลักษณะของรีโมตคอนโทรล

จากรูปที่ 3.14 ส่วนประกอบต่างๆ ของรีโมตคอนโทรล

(1) หมายเลข 0 – 9 คือ หมายเลขของตำแหน่งชั้นที่เก็บแผ่นใส

(2) ปุ่ม ENTER ทำหน้าที่สั่งให้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต ทำการฉายแผ่นใสที่ต้องการ

(3) ปุ่ม +1 ทำหน้าที่เลือกแผ่นใสที่ต้องการฉายขึ้นครั้งละ 1 แผ่น

(4) ปุ่ม -1 ทำหน้าที่เลือกแผ่นใสที่ต้องการฉายลงครั้งละ 1 แผ่น

(5) ปุ่ม UP ทำหน้าที่เลื่อนที่ปิดแผ่นใสขึ้น

(6) ปุ่ม DOWN ทำหน้าที่เลื่อนที่ปิดแผ่นใสลง

(7) ปุ่ม STOP ทำหน้าที่หยุดการเลื่อนของที่ปิดแผ่นใส

(8) ปุ่ม POINTER ทำหน้าที่ชี้เนื้อหาบนจอฉายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของโครงงานเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตว่าสามารถทำงานได้ตรงที่ออกแบบไว้หรือไม่ โดยในการทดลองจะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เกี่ยวกับการทดลองของวงจรต่างๆ ส่วนที่สองการทดลองการรับ – ส่ง สัญญาณจากรีโมต และส่วนที่สามการทดลองการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

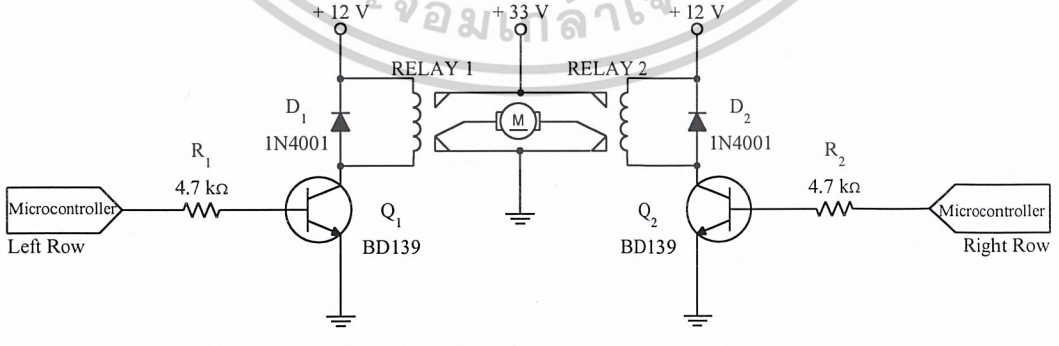
4.2 การทดลองของวงจรต่างๆ

4.2.1 การทดลองวงจรขับมอเตอร์

การทดลองในส่วนนี้ เป็นการทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดันทำการจ่ายแรงดันให้กับวงจรขับมอเตอร์ เพื่อขับมอเตอร์ที่นำมาต่อใช้งาน โดยจะใช้แรงดันไฟตรง +5 โวลต์ ป้อนให้กับอินพุท Left Row และ Right Row ของวงจรขับมอเตอร์ เพื่อสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของมอเตอร์

1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) ทดลองป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน +5 โวลต์เข้ากับอินพุต Left Row ของวงจรขับมอเตอร์และบันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

1.3) ทดลองป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน +5 โวลต์เข้ากับอินพุต Right Row ของวงจรขับมอเตอร์และบันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองของวงจรขับมอเตอร์

อินพุท	การเปลี่ยนแปลงของมอเตอร์
Left Row	มอเตอร์หมุนทวนนาฬิกา
Right Row	มอเตอร์หมุนตามนาฬิกา

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองวงจรขับมอเตอร์ที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมานั้น สามารถขับและควบคุมมอเตอร์ได้ 2 ทิศทาง คือ เมื่อทำการป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน +5 โวลต์ เข้าที่อินพุต Left Row มอเตอร์จะหมุนทวนนาฬิกาและเมื่อทำการป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน +5 โวลต์ เข้าที่อินพุต Right Row มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา

4.2.2 การทดลองวงจรตรวจจับการผ่านแสง

การทดลองนี้เป็นการทดลองการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางเอาต์พุตของอุปกรณ์ตรวจจับการตัดผ่านแสงที่ใช้ในโครงงานคือ โฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งทำการทดลองในสภาวะที่ไม่มีวัตถุกั้นและสภาวะที่มีวัตถุกั้น

1) ลำดับขั้นตอนทดลอง

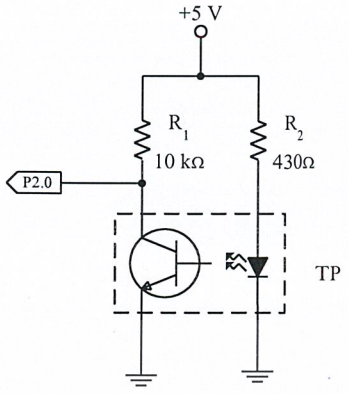
1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.2

1.2) ป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน +5 โวลต์ให้กับวงจร

1.3) นำมัลติมิเตอร์วัดแรงดันเอาต์พุตของตัวตรวจจับด้วยแสง ในสภาวะที่ไม่มีวัตถุกั้น บันทึกผลลงในตารางที่ 4.2

1.3) นำมัลติมิเตอร์วัดแรงดันเอาต์พุตของตัวตรวจจับด้วยแสง ในสภาวะที่มีวัตถุกั้น บันทึกผลลงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 วงจรตรวจจับการผ่านแสง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของวงจรตรวจจับการผ่านแสง

การทดลอง	แรงดันไฟทางด้านเอาต์พุต
ไม่มีวัตถุกั้น	500 มิลลิโวลต์
มีวัตถุกั้น	4.95 โวลต์

2) ผลการทดลอง

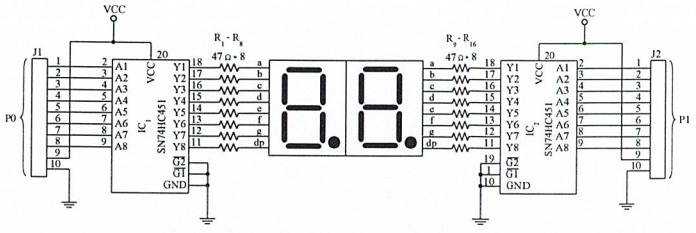
จากการทดลองพบว่าเมื่อมีวัตถุมากั้นลำแสงของตัวตรวจจับ มีแรงดันทางด้านเอาต์พุต 4.95 โวลต์ แสดงว่าเมื่อมีวัตถุตัดผ่านลำแสงตัวตรวจจับจะส่งสัญญาณไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เทียบเท่ากับว่าส่งลอจิก “1” แต่ในกรณีที่ไม่มีวัตถุมากั้นลำแสงของตัวตรวจจับ มีแรงดันทางด้านเอาต์พุต 500 มิลลิโวลต์ แสดงว่าถ้าไม่มีวัตถุมาตัดลำแสงไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้รับระดับลอจิกเป็น “0” ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานส่วนต่าง

4.2.3 การทดลองวงจรควบคุม

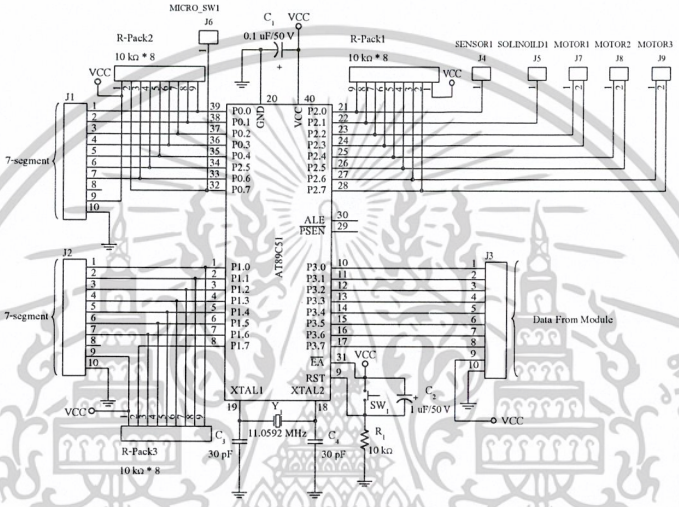
1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) นำวงจรแสดงผลต่อเข้ากับวงจรควบคุม ที่พอร์ต P0 และ P1 และนำวงจรเมตริกซ์สวิตช์ต่อเข้าที่พอร์ต P1 ของวงจรรีโมตคอนโทรล

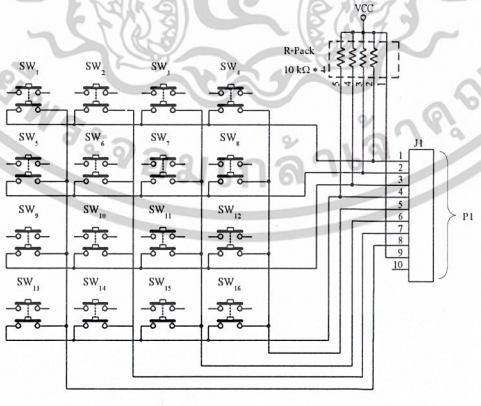
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 วงจรแสดงผล

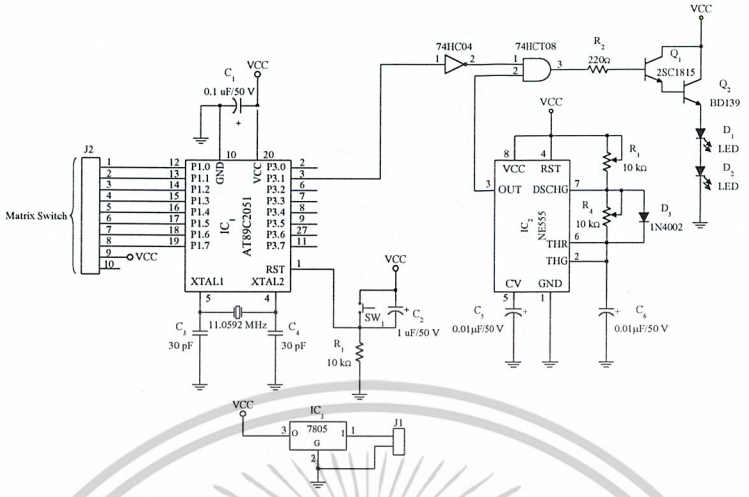


รูปที่ 4.4 วงจรควบคุม



รูปที่ 4.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 วงจรรีโมตคอนโทรล

1.2) เขียนโปรแกรมรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม (RXD) ของวงจรควบคุม ให้แสดงผลที่แอลอีดีเจ็ดส่วน 2 หลัก ที่พอร์ต P0 และ P1 และเขียนโปรแกรมส่งข้อมูลออกพอร์ตอนุกรม (TXD) ของวงจรรีโมตคอนโทรล โดยอ่านค่าจากการกดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ที่พอร์ต P1.0 – P1.7

1.3) ป้อนแรงดันให้กับวงจร กดรีเซตของวงจรควบคุมและวงจรรีโมตคอนโทรล

1.4) กดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ สังเกตผลการทดลองที่แอลอีดีเจ็ดส่วน 2 หลัก และบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองของวงจรควบคุม

ลำดับที่	กดสวิตช์ตัวที่	7-Segment หลักที่ 1	7-Segment หลักที่ 2
-	กดสวิตช์รีเซต	_	_
1	1	_	1
2	2	1	2
3	3	2	3
4	4	3	4
5	5	4	5
6	6	5	6
7	7	6	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรควบคุม

ลำดับที่	กดสวิตช์ตัวที่	7-Segment หลักที่ 1	7-Segment หลักที่ 2
8	8	7	8
9	9	8	9
10	10	9	0
11	1	0	1
12	5	1	5
13	10	5	0
-	กดสวิตช์รีเซต	-	-

2) ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อเขียนโปรแกรมที่วงจรควบคุมและวงจรรีโมตคอนโทรลแล้วทดลองกดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ จะพบว่าอุปกรณ์แสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน 2 หลัก ปรากฏตามที่กดคีย์เมตริกซ์สวิตซ์

4.3 การทดลองการรับ – ส่งสัญญาณจากรีโมตคอนโทรล

4.3.1 การทดลองการถอดรหัสของวงจรภาครับ

การทดลองนี้เป็นการทดลองการถอดรหัสของภาครับ (Photo Modules) เมื่อกดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ของรีโมตคอนโทรล

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) นำวงจรรีโมตคอนโทรลวางให้ห่างจาก Photo Modules ของภาครับเป็นระยะทาง 1 เมตร

2.2) กดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ 0 – 9, +1, -1, UP, DOWN, STOP และ ENTER ตามลำดับ

2.3) สังเกต LED1 – LED4 ของเครื่องรับที่ต่อกับพอร์ต P0.0 – P0.3 ตามลำดับ

2.4) บันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการถอดรหัสของวงจรภาครับ

คีย์เมตริกซ์สวิตช์	สถานะของ LED ที่เครื่องรับ			
	LED1	**LED2**	**LED3**	**LED4**
0	ติด	ไม่ติด	ติด	ไม่ติด
1	ไม่ติด	ไม่ติด	ไม่ติด	ติด
2	ไม่ติด	ไม่ติด	ติด	ไม่ติด
3	ไม่ติด	ไม่ติด	ติด	ติด
4	ไม่ติด	ติด	ไม่ติด	ไม่ติด
5	ไม่ติด	ติด	ไม่ติด	ติด
6	ไม่ติด	ติด	ติด	ไม่ติด
7	ไม่ติด	ติด	ติด	ติด
8	ติด	ไม่ติด	ไม่ติด	ไม่ติด
9	ติด	ไม่ติด	ไม่ติด	ติด
+1	ติด	ติด	ไม่ติด	ไม่ติด
-1	ไม่ติด	ไม่ติด	ไม่ติด	ไม่ติด
UP	ติด	ไม่ติด	ติด	ติด
DOWN	ติด	ติด	ติด	ติด
STOP	ติด	ติด	ติด	ไม่ติด
ENTER	ติด	ติด	ไม่ติด	ติด

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองตามตารางที่ 4.4 จะแสดงให้เห็นว่าคีย์เมตริกซ์สวิตช์จากรีโมตคอนโทรลแต่ละปุ่มส่งสัญญาณ จึงสามารถนำสัญญาณดังกล่าวไปใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดลองวัดระยะทางในการส่งและการรับชุดควบคุมระยะไกล

1) การทดลองการส่งและรับในห้องเรียน

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการส่งและการรับชุดควบคุมระยะไกลในห้องเรียนมีขนาด 10 × 8 เมตร

ระยะทางในการส่ง (หน่วยเป็นเมตร)	ผลที่ได้จากเครื่องส่ง
1	รับได้
2	รับได้
4	รับได้
8	รับได้
10	รับได้

2) การทดลองการส่งและรับที่โล่ง

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการส่งและการรับชุดควบคุมระยะไกลในที่โล่ง

ระยะทางในการส่ง (หน่วยเป็นเมตร)	ผลที่ได้จากเครื่องส่ง
1	รับได้
2	รับได้
4	รับได้
8	รับได้
10	รับได้
15	รับได้
20	รับไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ผลการทดลอง

จากการทดลองตามตารางที่ 4.5 และ 4.6 จะแสดงให้เห็นว่าสามารถรับสัญญาณจากรีโมตคอนโทรลได้ทั่วห้องเรียน ส่วนที่โล่งจะรับสัญญาณไม่ได้ถ้ารีโมตคอนโทรลอยู่ห่างจากตัวรับตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไปได้

4.4 การทดลองการทำงานของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

หลังจากที่ได้ทำการติดตั้งส่วนของกลไก วงจรและอุปกรณ์บนตัวโครงสร้างที่ได้ออกแบบและจัดทำขึ้น เพื่อทดสอบว่าระบบจะทำงานได้จริงตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ ดังนั้นในการทดลองจะทดลองกระบวนการทำงานตั้งแต่เริ่มเลื่อนแผ่นใสออกใช้งานจนถึงเลื่อนแผ่นใสเก็บเข้าชั้นที่เก็บแผ่นใส โดยทดลองตั้งแต่แผ่นที่ 1 – แผ่นที่ 25 จากแผ่นที่ 25 – แผ่นที่ 1 และการเลือกแผ่นใสข้ามแผ่นโดยการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งทำการทดลองทั้งหมดอย่างละ 5 ครั้ง แล้วนำผลการทดลองทั้งหมดมาหาค่าความเที่ยงตรงในการทำงาน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ใช้งานจริงลงในตารางผลการทดลองแต่ละแบบ ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังนี้

4.4.1 การเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 1 – แผ่นที่ 25

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 1 – แผ่นที่ 25

แผ่นที่	ฟีดแผ่นใสออก	ฟีดแผ่นใสเข้า
1	100%	100%
2	100%	100%
3	100%	100%
4	100%	80%
5	80%	100%
6	100%	80%
7	100%	100%
8	100%	100%
9	100%	100%
10	100%	100%
11	100%	100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 1 – แผ่นที่ 25

แผ่นที่	ฟีดแผ่นใสออก	ฟีดแผ่นใสเข้า
12	100%	100%
13	100%	100%
14	80%	100%
15	100%	100%
16	100%	100%
17	100%	100%
18	80%	100%
19	80%	100%
20	100%	100%
21	80%	80%
22	100%	100%
23	100%	100%
24	100%	100%
25	100%	100%

4.4.2 การเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 25 – แผ่นที่ 1

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 25 – แผ่นที่ 1

แผ่นที่	ฟีดแผ่นใสออก	ฟีดแผ่นใสเข้า
25	100%	100%
24	100%	100%
23	100%	80%
22	100%	100%
21	100%	100%
20	100%	100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสตั้งแต่แผ่นที่ 25 – แผ่นที่ 1

แผ่นที่	ฟีดแผ่นใสออก	ฟีดแผ่นใสเข้า
19	80%	80%
18	100%	100%
17	100%	100%
16	100%	100%
15	100%	100%
14	100%	100%
13	100%	100%
12	100%	100%
11	100%	100%
10	100%	100%
9	100%	100%
8	100%	100%
7	100%	100%
6	100%	100%
5	100%	100%
4	100%	80%
3	80%	100%
2	80%	100%
1	100%	100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การเลือกแผ่นใสข้ามแผ่น โดยการสุ่ม

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองการเลือกแผ่นใสข้ามแผ่น โดยการสุ่ม

แผ่นที่	ฟีดแผ่นใสออก	ฟีดแผ่นใสเข้า
2	100%	100%
5	100%	100%
9	100%	100%
14	100%	100%
20	100%	100%
23	100%	100%
19	80%	100%
14	100%	100%
9	80%	80%
5	100%	100%

4.4.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต ทั้งใน 3 รูปแบบ จะพบปัญหาในการทำงานของระบบ เนื่องจากกระบวนการเลื่อนแผ่นใสเข้าไปบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะจะมีปัญหาที่ตัวตรวจจับผ่านแสงทำงานไม่เสถียร ทำให้ชั้นที่เก็บแผ่นใสหยุดไม่ตรงตำแหน่งของโซลินอยด์ดีดแผ่นใส จึงไม่สามารถดีดแผ่นใสเข้าไปยังมอเตอร์ฟีดแผ่นใสได้ ส่วนกระบวนการเลื่อนแผ่นใสเก็บเข้าชั้นที่เก็บแผ่นใสจะมีปัญหาเช่นเดียวกันคือ ตัวตรวจจับผ่านแสงทำงานไม่เสถียร จึงทำให้ตำแหน่งชั้นที่เก็บแผ่นใสสูงกว่าชุดถาดเลื่อนแผ่นใส ซึ่งผลการทดลองที่ได้จะได้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของการเลื่อนแผ่นใสเข้าบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะประมาณ 2.33% และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของการเลื่อนแผ่นใสเก็บเข้าชั้นที่เก็บแผ่นใสประมาณ 3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต ประกอบด้วยส่วนของชุดลิฟท์ยกชั้นบรรจุแผ่นใส, ชุดฟีดแผ่นใส และส่วนของรีโมตคอนโทรล ซึ่งโครงงานนี้จะสามารถบรรจุแผ่นใสที่ใช้ในการฉายได้อย่างน้อย 25 แผ่นและสามารถควบคุมการเปลี่ยนแผ่นใส เลือกแผ่นใส และเลื่อนเปิด – ปิดแผ่นใสได้โดยรีโมตคอนโทรล นอกจากนี้ยังมีเลเซอร์พอยน์เตอร์ติดตั้งอยู่ในรีโมตคอนโทรล ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกและความคล่องตัวในการใช้งาน

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้าง และทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. **ปัญหา** ในขั้นตอนของการทำชั้นที่เก็บแผ่นใส ซึ่งต้องการให้ได้ระยะห่างต่อช่องคือ 4 มิลลิเมตร จำนวน 25 ช่อง ไม่สามารถทำได้เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านโครงสร้างของวัสดุ ข้อจำกัดของอุปกรณ์และเครื่องมือรวมไปถึงเทคนิควิธีการประกอบที่ไม่เหมาะสม

แนวทางแก้ไข เลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีคุณภาพและเป็นมาตรฐาน รวมถึงเปลี่ยนเทคนิควิธีการประกอบจากที่ใช้น้ำยาประสาน ทำการเชื่อมแผ่นวัสดุโดยตรง มาเป็นวิธีการใช้แผ่นวัสดุเป็นคานรองขนาด 4 มิลลิเมตร แล้วจึงทำการประสาน

2. ปัญหา มอเตอร์ขับชุดลิฟท์ยกที่เก็บแผ่นใสเกิดความร้อนและเกิดเสียงดังในขณะทำการยกชั้นที่เก็บแผ่นใส เนื่องจากขนาดและกำลังมอเตอร์ไม่เหมาะสมกับน้ำหนักของภาระที่ทำการยก

แนวทางแก้ไข ทำการเปลี่ยนมอเตอร์ขับชุดลิฟท์ยกชั้นที่เก็บแผ่นใสให้มีกำลังมากขึ้น

3. ปัญหา เกิดการสั่นของชั้นที่เก็บแผ่นใสในขณะที่ชุดลิฟท์เลื่อนขึ้นลง เป็นผลทำให้แผ่นใสที่บรรจุอยู่ในชั้นเกิดการเลื่อนตำแหน่ง

แนวทางแก้ไข ติดตั้งแกนสไลด์แบริ่งประคองชุดลิฟท์เพิ่มเติม

4. ปัญหา หน้าสัมผัสของเมตริกซ์สวิตช์ไม่เสถียรภาพ ทำให้เกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณจากการกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนเมตริกซ์สวิตช์ที่มีเสถียรภาพดีขึ้นและทำการแก้ไขโปรแกรมให้เหมาะสมกับเมตริกซ์สวิตช์

5. ปัญหา โซลินอยด์ดีดไม่ตรงแผ่นใส

แนวทางแก้ไข ทำการปรับเซนเซอร์ให้ให้แผ่นใสอยู่ในระดับที่พอดีกับโซลินอยด์

6. ปัญหา ไม่สามารถเลื่อนแผ่นใสเข้า – ออกจากชั้นที่เก็บแผ่นใสได้

แนวทางแก้ไข ทำการปรับชุดเลื่อนแผ่นใสให้อยู่ในระดับเดียวกับโซลินอยด์

7. ปัญหา แผ่นใสที่เลื่อนเข้าไปเก็บในชั้นที่เก็บแผ่นใสจะชนกับโซลินอยด์ ทำให้แผ่นใสดีดกลับออกมา

แนวทางแก้ไข ใส่ที่กั้นแผ่นใสที่ช่วยลดแรงกระแทรกของแผ่นใสบริเวณด้านหลังของชั้นที่เก็บแผ่นใส

8. ปัญหา การกดปุ่มของรีโมตคอนโทรลค่อนข้างลำบาก ทำให้ใช้เวลาในการเลือกแผ่นใสนาน

แนวทางแก้ไข ออกแบบรีโมตคอนโทรลใหม่ โดยยึดการออกแบบที่ปุ่มกดก่อน

9. ปัญหา แบตเตอรี่อ่อน ทำให้การรับสัญญาณบางครั้งไม่ตรงกับสัญญาณที่ส่งมาจากรีโมตคอนโทรล

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนแบตเตอรี่

10. ปัญหา วงจรตรวจจับการผ่านแสงทำงานตรวจจับนานเกินไป ทำให้ชุดลิฟท์เลื่อนไม่ตรงกับชั้นที่เก็บแผ่นใสที่ต้องการ

แนวทางแก้ไข ทำตัวตัดแสงให้มีขนาดใหญ่และตัวตรวจจับผ่านแสงให้มีขนาดเล็กแล้วให้ตรงกับตำแหน่งของแผ่นใสที่วางอยู่ในชั้นที่เก็บแผ่นใส พร้อมเขียนโปรแกรมให้สัมพันธ์กับตัวตรวจจับแสง

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. เพิ่มจำนวนของชั้นเก็บแผ่นใสให้มีจำนวนมากขึ้น
2. ออกแบบโครงสร้างให้มีน้ำหนักเบา
3. ลดความสูงโครงสร้างของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต
4. ออกแบบโครงสร้างให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
5. ควบคุมด้วยรีโมตคอนโทรลและคีย์เมตริกซ์สวิตช์บนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น). 2543

บรรเจิด ตันติกัลยาภรณ์. **นักเลงรีโมต.** ปทุมธานี : สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพรังสิต. 2543

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 แบบแฟลช.** กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์. ม.ป.ป.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. **เทคโนโลยีการทำและการใช้แผ่นภาพโปร่งใส.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ดวงกมล. 2535

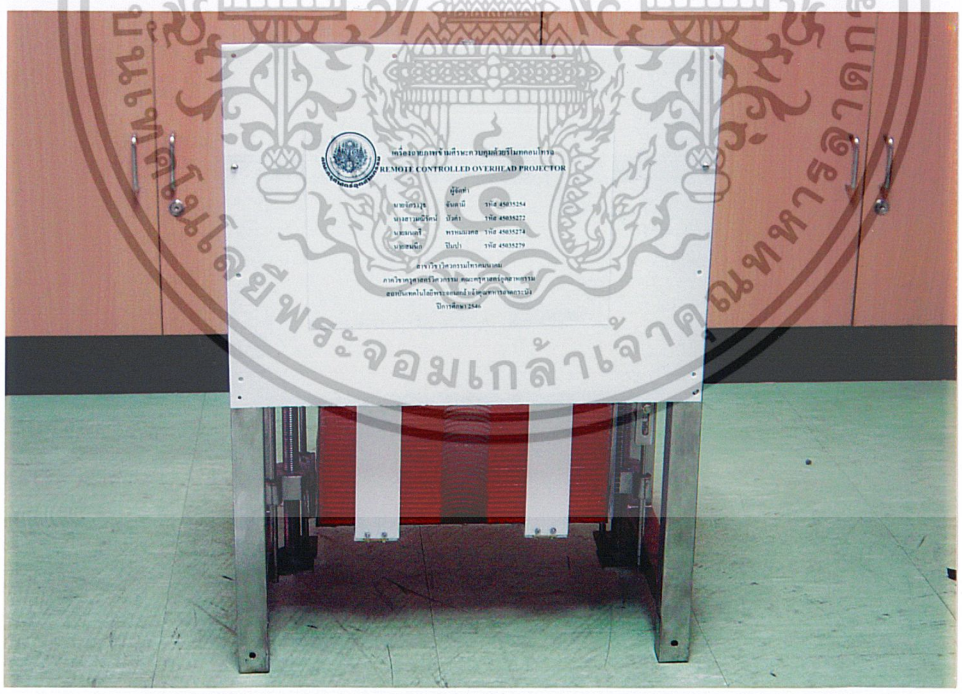
ฤทธิ์ ธีระโกเมน. **รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพ ฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

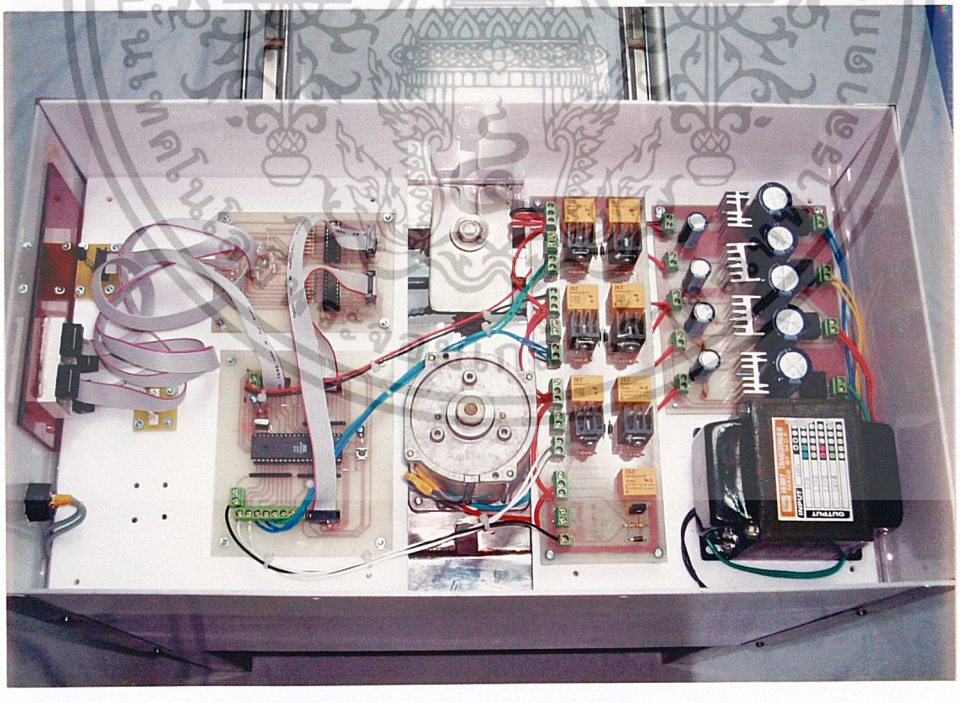
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต



รูปที่ ก.2 ด้านข้างของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

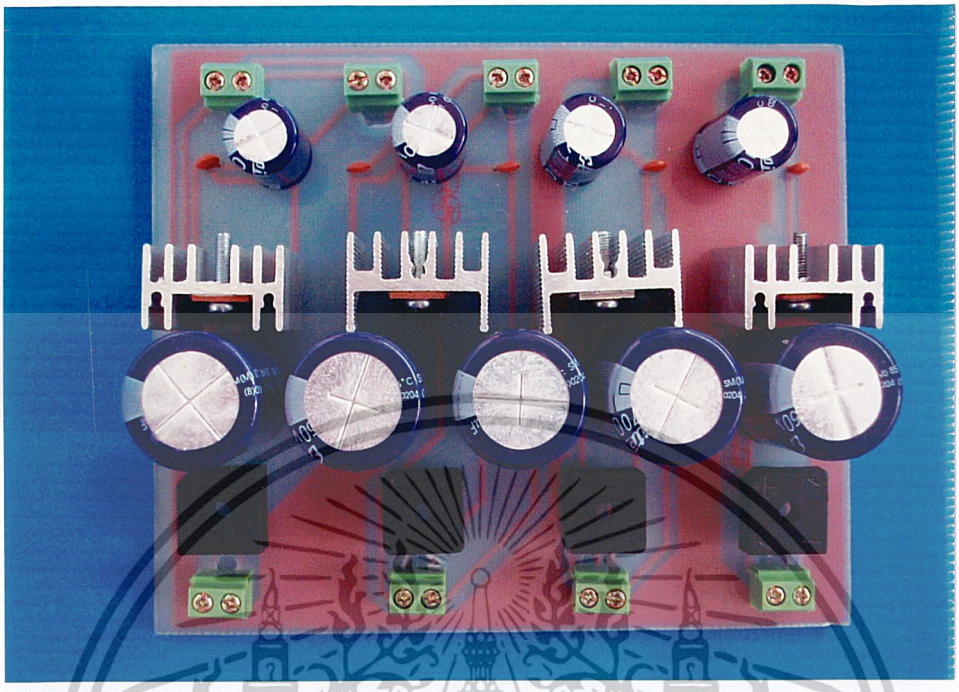
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ด้านหน้าของรีโมตคอนโทรล

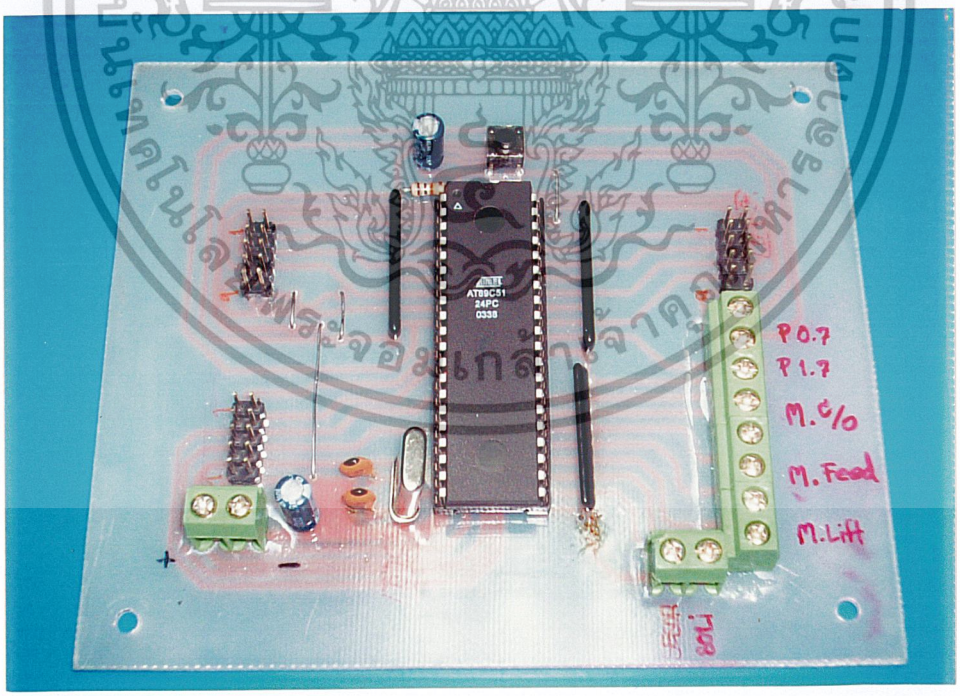


รูปที่ ก.4 การติดตั้งภายในของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

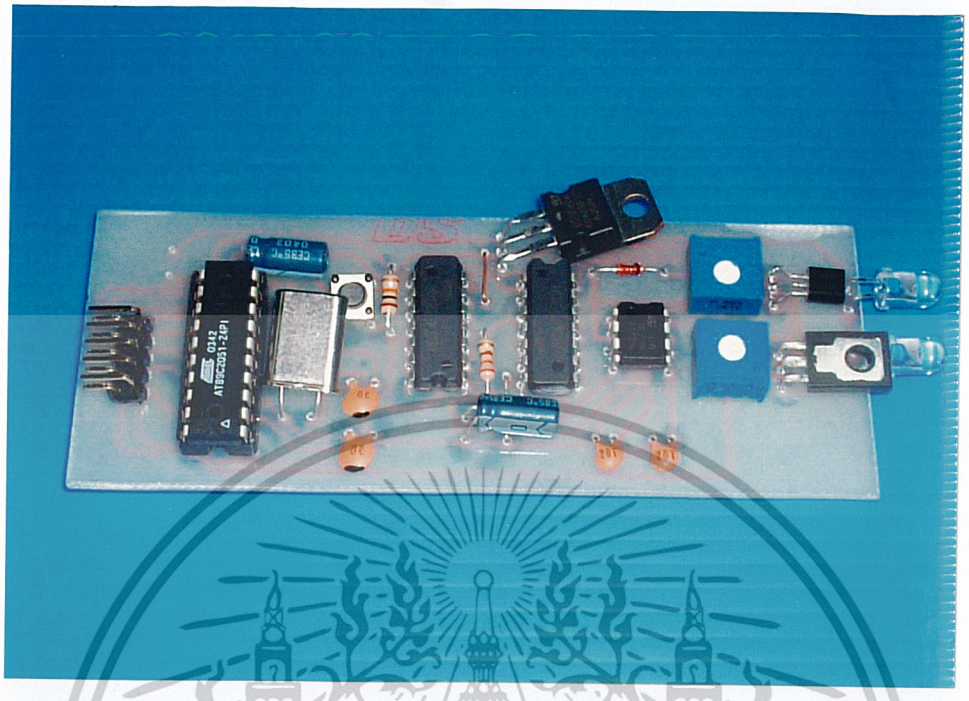


รูปที่ ก.5 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

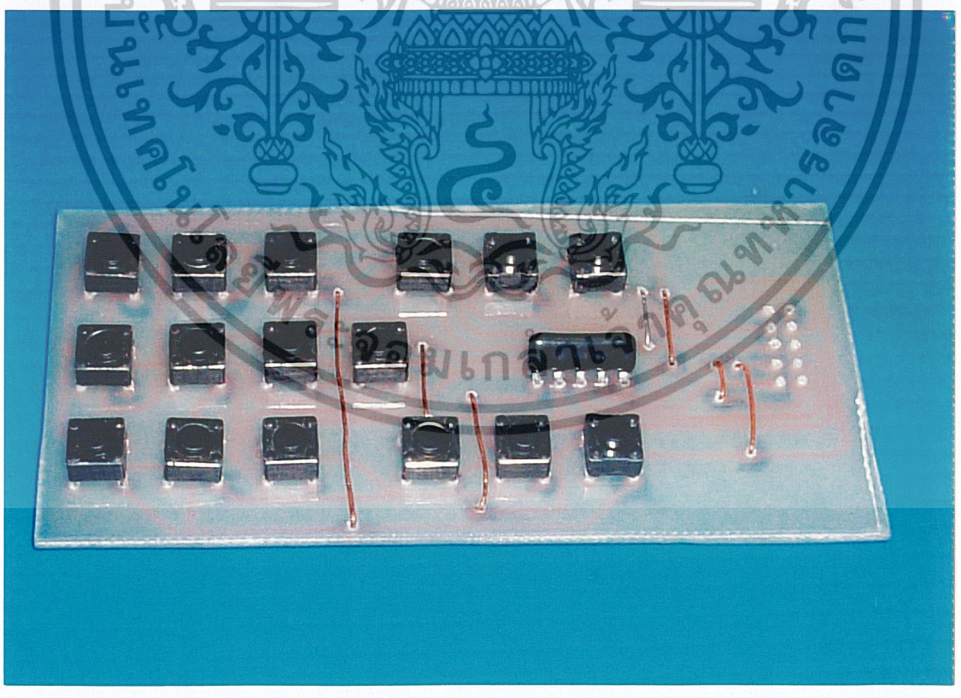


รูปที่ ก.6 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

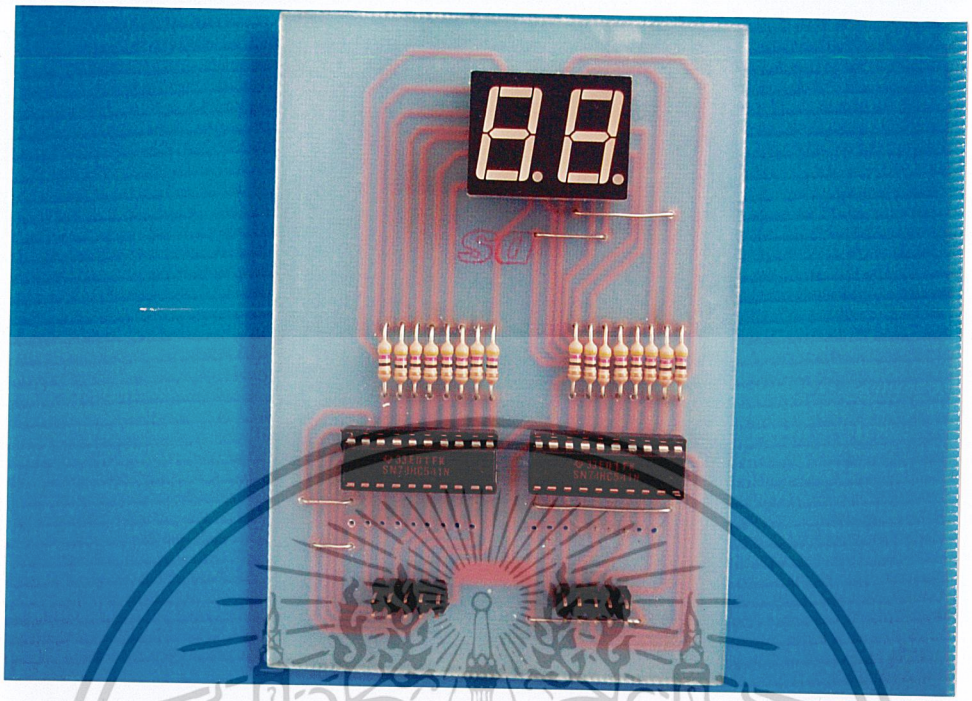


รูปที่ ก.7 วงจรรีโมตคอนโทรล



รูปที่ ก.8 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

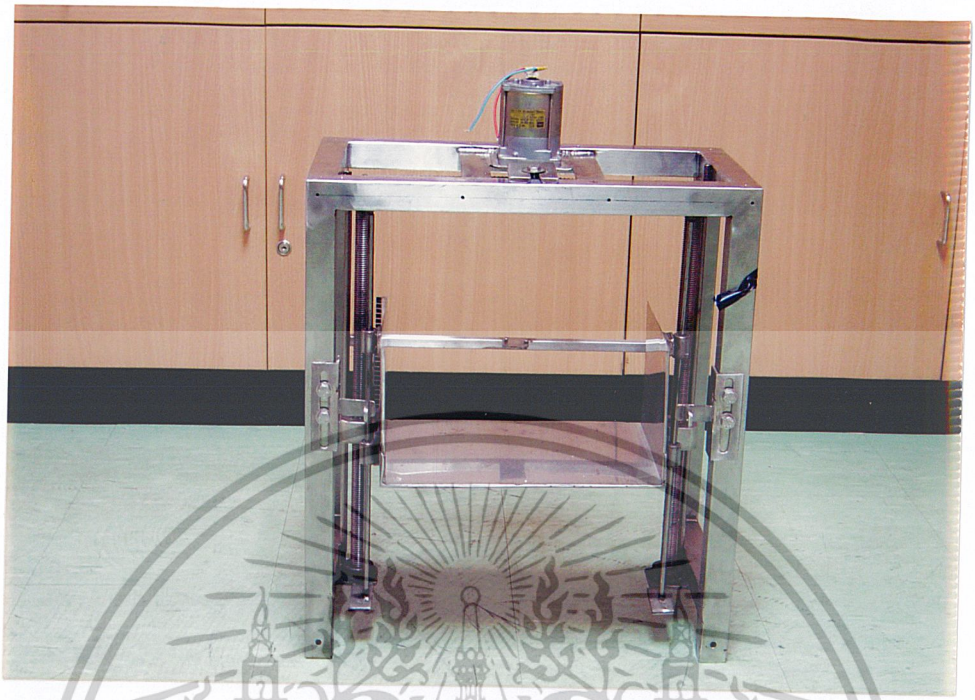
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



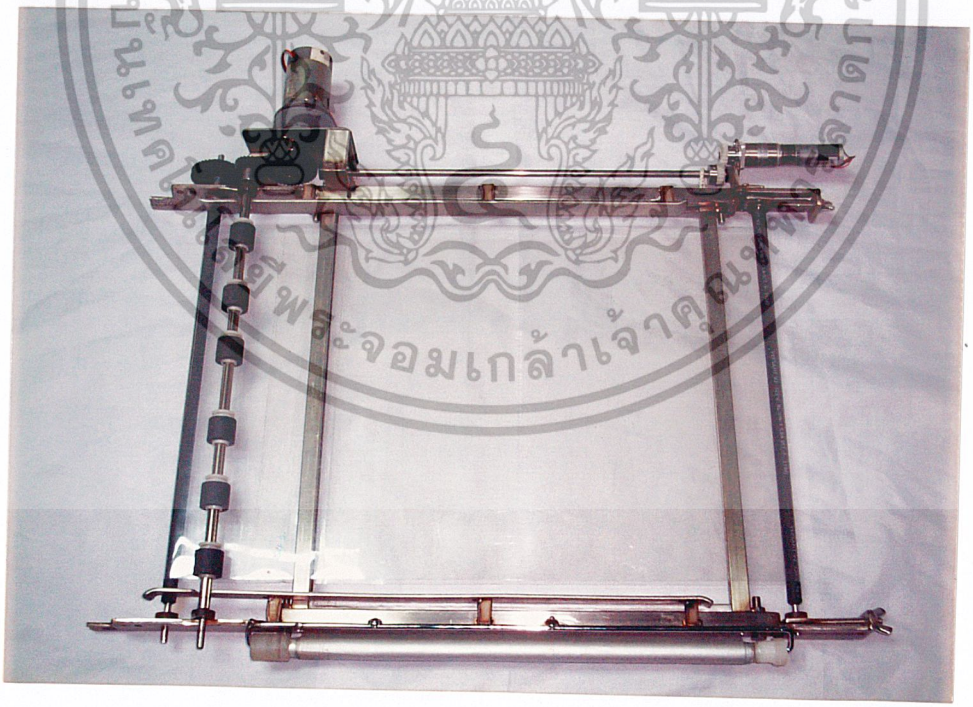
รูปที่ ก.9 วงจรแสดงผล

รูปที่ ก.10 วงจรตรวจจับการผ่านแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

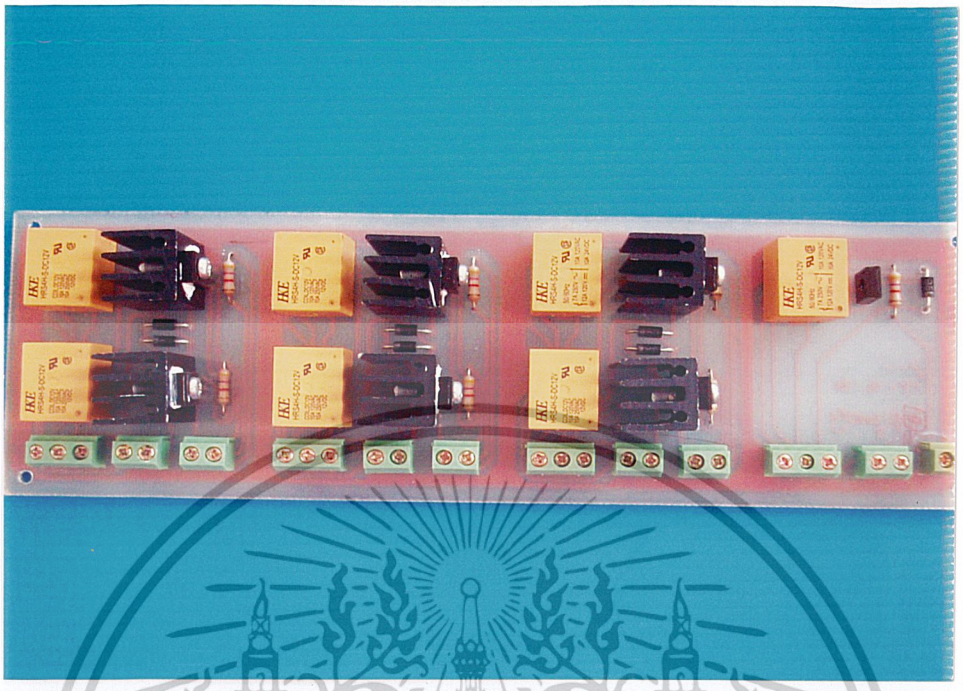


รูปที่ ก.13 ชุดลิฟท์ยกแผ่นใส



รูปที่ ก.14 ชุดเลื่อนแผ่นใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.11 วงจรขับมอเตอร์และวงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์

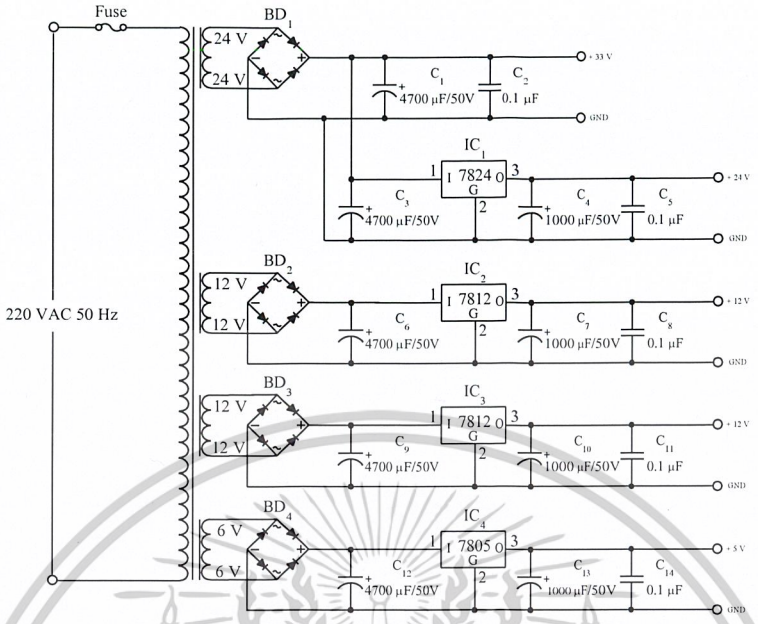
รูปที่ ก.12 ชั้นที่เก็บแผ่นใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

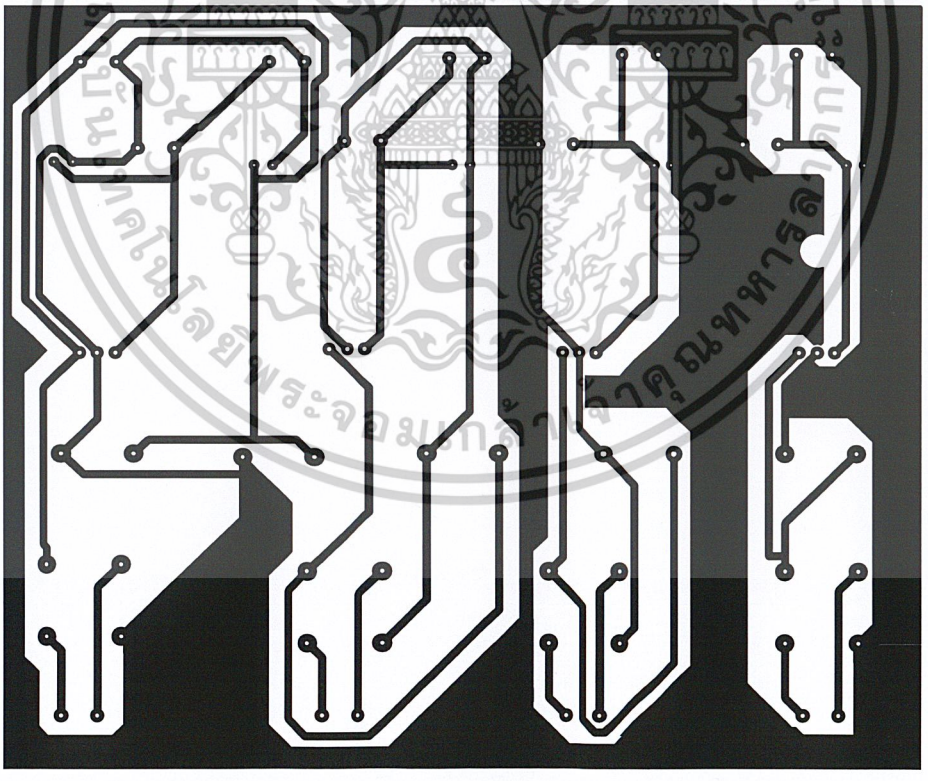
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

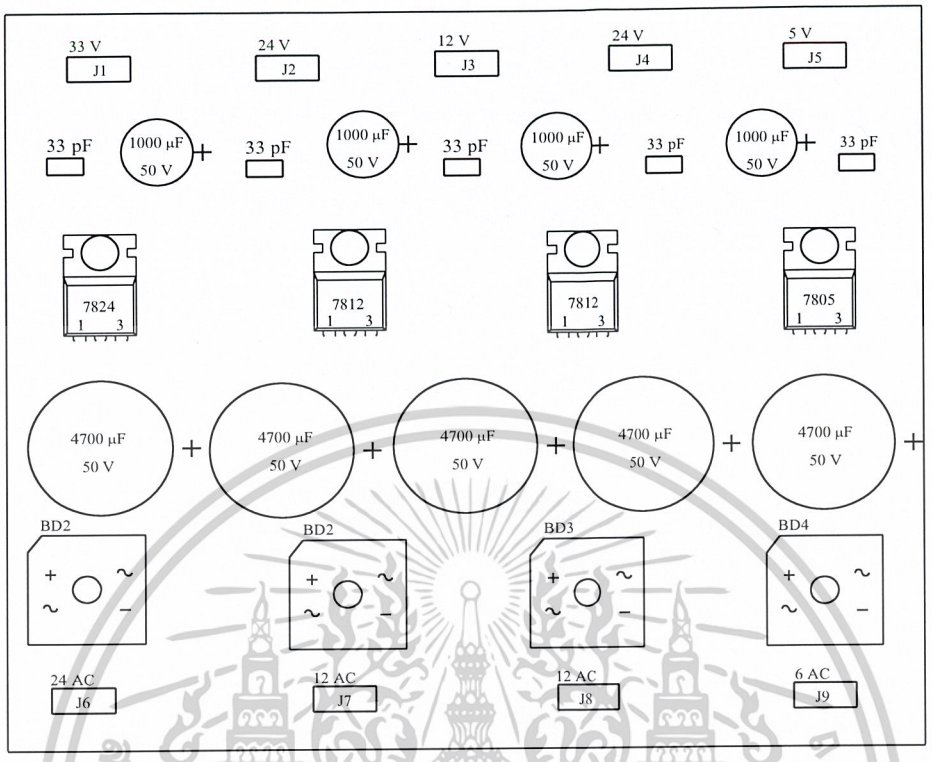


รูปที่ ข.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

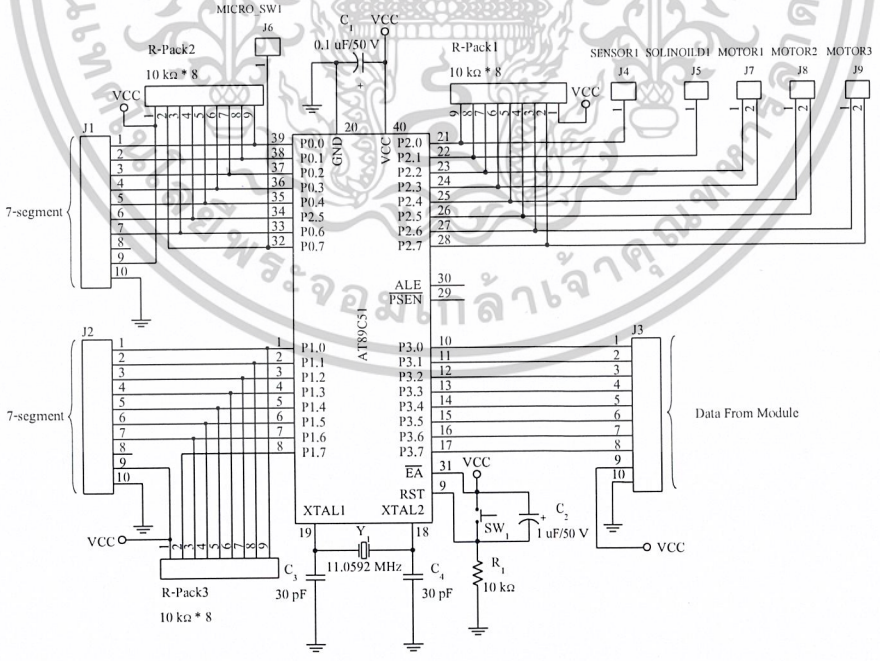


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

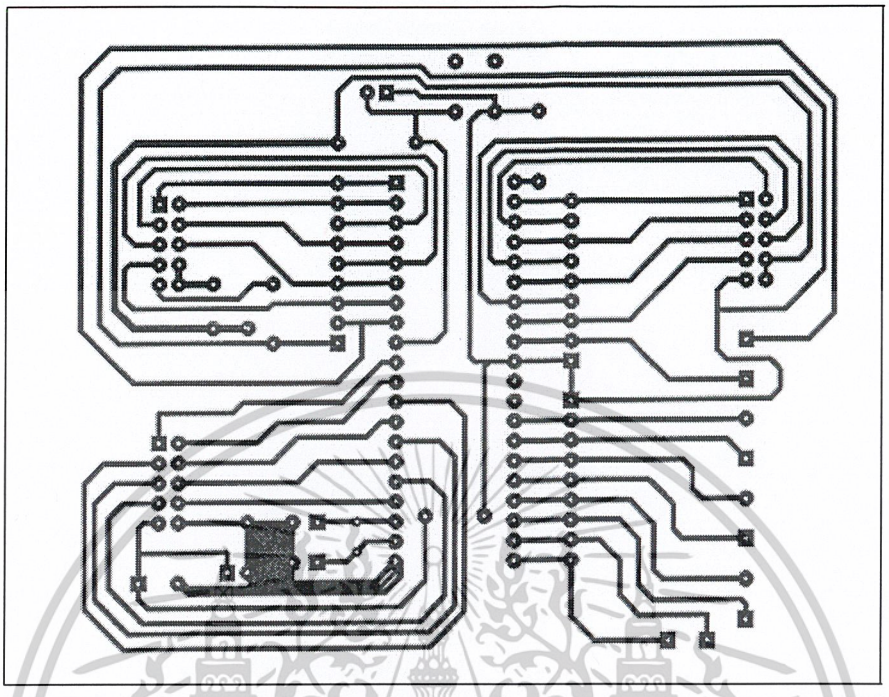


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดัน

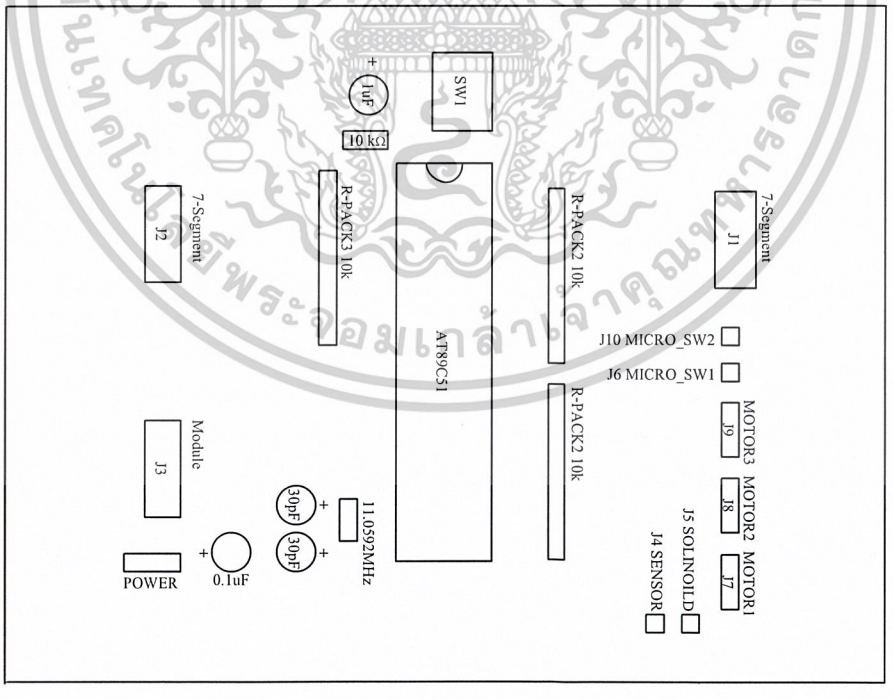


รูปที่ ข.4 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

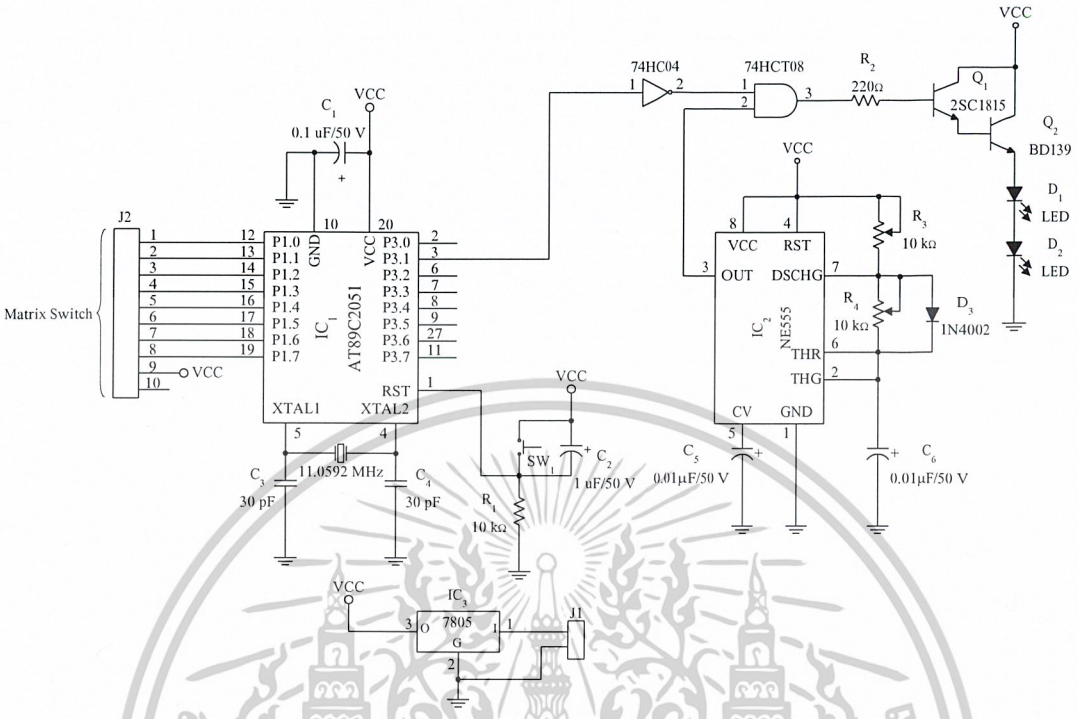


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุม

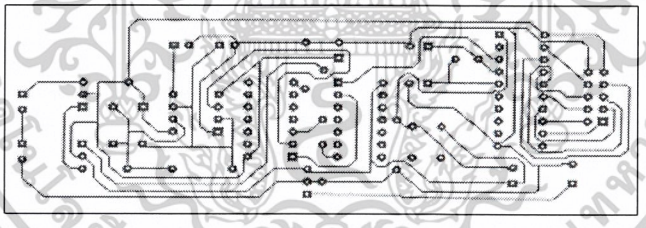


รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุม

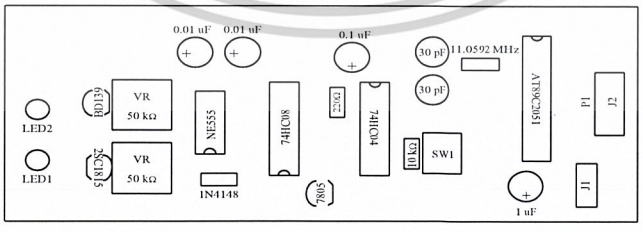
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.7 วงจรรีโมตคอนโทรล

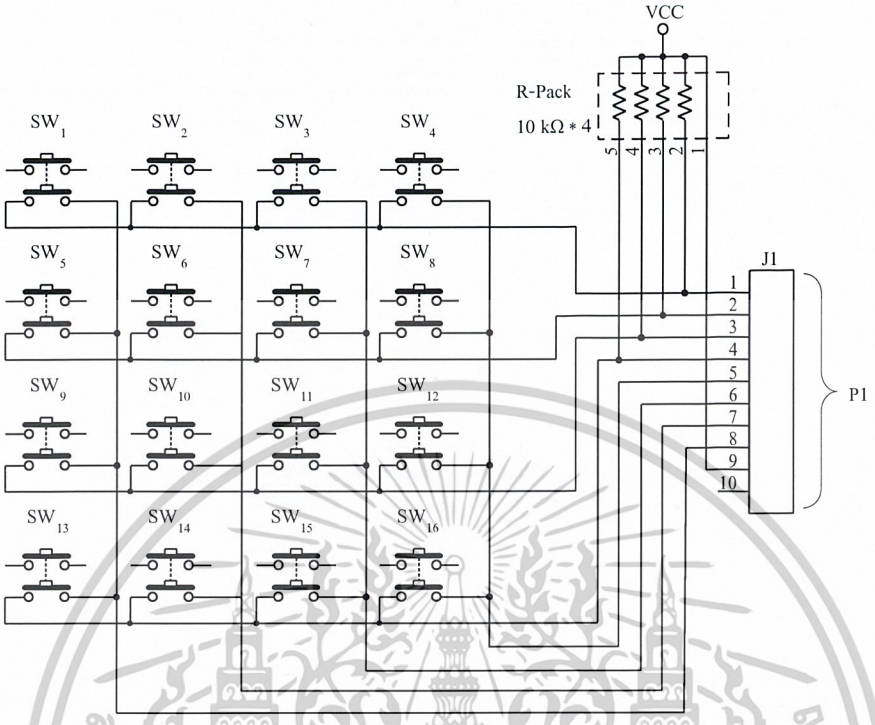


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์รีโมตคอนโทรล

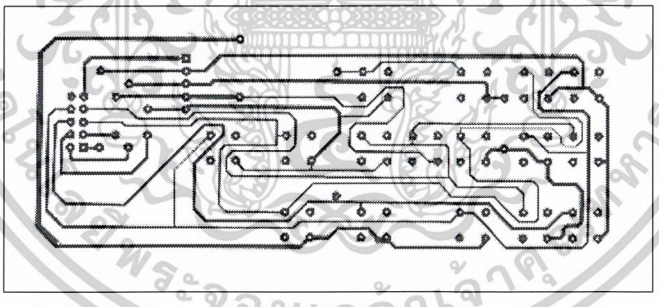


รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์รีโมตคอนโทรล

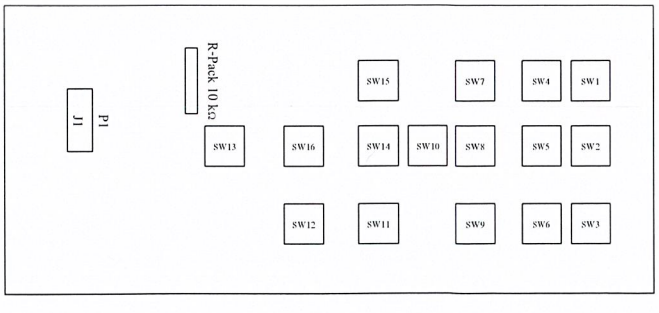
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.10 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

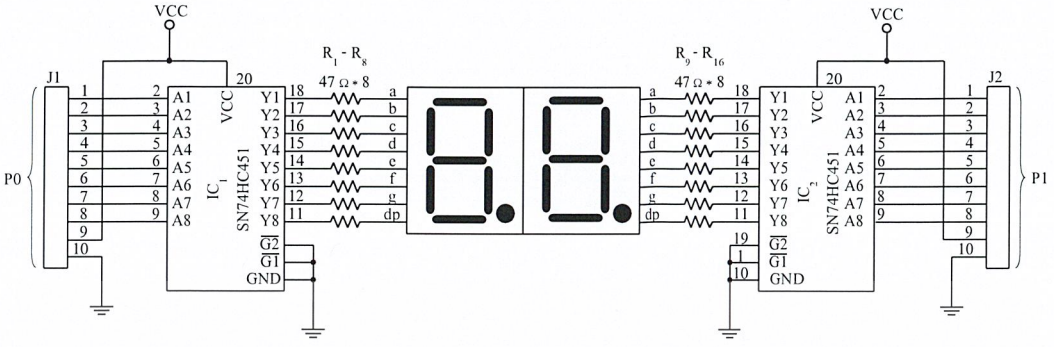


รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์เมตริกซ์สวิตช์

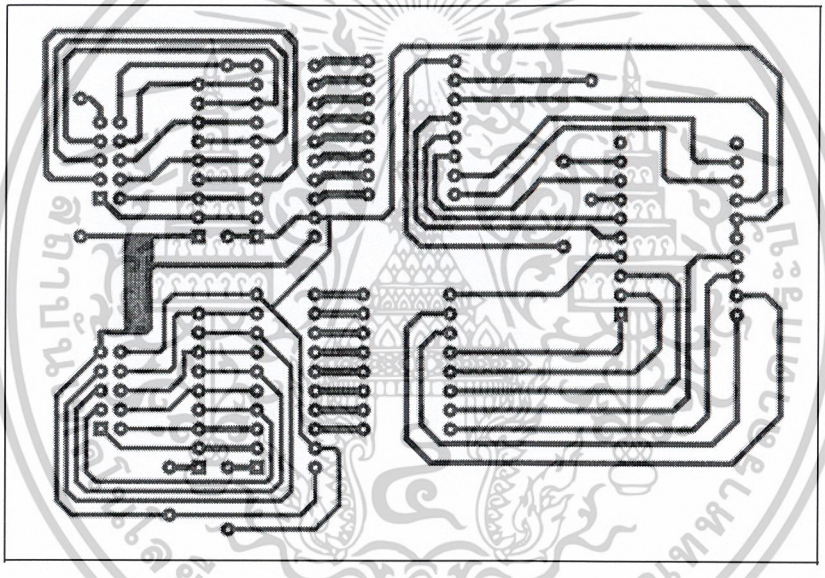


รูปที่ ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์เมตริกซ์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

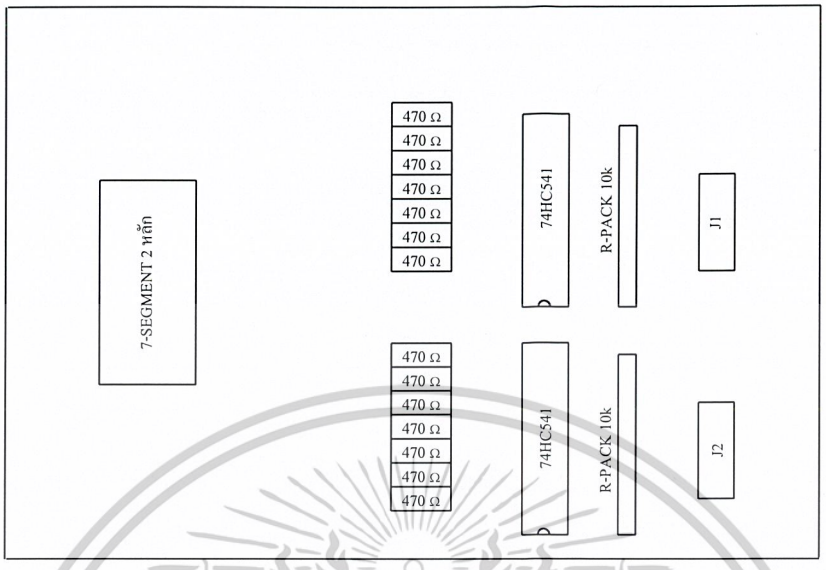


รูปที่ ข.13 วงจรแสดงผล

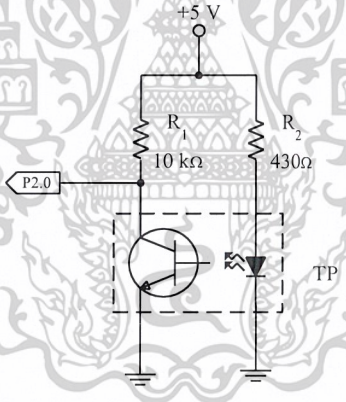


รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์แสดงผล

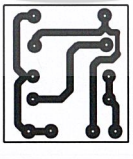
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรพิมพ์แสดงผล

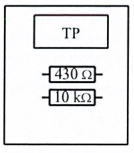


รูปที่ ข.16 วงจรตรวจจับการตัดผ่านแสง

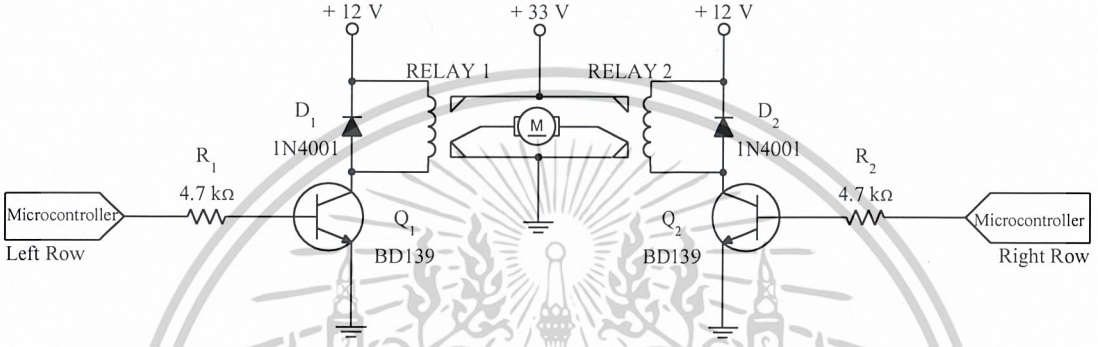


รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์ตรวจจับการตัดผ่านแสง

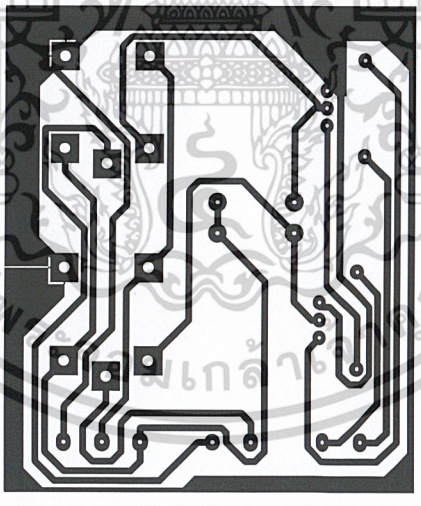
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ตรวจจับการตัดผ่านแสง

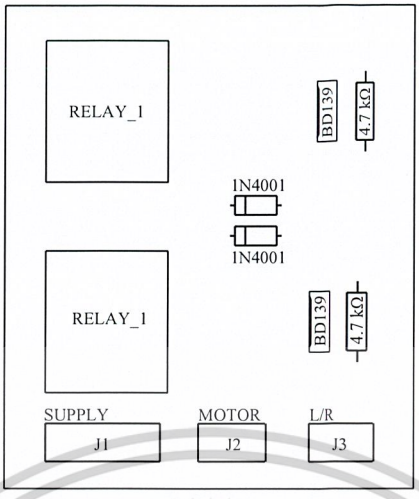


รูปที่ ข.19 วงจรขับมอเตอร์

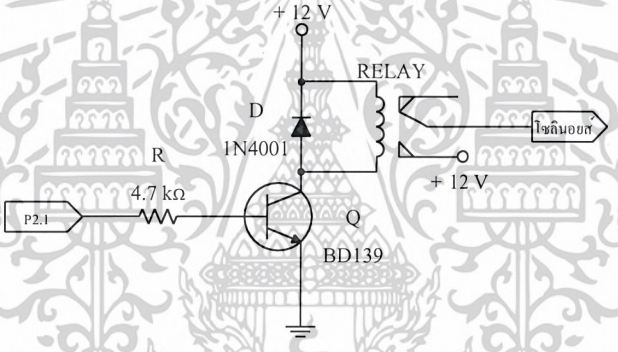


รูปที่ ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์ขับมอเตอร์

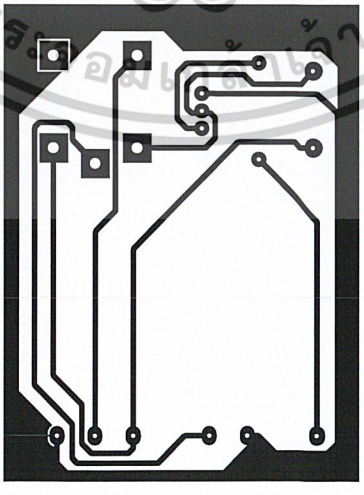
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ขับมอเตอร์

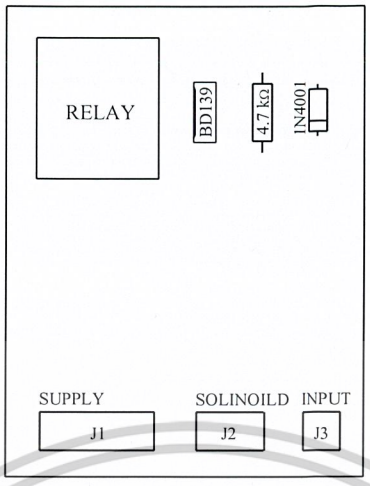


รูปที่ ข.22 วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์



รูปที่ ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์ดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.24 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรพิมพ์ดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	MC7824	1 ตัว
IC2 – IC3	MC7812	2 ตัว
IC4	MC7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
BD1 – BD4	บริดจ์ไดโอด	4 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C3, C6, C9, C12	4700 µF 50 V	5 ตัว
C2, C5, C8, C11,	0.1 µF เซรามิก	5 ตัว
C14	1000 µF 50 V	4 ตัว
C4, C7, C10, C13		
อุปกรณ์อื่นๆ		
หม้อแปลง	220 VAC 0 – 24 3A, 0 – 12 1A, 0 – 6 1A	1 ตัว
J1 – J9	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	9 ตัว
ฟิวส์	3 A	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุม

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1 µF 50 V	1 ตัว
C2	1 µF 50 V	1 ตัว
C3, C4	30 pF เซรามิก	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์วงจรควบคุม

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ ¼ W	1 ตัว
R-Pack1 – R-Pack3	Resistor Network 10 kΩ	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
SW1	ไมโครสวิตช์	1 ตัว
Y1	คริสตอล 11.0592 MHz	1 ตัว
J1 – J3	คอนเน็คเตอร์ IDE 10 ขา	3 ตัว
J4 – J6	คอนเน็คเตอร์ 1 ขา	3 ตัว
J7 – J9	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	3 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรรีโมตคอนโทรล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C2051	1 ตัว
IC2	NE555	1 ตัว
IC3	MC7805	1 ตัว
IC4	74HC04	1 ตัว
IC5	74HCT08	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	2SC1815	1 ตัว
Q2	BD139	1 ตัว
D1, D2	ไดโอดอินฟาเรด ขนาด 5 มิลลิเมตร	1 ตัว
D3	1N4002	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) รายการอุปกรณ์วงจรรีโมทคอนโทรล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1 µF 50 V	1 ตัว
C2	1 µF 50 V	1 ตัว
C3, C4	30 pF เซรามิก	2 ตัว
C5, C6	0.01 µF 50 V	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ ¼ W	1 ตัว
R2	220 Ω ¼ W	1 ตัว
R3, R4	ปรับค่าได้ 50 kΩ	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
คริสตอล	11.0592 MHz	1 ตัว
SW1	ไมโครสวิตช์	1 ตัว
J1	คอนเน็กเตอร์ 2 ขา	1 ตัว
J2	คอนเน็กเตอร์ IDE 10 ขา	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรเมตริกซ์สวิตช์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R-Pack	Resistor Network 10 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
SW1 – SW16	ไมโครสวิตช์	16 ตัว
J1	คอนเน็กเตอร์ IDE 10 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงผล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1, IC2	SN74HC541	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED1	7 segment สีแดง แคโถดร่วม ขนาด 1 นิ้ว 2 หลัก	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1 – R16	47 Ω ¼ W	16 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1, J2	คอนเน็คเตอร์ IDE 10 ขา	2 ตัว

ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์วงจรตรวจจับการผ่านแสง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
TP	โฟโตทรานซิสเตอร์	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ ¼ W	1 ตัว
R2	430 Ω ¼ W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	1 ตัว
J2	คอนเน็คเตอร์ 1 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 รายการอุปกรณ์วงจรขับมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1, Q2	BD139	2 ตัว
D1, D2	1N4001	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1, R2	4.7 kΩ ½ W	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Relay1, Relay2	12 V	2 ตัว
J1 – J3	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	3 ตัว

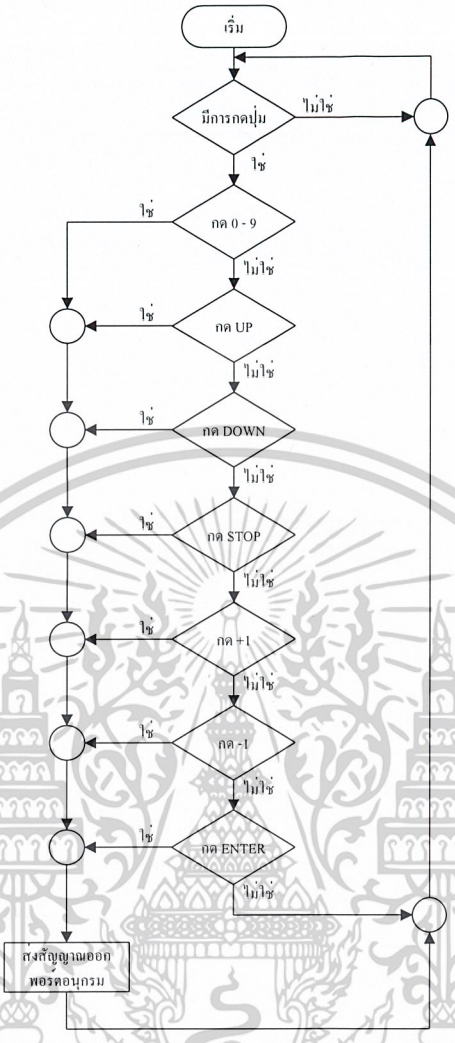
ตารางที่ ค.8 รายการอุปกรณ์วงจรดีดแผ่นใสด้วยโซลินอยด์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D	1N4001	1 ตัว
Q	BD139	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R	4.7 kΩ ½ W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Relay	12 V	1 ตัว
J1 – J3	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

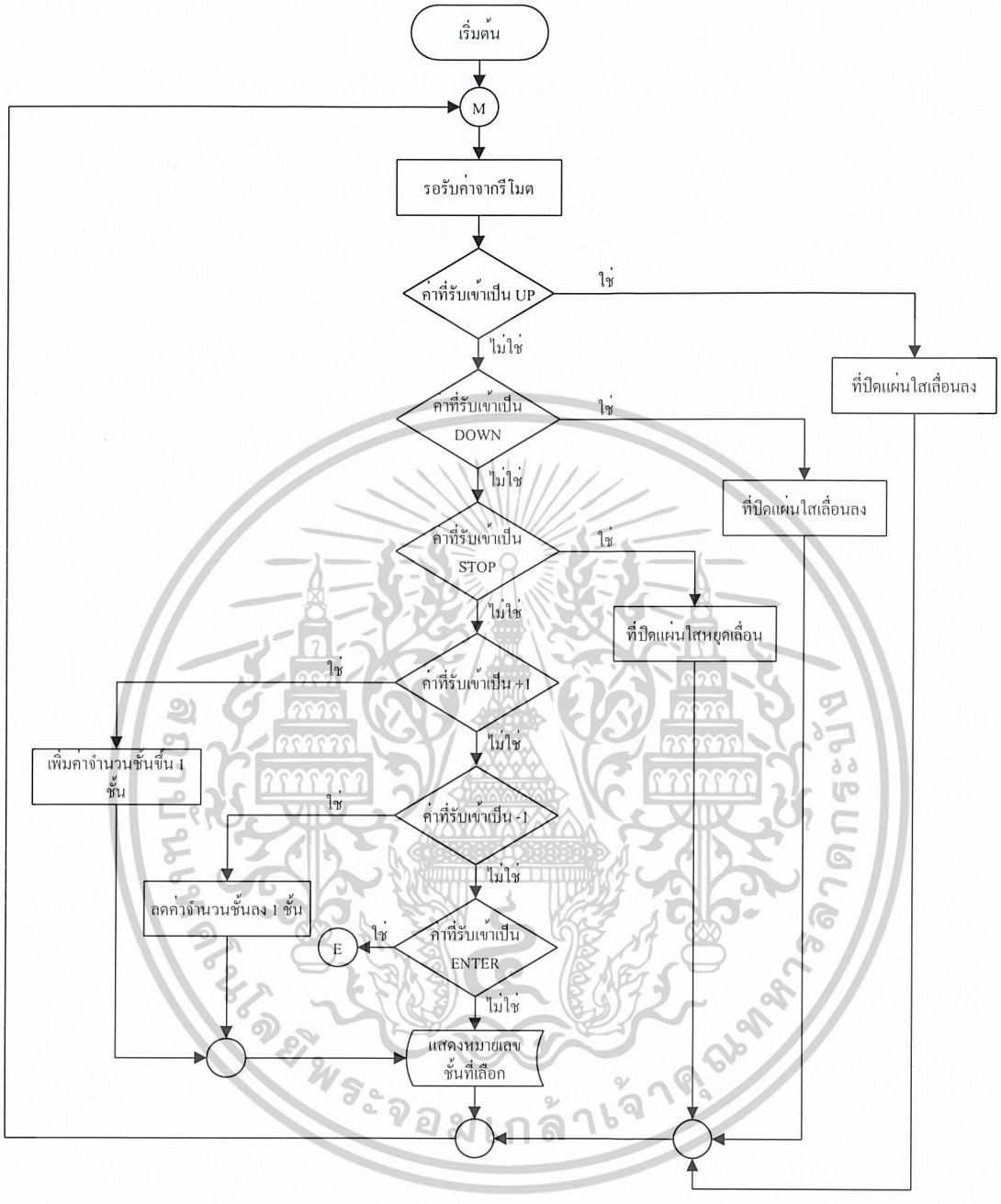
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



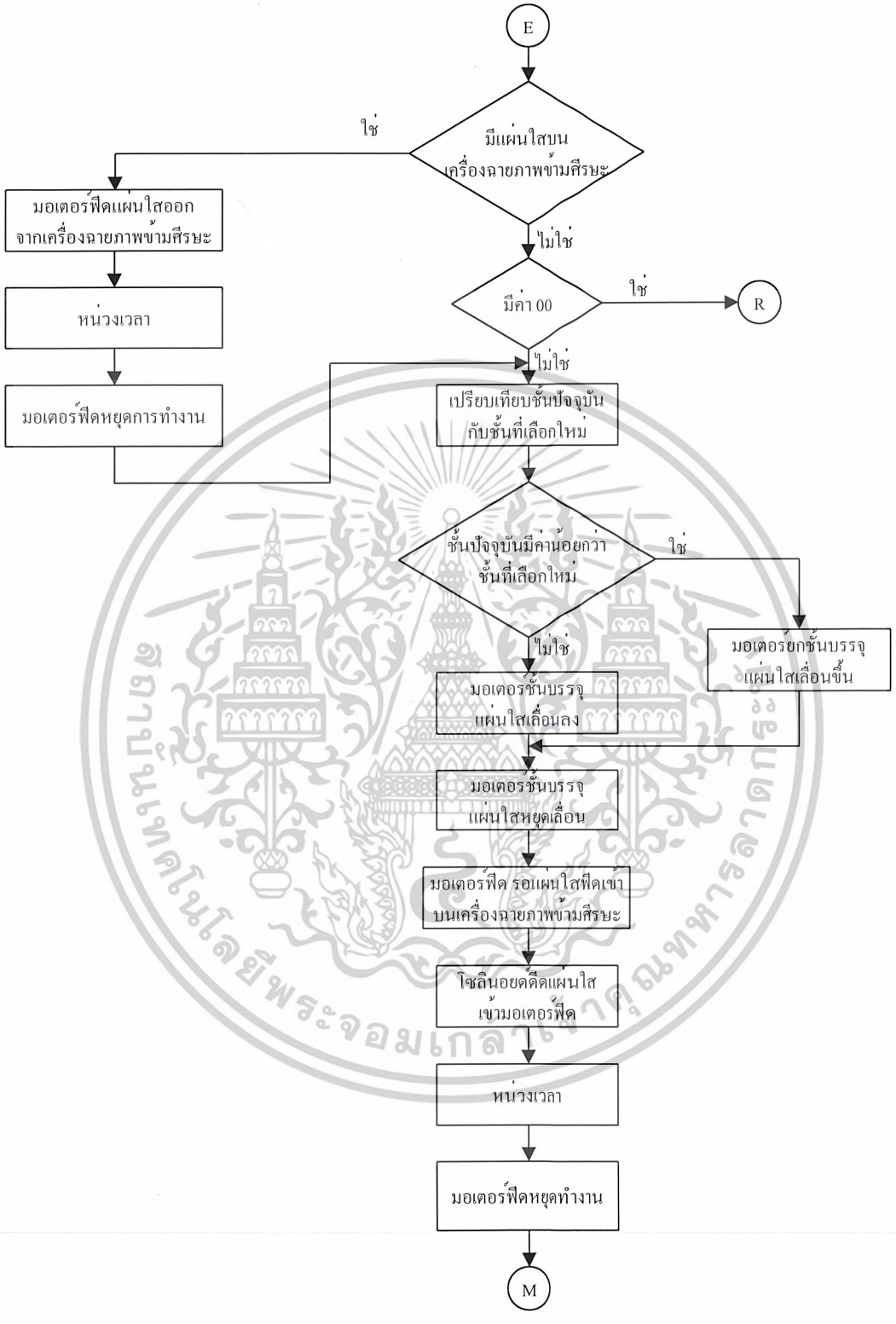
รูปที่ ง.1 ผังงานโปรแกรมรีโมตคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



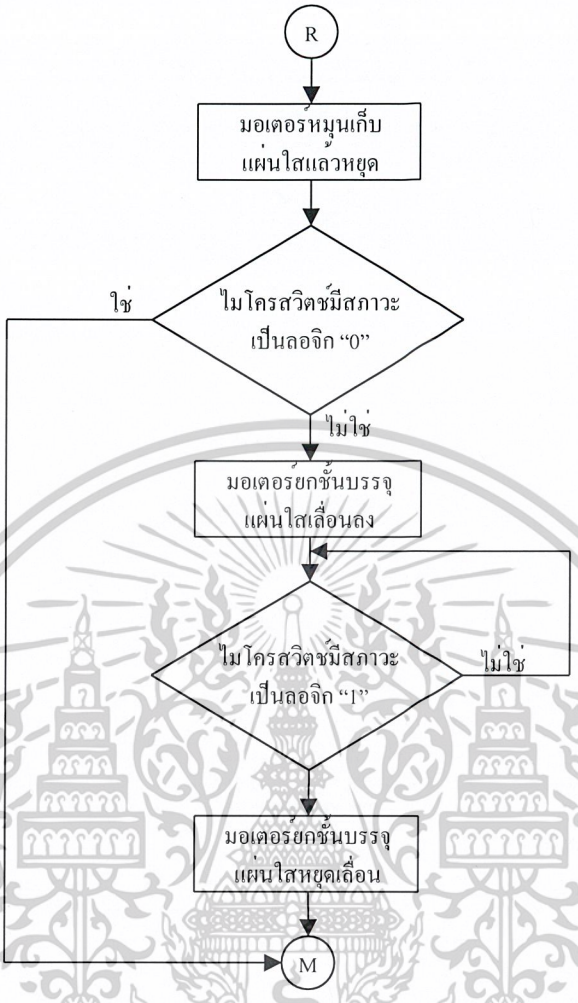
รูปที่ ง.2 ผังงานโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.3 ผังงานโปรแกรมเลือกแผ่นใสและเลื่อนที่เปิด – ปิดแผ่นใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.4 ผังงาน โปรแกรมรีเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมรีโมตคอนโทรล

```
;*********************************************************
;Program : Remote control
;*********************************************************
ROW0        BIT   P1.0
ROW1        BIT   P1.1
ROW2        BIT   P1.2
ROW3        BIT   P1.3
COL3        BIT   P1.4
COL2        BIT   P1.5
COL1        BIT   P1.6
COL0        BIT   P1.7
NKEY        EQU   032H

;*********************************************************
;Main Program
;*********************************************************
            ORG   0000H
            MOV   TMOD,#21H
            MOV   TH1,#0E8H
            MOV   TL1,#0E8H
            SETB  TR1
            MOV   SCON,#42H
            MOV   P1,#0FFH

LOOP:       ACALL DELEY
            ACALL KEYIN
            MOV   A,NKEY
            CJNE  A,#0,LOOP1
            AJMP  LOOP

LOOP1:      CLR   TI
            MOV   SBUF,A
            JNB   TI,$
            CLR   TI
            AJMP  LOOP

;*********************************************************
;Scan Key matrix
;*********************************************************
KEYIN:      MOV   P1,#0FFH
            MOV   NKEY,#00
CHK_COL0:   CLR   COL0
            MOV   A,P1
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#0FH,COL0_IN
            AJMP  CHK_COL1

COL0_IN:    MOV   NKEY,#1
            AJMP  CHK_ROW0

CHK_COL1:   SETB  COL0
            CLR   COL1
            MOV   A,P1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#0FH,COL1_IN
            AJMP  CHK_COL2

COL1_IN:    MOV   NKEY,#2
            AJMP  CHK_ROW0

CHK_COL2:   SETB  COL1
            CLR   COL2
            MOV   A,P1
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#0FH,COL2_IN
            AJMP  CHK_COL3

COL2_IN:    MOV   NKEY,#3
            AJMP  CHK_ROW0

CHK_COL3:   SETB  COL2
            CLR   COL3
            MOV   A,P1
            ANL   A,#0FH
            CJNE  A,#0FH,COL3_IN
            ACALL DELAY_3S
            RET
COL3_IN:    MOV   NKEY,#4

CHK_ROW0:   CLR   COL0
            CLR   COL1
            CLR   COL2
            CLR   COL3
            JB    ROW0,CHK_ROW1
            ACALL DELAY_3S
            RET

CHK_ROW1:   JB    ROW1,CHK_ROW2
            MOV   A,NKEY
            ADD   A,#4
            MOV   NKEY,A
            ACALL DELAY_3S
            RET

CHK_ROW2:   JB    ROW2,CHK_ROW3
            MOV   A,NKEY
            ADD   A,#8
            MOV   NKEY,A
            ACALL DELAY_3S
            RET

CHK_ROW3:   JB    ROW3,AO
            MOV   A,NKEY
            ADD   A,#12
            MOV   NKEY,A
            ACALL DELAY_3S
            RET
AO:         AJMP  LOOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************
; PROGRAM  DELAY
;*********************************************************
DELEY:      MOV   R3,#0AFH
DELEY1:     MOV   R4,#0AFH
            DJNZ  R4,$
            DJNZ  R3,DELEY1
            RET

DELAY_3S:   MOV   R3,#01H
DELAY2:     MOV   R5,#0FFH
DELAY3:     MOV   R4,#0FFH
            DJNZ  R4,$
            DJNZ  R5,DELAY3
            DJNZ  R3,DELAY2
            RET

            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล

```
;*****************************************
;Program : Remote control
;*****************************************
MICRO_SW     BIT   P0.7
TOUCH_SW     BIT   P1.7
FLAG         EQU   02FH
HP           BIT   FLAG.0
EN           BIT   FLAG.1
TR1_BUFFER   EQU   030H
TR2_BUFFER   EQU   031H
W            EQU   032H
X            EQU   033H
Y            EQU   034H
M_TR1        EQU   035H
N_TR2        EQU   036H

;*****************************************
;Main Program
;*****************************************
             ORG   0000H
             MOV   TMOD,#21H
             MOV   TH1,#0E8H
             MOV   TL1,#0E8H
             SETB  TR1
             MOV   SCON,#51H
             CLR   P2.2
             CLR   P2.3
             CLR   P2.4
             CLR   P2.5
             MOV   P0,#00H
             MOV   P1,#00H
             MOV   P2,#00H
             MOV   FLAG,#00H
             MOV   X,#00H
             MOV   Y,#00H
             MOV   W,#00H
             MOV   M_TR1,#00H
             MOV   N_TR2,#00H
             MOV   TR1_BUFFER,#00H
             MOV   TR2_BUFFER,#00H
             CLR   SBUF
             SETB  P2.0


             MOV   TR1_BUFFER,#12
             MOV   TR2_BUFFER,#13
             ACALL SHOW_LED
             ACALL DELAY_1S

             MOV   TR1_BUFFER,#13
             MOV   TR2_BUFFER,#14
             ACALL SHOW_LED
             ACALL DELAY_1S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   TR1_BUFFER,#14
            MOV   TR2_BUFFER,#14
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_1S

            MOV   TR1_BUFFER,#14
            MOV   TR2_BUFFER,#10
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_1S

            MOV   TR1_BUFFER,#15
            MOV   TR2_BUFFER,#13
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_1S

            MOV   TR1_BUFFER,#13
            MOV   TR2_BUFFER,#16
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_1S

            MOV   TR1_BUFFER,#16
            MOV   TR2_BUFFER,#17
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_1S

            MOV   TR1_BUFFER,#17
            MOV   TR2_BUFFER,#18
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_1S

            MOV   TR1_BUFFER,#18
            MOV   TR2_BUFFER,#0
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_1S

            MOV   TR1_BUFFER,#0
            MOV   TR2_BUFFER,#0
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_1S

            MOV   TR1_BUFFER,#19
            MOV   TR2_BUFFER,#10
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_1US
            SETB  P2.4
            ACALL DELAY_3S
            CLR   P2.4
            JNB   MICRO_SW,CROSS2
            SETB  P2.3
            JB    MICRO_SW,$
            ACALL DELAY_1US
            CLR   P2.3

CROSS2:     ACALL DELAY_1US
BIGMAIN:    MOV   P0,#00H
            MOV   P1,#00H
            MOV   P2,#00H
            MOV   FLAG,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   X,#00H
            MOV   Y,#00H
            MOV   W,#00H
            MOV   M_TR1,#00H
            MOV   N_TR2,#00H
            MOV   TR1_BUFFER,#00H
            MOV   TR2_BUFFER,#00H
            CLR   SBUF
            SETB  P2.0
MAIN:       MOV   TR1_BUFFER,M_TR1
            MOV   TR2_BUFFER,N_TR2
            MOV   R0,#00H
            ACALL SHOW_LED

RESI:       JNB   RI,RESI
            CLR   RI
            MOV   A,SBUF
            CJNE  A,#13,VISION
            JB    EN,RESI
VISION:     CLR   EN
            CJNE  A,#11,PRO1
            CLR   P2.7
            ACALL DELAY_1DS
            SETB  P2.6
            JMP   RESI
PRO1:       CJNE  A,#15,PRO2
            CLR   P2.6
            ACALL DELAY_1DS
            SETB  P2.7
            JMP   RESI
PRO2:       CJNE  A,#14,PRO3
            ACALL DELAY_1US
            CLR   P2.6
            CLR   P2.7
            JMP   RESI
PRO3:       CJNE  A,#12,PRO4
            AJMP  INC_1
PRO4:       CJNE  A,#16,PRO5
            AJMP  DEC_1
PRO5:       CJNE  A,#13,WAY
            ACALL DELAY_1US
            CLR   P2.6
            CLR   P2.7
            AJMP  ENTER

WAY:        MOV   TR1_BUFFER,TR2_BUFFER
            MOV   TR2_BUFFER,A
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESI

;*********************************
;PAPER TO OV.
;*********************************
ENTER:            MOV   A,TR1_BUFFER
            CJNE  A,#10,LOOP1
            MOV   A,TR2_BUFFER
            CJNE  A,#10,UP1
            AJMP  RESET_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
UP1:        MOV   M_TR1,TR1_BUFFER
            MOV   N_TR2,TR2_BUFFER
            MOV   A,#0
            ADD   A,TR2_BUFFER
            MOV   X,A
            CLR   C
            SUBB  A,Y
            JNC   SINK
            CLR   C
            MOV   A,Y
            MOV   Y,X
            SUBB  A,Y
            MOV   W,A
            MOV   Y,X
            AJMP  MOTER_L

SINK:       MOV   W,A
            MOV   Y,X
            CJNE  A,#0,CON2
            AJMP  RESI
CON2:       AJMP  MOTER_R

LOOP1:      CJNE  A,#1,LOOP2
            MOV   A,TR2_BUFFER
            CJNE  A,#10,UP2
            MOV   A,#10
            AJMP  TOT
UP2:        MOV   A,#10
            ADD   A,TR2_BUFFER
TOT:        MOV   M_TR1,TR1_BUFFER
            MOV   N_TR2,TR2_BUFFER
            MOV   X,A
            CLR   C
            SUBB  A,Y
            JNC   SINK2
            CLR   C
            MOV   A,Y
            MOV   Y,X
            SUBB  A,Y
            MOV   W,A
            MOV   Y,X
            AJMP  MOTER_L

SINK2:      MOV   W,A
            MOV   Y,X
            CJNE  A,#0,CON1
            AJMP  RESI
CON1:       AJMP  MOTER_R

LOOP2:      CJNE  A,#2,MAINLOOP
            MOV   A,TR2_BUFFER
            CJNE  A,#10,UP3
            MOV   A,#20
            AJMP  GO
MAINLOOP:   MOV   TR1_BUFFER,#11
            MOV   TR2_BUFFER,#11
            ACALL SHOW_LED
            ACALL DELAY_2S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                AJMP   MAIN

UP3:            MOV    A,#20
                ADD    A,TR2_BUFFER
                CJNE   A,#21,YES1
                AJMP   GO
YES1:           CJNE   A,#22,YES2
                AJMP   GO
YES2:           CJNE   A,#23,YES3
                AJMP   GO
YES3:           CJNE   A,#24,YES4
                AJMP   GO
YES4:           CJNE   A,#25,ON0
                AJMP   GO

ON0:            MOV    TR1_BUFFER,#11
                MOV    TR2_BUFFER,#11
                ACALL  SHOW_LED
                ACALL  DELAY_2S
                AJMP   MAIN

GO:             MOV    M_TR1,TR1_BUFFER
                MOV    N_TR2,TR2_BUFFER
                MOV    X,A
                CLR    C
                SUBB   A,Y
                JNC    SINK3
                CLR    C
                MOV    A,Y
                MOV    Y,X
                SUBB   A,Y
                MOV    W,A
                MOV    Y,X
                AJMP   MOTER_L

SINK3:          MOV    W,A
                MOV    Y,X
                CJNE   A,#0,CON
                AJMP   RESI
CON:            AJMP   MOTER_R
EXIT22:         AJMP   EXIT
MOTER_R:        JB     HP,EXIT22
                ACALL  DELAY_1US
                SETB   P2.2
                ACALL  DELAY_1US
TIMER_R:        JNB    P2.0,$
                JB     P2.0,$
                INC    R0
                MOV    A,R0
                CJNE   A,W,TIMER_R
                CLR    P2.2
                MOV    R0,#00H
                ACALL  DELAY_1US
                SETB   P2.4
                ACALL  DELAY_1S
                SETB   P2.1
                ACALL  DELAY_1DS
                CLR    P2.1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   R1,#00H
VIEW_R:     JB    TOUCH_SW,SONIC_R
            INC   R1
            MOV   A,R1
            ACALL DELAY_1MS
            CJNE  A,#20,VIEW_R
            ACALL DELAY_1US
            CLR   P2.4
            MOV   TR1_BUFFER,#11
            MOV   TR2_BUFFER,#11
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESET_1
SONIC_R:    ACALL DELAY_1US
            CLR   P2.4
            SETB  EN
            SETB  HP
            AJMP  RESI

MOTER_L:    JB    HP,EXIT
            ACALL DELAY_1US
            SETB  P2.3
            ACALL DELAY_1US
TIMER_L:    JNB   P2.0,$
            JB    P2.0,$
            INC   R0
            MOV   A,R0
            CJNE  A,W,TIMER_L
            CLR   P2.3
            MOV   R0,#00H
            ACALL DELAY_1US
            SETB  P2.4
            ACALL DELAY_1S
            SETB  P2.1
            ACALL DELAY_1DS
            CLR   P2.1
            MOV   R1,#00H
VIEW_L:     JB    TOUCH_SW,SONIC_L
            INC   R1
            MOV   A,R1
            ACALL DELAY_1MS
            CJNE  A,#20,VIEW_L
            ACALL DELAY_1US
            CLR   P2.4
            MOV   TR1_BUFFER,#11
            MOV   TR2_BUFFER,#11
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESET_1
SONIC_L:    ACALL DELAY_1US
            CLR   P2.4
            SETB  EN
            SETB  HP
            AJMP  RESI

;*****************************************
;PAPER FEED OUT
;*****************************************
EXIT:       ACALL DELAY_1US
            SETB  P2.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL DELAY_3S
            CLR   P2.5
            CLR   HP
            AJMP  ENTER


;*********************************
;RESET TO DEFAULT
;*********************************
RESET_1:    ACALL DELAY_1US
            SETB  P2.5
            ACALL DELAY_3S
            CLR   P2.5
            JNB   MICRO_SW,CROSS
            SETB  P2.3
            JB    MICRO_SW,$
            CLR   P2.3
CROSS:      CLR   HP
            AJMP  BIGMAIN

;*************************************
;INCREASE ONE PAPER
;*************************************
INC_1:      MOV   A,TR1_BUFFER
            CJNE  A,#10,NEW1
            JMP   NEWS_0
NEW1:       CJNE  A,#1,NEW2
            JMP   NEWS_1
NEW2:       CJNE  A,#2,NEW3
            JMP   OLD
NEW3:       AJMP  RESI
NEWS_0:     MOV   A,#1
            ADD   A,TR2_BUFFER
            CJNE  A,#10,CHANG
            MOV   TR2_BUFFER,A
            MOV   TR1_BUFFER,#1
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESI
CHANG:      MOV   TR2_BUFFER,A
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESI
NEWS_1:     MOV   A,TR2_BUFFER
            CJNE  A,#10,NEWS_2
            MOV   TR2_BUFFER,#1
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESI
NEWS_2:     MOV   A,#1
            ADD   A,TR2_BUFFER
            CJNE  A,#10,CHANG
            MOV   TR2_BUFFER,A
            MOV   TR1_BUFFER,#2
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESI

OLD:        MOV   A,TR2_BUFFER
            CJNE  A,#10,OLD2
            MOV   TR2_BUFFER,#1
            ACALL SHOW_LED
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            AJMP   RESI
OLD2:       MOV    A,#1
            ADD    A,TR2_BUFFER
            CJNE   A,#1,LEO1
            JMP    PLA
LEO1:       CJNE   A,#2,LEO2
            JMP    PLA
LEO2:       CJNE   A,#3,LEO3
            JMP    PLA
LEO3:       CJNE   A,#4,LEO4
            JMP    PLA
LEO4:       CJNE   A,#5,NEW3
            JMP    PLA
PLA:        MOV    TR2_BUFFER,A
            ACALL  SHOW_LED
            AJMP   RESI

;************************************
;DECREASE ONE PAPER
;************************************
DEC_1:      MOV    A,TR1_BUFFER
            CJNE   A,#10,TWO1
            JMP    TWO_0
TWO1:       CJNE   A,#1,TWO2
            JMP    TWO_1
TWO2:       CJNE   A,#2,TWO3
            JMP    TEN
TWO3:       AJMP   RESI

TWO_0:      MOV    A,TR2_BUFFER
            SUBB   A,#1
            CJNE   A,#0,TWO4
            ACALL  SHOW_LED
            AJMP   RESI
TWO4:       MOV    TR2_BUFFER,A
            ACALL  SHOW_LED
            AJMP   RESI

TWO_1:      MOV    A,TR2_BUFFER
            CJNE   A,#10,TWO5
            MOV    TR2_BUFFER,#9
            MOV    TR1_BUFFER,#10
            ACALL  SHOW_LED
            AJMP   RESI
TWO5:       CLR    C
            SUBB   A,#1
            CLR    C
            CJNE   A,#0,TWO6
            MOV    TR2_BUFFER,#10
            ACALL  SHOW_LED
            AJMP   RESI
TWO6:       MOV    TR2_BUFFER,A
            ACALL  SHOW_LED
            AJMP   RESI

TEN:        MOV    A,TR2_BUFFER
            CJNE   A,#10,TEN1
            MOV    TR2_BUFFER,#9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   TR1_BUFFER,#1
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESI
TEN1:       CLR   C
            SUBB  A,#1
            CLR   C
            CJNE  A,#0,TEN2
            MOV   TR2_BUFFER,#10
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESI
TEN2:       CJNE  A,#1,TEN3
            JMP   MEN
TEN3:       CJNE  A,#2,TEN4
            JMP   MEN
TEN4:       CJNE  A,#3,TEN5
            JMP   MEN
TEN5:       CJNE  A,#4,TWO3
MEN:        MOV   TR2_BUFFER,A
            ACALL SHOW_LED
            AJMP  RESI
;************************************
;Show 7-SEGMENT
;************************************
SHOW_LED:   MOV   A,TR1_BUFFER
            MOV   DPTR,#DATA
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV   P1,A
            ACALL DELAY_1US
            MOV   A,TR2_BUFFER
            MOV   DPTR,#DATA
            MOVC  A,@A+DPTR
            MOV   P0,A
            RET

DATA:       DB    00001000B
DATA1:      DB    00000110B
DATA2:      DB    01011011B
DATA3:      DB    01001111B
DATA4:      DB    01100110B
DATA5:      DB    01101101B
DATA6:      DB    01111101B
DATA7:      DB    00000111B
DATA8:      DB    01111111B
DATA9:      DB    01101111B
DATA10:     DB    00111111B
DATA11:     DB    01111001B
DATA12:     DB    76H
DATA13:     DB    79H
DATA14:     DB    38H
DATA15:     DB    50H
DATA16:     DB    77H
DATA17:     DB    5EH
DATA18:     DB    66H
DATA19:     DB    00111101B


DELAY_1US:  MOV   R3,#03FH
DELEY2:     MOV   R4,#03FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DJNZ   R4,$
            DJNZ   R3,DELEY2
            RET

DELAY_1MS:  MOV    R3,#01H
DELAY0:     MOV    R5,#0FFH
DELAY1:     MOV    R4,#0FFH
            DJNZ   R4,$
            DJNZ   R5,DELAY1
            DJNZ   R3,DELAY0
            RET
DELAY_1DS:  MOV    R3,#03H
DELAY5:     MOV    R5,#0FFH
DELAY6:     MOV    R4,#0FFH
            DJNZ   R4,$
            DJNZ   R5,DELAY6
            DJNZ   R3,DELAY5
            RET

DELAY_1S:   MOV    R3,#07H
DELAY3:     MOV    R5,#0FFH
DELAY4:     MOV    R4,#0FFH
            DJNZ   R4,$
            DJNZ   R5,DELAY4
            DJNZ   R3,DELAY3
            RET

DELAY_2S:   MOV    R3,#0EH
DELAY25:    MOV    R5,#0FFH
DELAY26:    MOV    R4,#0FFH
            DJNZ   R4,$
            DJNZ   R5,DELAY26
            DJNZ   R3,DELAY25
            RET

DELAY_3S:   MOV    R3,#14H
DELAY7:     MOV    R5,#0FFH
DELAY8:     MOV    R4,#0FFH
            DJNZ   R4,$
            DJNZ   R5,DELAY8
            DJNZ   R3,DELAY7
            RET

DELAY_4S:   MOV    R3,#1EH
DELAY15:    MOV    R5,#0FFH
DELAY16:    MOV    R4,#0FFH
            DJNZ   R4,$
            DJNZ   R5,DELAY16
            DJNZ   R3,DELAY15
            RET

            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

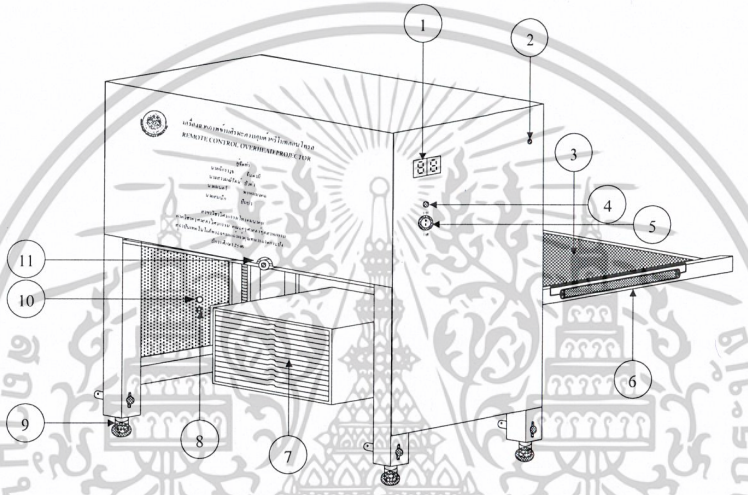
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต ควรศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจถึงหลักการใช้งาน และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม

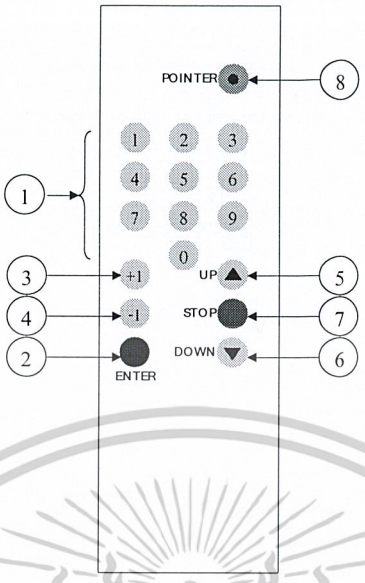


รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

① แอลอีดีเจ็ดส่วนแสดงผล
② ตัวรับอินฟาเรด
③ ชุดเลื่อนแผ่นใส
④ แอลอีดีแสดงการทำงานของไฟเลี้ยงวงจร
⑤ สวิตช์เปิด – ปิดแหล่งจ่ายของเครื่อง
⑥ ชุดเลื่อนเปิด – ปิดแผ่นใส
⑦ ชั้นที่เก็บแผ่นใส
⑧ ปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
⑨ ขาปรับระดับ
⑩ ฟิวส์
⑪ โซลินอยด์ดีดแผ่นใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของรีโมตคอนโทรล

จากรูปที่ จ.2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

① หมายเลข 0 – 9 คือ หมายเลขของตำแหน่งชั้นที่เก็บแผ่นใส

② ปุ่ม ENTER ทำหน้าที่สั่งให้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมตทำการฉายแผ่นใสที่ต้องการ

③ ปุ่ม +1 ทำหน้าที่เลือกแผ่นใสที่ต้องการฉายขึ้นครั้งละ 1 แผ่น

④ ปุ่ม -1 ทำหน้าที่เลือกแผ่นใสที่ต้องการฉายลงครั้งละ 1 แผ่น

⑤ ปุ่ม UP ทำหน้าที่เลื่อนที่ปิดแผ่นใสขึ้น

⑥ ปุ่ม DOWN ทำหน้าที่เลื่อนที่ปิดแผ่นใสลง

⑦ ปุ่ม STOP ทำหน้าที่หยุดการเลื่อนของที่ปิดแผ่นใส

⑧ ปุ่ม POINTER ทำหน้าที่ชี้เนื้อหาบนจอฉายภาพ

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 บรรจุแผ่นใสลงในชั้นที่เก็บแผ่นใส

3.2 เสียบปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

3.3 เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายของเครื่อง

3.4 ทำการกดปุ่มหมายเลขที่ต้องการ (01 – 25) ตามด้วยปุ่ม ENTER

3.5 ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเลื่อนแผ่นใสขึ้นครั้งละ 1 แผ่นให้กดปุ่ม +1 ตามด้วยปุ่ม ENTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเลื่อนแผ่นใสลงครั้งละ 1 แผ่นให้กดปุ่ม -1 ตามด้วยปุ่ม ENTER

3.7 กดปุ่ม UP เพื่อเลื่อนที่ปิดแผ่นใสขึ้น

3.8 กดปุ่ม DOWN เพื่อเลื่อนที่ปิดแผ่นใสลง

3.9 กดปุ่ม STOP เพื่อหยุดการเลื่อนของที่ปิดแผ่นใส

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะควบคุมด้วยรีโมต สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
ชุดลิฟท์ยกแผ่นใสไม่สามารถยกได้และเกิดเสียงดัง	โซ่ชุดลิฟท์ยกแผ่นใสหย่อน, ทำการปรับโซ่ให้มีความตึงพอดี
สัญญาณที่ส่งจากรีโมตคอนโทรลผิดเพี้ยน	มีการสะท้อนของสัญญาณที่ส่งจากรีโมตคอนโทรลในห้องเรียน, ทำการส่งสัญญาณครั้งใหม่

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ปิดเครื่องทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จ
- เอาผ้าคลุมรีโมตคอนโทรลทุกครั้งเมื่อไม่มีการใช้งาน
- เก็บรีโมตคอนโทรลไว้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิปกติและไม่มีฝุ่นละออง
- เช็ดทำความสะอาดรีโมตคอนโทรลด้วยผ้านุ่ม อย่าให้สารใดๆ ที่เป็นตัวทำลายเพราะอาจทำให้ตัวเครื่องเกิดความเสียหายได้
- ควรหยอดน้ำมันหล่อลื่นบริเวณที่เป็นข้อต่อต่างๆ ของเครื่องอยู่เสมอ

5.2 ข้อควรระวัง

- อย่าเปิดเครื่องทิ้งไว้เมื่อไม่มีการใช้งาน
- ควรใช้รีโมตคอนโทรลอย่างระมัดระวังอย่าให้ตกโดยเด็ดขาด
- เพื่อความเข้าใจควรอ่านคู่มือการใช้งานให้เข้าใจก่อนการใช้งานจริงทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
หลักการหาตำแหน่งของแผ่นใส	ใช้หลักการเปรียบเทียบชั้นปัจจุบันกับชั้นที่เลือกใหม่โดยนับสัญญาณพัลส์ของโฟโตทรานซิสเตอร์
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแบบแอลอีดีเจ็ดส่วน 2 หลักในส่วนแสดงหมายเลขหน้า
การบรรจุแผ่นใส	แผ่นใสขนาด A4 จำนวน 25แผ่น
ระยะห่างระหว่างเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะกับรีโมตคอนโทรล	ไม่เกิน 15 เมตร
อุปกรณ์ตรวจจับ	ใช้อุปกรณ์ตรวจจับด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์
ความเที่ยงตรง	97.38%
ความผิดพลาด	2.62%
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

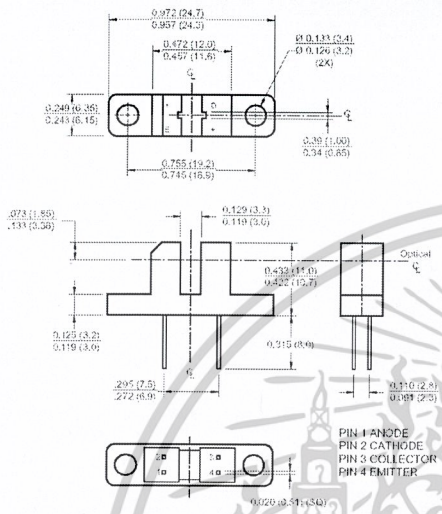
ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

H21A1 / H21A2 / H21A3
PHOTOTRANSISTOR
OPTICAL INTERRUPTER SWITCH

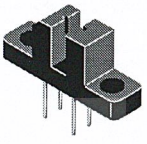
PACKAGE DIMENSIONS



NOTES:

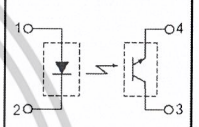
1. Dimensions for all drawings are in inches (mm).
2. Tolerance of ± .010 (.25) on all non-nominal dimensions unless otherwise specified.

DESCRIPTION



The H21A1, H21A2 and H21A3 consist of a gallium arsenide infrared emitting diode coupled with a silicon phototransistor in a plastic housing. The packaging system is designed to optimize the mechanical resolution, coupling efficiency, ambient light rejection, cost and reliability. The gap in the housing provides a means of interrupting the signal with an opaque material, switching the output from an "ON" to an "OFF" state.

SCHEMATIC



FEATURES

- Opaque housing
- Low cost
- .035" apertures
- High $I_{C(ON)}$

1. Derate power dissipation linearly 1.33 mW/°C above 25°C.
2. RMA flux is recommended.
3. Methanol or isopropyl alcohols are recommended as cleaning agents.
4. Soldering iron tip 1/16" (1.6mm) minimum from housing.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Operating Temperature	T_{OPR}	-55 to +100	°C
Storage Temperature	T_{STG}	-55 to +100	°C
Soldering Temperature (Iron)(2,3 and 4)	T_{SOL-I}	240 for 5 sec	°C
Soldering Temperature (Flow)(2 and 3)	T_{SOL-F}	260 for 10 sec	°C
INPUT (EMITTER)			
Continuous Forward Current	I_F	50	mA
Reverse Voltage	V_R	6	V
Power Dissipation (1)	P_D	100	mW
OUTPUT (SENSOR)			
Collector to Emitter Voltage	V_{CEO}	30	V
Emitter to Collector Voltage	V_{ECO}	4.5	V
Collector Current	I_C	20	mA
Power Dissipation (T_C = 25°C)(1)	P_D	150	mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

H21A1 / H21A2 / H21A3
PHOTOTRANSISTOR
OPTICAL INTERRUPTER SWITCH

ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS (T_A =25°C)(All measurements made under pulse condition)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	DEVICES	MIN	TYP	MAX	UNITS
INPUT (EMITTER) Forward Voltage	I_F = 60 mA	V_F	All	—	—	1.7	V
Reverse Breakdown Voltage	I_R = 10 µA	V_R	All	6.0	—	—	V
Reverse Leakage Current	V_R = 3 V	I_R	All	—	—	1.0	µA
OUTPUT (SENSOR) Emitter to Collector Breakdown	I_F = 100 µA, Ee = 0	BV_{ECO}	All	6.0	—	—	V
Collector to Emitter Breakdown	I_C = 1 mA, Ee = 0	BV_{CEO}	All	30	—	—	V
Collector to Emitter Leakage	V_{CE} = 25 V, Ee = 0	I_{CEO}	All	—	—	100	nA
COUPLED On-State Collector Current	I_F = 5 mA, V_{CE} = 5 V	$I_{C(ON)}$	H21A1	0.15	—	—	mA
			H21A2	0.30	—	—	
			H21A3	0.60	—	—	
	I_F = 20 mA, V_{CE} = 5 V		H21A1	1.0	—	—	
			H21A2	2.0	—	—	
			H21A3	4.0	—	—	
	I_F = 30 mA, V_{CE} = 5 V		H21A1	1.9	—	—	
			H21A2	3.0	—	—	
			H21A3	5.5	—	—	
Saturation Voltage	I_F = 20 mA, I_C = 1.8 mA	$V_{CE(SAT)}$	H21A2/3	—	—	0.40	V
	I_F = 30 mA, I_C = 1.8 mA		H21A1	—	—	0.40	V
Turn-On Time	I_F = 30 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 2.5 KΩ	t_{on}	All	—	8	—	µs
Turn-Off Time	I_F = 30 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 2.5 KΩ	t_{off}	All	—	50	—	µs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

www.fairchildsemi.com

LM555/NE555/SA555

Single Timer

Features

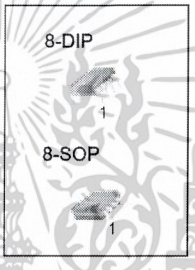
- High Current Drive Capability (200mA)
- Adjustable Duty Cycle
- Temperature Stability of 0.005%/°C
- Timing From µSec to Hours
- Turn off Time Less Than 2µSec

Applications

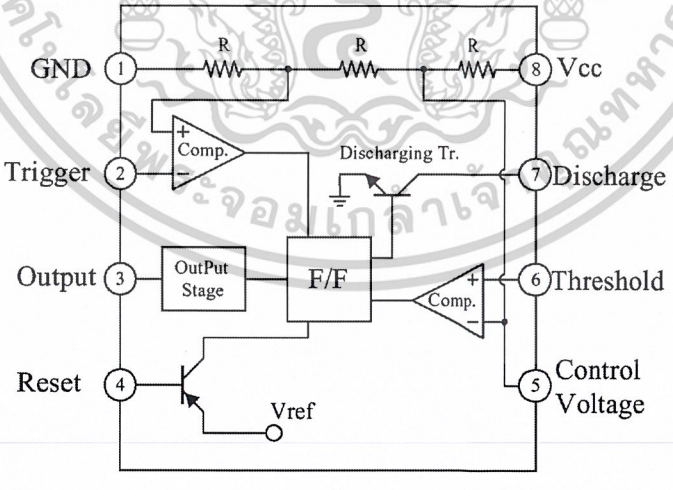
- Precision Timing
- Pulse Generation
- Time Delay Generation
- Sequential Timing

Description

The LM555/NE555/SA555 is a highly stable controller capable of producing accurate timing pulses. With a monostable operation, the time delay is controlled by one external resistor and one capacitor. With an astable operation, the frequency and duty cycle are accurately controlled by two external resistors and one capacitor.



Internal Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V_{CC}	16	V
Lead Temperature (Soldering 10sec)	T_{LEAD}	300	°C
Power Dissipation	P_D	600	mW
Operating Temperature Range LM555/NE555 SA555	T_{OPR}	 0 ~ +70 -40 ~ +85	°C
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics

(T_A = 25°C, V_{CC} = 5 ~ 15V, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply Voltage	V_{CC}	-	4.5	-	16	V
Supply Current (Low Stable) (Note1)	I_{CC}	V_{CC} = 5V, R_L = ∞	-	3	6	mA
		V_{CC} = 15V, R_L = ∞	-	7.5	15	mA
Timing Error (Monostable) Initial Accuracy (Note2) Drift with Temperature (Note4) Drift with Supply Voltage (Note4)	ACCUR Δt/ΔT Δt/ΔVCC	R_A = 1kΩ to100kΩ C = 0.1μF	-	1.0 50 0.1	3.0 0.5	% ppm/°C %/V
Timing Error (Astable) Intial Accuracy (Note2) Drift with Temperature (Note4) Drift with Supply Voltage (Note4)	ACCUR Δt/ΔT Δt/ΔVCC	R_A = 1kΩ to 100kΩ C = 0.1μF	-	2.25 150 0.3	-	% ppm/°C %/V
Control Voltage	V_C	V_{CC} = 15V	9.0	10.0	11.0	V
		V_{CC} = 5V	2.6	3.33	4.0	V
Threshold Voltage	V_{TH}	V_{CC} = 15V	-	10.0	-	V
		V_{CC} = 5V	-	3.33	-	V
Threshold Current (Note3)	I_{TH}	-	-	0.1	0.25	μA
Trigger Voltage	V_{TR}	V_{CC} = 5V	1.1	1.67	2.2	V
		V_{CC} = 15V	4.5	5	5.6	V
Trigger Current	I_{TR}	V_{TR} = 0V		0.01	2.0	μA
Reset Voltage	V_{RST}	-	0.4	0.7	1.0	V
Reset Current	I_{RST}	-		0.1	0.4	mA
Low Output Voltage	V_{OL}	V_{CC} = 15V I_{SINK} = 10mA I_{SINK} = 50mA	-	0.06 0.3	0.25 0.75	V V
		V_{CC} = 5V I_{SINK} = 5mA	-	0.05	0.35	V
High Output Voltage	V_{OH}	V_{CC} = 15V I_{SOURCE} = 200mA I_{SOURCE} = 100mA	 12.75	12.5 13.3	-	V V
		V_{CC} = 5V I_{SOURCE} = 100mA	2.75	3.3	-	V
Rise Time of Output (Note4)	t_R	-	-	100	-	ns
Fall Time of Output (Note4)	t_F	-	-	100	-	ns
Discharge Leakage Current	I_{LKG}	-	-	20	100	nA

Notes:

1. When the output is high, the supply current is typically 1mA less than at V_{CC} = 5V.
2. Tested at V_{CC} = 5.0V and V_{CC} = 15V.
3. This will determine the maximum value of R_A + R_B for 15V operation, the max. total R = 20MΩ, and for 5V operation, the max. total R = 6.7MΩ.
4. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Information

Table 1 below is the basic operating table of 555 timer:

Table 1. Basic Operating Table

Threshold Voltage (Vth)(PIN 6)	Trigger Voltage (Vtr)(PIN 2)	Reset(PIN 4)	Output(PIN 3)	Discharging Tr. (PIN 7)
Don't care	Don't care	Low	Low	ON
Vth > 2Vcc / 3	Vth > 2Vcc / 3	High	Low	ON
Vcc / 3 < Vth < 2 Vcc / 3	Vcc / 3 < Vth < 2 Vcc / 3	High	-	-
Vth < Vcc / 3	Vth < Vcc / 3	High	High	OFF

When the low signal input is applied to the reset terminal, the timer output remains low regardless of the threshold voltage or the trigger voltage. Only when the high signal is applied to the reset terminal, the timer's output changes according to threshold voltage and trigger voltage.

When the threshold voltage exceeds 2/3 of the supply voltage while the timer output is high, the timer's internal discharge Tr. turns on, lowering the threshold voltage to below 1/3 of the supply voltage. During this time, the timer output is maintained low. Later, if a low signal is applied to the trigger voltage so that it becomes 1/3 of the supply voltage, the timer's internal discharge Tr. turns off, increasing the threshold voltage and driving the timer output again at high.

5. Pulse Position Modulation

If the modulating signal is applied to the control terminal while the timer is connected for the astable operation as in Figure 11, the timer becomes a pulse position modulator.

In the pulse position modulator, the reference of the timer's internal comparators is modulated which in turn modulates the timer output according to the modulation signal applied to the control terminal.

Figure 12 illustrates a sine wave for modulation signal and the resulting output pulse position modulation : however, any wave shape could be used.

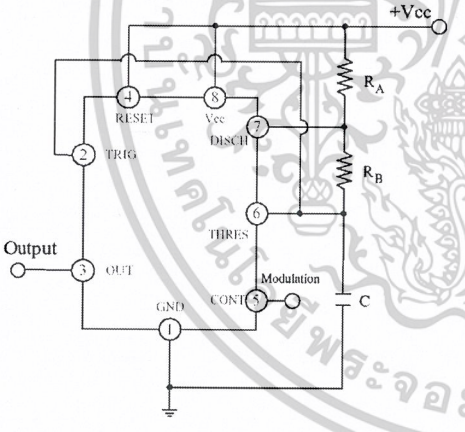


Figure 11. Circuit for Pulse Position Modulation

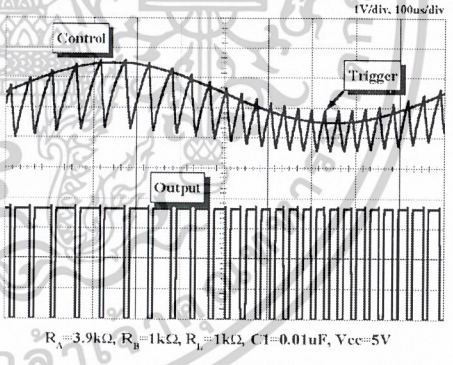


Figure 12. Waveforms of pulse position modulation

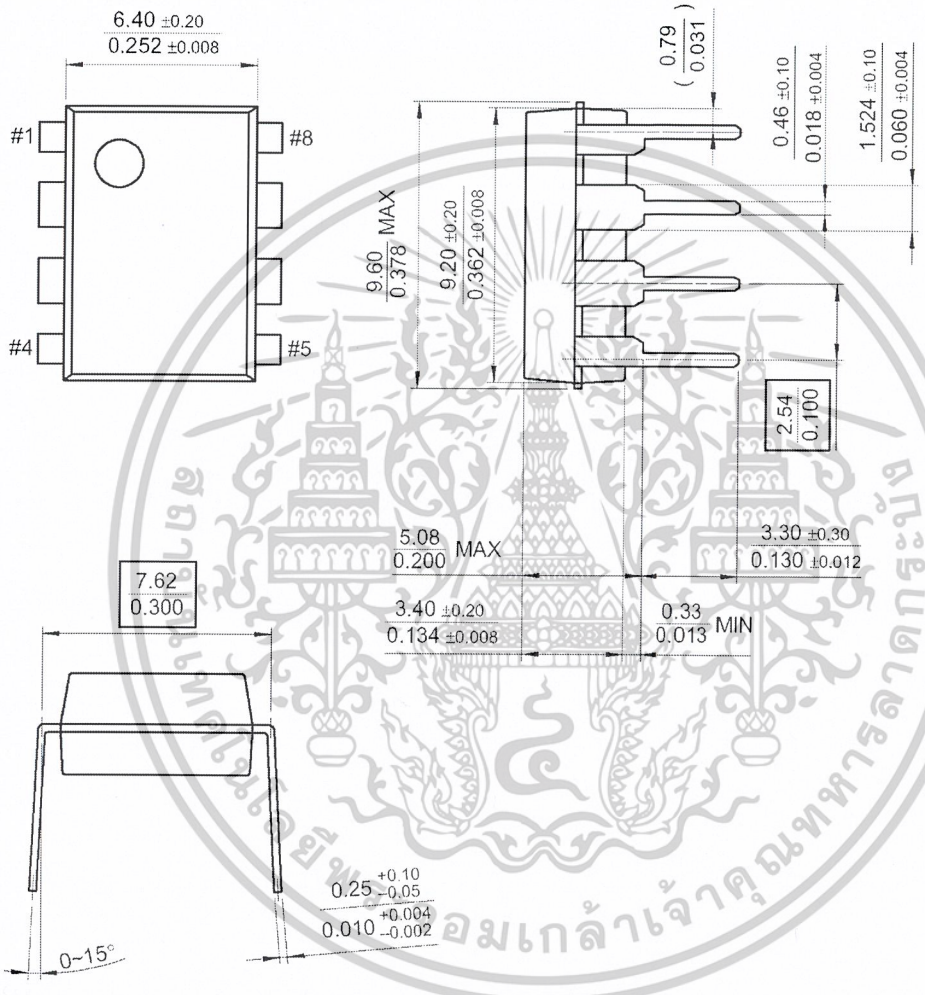
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mechanical Dimensions

Package

Dimensions in millimeters

8-DIP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Product Number	Package	Operating Temperature
LM555CN	8-DIP	0 ~ +70°C
LM555CM	8-SOP	

Product Number	Package	Operating Temperature
NE555N	8-DIP	0 ~ +70°C
NE555D	8-SOP	

Product Number	Package	Operating Temperature
SA555	8-DIP	-40 ~ +85°C
SA555D	8-SOP	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAIWAN OASIS LED DATA SHEET (FOR INFRARED)

PART NO. : TOIR-50b94bCEa

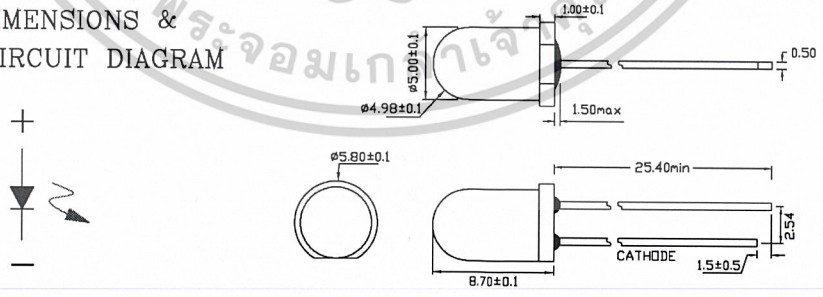
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS AT TA=25°C

PARAMETER	SYMBOL	DATA	UNIT
Forward Current	I_{FM}	100	mA
Peak Forward Current (duty=1:100, f=100KHZ)	I_{FP}	1000	mA
Reverse Voltage	V_R	6	V
Power Disspation	P_D	150	mW
Operating Temperature Range		−25 to +85	°C
Storage Temperature Range		−30 to +85	°C
Lead Sold Temperature (1/10 Inch Below Seating Plane)		260°C for 3 sec.	

ELECTRICAL/OPTICAL CHARACTERISTICS AT TA=25°C

PARAMETER	SYMBOL	DATA	UNIT	TEST CONDITION
Radiated Output Power	$P_{O(Typ.)}$	12.0	mW	Distance: 10cm I_F=50mA Detector Area: 1cm²
Forward Voltage	V_F	TYP: 1.25 MAX: 1.45	V	I_F=20mA
Wavelength	λP	940	nm	I_F=20mA
Spectrum Width of Half Value	$\triangle\lambda$	50	nm	I_F=20mA
Reverse Current	I_R	10	μA	V_R=5V
Full Viewing Angle	$2X\frac{1}{2}\theta$	25	°	I_F=20mA
Lens		Water Clear		
Radiation Material		GaAs/GaAs		

PACKAGE DIMENSIONS &
INTERNAL CIRCUIT DIAGRAM



DATE	01/10/01'	SCALE	2.5:1	TOLERANCE	±0.25 ANGLE ±5°	DRAWN	华明亮	CHECKED	
UNIT	M/M	SHEET NO.	1/2	DRAWING NO.	S-50b94bCEa-A	CUSTOMER		APPROVED	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VISHAY

TSOP48..

Vishay Telefunken

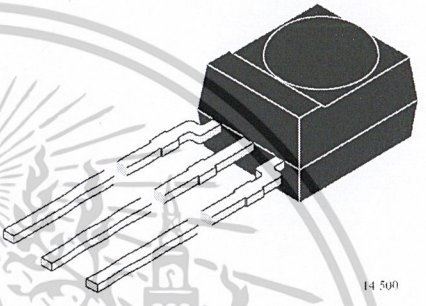
Photo Modules for PCM Remote Control Systems

Available types for different carrier frequencies

Type	fo	Type	fo
TSOP4830	30 kHz	TSOP4833	33 kHz
TSOP4836	36 kHz	TSOP4837	36.7 kHz
TSOP4838	38 kHz	TSOP4840	40 kHz
TSOP4856	56 kHz		

Description

The TSOP48.. – series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as IR filter.
The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. TSOP48.. is the standard IR remote control receiver series, supporting all major transmission codes.

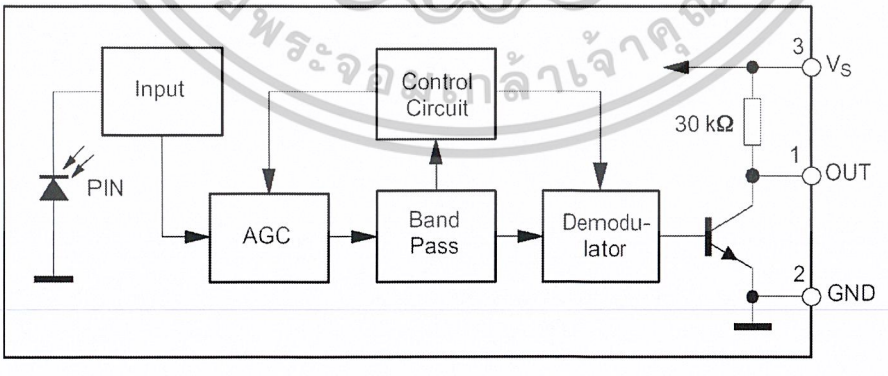


14 500

Features

- Photo detector and preamplifier in one package
- Internal filter for PCM frequency
- Improved shielding against electrical field disturbance
- TTL and CMOS compatibility
- Output active low
- Low power consumption
- High immunity against ambient light
- Continuous data transmission possible (800 bit/s)
- Suitable burst length ≥10 cycles/burst

Block Diagram



9612226

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TSOP48..

Vishay Telefunken

Absolute Maximum Ratings

T_{amb} = 25°C

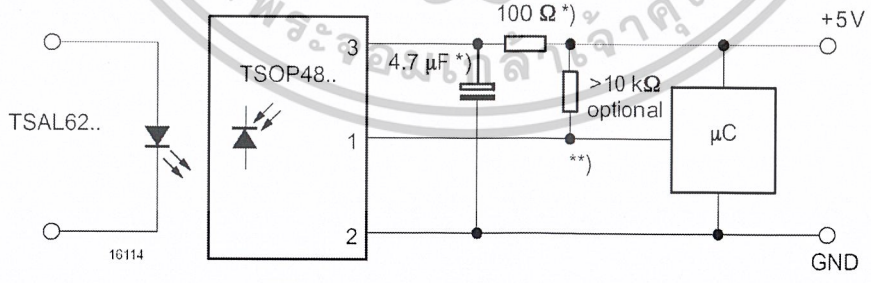
Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	(Pin 3)	V_S	–0.3...6.0	V
Supply Current	(Pin 3)	I_S	5	mA
Output Voltage	(Pin 1)	V_O	–0.3...6.0	V
Output Current	(Pin 1)	I_O	5	mA
Junction Temperature		T_j	100	°C
Storage Temperature Range		T_{stg}	–25...+85	°C
Operating Temperature Range		T_{amb}	–25...+85	°C
Power Consumption	(T_{amb} ≦ 85 °C)	P_{tot}	50	mW
Soldering Temperature	t ≦ 10 s, 1 mm from case	T_{sd}	260	°C

Basic Characteristics

T_{amb} = 25°C

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Supply Current (Pin 3)	V_S = 5 V, E_v = 0	I_{SD}	0.8	1.1	1.5	mA
	V_S = 5 V, E_v = 40 klx, sunlight	I_{SH}		1.4		mA
Supply Voltage (Pin 3)		V_S	4.5		5.5	V
Transmission Distance	E_v = 0, test signal see fig.7, IR diode TSAL6200, I_F = 250 mA	d		35		m
Output Voltage Low (Pin 1)	I_{OSL} = 0.5 mA, E_e = 0.7 mW/m²	V_{OSL}			250	mV
Irradiance (30 – 40 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$, test signal see fig.7	$E_{e\,min}$		0.2	0.4	mW/m²
Irradiance (56 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$, test signal see fig.7	$E_{e\,min}$		0.3	0.6	mW/m²
Irradiance	$t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$	$E_{e\,max}$	30			W/m²
Directivity	Angle of half transmission distance	$\varphi_{1/2}$		±45		deg

Application Circuit



*) recommended to suppress power supply disturbances

**) The output voltage should not be hold continuously at a voltage below 3.3V by the external circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TSOP48..

Vishay Telefunken

Typical Characteristics (T_{amb} = 25°C unless otherwise specified)

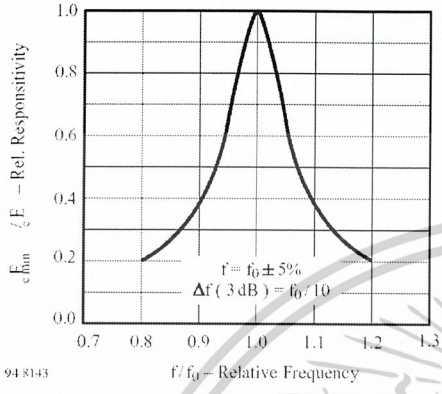


Figure 1. Frequency Dependence of Responsivity

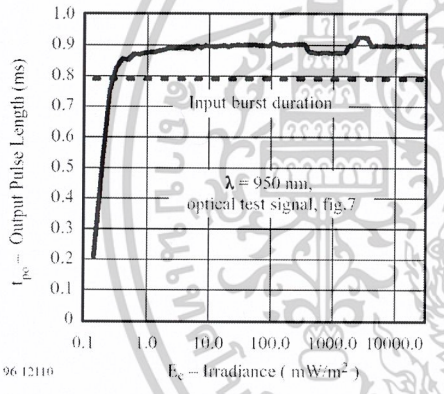


Figure 2. Sensitivity in Dark Ambient

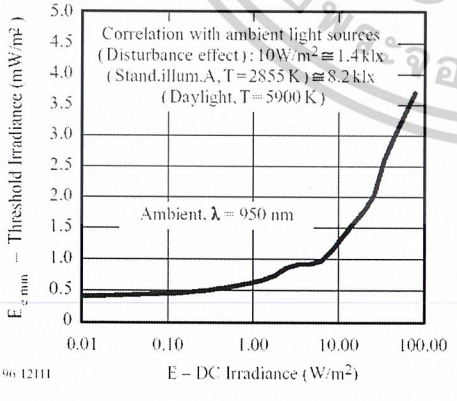


Figure 3. Sensitivity in Bright Ambient

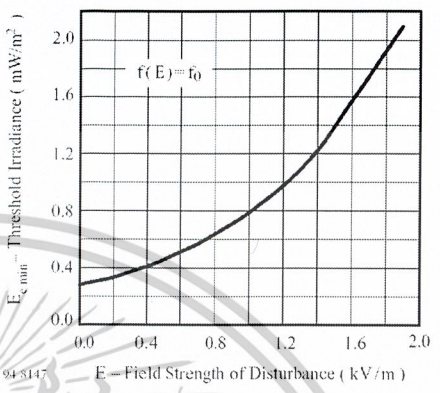


Figure 4. Sensitivity vs. Electric Field Disturbances

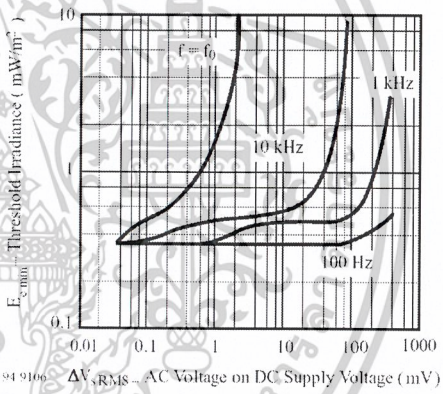


Figure 5. Sensitivity vs. Supply Voltage Disturbances

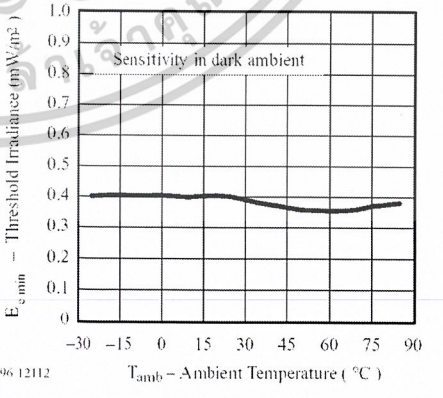
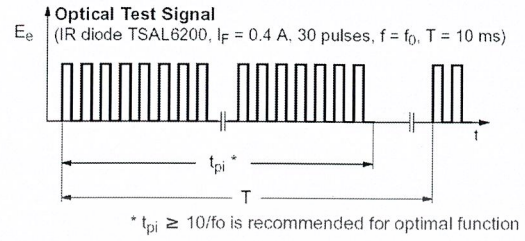


Figure 6. Sensitivity vs. Ambient Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



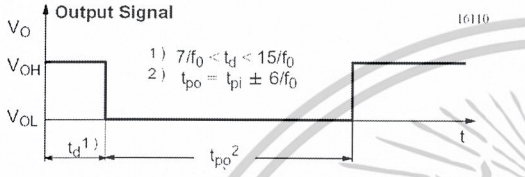


Figure 7.

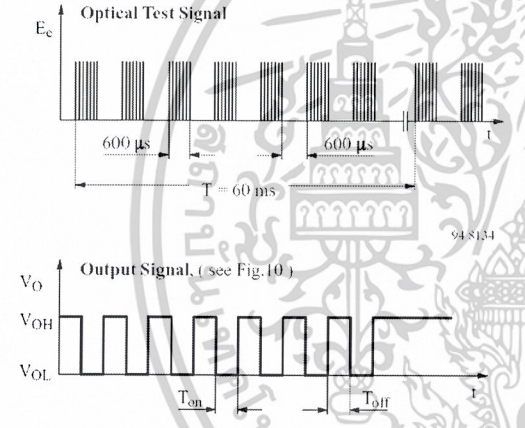


Figure 8. Output Function

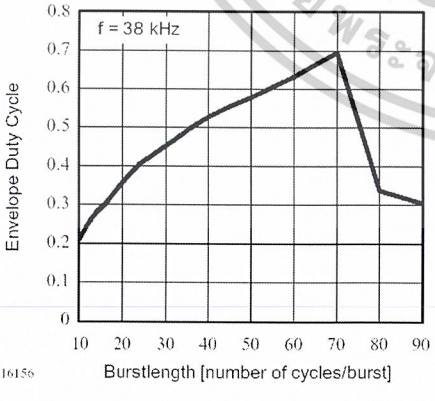


Figure 9. Max. Envelope Duty Cycle vs. Burstlength

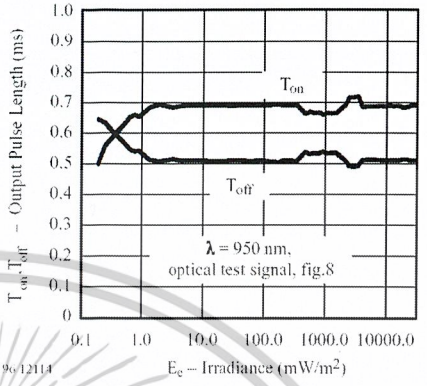


Figure 10. Output Pulse Diagram

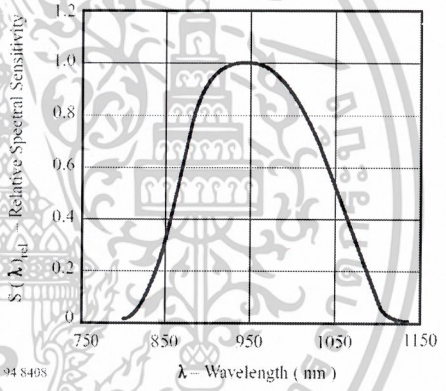


Figure 11. Relative Spectral Sensitivity vs. Wavelength

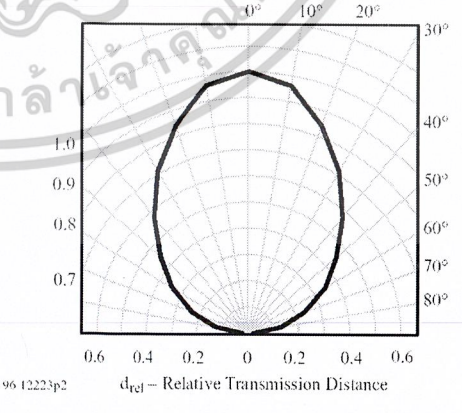


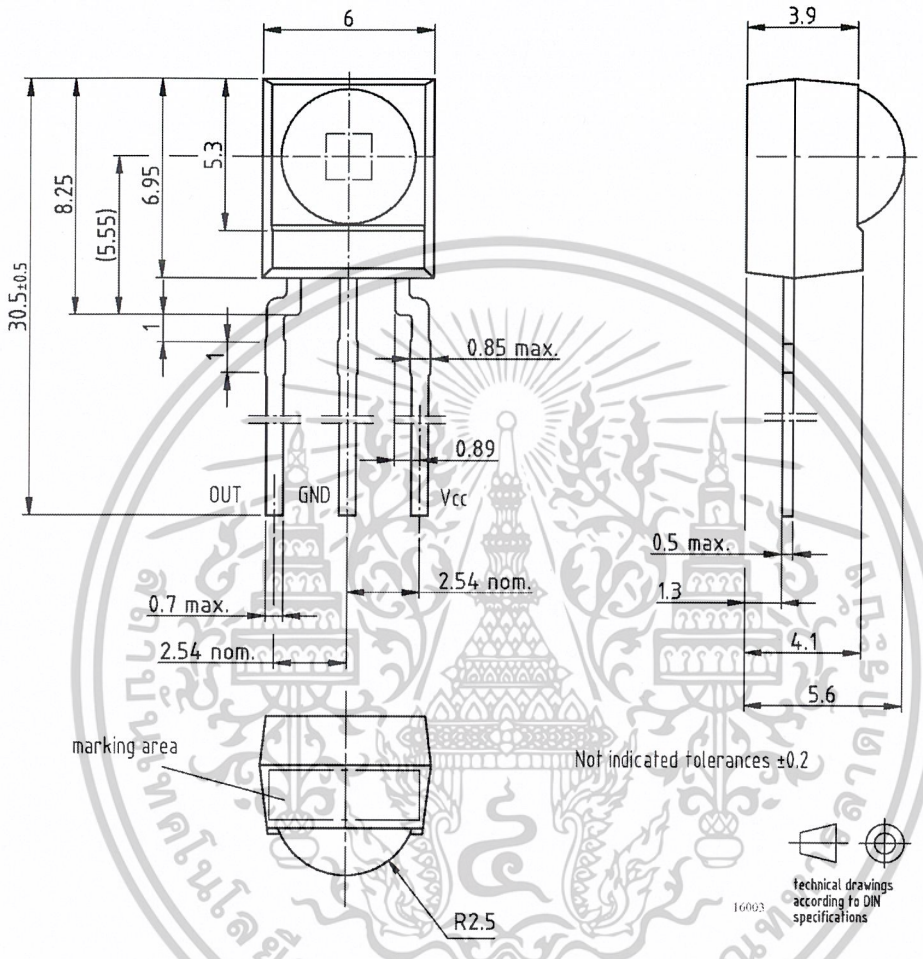
Figure 12. Directivity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TSOP48..

Vishay Telefunken

Dimensions in mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ - สกุล	นายจักราวุธ จันดามี
วัน เดือน ปีเกิด	19 มกราคม พ.ศ.2524
ภูมิลำเนา	63 หมู่ที่ 10 ตำบลกุดบง อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย 43120

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านกลุ่มพัฒนา จังหวัดหนองคาย
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนชุมพลโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ การเรียนทำให้หางานได้ กิจกรรมทำให้ทำงานเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ - สกุล นางสาวมณีรัตน์ บัวคำ

วัน เดือน ปีเกิด 30 ธันวาคม พ.ศ.2524

ภูมิลำเนา 82 หมู่ที่ 11 ตำบลห้วยใหญ่ อำเภอบางละมุง
จังหวัดชลบุรี 20260 โทรศัพท์ 0-3823-8076

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนราษฎร์ประดิษฐ์วิทยา จังหวัดชลบุรี

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสัตหีบวิทยาคม จังหวัดชลบุรี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ฝันให้ไกลแล้วไปให้ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ - สกุล นายมนตรี พรหมมงคล

วัน เดือน ปีเกิด 13 เมษายน พ.ศ.2524

ภูมิลำเนา 56 หมู่ที่ 1 ตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา
จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84110 โทรศัพท์ 0-7722-8314

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไชยาวิทยาคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ จงทำความฝันให้เป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ - สกุล นายสมนึก ปิมปา

วัน เดือน ปีเกิด 26 ตุลาคม พ.ศ.2523

ภูมิลำเนา 15/1 หมู่ที่ 5 ตำบลบวกค้าง อำเภอสันกำแพง
จังหวัดเชียงใหม่50130 โทรศัพท์ 0-5344-6316

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดป่าตาล จังหวัดเชียงใหม่

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเชตุพนศึกษา จังหวัดเชียงใหม่

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ความทุกข์ที่เกินทน จะหลอมคนให้ทนทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้