สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถบังคับด้วยรีโมทอินฟราเรด

CAR CONTROL WITH REMOTE INFRARED

T050248

นายฉัตร โกรธกล้า
นายยุทธนา ชุมวงค์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50248
วัน,เดือน,ปี 28 เม.ย. 2547

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAR CONTROL WITH REMOTE INFRARED

CHUT KROTKLA

YUTTANA CHOMWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ รถบังคับด้วยรีโมทอินฟราเรด

CAR CONTROL WITH REMOTE INFRARED

นักศึกษาผู้จัดทำ นายฉัตร โกรธกล้า รหัสประจำตัว 43015558

นายยุทธนา ชุมวงค์ รหัสประจำตัว 43015580

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2545

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ทรงชัย วีระทวีมาศ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 25 มีนาคม พศ.2546

สถานที่สอบ ณ ห้องสอบปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรองแล้ว

(ผศ. ประสิทธ์ จุลเสรีวงค์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	รถบังคับด้วยรีโมทอินฟราเรด
	CAR CONTROL WITH REMOTE INFRARED
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายฉัตร โกรธกล้า
	นายยุทธนา ชุมวงค์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ทรงชัย วีระทวีมาศ
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

รีโมทอินฟราเรดได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เนื่องจากมีความเที่ยงตรงและมีความแม่นยำสูง ในการออกแบบตัวรับ-ตัวส่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงใช้รีโมทอินฟราเรดมาควบคุมการเคลื่อนที่ของรถโดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro controller) เป็นตัวถอดรหัสสัญญาณและควบคุมการเคลื่อนที่โดยการเคลื่อนที่ของรถจะใช้สเต็ปปิงมอเตอร์ (Stepping Moter) 2 ตัวในการเคลื่อนที่ซึ่งจะสะดวกต่อการควบคุมและง่ายต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Car Control with Remote Infrared
Authors	Mr. Chut Krotkra
	Mr. Yuttana Chomwong
Thesis Advisor	Asst.Prof.Trongchai Weerataweemas
Year	2002

ABSTRACT

The Remote infrared is widely used due to accurate design the thesis will used remote infrared and control to moveing of car by Microcontroller with decoder and control the moving used two stepping moter with accommodation for controller and easy to used

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทรงชัย วีระทวีมาศ ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียมิได้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่อันเป็นที่รักยิ่งที่ให้การสนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....I

กิตติกรรมประกาศ.....II

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง..... VII

สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นไปและเหตุจูงใจของการวิจัย.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....1

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ.....2

2.1 กล่าวนำ.....2

2.2 ประเภทการควบคุมรีโมทคอนโทรล.....2

2.2.1 ระบบใช้สาย.....2

2.2.2 ระบบไร้สาย.....3

2.3 หลักการของระบบอินฟราเรด.....4

2.3.1 เครื่องส่งอินฟราเรด.....4

2.3.2 เครื่องรับแสงอินฟราเรด.....5

2.4 การสร้างสัญญาณควบคุม.....6

2.4.1 การกำหนดช่องสัญญาณ.....6

2.4.2 การส่งรหัสควบคุมแบบพีพีเอ็ม.....7

2.5 การส่งรหัสควบคุมพีพีเอ็ม.....7

2.5.1 พีพีเอ็ม.....7

2.5.2 ภาคส่งสัญญาณ.....8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5.3 LEDอินฟราเรด.....10

2.6 ภาครับสัญญาณ.....11

2.6.1 วงจรดีมอดูเลต.....12

2.6.2 วงจรถอดรหัส.....13

2.7 สเต็ปปิงมอเตอร์.....14

2.7.1 หลักการทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์..... 14

2.7.2 คุณลักษณะทางสถิตย์..... 16

2.7.3 คุณลักษณะทางพลวัต..... 17

2.8 ประเภทของสเต็ปปิงมอเตอร์..... 18

2.8.1 สเต็ปปิงมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร.....18

2.8.2 สเต็ปปิงมอเตอร์แบบแปรค่าความต้านทานของสนามแม่เหล็กได้..... 18

2.8.3 สเต็ปปิงมอเตอร์แบบไฮบริดจ์.....19

2.8.4 การกระตุ้นและควบคุมการหมุนของสเต็ปปิงมอเตอร์.....20

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างรถบังคับอินฟราเรด ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์..... 22

3.1 กล่าวนำ..... 22

3.2 การออกแบบทางด้าน ฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรเลอร์.....22

3.2.1ขั้นตอนในการออกแบบการถอดรหัส..... 22

3.2.2ขั้นตอนในการออกแบบการปฏิบัติงาน..... 27

3.3 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์กับรีโมท..... 28

บทที่ 4 การออกแบบและการสร้างรถบังคับอินฟราเรด 45

4.1 กล่าวนำ.....45

4.2 การออกแบบทางด้านระบบการขับเคลื่อนของตัวรถ.....45

บทที่ 5 ผลการทดลอง.....46

5.1 กล่าวนำ.....46

5.2 รูปการถอดรหัสสัญญาณรีโมท.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.3 รูปแสดงชิ้นงานของตัวรถ.....47

5.4 สรุปผลการทดลอง.....49

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....50

6.1 บทสรุป.....50

6.2 ข้อเสนอแนะและแก้ไข.....50

6.3 แนวทางพัฒนา.....50

บรรณานุกรม.....51

ภาคผนวก.....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางเปรียบเทียบระบบควบคุมไร้สายโดยการควบคุมด้วยแสง กับใช้คลื่นวิทยุควบคุม.....3
2.2 ตัวอย่างการกำหนดรหัสช่องสัญญาณและฟังก์ชั่นการทำงาน.....7
2.3 แสดงลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟส.....20
2.4 แสดงลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบฟูลสเต็ปสองเฟส.....21
2.5 แสดงลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบฮาล์ฟเต็ป.....21
3.1 แสดงขั้นตอนในการการปฏิบัติงาน.....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบอินฟราเรดโดยทั่วไป.....2
2.2 แสดงการส่งสัญญาณด้วยวงจรง่ายๆ.....4
2.3 แสดงวงจรส่งพัลส์ของแสงอินฟราเรด.....5
2.4 แสดงวงจรรับแสงอินฟราเรดแบบพื้นฐาน.....6
2.5 แสดงรูปแบบของสัญญาณพีพีเอ็ม.....7
2.6 แสดงวงจรใช้งานของ SL 490.....9
2.7 แสดงตัว IRLED แบบใส แสดงตัว IRLED แบบทึบ.....10
2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมภาครับ.....11
2.9 แสดงส่วนของวงจรภาครับสำหรับรับสัญญาณควบคุม 4 บิต.....12
2.10 แสดงโครงสร้างของ สเต็ปปิงมอเตอร์.....14
2.11 แสดงการหมุนเป็นสเต็ป.....14
2.12 แสดงการหมุนแบบต่อเนื่อง.....15
2.13 กราฟแสดงคุณลักษณะของแรงบิดต่อมุมสเต็ป.....16
2.14 กราฟแสดงคุณลักษณะของแรงบิดต่อกระแส.....17
2.15 แสดงโครงสร้างอย่างง่ายของ สเต็ปปิงมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์.....19
3.1 แสดงโมดูลตัวรับรีโมทแบบพลาสติกและแบบตะแกรง.....23
3.2 แสดงชิพตัวรับ และ เอ้าต์พุตที่ออกจากชิพ (ล่าง).....23
3.3 แสดง บล็อกไดอะแกรมของ PCM TSOP 4838 24
3.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ รหัสของรีโมท.....24
3.5 แสดงลักษณะของพัลส์ของรีโมทอินฟราเรดทั่วๆไป.....26
3.6 แสดงการเคลื่อนที่ของรถแบบ Auto.....29
3.7 แสดงวงจรสมบูรณ์ของรถบังคับรีโมทอินฟราเรด.....30
3.8 โฟล์วชาร์ต และซ้อส โค้ดของโปรแกรมใน MCS-5 1..... 43
4.1 แสดงระบบการขับเคลื่อนของตัวรถ.....44
5.1 แสดงผลการทดลอง.....46
5.2 แสดงรูปชิ้นงานของตัวรถ.....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นไปและเหตุจูงใจของการวิจัย

ปัจจุบันนี้การควบคุมของรีโมทคอนโทรล ได้มีบทบาทมากขึ้นทุกวัน เนื่องจากความสะดวกสะบายในการใช้งานในชีวิตประจำวัน ทางผู้จัดทำจึงคิดผลิตวงจรการควบคุมรถด้วยระบบอินฟราเรด เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้งาน ในการควบคุมอย่างอื่นที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

เพื่อศึกษาโครงสร้างสถาปัตยกรรมภายใน ขั้นตอนการทำงาน รวมทั้งการใช้งานกลุ่มคำสั่งต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1. สามารถใช้โปรแกรมประยุกต์ ต่าง ๆ ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อินฟราเรดได้
2. เข้าใจหลักการที่จะสร้างวงจรควบคุมโดยใช้รีโมทอินฟราเรด
3. เป็นแหล่งความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรเลอร์ MCS –51 ที่สามารถศึกษาทำความเข้าใจด้วยตัวเอง เหมาะสำหรับผู้สนใจทั่วไป

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ทำการสร้างวงจรที่สามารถควบคุมโดยใช้รีโมทอินฟราเรดที่มีขอบเขตการทำงานดังนี้

1. สามารถที่จะเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 ได้
2. สามารถควบคุมรถโดยใช้รีโมทอินฟราเรด
3. สามารถนำระบบอินฟราเรดควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆได้
4. สามารถนำระบบอินฟราเรดไปประยุกต์ในการใช้งานด้านอื่นๆ

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

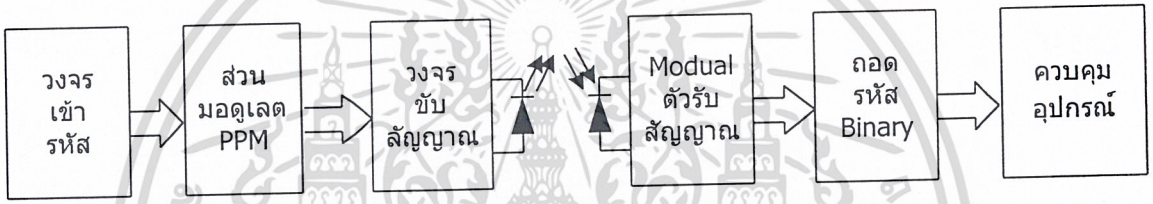
การทำโครงงานวิจัยในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มี ขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการศึกษาการทำงานของตัวส่งสัญญาณอินฟราเรด (รีโมทคอนโทรล) และตัวรับสัญญาณอินฟราเรดตลอดจนการถอดรหัสอินฟราเรดเพื่อที่จะนำไปใช้ออกแบบเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

2.1 กล่าวนำ

โดยทั่วไปเป้าหมายของการรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย คือ ต้องการลดปัญหาการรบกวนจากคลื่นสัญญาณภายนอก การใช้แสงอินฟราเรดเป็นสัญญาณควบคุมรีโมทคอนโทรล สามารถตัดปัญหาการรบกวนของแสงภายนอกอย่างอื่น(ที่มองเห็น) ลงไปได้ ยิ่งไปกว่านั้นวงจรใช้งานของระบบอินฟราเรดยังเป็นวงจรที่ง่ายและไม่ซับซ้อนแถมยังมีความเชื่อถือได้สูง ในการใช้งานอีกด้วย



ภาพที่2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบอินฟราเรดโดยทั่วไป

2.2 ประเภทการควบคุมรีโมทคอนโทรล

2.2.1 ระบบใช้สาย

เป็นระบบควบคุมที่ต้องมีอุปกรณ์นำสัญญาณจากตัวส่ง (สถานีส่ง) ไปยังตัวรับ (สถานีรับ) อุปกรณ์การนำสัญญาณนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณพาหะ ซึ่งอาจได้แก่สัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณแสงเป็นต้น ในกรณีของสัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณไฟฟ้า อุปกรณ์นำสัญญาณอาจได้แก่ สายไฟ, สายโทรศัพท์, สายโคแอกเชียล ฯลฯ แต่ถ้าในกรณีของสัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณแสง อุปกรณ์นำสัญญาณจะเป็นเส้นใยแก้วนำแสง หรือ ไฟเบอร์ออปติก ตัวอย่างของรีโมทคอนโทรลแบบใช้สายไฟจะเห็นได้จากเครื่องใช้ไฟฟ้ารุ่นเก่า เช่นเครื่องเล่นวีดีโอแอร์ ที่มีสายไฟเสียบต่อกับรีโมทคอนโทรลออกมาภายนอกเครื่อง ทำให้ไม่มีความสะดวกในการใช้งาน ปัจจุบันจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมอีกแล้ว จะมีแต่งานบางประเภทเท่านั้นในส่วนของรีโมทคอนโทรลที่ใช้ไฟเบอร์ออปติก อาจจะไม่ค่อยได้พบเห็นกันบ่อยนักเนื่องจากว่าไม่ได้ใช้งานควบคุม แต่ใช้ในการส่งสัญญาณในลักษณะการสื่อสารข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับการควบคุมในทางปลายทางแทนสายส่งสัญญาณแบบธรรมดา เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบสายไฟธรรมดา ในหลายๆ ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ระบบไร้สาย

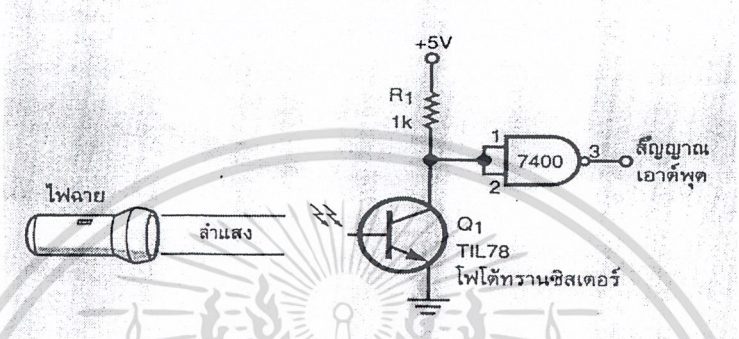
เป็นระบบควบคุมที่ไม่ต้องมีอุปกรณ์ใดๆ เป็นตัวนำสัญญาณ โดยสัญญาณควบคุมจะเดินทางผ่านไปในอวกาศ ชนิดของสัญญาณควบคุมที่เดินทางผ่านไปในอากาศได้ อาจอยู่ในรูปของสัญญาณเสียงสัญญาณแสง และคลื่นวิทยุ การใช้สัญญาณเสียงเป็นตัวส่งสัญญาณควบคุมได้กล่าวไว้แล้วในตอนแรก ในส่วนของการใช้สัญญาณแสงกำลังเป็นที่นิยมกัน ในการนำมาเพื่อใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือน สำหรับกรณีของการควบคุมด้วยการใช้คลื่นวิทยุนั้น นิยมใช้กับเครื่องเล่นประเภทวิทยุบังคับ เช่น เครื่องบินเล็ก, เรือเร็ว, รถเด็กเล่น เป็นต้น (แต่ก็มีช่างที่ขาดจรรยาบรรณ ใช้ไปในทางที่ผิดต่อกฎหมาย) ทั้งนี้ก็เพราะรัศมีทำการของระบบวิทยุบังคับ มีรัศมีการควบคุมที่ไกลมากขึ้นอยู่กับกำลังการส่งสัญญาณออกอากาศและใช้ได้แม้ในพื้นที่คับแคบ,คดเคี้ยว วนเวียน แต่รัศมีทำการอาจจะแคบเข้ามาด้วย เพราะคลื่นวิทยุสามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้ สัญญาณควบคุมของระบบวิทยุอาจถูกกำหนดและเข้ารหัสด้วยวิธีเดียวกับระบบรีโมทคอนโทรลทั่วไป เพียงแต่จะถูกนำมามอดูเลต (modulate) กับคลื่นวิทยุที่ภาคส่งก่อน การมอดูเลตสัญญาณใช้หลักการของการมอดูเลตแบบเอเอ็ม เอฟเอ็ม เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบระบบควบคุมไร้สายโดยการควบคุมด้วยแสง กับใช้คลื่นวิทยุควบคุม

ข้อเปรียบเทียบ	ควบคุมด้วยแสง	ควบคุมด้วยคลื่นวิทยุ
● ส่วนของวงจร	วงจรไม่ซับซ้อนออกแบบง่าย	วงจรค่อนข้างซับซ้อน การออกแบบวงจรค่อนข้างพิถีพิถัน
● รัศมีทำการควบคุม	ใกล้ แต่เหมาะกับห้องที่มีฝาผนัง เพราะมีการสะท้อนได้ดี	ไกลตามกำลังส่ง มีอำนาจทะลุทะลวงสิ่งกีดขวาง เหมาะกับการใช้งานกลางแจ้ง
● ปัญหาสัญญาณรบกวน	ไม่มี หรือน้อยมาก	อาจสร้างสัญญาณรบกวนให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นได้ง่าย และถูกรบกวนได้ง่ายเช่นกัน
● ปัญหาด้านกฎหมาย	ไม่มีกฎหมายควบคุม	ต้องขออนุญาตจากทางการเพื่อขอใช้คลื่นวิทยุ
● ราคา	ราคาถูก-ปานกลาง	ราคาปานกลาง-แพง
● ขนาดรูปร่าง	สามารถปรับปรุงให้มีขนาดเล็กลงได้	ไม่สามารถลดขนาดให้เล็กได้มากเท่าที่ควรเนื่องจากเหตุผลทางด้านกำลังส่งและอุปกรณ์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบของแสงที่มองเห็นได้ ความเข้มแสงที่ใช้รับและส่งถือเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะไม่เช่นนั้นแสงทั่วไปอาจส่งผลกระทบต่อวงจรภาครับได้ง่ายดังนั้นในกรณีของรีโมทคอนโทรลทิศทางของแสงควบคุมอาจต้องทำการกำหนดให้แน่นอน ตัวอย่างของตัวส่งและรับแสงที่เห็นโดยทั่วไป ได้แก่ตัวส่งสัญญาณที่เป็นไฟฉายธรรมดา และส่วนของตัวรับที่เป็นอุปกรณ์รับแสง ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เช่น โฟโต้ทรานซิสเตอร์หรือโฟโต้ไดโอดต่อกันเป็นวงจรอย่างง่าย ดังรูป



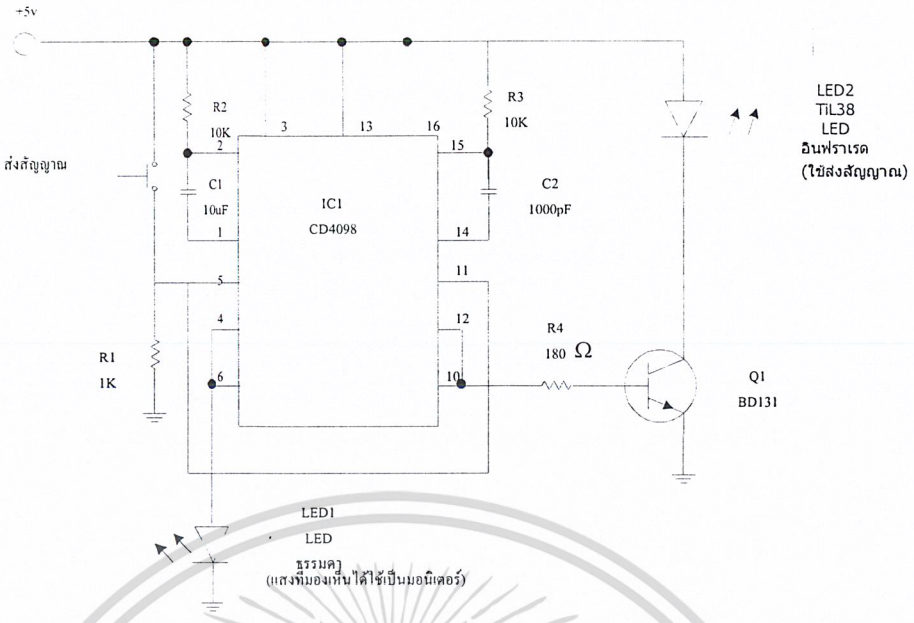
ภาพที่2.2 การส่งสัญญาณด้วยวงจรง่ายๆ

2.3 หลักการของระบบอินฟราเรด

2.3.1 เครื่องส่งอินฟราเรด

การเพิ่มระยะทางการทำงานของแสงอินฟราเรด นอกเหนือจากการเพิ่มจำนวน LED แล้วอาจทำได้ด้วยวิธีอื่นอีก ถึงแม้ว่าจะใช้ LED เพียงตัวเดียวก็ตาม นั่นคือการเพิ่มกระแสขับ LED ให้สูงขึ้น โดยที่ LED ไม่เสียหาย ซึ่งสามารถกระทำได้โดยจำกัดช่วงเวลาทำงานของ LED ให้สั้นลงด้วยการใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวขับกระแสให้ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



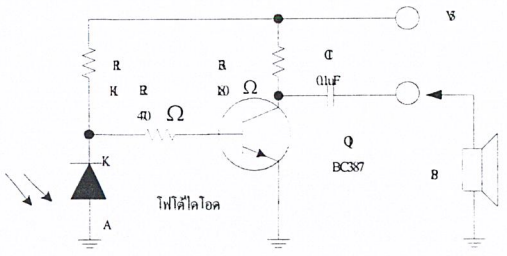
ภาพที่ 2.3 วงจรส่งพัลส์ของแสงอินฟราเรด

วงจรในภาพที่ 2.3 ใช้สำหรับสร้างพัลส์ขนาดเวลา 10 ไมโครวินาทีให้กับ LED โดยมีทรานซิสเตอร์ Q_1 เป็นตัวขับกระแส สัญญาณควบคุมทรานซิสเตอร์มาจากวงจรโมโนสเตเบิล IC1 ที่ใช้ไอซีเบอร์ CD4098 เป็นตัวสร้างสัญญาณการใช้สวิตช์ธรรมดาต่อร่วมกันกับวงจรโมโนสเตเบิลในรูปบางครั้งอาจก่อให้เกิดปัญหาในการส่งสัญญาณได้เพราะตัวสวิตช์เองอาจ มีปัญหาด้านกลไกในตัวมัน เมื่อมีการกดสวิตช์ ระบบหน้าสัมผัสภายในอาจเกิดการสั่นหรือสัมผัสกันมากกว่าหนึ่งครั้งทำให้สัญญาณที่ได้เสมือน เปิด/ปิด ติดๆกันหลายครั้งส่ง ผลให้สัญญาณเอาต์พุตของวงจรโมโนเตเบิลมีการผิดพลาดได้ การแก้ไขอาจทำได้โดยการเพิ่มเกตแบบชมิตต์ทริกเกอร์เข้าไป เพื่อตัดปัญหาของสวิตช์ดังกล่าว

2.3.2เครื่องรับแสงอินฟราเรด

ส่วนของวงจรภาครับ การรับแสงสัญญาณแสงอินฟราเรดด้วยวงจรพื้นฐานดังแสดงภาพที่ 2.4 ซึ่งประกอบด้วยส่วนของตัวรับแสง ที่ใช้โฟโต้ไดโอดทำหน้าที่แปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ในการติดตั้งโฟโต้ไดโอดเพื่อรับแสง ควรมีแผ่นกรองแสงหรือฟิลเตอร์ชนิดที่ให้แสงอินฟราเรดผ่านได้ (เช่น แผ่นพลาสติกในสีแดงเข้ม) วางไว้ด้านหน้า เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแสงตัวอื่นที่อาจกระทบเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 วงจรรับแสงอินฟราเรดแบบพื้นฐาน

กระแสที่ไหลผ่านโฟโต้ไดโอดและตัวต้านทาน R_1 จะมีค่ามากขึ้นตามความเข้มของแสงที่รับได้ การออกแบบระบบรีโมทคอนโทรล วิธีการสร้างสัญญาณควบคุมการเข้ารหัสและถอดรหัส ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจของการสั่งการในรีโมทคอนโทรล

2.4 การสร้างสัญญาณควบคุม

การสั่งงานด้วยรีโมทคอนโทรลสัญญาณควบคุมจะถูกสร้างขึ้นมาให้มีลักษณะที่เหมือนกันของทางด้านการส่งและการรับเพื่อความสามารถในการควบคุมได้

โดยทั่วไปการสร้างสัญญาณควบคุมพอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การควบคุมแบบจัดลำดับก่อนหลังหรือ *แบบอนุกรม* ที่มีรูปแบบวงจรที่ง่ายไม่ซับซ้อน และสามารถใช้กับวงจรส่งที่มีสัญญาณรูปแบบเดียวได้ อีกประเภทหนึ่งเป็นการควบคุมโดยใช้การเข้ารหัส วิธีนี้ทั้งวงจรส่งและวงจรรับต้องมีส่วนของการเข้ารหัสและถอดรหัสที่สัมพันธ์กัน

การส่งสัญญาณควบคุมแบบจัดลำดับอนุกรม โดยใช้สัญญาณท็อกเกิ้ลร่วมกับวงจรนับจะ มีข้อเสียตรงที่การทำงานของส่วนควบคุมไม่สามารถข้ามขั้นตอนได้ หากเราต้องการควบคุมอุปกรณ์ให้มีฟังก์ชั่นการทำงานที่เป็นอิสระต่อกัน คือสั่งให้ส่วนไหนทำงานก่อนก็ได้ ต้องใช้วิธีการเข้ารหัสและจัดช่องสัญญาณแทน โดยต้องสามารถเลือกรหัสหรือช่องสัญญาณใด ๆ ได้ตามต้องการไม่มีลำดับก่อนหลัง

2.4.1 การกำหนดช่องสัญญาณ

ในการกำหนดรหัสเฉพาะเพื่อใช้ควบคุมช่องสัญญาณ มักใช้รหัสที่เป็นสัญญาณดิจิตอลของเลขไบนารี โดยจำนวนช่องสัญญาณหรือจำนวนฟังก์ชั่นการทำงานที่สามารถเลือกควบคุมได้ขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ กล่าวคือ หากกำหนดให้สัญญาณควบคุมมีขนาด 8 บิตจะสามารถสร้างสัญญาณควบคุมได้ถึง 2^8 หรือ 256 ช่อง เลยที่เดียว โดยที่การทำงานของวงจรในแต่ละช่องสัญญาณยังคงมีหลักการในทำนองเดียวกันทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.2 ตัวอย่างการกำหนดรหัสช่องสัญญาณและฟังก์ชั่นการทำงาน

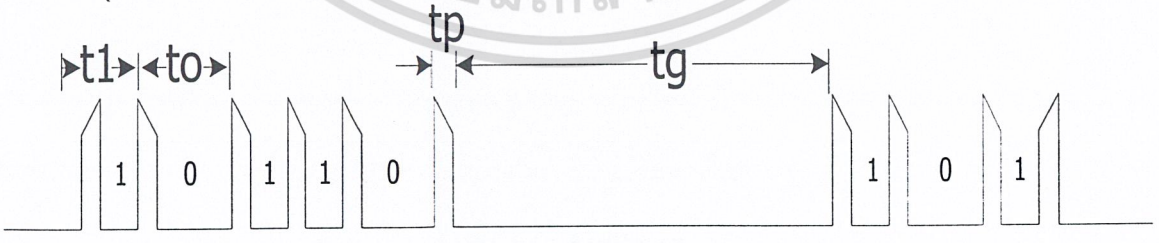
รหัสการควบคุม	ฟังก์ชั่นควบคุม
0000	เปิดโทรทัศน์
0001	ปิดโทรทัศน์
0010	เปลี่ยนช่องโทรทัศน์
0011	เปลี่ยนช่องโทรทัศน์
-	-
-	-
1111	เพิ่มความดังเสียง

2.5 การส่งรหัสควบคุมแบบพีพีเอ็ม (PPM)

นอกจากการส่งสัญญาณควบคุมในรูปแบบทางดิจิตอลที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีอีกรูปแบบของการส่งรหัสควบคุมแบบดิจิตอลที่ค่อนข้างเป็นที่นิยมกันมาก คือ ระบบพีพีเอ็มหรือพัลส์โพสิชันมอดูเลชั่น

2.5.1 พีพีเอ็ม

รูปแบบสัญญาณชนิดพีพีเอ็ม (PPM: Pulse Position Modulation) เกิดจากการมอดูเลตสัญญาณในลักษณะของตำแหน่งพัลส์ กล่าวคือขนาดความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีค่าเท่ากันตลอดและไม่มีความสำคัญในการบ่งบอกชนิดของข้อมูลเลย แต่จะใช้คาบเวลาหรือพีเรียต (period) ของพัลส์แต่ละลูกเป็นตัวกำหนดชนิดของข้อมูล เช่น ข้อมูลที่เป็น “1” แทนด้วยพัลส์ที่มีคาบเวลาคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งแตกต่างจากคาบเวลาของพัลส์ที่แสดงข้อมูลที่เป็น “0” ดังแสดงในรูป



ภาพที่ 2.5 รูปแบบของสัญญาณพีพีเอ็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหลักการแล้วการมอดูเลตสัญญาณแบบ พีพีเอ็ม จะใช้การแบ่งช่วงสัญญาณด้วยคาบเวลาที่เท่ากัน แต่จุดเวลาที่แสดงสัญญาณพัลส์ต่างกันเช่น หากสัญญาณเป็นศูนย์สัญญาณพัลส์จะปรากฏ ณ ตำแหน่งกึ่งกลางของคาบเวลาที่กำหนด ถ้าหากสัญญาณแอมปลิจูดเป็นสัญญาณพัลส์จะปรากฏในตำแหน่งที่ล้ำไปทางขวาของจุดกึ่งกลางคาบเวลา โดยมีระยะห่างขึ้นอยู่กับค่าของแอมปลิจูดในลักษณะเป็นสัดส่วนกัน ในทำนองกลับกัน หากสัญญาณมีแอมปลิจูดเป็นลบสัญญาณพัลส์จะปรากฏอยู่ในครึ่งช่วงแรกคาบเวลา ดังนั้นการมอดูเลตแบบพีพีเอ็มจึงสามารถใช้ได้ทั้งสัญญาณที่เป็นอะนาลอกและดิจิตอล เพียงแต่ในสัญญาณแบบดิจิตอลเราจะเห็นระยะห่างของพัลส์ได้แน่นอนกว่า เพราะมีขนาดสัญญาณเพียงสองระดับ จึงดูเสมือนว่าคาบเวลาของพัลส์เป็นตัวกำหนดชนิดของข้อมูล

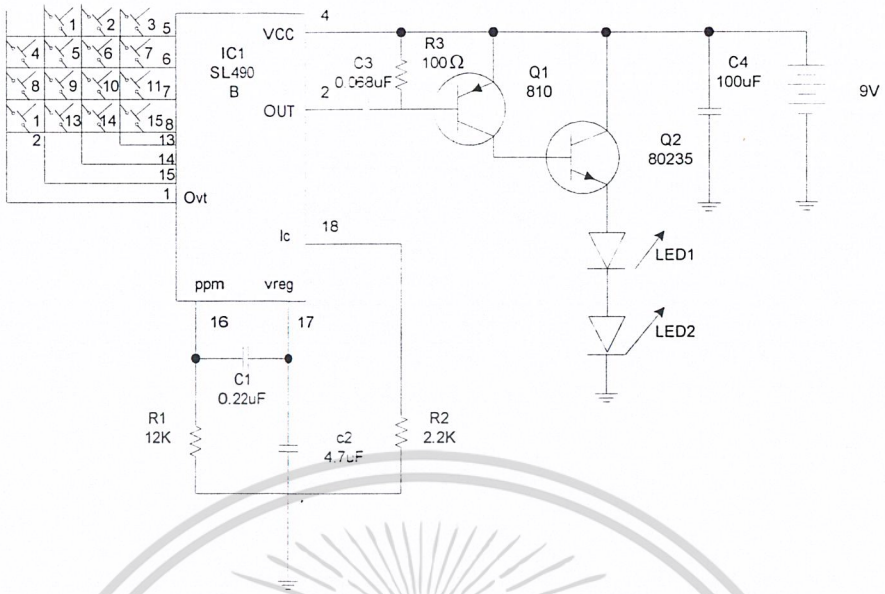
2.5.2 ภาคส่งสัญญาณ

ภาคส่งสัญญาณควบคุมที่ใช้แสง ซึ่งประกอบด้วย วงจรเข้ารหัสทำหน้าที่จัดรูปแบบของรหัสควบคุมตามที่กำหนด จากนั้นทำการมอดูเลตให้เป็นสัญญาณพีพีเอ็มก่อนส่งไปยังวงจรขับสัญญาณ เพื่อแปลงให้เป็นแสงสำหรับส่งออกไป

ในทางปฏิบัติเราสามารถใช้ไอซีสำเร็จรูปที่ผลิตมาใช้เพื่อรีโมท โดยเฉพาะเพื่อประหยัดต้นทุน เช่น เบอร์ D1621 ของ NEC หรือ RTV1 ของ บริษัทเมอร์คิวรี่ เป็นต้น ซึ่งทำหน้าที่เข้ารหัสและมอดูเลตแบบพีพีเอ็มไปพร้อมกันได้เลย เช่น ไอซีเบอร์ SL490 ซึ่งจะช่วยให้วงจรมีขนาดเล็กลง และลดความยุ่งยากซับซ้อนของวงจรลงได้ไอซี SL490 เป็นไอซีที่ถูกออกแบบสำหรับระบบรีโมทคอนโทรลโดยเฉพาะ โดยกินกระแสไฟเพียง 6 ไมโครแอมป์

ข้อดีของการใช้ไอซีตัวนี้ ก็คือสามารถตัดปัญหาสัญญาณรบกวนจากภายนอกที่ไม่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี วงจรใช้งานของไอซี SL486 แสดงดังภาพที่2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 วงจรใช้งานของ SL 490

การส่งสัญญาณควบคุมแบบโทนเบิรสต์ สามารถทำได้จากวงจรใช้งานในภาพที่ 2.6 โดยการกำหนดค่าของ R_1และ C_1 จากสมการ

$$f = \frac{1}{C_1 R_1}$$

เมื่อ f เป็นความถี่ในหน่วยของเฮิรตซ์ C_1 และ R_1 มีหน่วยเป็นฟารัดและโอห์มตามลำดับตัวต้านทาน R_1ควรเลือกค่าระหว่าง 20-80 กิโลโอห์มและค่าความถี่ที่ออกแบบไม่ควรสูงกว่า 200 กิโลเฮริตซ์ในกรณีที่ต้องการส่งสัญญาณควบคุมโดด ๆ ไม่มีคลื่นพาห์ร่วมไปด้วย ให้ถอด C_1 ออก แล้วเลือกใช้ตัวต้านทานขนาด 2.2 กิโลโอห์ม ต่อแทน R_1

คาบเวลาที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลที่เป็น “0” หรือ t_0 กำหนดด้วยค่าของ C_2และ R_2 จากสมการ

$$t_0 = 1.4\, C_2\, R_2$$

เมื่อ t_0 มีหน่วยเป็นวินาที C_2 และ R_2 มีหน่วยเป็นฟารัดและโอห์มตามลำดับ สำหรับคาบเวลาของข้อมูลที่เป็น “1” จะถูกกำหนดอย่างอัตโนมัติให้มีค่าประมาณ 2 ใน 3 ของเวลา t_0และในกรณีที่ชุดข้อมูลถูกส่งออกมาติด ๆ กัน(ซึ่งอาจเกิดจากการกดสวิตช์ค้างนานเกินไป) จะมีการสร้างช่วงเวลาซิงโครนัส (S) กั้นไว้ระหว่างชุดรหัสข้อมูล โดยคาบเวลาซิงโครนัสนี้จะมีค่าเป็น 2 เท่าของ t_0 โดยปกติค่าของ t_0 ควรออกแบบให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 มิลลิวินาที ถึง 1 วินาทีและ ค่าของตัวต้านทาน R_2ควรอยู่ระหว่าง 15-100 กิโลโอห์ม

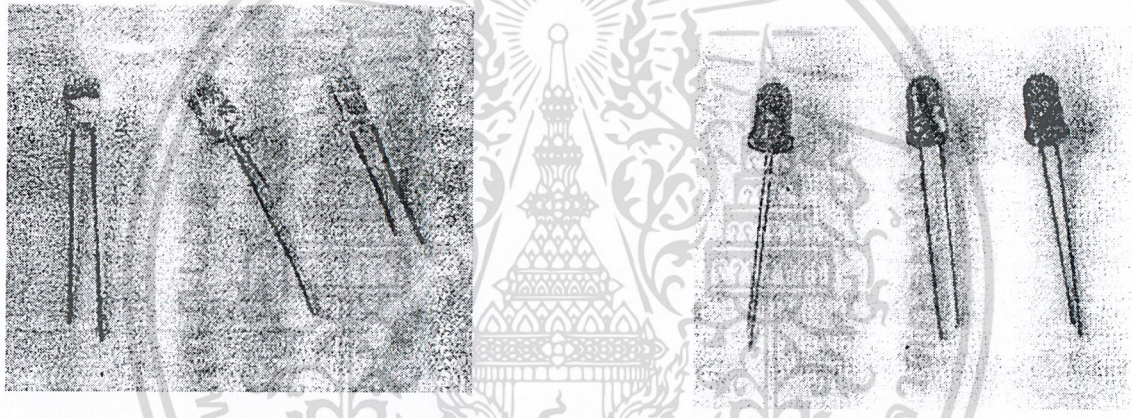
ข้อดีประการหนึ่งของไอซีเบอร์ SL490 ก็คือขณะทำการกดสวิตช์ส่งสัญญาณ ชุดข้อมูลจะถูกสร้างขึ้นตามรหัสไบนารี EDCBA แล้วส่งออก หากส่งไปหมดแล้วแต่สวิตช์ยังคงถูกกดค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ข้อมูลชุดเดิมจะถูกสร้างขึ้นมาใหม่แล้วส่งออกต่อไปอีกเรื่อย ๆ โดยมีช่วงเวลาซิงโครนัส S เป็นตัวแยกชุดข้อมูลไว้ และ หากมีการปล่อยสวิตช์ ข้อมูลในบิตที่เหลือก็ยังคงถูกส่งออกไปจนหมดวงจรขับสัญญาณ

2.5.3 LED อินฟราเรด

LED อินฟราเรดสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและระบบตรวจจับสมัยใหม่นั้นซึ่งเป็นเซนเซอร์ตัวเก่งอีกตัวหนึ่งทีเดียว แต่ในการใช้งานจริงจะใช้ภาคส่งสำเร็จรูปเพื่อสะดวกในเรื่องกล่อง และ สวิตซ์ที่ทำให้สวยงามยาก การใช้ภาคส่งจากรีโมทสำเร็จรูปจะสะดวกกว่า อย่างไรก็ตามผู้เขียนก็จะมีตัวอย่างการทำงานของวงจรภาคส่งไว้ให้เพื่อใช้เป็นการศึกษาเรียนรู้

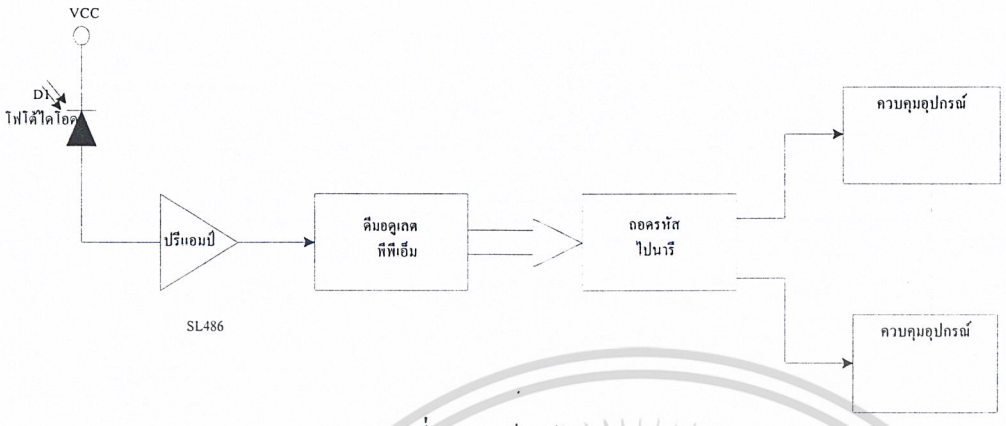


ภาพที่ 2.7

ตัว IRLED แบบใส ตัว IRLED แบบทึบ

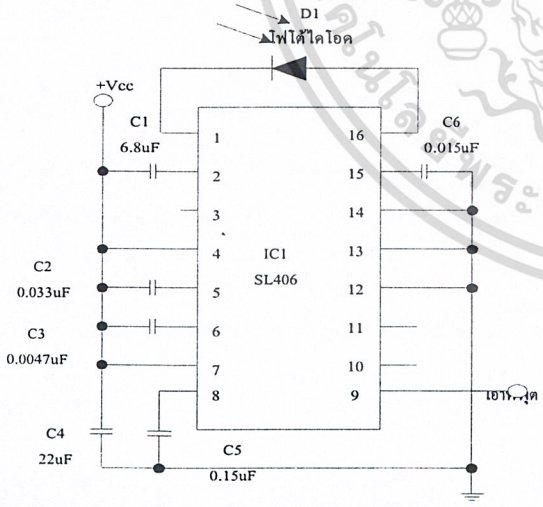
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ภาครับสัญญาณ

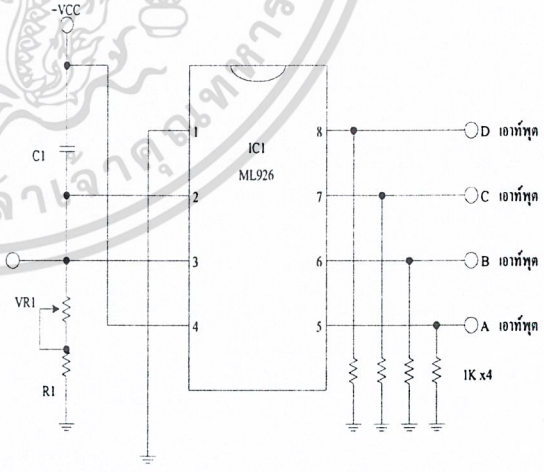


ภาพที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมภาครับ

ภาพที่ 2.8 เป็นบล็อกไดอะแกรมของภาครับสัญญาณ เริ่มจากโฟโต้ไดโอด D_1 ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้ว ทำการขยายสัญญาณ ด้วยวงจร ปรีแอมป์ก่อน ถูกดีมอดูเลตออกเป็นรหัสทางไบนารี จากนั้นทำการถอดรหัสสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ต่อไป

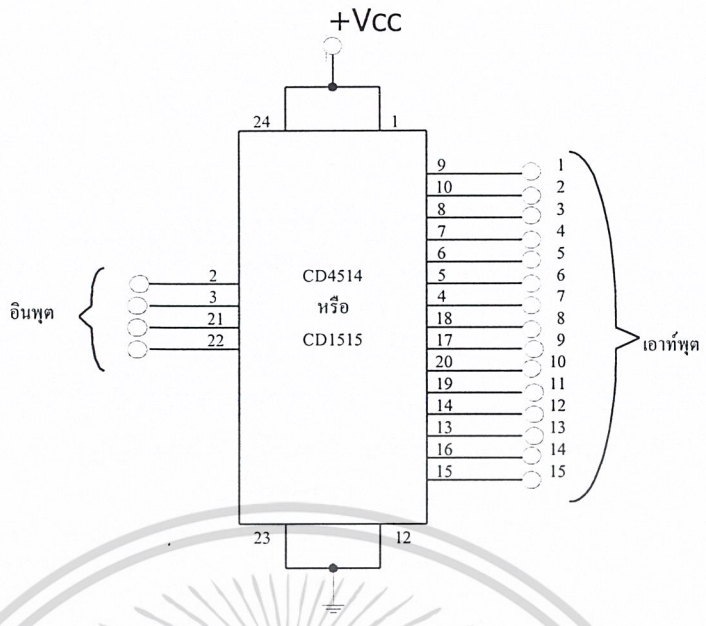


ก



ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค

ภาพที่ 2.9 ส่วนของวงจรภาครับสำหรับรับสัญญาณควบคุม 4 บิต
(ก) ส่วนรับสัญญาณแสง (ข) ส่วนดีมอดดูเลต (ค) ส่วนถอดรหัสไบนารี

2.6.1 วงจรดีมอดูเลต

การดีมอดูเลตสัญญาณพีพีเอ็มที่ได้จากขาเอาต์พุตของไอซี SL486 สามารถทำได้ด้วยไอซีสำเร็จในตระกูล ML920 เช่น ML920, ML922, ML926 และ ML927 เป็นต้น ในกรณีที่ต้องการใช้ฟังก์ชั่นควบคุมครบ 32 ช่องสัญญาณ จากวงจรส่งสามารถใช้ไอซีเบอร์ ML922 ได้เพียงตัวเดียว หรือจะใช้ไอซี ML926 ร่วมกับ ML927 ซึ่งไอซีแต่ละตัวจะดีมอดูเลตสัญญาณออกมาได้ 16 ช่องสัญญาณเท่านั้น โดย ML926 จะทำงานเมื่อบิต E เป็น 0 และ ML927 ทำงานเมื่อบิต E เป็น 1

การทำงานของไอซี ML926 จากวงจรในภาพที่2.10 (ข) ถูกกำหนดด้วยสัญญาณนาฬิกาภายในที่มีค่าความถี่ที่หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$f = \frac{1}{0.15\, C_1\, (VR_1 + R_1)}$$

เมื่อค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุมีหน่วยเป็นโอห์มและฟารัดตามลำดับ และค่าของความต้านทาน VR_1 รวมกับ R_1ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 2-200 กิโลโอห์ม

ค่าความถี่ f ของวงจรนับนี้ ต้องมีความสัมพันธ์กับความถี่ในวงจรส่ง โดยกำหนดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f = \frac{40}{t_0}$$

เมื่อ เป็นคาบเวลาข้อมูลบิตที่เป็น “0” ในสัญญาณพีพีเอ็มจากภาคส่งดังได้กล่าวมาแล้ว

จากวงจรตัวอย่างที่ออกแบบสำหรับรหัสควบคุม 4 บิต สัญญาณไบนารีที่ถูกดีมอดูเลตแล้วจะถูกส่งออกมาที่ขา 8, 7, 6, 5 เป็นบิต DCBA ตามลำดับ ข้อสังเกตในการออกแบบวงจรภาคส่งเพื่อใช้กับ ML926 ที่ภาครับ ก็คือต้องกำหนดให้บิต E เป็น “0” เท่านั้น ซึ่งเหมาะสมกับการควบคุมที่จำนวนช่องสัญญาณสูงสุดไม่เกิน 16 ช่อง

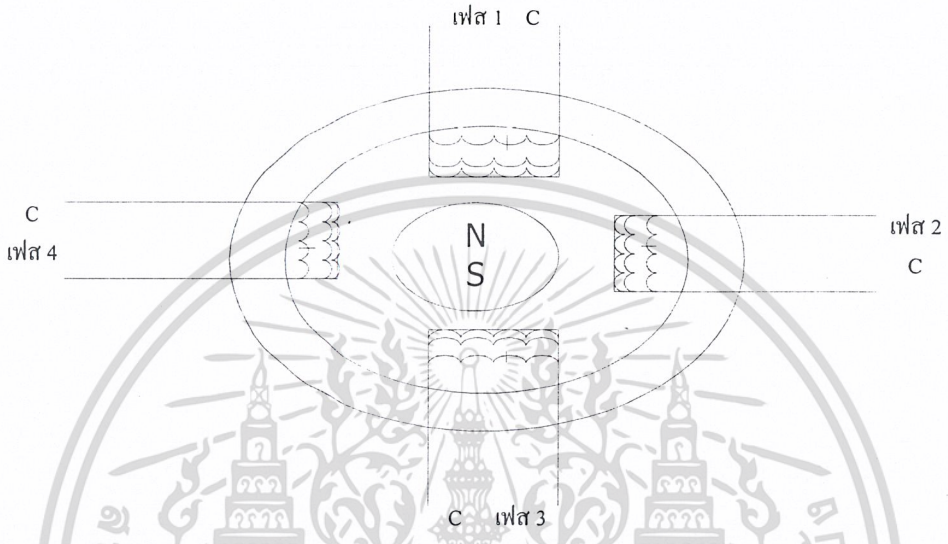
2.6.2 วงจรถอดรหัส

รหัสสัญญาณไบนารี DCBA จากขาเอาต์พุตของไอซี ML926 จะถูกนำไปถอดรหัสด้วยไอซี ซีมอสเบอร์ CD4514 หรือ CD4515 ดังรูปที่ 8 (ค) เพื่อให้ได้สัญญาณเอาต์พุตออกมา โดยไอซี CD4514 จะให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น “1” ในช่องสัญญาณที่ถูกเลือก ในขณะที่ช่องสัญญาณเอาต์พุตเป็น “0” ในขณะที่ช่องสัญญาณที่เหลือเป็น “1” สัญญาณควบคุมที่ได้จะถูกป้อนไปยังวงจรที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยตรง ซึ่งอาจเป็นวงจรรีเลย์หรือวงจรออปโต้คัปเปอร์ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 สเต็ปปิงมอเตอร์

สเต็ปปิงมอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร และใช้งานกระตุ้นด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าจากขดลวดที่สเตเตอร์ โดยแบ่งชุดขดลวดที่สเตเตอร์ออกเป็นเฟสต่างๆ ตามภาพ



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างของ สเต็ปปิงมอเตอร์

การขับสเต็ปปิงมอเตอร์ต้องใช้วงจรขับควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดตัวนำในแต่ละเฟสเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ให้สอดคล้องกับการหมุนของโรเตอร์ที่เป็นแม่เหล็กถาวร

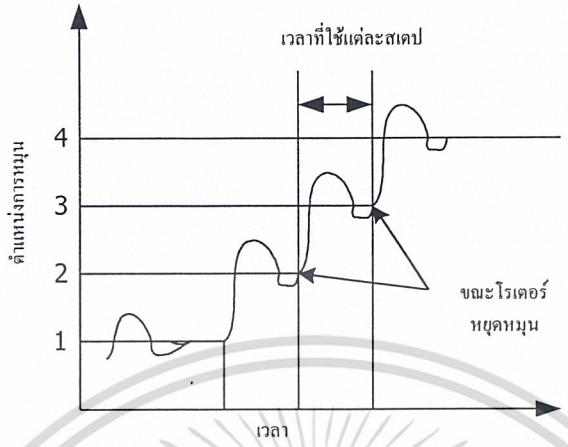
2.7.1 หลักการทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์

สเต็ปปิงมอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดที่เปลี่ยนสัญญาณสลับดิจิตอลเป็นการเคลื่อนที่ทางกล จึงเหมาะ สำหรับการ เชื่อมต่อ อุปกรณ์ ดิจิตอล หรือ คอมพิวเตอร์ การทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์โดยส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับสัญญาณพัลส์ (Pulse) กระตุ้นที่ป้อนให้กับขดลวดเฟสของมอเตอร์ในลำดับที่ถูกต้องด้วยวงจรจัดลำดับลอจิกและกระแสที่พอเพียงด้วยวงจรขับ

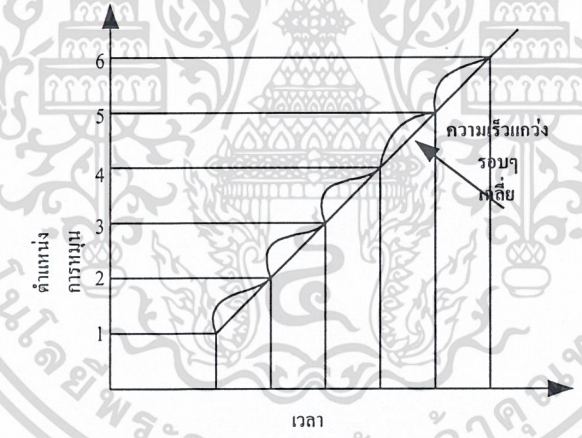
การทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์ตามอัตราเร็วของแต่ละสเต็ป จะแบ่งออกเป็น 2 โหมดการทำงานคือ

- โหมดของการหมุนเป็นสเต็ป (Discrete Mode)
- โหมดของการหมุนแบบต่อเนื่อง (Slewing Mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 แสดงการหมุนเป็นสเต็ป



ภาพที่ 2.12 แสดงการหมุนแบบต่อเนื่อง

ลักษณะการหมุนแบบสเต็ปจะมีช่วงเวลาหยุดนิ่งของโรเตอร์ก่อน ที่จะเปลี่ยนสเต็ปถัดไป ดังนั้นหากมีการเพิ่มอัตราเร็วใ นแ ต่ละสเต็ปให้เร็วขึ้นและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง การหมุนของสเต็ปปิงมอเตอร์ก็จะเปลี่ยนเป็นการหมุนแบบต่อเนื่อง

การนำสเต็ปปิงไปใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นโหมดการทำงานแบบใดหรือเป็นสเต็ปปิงมอเตอร์แบบไหน ควรมีลักษณะต่างๆ เช่น แรงบิด การตอบสนองต่อความถี่สูงสุดและความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงแรงบิดกับค่ากระแส ทั้งนี้เพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเต็ปปิงมอเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้สามารถแบ่ง ได้ออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1.คุณลักษณะทางสถิตย์ (Static Characteristics)

2.คุณลักษณะทางพลวัต (Dynamic Characteristics)

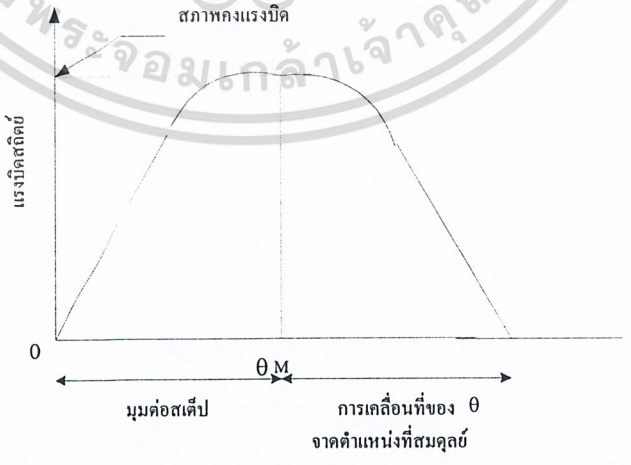
2.7.2 คุณลักษณะทางสถิตย์ (Static Characteristics)

คุณลักษณะทางสถิตย์หมายถึงคุณลักษณะในสภาวะที่มอเตอร์หยุดนิ่งไม่มีการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีความสมดุลย์ของการหมุนมากที่สุด กล่าวคือเป็นตำแหน่งที่ซี่ฟันของโรเตอร์มีความสัมพันธ์กันอยู่ในแนวเดียวกัน และยังคงอยู่ในตำแหน่งนี้จนกว่าจะมีการกระตุ้นอีกครั้ง โดยที่ตำแหน่งสมดุลย์ของโรเตอร์จะมีค่าแรงบิดเท่ากับศูนย์ ซึ่งถ้าโรเตอร์มีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง มอเตอร์จะทำการสร้างสมดุลย์ให้กับโหลดโดยการสร้างแรงบิดขึ้นมาในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ ผลของแรงบิดกับการเคลื่อนที่จะมีลักษณะคล้ายกับรูปคลื่นซายน์

แรงบิดสูงสุดที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับกระแสที่จ่ายให้เฟสนั้นๆ โดยที่แรงบิดนี้ เรียกว่า สภาพคงแรงบิด (Holding Torque) หรือแรงบิดสถิตย์ (Static Torque) และลักษณะความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างค่าของแรงบิดกับกระแสที่เปลี่ยนแปลงไปจะเป็นลักษณะเชิงเส้น แต่ก็จะมีขีดจำกัดอยู่ที่จุดอิ่มตัวคือจุดที่ไม่มีการเพิ่มของกระแสเฟสก็ตาม

คุณลักษณะทางสถิตย์จะแสดงความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

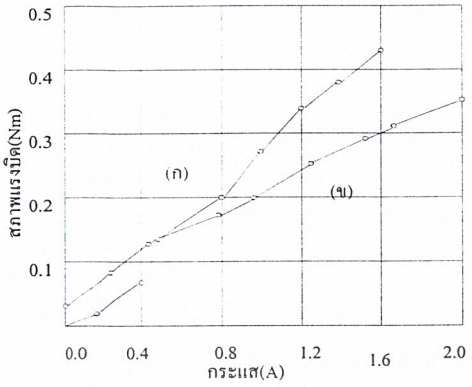
1. คุณลักษณะ ของแรงบิดกับมุมสเต็ป
2. คุณลักษณะของแรงบิดกับกระแส



ภาพที่ 2.13 กราฟคุณลักษณะของแรงบิดต่อมุมสเต็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 2.14 กราฟคุณลักษณะของแรงบิดต่อกระแส

2.7.3 คุณลักษณะทางพลวัต

ในการพิจารณาคุณลักษณะสถิตย์ของแรงบิดของสเต็ปปิงมอเตอร์ จะพิจารณาก็ต่อเมื่อไม่มีการเคลื่อนที่ของโรเตอร์ แต่การพิจารณาคุณลักษณะทางพลวัตของสเต็ปปิงมอเตอร์นั้นจะมองถึงความสามารถในการสร้างแรงบิดที่สัมพันธ์กับความเร็ว โดยสามารถศึกษาได้จากคู่มือ (Data Sheet) ของบริษัทผู้ผลิต

คุณลักษณะของแรงบิด ดึงเข้า (Pull-out-Torque) เป็นคุณลักษณะเริ่มต้น และจะอ้างอิงกับย่านของแรงบิดที่เกิดจากแรงเสียดทานของโหลดที่ซึ่งมอเตอร์สามารถเคลื่อนที่และหยุดได้โดยปราศจากการศูนย์เสียในสเต็ป สำหรับย่านความถี่ต่างๆที่ใช้ในการทดสอบจะอยู่ในช่วง 100เฮิรตซ์หรือไกล้เคียง

คุณลักษณะของแรงบิด ดึงออก (Pull – Out Torque) สำหรับพิจารณาคุณลักษณะในการเคลื่อนที่หลังจากที่ได้ทำการทดลอง ที่ได้จากการทดสอบมอเตอร์ ให้เกิดการเคลื่อนที่โดยใช้วงจรขับเคลื่อนลักษณะพิเศษ ในกรณีของการกระตุ้นในย่านของการเคลื่อนที่ด้วยตัวเอง (Salf Starting Range) ความถี่ของพัลส์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมอเตอร์เกิดการเคลื่อนที่โดยปราศจากการเข้าจังหวะ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดที่เกิดจากแรงเสียดทานของโหลดกับความถี่ของพัลส์สูงสุด จะทำให้มอเตอร์สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างมีการเข้าจังหวะ ซึ่งเรียกว่าคุณลักษณะดึงออก

ความถี่สูงสุดที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (Maximum Starting Frequency) เป็นการกำหนดการควบคุมความถี่สูงสุดให้มอเตอร์เคลื่อนที่และหยุดได้ในขณะที่ไม่มีโหลดโดยปราศจากการสูญเสียทางสเต็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับสุดสุดของอัตราการดึงออก (Maximum Pull-Out Rate) เป็นการกำหนดค่าความถี่สูงสุดในขณะที่มอเตอร์สามารถเคลื่อนที่ได้เมื่อไม่มีโหลดโดยปราศจากการสูญเสียทางสเต็ป

50248

แรงบิดสูงสุดที่เกิดจากการเคลื่อนที่ (Maximum Staring Toque) เรียนแรงบิดดึงสูงสุดและเป็นการกำหนดค่าของแรงบิดที่เกิดจากแรงเสียดทานสูงสุดของโหลด

2.8 ประเภทของสเต็ปปิงมอเตอร์

สเต็ปปิงมอเตอร์สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆดังนี้

1. สเต็ปปิงมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร
2. สเต็ปปิงมอเตอร์แบบแปรค่าความต้านทานของสนามแม่เหล็กได้
3. สเต็ปปิงมอเตอร์แบบไฮบริดจ์

2.8.1 สเต็ปปิงมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Stepping Motor)

สเต็ปปิงมอเตอร์ชนิดนี้จะใช้แม่เหล็กถาวรเป็นโรเตอร์ โดยที่โรเตอร์มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก และสเตเตอร์จะถูกแบ่งออกเป็นซี่ หรือที่เรียกว่า เฟส ล้อมรอบ ตามรูป โดยที่แต่ละซี่จะมีขดลวดพันโดยรอบเพื่อทำให้เกิดการกระตุ้นในการสร้างสนามแม่เหล็กการทำให้สเต็ปปิงมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรมีขนาดมุมสเต็ป (Step) เล็กลง สามารถทำได้การเพิ่มจำนวนขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์และหรือจำนวนซี่ฟันของมอเตอร์

แต่การเพิ่มความละเอียดของสเต็ป ก็มีขีดจำกัดในการเพิ่มจำนวนขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างแม่เหล็กถาวรให้มีโครงสร้างแบบมีขั้วแม่เหล็กหลายๆชั้นนั้นทำได้ยากจึงทำให้สเต็ปปิงมอเตอร์มีข้อเสีย

มีขนาดมุมสเต็ป ใหญ่ ทำให้มีความละเอียดของสเต็ปต่อรอบน้อยมาก เนื่องจากว่าโครงสร้างของโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร

สเต็ปปิงมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรส่วนใหญ่จะมีโครงสร้างขนาดเล็กทำให้ค่าแรงบิดที่ได้ต่อหน่วยปริมาตรมีค่าต่ำ ถ้าต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพในเรื่องแรงบิด แม่เหล็กถาวรที่ใช้จะต้องทำมาจากสารแม่เหล็กที่มีสภาพความเป็นแม่เหล็กสูง

2.8.2 สเต็ปปิงมอเตอร์แบบแปรค่าความต้านทานของสนามแม่เหล็กได้ (VariableReluanStepping Moter)

สเต็ปปิงมอเตอร์ชนิดนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วีอาร์สเต็ปปิงมอเตอร์ (VR Setpping Moter) โครงสร้างมีโรเตอร์และสเตเตอร์ที่ทำจากโลหะซิลิกอน (Silicon) ซึ่งเป็นสารแม่เหล็กที่มีสภาพซึมซาบทางแม่เหล็ก (Permeability) สูงและสามารถให้เส้นแรงแม่เหล็กไหลผ่านได้มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 สเต็ปปิงมอเตอร์แบบไฮบริดจ์

สเต็ปปิงมอเตอร์ที่มีโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร การใช้ชื่อว่าไฮบริดจ์ได้มาจากการรวมหลักสำคัญของมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรและแบบแปรค่าความต้านทานได้เข้าด้วยกัน สเต็ปปิงมอเตอร์แบบโฮบริดจ์จะมีโครงสร้างของสเตเตอร์คล้ายกับโครงสร้างของสเต็ปปิงมอเตอร์แบบแปรค่าความต้านทานแม่เหล็กได้ ซึ่งจะมีขดลวดอยู่2ขด และขดลวดทั้ง2จะพันอยู่ที่ขั้วเดียวกัน ในลักษณะของ 2ภาวะขั้ว (Bipolar) ซึ่งจะทำให้ขั้วแม่เหล็กมีความต่างกันขณะที่มีการกระตุ้นแต่ละครั้ง ลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของสเต็ปปิงมอเตอร์แบบไฮบริดจ์ก็คือ ตัวโรเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวรรูปร่างทรงกระบอกตามยาวอยู่ในแกนเหล็กของโรเตอร์ เพื่อใช้สร้างสนามแม่เหล็กขั้วเดียวกันและแต่ละขั้วของแม่เหล็กจะถูกล้อมรอบรอบด้วยฟันเหล็กอ่อนโดยที่ฟันของโรเตอร์กับสเตเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่เหลื่อมกันอยู่ 90องศา

หลักการทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์แบบไฮบริดจ์ที่แตกต่างจากสเต็ปปิงมอเตอร์แบบแปรค่าความต้านทานของสนามแม่เหล็กจะไม่ขึ้นอยู่กับกระแสที่ไหลผ่านขดลวดเพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของซี่ฟันด้วยและ ข้อดี ของสเต็ปปิงมอเตอร์แบบไฮบริดจ์คือ มีขนาดของสเต็ป เล็ก ทำให้มีความละเอียดของสเต็ปต่อรอบสูง นอกจากนี้ยังมีค่าของแรงบิดสูงกว่าสเต็ปปิงมอเตอร์แบบค่าความต้านทานของสนามแม่เหล็กได้ แต่สเต็ปปิงมอเตอร์แบบแปรค่าความต้านทานของสนามแม่เหล็กได้จะมีแรงเฉื่อยทางกลไกน้อยกว่า

สเต็ปปิงมอเตอร์ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนในปัจจุบันสเต็ปปิงมอเตอร์ที่เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุดและหาง่ายคือสเต็ปปิงมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์(UniPolar stepper motor) มีลักษณะการพันขดลวดของมอเตอร์แสดงในภาพที่ 2.15

ภาพที่ 2.15 โครงสร้างอย่างง่ายของ สเต็ปปิงมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเต็ปปิงมอเตอร์แบบนี้มีการพันขดลวด2ขดบนแต่ละ ขั้ว แม่เหล็กแต่ละขดแบ่งเป็น 2เฟส รวมมอเตอร์ทั้ง 4 ตัวจะมี4เฟสคือเฟส 1,2,3และ4 มีการต่อสายออกมาจากขดลวดแต่ละขดเพื่อจ่ายไฟเลี้ยง ทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบนี้มีทั้งแบบ 5 สายและ 6 สายจะเป็นการนำสายไฟเลี้ยงของขดลวดทั้งสองมาต่อรวมกันเป็นสายเดียว

2.8.4 การกระตุ้นและควบคุมการหมุนของสเต็ปปิงมอเตอร์

การกระตุ้นและควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปแต่ละสเต็ปทำได้โดยการจ่ายกำลังไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งต้องป้อนเป็นแบบซีเควนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้องด้วย สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบคือ แบบฟูลสเต็ป1เฟส แบบฟูลสเต็ป2เฟส และ แบบฮาล์ฟสเต็ป (half step)

แบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟส (full step) เป็นการกระตุ้นที่มีรูปแบบง่ายที่สุด โดยทำการกระตุ้นขดลวดที่ละขดในเวลาหนึ่งไล่เรียงถัดกันไป เช่น เริ่มต้นที่ขดที่ 1,2,3,และ4 แล้ววนกลับมาขดที่1 วนไปเรื่อยๆ หรือเริ่มที่ขดที่ 1 แล้วย้อนไปยังขดที่ 4,3,2 แล้วกลับมายังขดที่ 1 อีกครั้ง ซึ่งทิศทางการหมุนสวนกัน ในการกระตุ้นรูปแบบนี้จึงมีขดลวดเพียงขดเดียวในเวลาหนึ่งที่ถูกกระตุ้นเท่านั้น วงจรกระตุ้นแบบเวฟจึงมีราคาถูกและง่าย ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟส

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	ทำงาน	–	–	–
2	–	ทำงาน	–	–
3	–	–	ทำงาน	–
4	–	–	–	ทำงาน

แบบฟูลสเต็ปสองเฟสเป็นการกระตุ้นซึ่งคล้ายกับแบบหนึ่งเฟส แต่การกระตุ้นแบบจะทำการกระตุ้นโดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด2ขดที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน และเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟสดังตัวอย่างขดลวดชุดแรกที่กระตุ้นจะเป็นขดที่ 1 และขดที่ 2 ตามด้วยการกระตุ้นของขดที่ 2 และ 3 ต่อไปเป็นขดที่ 3 และ 4 ถัดไปเป็นขดที่ 4 และ 1 แล้ววนกลับมาเป็นขดที่ 2 และ 2 วนกลับไปตามลำดับหรือเริ่มที่ขดที่ 1 และ 4 ตามด้วยขดที่ 4 และ 3 ถัดไปเป็นขดที่ 3 และ 2 ต่อไปเป็นขดที่ 2 และ 1 แล้ววนกลับมาที่ขดที่ 1 และ 4 ทิศทางการหมุนจะสวนทางกัน การกระตุ้นสเต็ปปิงมอเตอร์แบบนี้ต้องใช้กำลังไฟฟ้ามากขึ้นขั้นตอนการทำงานดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบฟูลสเต็ปสองเฟส

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	ทำงาน	ทำงาน	_	_
2	_	ทำงาน	ทำงาน	_
3	_	_	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	_	_	ทำงาน

แบบฮาล์ฟสเต็ปเป็นรูปแบบที่ผสมผสานระหว่างการกระตุ้นแบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟส และ 2 เฟสเพื่อเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อรอบอีกเท่าตัวหนึ่งในระบบนี้จะทำการกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปเป็นลำดับ ดังนี้เริ่มจากขดลวดที่ 1,1 และ 2,2,2 และ 3,3,3 และ4,4,4 และ 1 แล้ววนกลับมายังขดลวด ที่1 แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีกเพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลง แต่ละสเต็ปเกิดแรงเกิดแรงดึงจากขดลวดที่ 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกันความถูกต้องของตำแหน่งมีเพิ่มมากขึ้นแต่ต้องพึงระวังไว้อีกประการหนึ่งเมื่อกระตุ้นให้ทำงานในรูปแบบนี้จะต้องทำการหมุนถึง 2 สเต็ปจึงจะได้ระยะเท่ากับระยะ 1 สเต็ปเต็มของการควบคุมใน 2 แบบแรก สำหรับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต้องใช้ขนาดเท่ากับ 2 เฟสเป็นอย่างน้อยจึงจะเพียงพอ

ตารางที่ 2.5 แสดงลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์ เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบฮาล์ฟเต็ป

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	ทำงาน	_	_	_
2	ทำงาน	ทำงาน	_	_
3	_	ทำงาน	_	_
4	_	ทำงาน	ทำงาน	_
5	_	_	ทำงาน	_
6	_	_	ทำงาน	ทำงาน
7	_	_	_	ทำงาน
8	ทำงาน	_	_	ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้างรถบังคับอินฟราเรด ด้วยไมโครคอนโทเลอร์

3.1 กล่าวนำ

การที่จะควบคุมกระบวบการต่าง ๆ ได้ต้องอาศัย ตัวไมโครคอนทรเลอร์ซึ่งเป็นชื่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ ที่รวมเอา หน่วยประมวลผล หน่วยคำนวนทางคณิตศาสตร์ และ ลอจิกวงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณเอาท์พุต หน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน สามารถทำให้นำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็คทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี เบอร์ไมโครคอนโทรเลอร์ที่ใช้คือ AT890C51 ในการสั่งงานต่าง ๆ

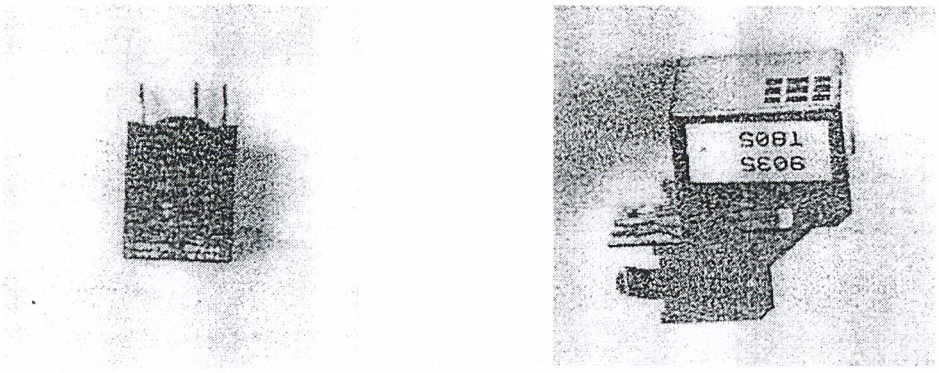
3.2 การออกแบบทางด้าน ฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรเลอร์

3.2.1 ขั้นตอนในออกแบบการถอดรหัส

หลักการทำงานและออกแบบรีโมทคอนโทรลแบบทุกชนิดล้วนมีพื้นฐานในทำนองเดียวกันทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นการควบคุม โดยตรงด้วยสายไฟการควบคุมแบบไร้สายที่ใช้คลื่นวิทยุหรือคลื่นแสงตลอดจนการควบคุมผ่านทางสายไฟฟ้าภายในบ้าน เพียงแต่ใช้ชุดวงจรรับส่งสัญญาณควบคุมหรือคลื่นพาห์ที่แตกต่างกันเท่านั้น ในการออกแบบระบบจริงไว้ใช้งาน ควรกำหนดรูปแบบของระบบคร่าว ๆ ไว้ก่อน เช่น ต้องการควบคุมฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์อะไรบ้าง สัญญาณควบคุมเป็นแบบไหน (ดิจิตอล, อะนาลอก, พัลส์เดียว ฯลฯ) ตัวกลางที่ใช้ในการนำสัญญาณเป็นอะไร (มีสาย, ไร้สาย , อินฟราเรด ฯลฯ) และ รูปแบบของรหัสสัญญาณ (อนุกรมพัลส์, พีพีเอ็ม ฯลฯ) เหล่านี้เป็นต้น

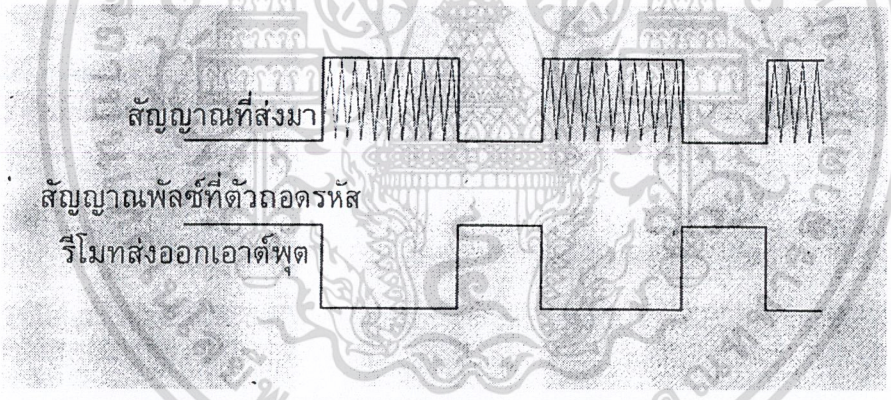
โดยมีโฟโต้ไดโอดเป็นตัวทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเพื่อส่งต่อให้ภาคดีมอดูเลต PPMเพื่อตัดคลื่นพาห์ 38 กิโลเฮิรตซ์ออก ในปัจจุบันตัวโฟโต้ไดโอด และปรีแอมป์ จะถูกบรรจุอยู่ในโมดูลเดียวกันเพื่อป้องกันการรบกวน จากคลื่นภายนอกอุปกรณ์ที่สำคัญคือ ตัวรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรลที่เป็นชิพ ไอ ซีสำเร็จรูปซึ่งอยู่ในรูปของ IC1 เป็นตัวที่จะรับสัญญาณจากตัวส่งรีโมทคอนโทรลเข้ามาโดยตัวโมดูลไอซีแบบนี้จะใช้เบอร์ KT19 หรือ KT40 ซึ่งเป็นแบบตัวถังพลาสติก หรือจะใช้แบบตะแกรงโลหะก็ได้ แล้วแต่ความสะดวก ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 โมดูลตัวรับรีโมทแบบพลาสติกและแบบตะแกรง

ภาพที่ 3.2 รูปสัญญาณที่ปรากฏต่าง ๆ ของวงจร โดยรูปบนสุดคือสัญญาณที่ส่งมา รูปถัดมาด้านล่าง คือสัญญาณที่ตัวรับถอดรหัสออกมาแล้ว และรูปสุดท้าย (ล่างสุด) คือสัญญาณส่งออกไปยังตัว IR LED



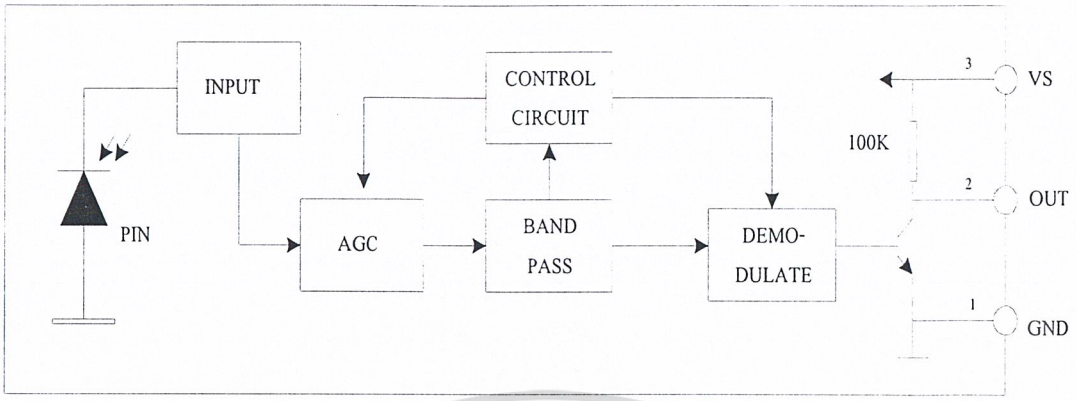
ภาพที่ 3.2 อินพุต (บน) ที่ส่งมายังชิพตัวรับ และ เอ้าต์พุตที่ออกจากชิพ (ล่าง)

3.2.1.1 การถอดรหัสของวงจร

การถอดรหัสรีโมทคอนโทรล (Remote Control) โดยใช้โมดูลแบบโฟโต้ สำหรับโค๊ดแบบ PCM (Pulse Code Modulate)โมดูลที่ใช้ก็คือ TSOP 4838 ของ Temic เซมิคอนดัคเตอร์ เป็นอุปกรณ์ถอดรหัสแบบสำเร็จรูป 3 ขา เอาท์พุตที่ได้เป็น พัลส์ ที่ถูกกรองคลื่นพาห์ ออกเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถนำมาต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้เลย

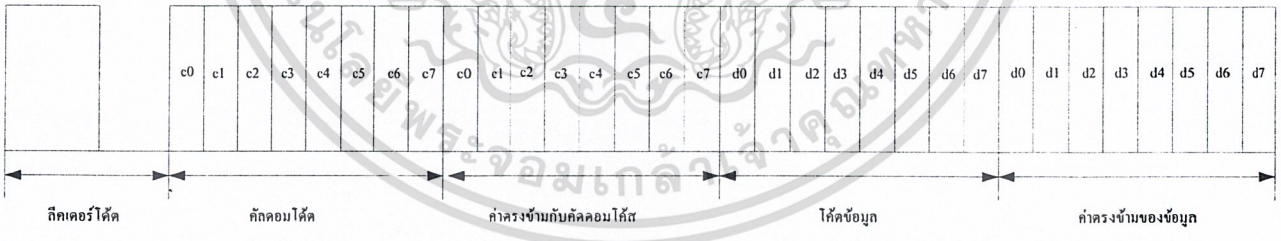


ภาพที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมของ PCM TSOP 4838

โดยปกติขา เอาท์พุต ของตัวถอดรหัส PCM TSOP 4838 ในขณะที่ยังมีสัญญาณรีโมทเข้ามาจะมีระดับไฟอยู่ที่ 5 โวลต์

3.2.1.2 รหัสของรีโมทคอนโทรล (Transmission Code)

รหัสของรีโมทจะประกอบด้วย ลีดเดอร์โค๊ด (Leader Code) , คัสตอมโค๊ด แบบ 16 บิต (16 bits Custom Code), โค๊ดข้อมูลอีก 8 บิต (8 bits Data Code) และ ตามด้วยค่าตรงข้ามของโค๊ด ข้อมูลอีก 8 บิต ดังรูป เป็นเฟรมของการรับรหัสรีโมทคอนโทรล



ภาพที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมของ รหัสของรีโมท

จากรูปลีดเดอร์โค๊ด จะมีความยาวประมาณ 13.5 ms เป็นพัลส์บวก 9 ms และพัลส์ลบ 4.5 ms หลังจากนั้นจะเป็นรหัสคัสตอมโค๊ด 16 บิต และข้อมูลอีก 16 บิต ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมถอดรหัส ได้ด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งเราสามารถสร้างภาพความแตกต่าง ระหว่างโค๊ดที่เป็น “1” และ “0” ได้จากความสัมพันธ์ทางเวลาของพัลส์ คือความกว้างและ คาบของพัลส์ เราเรียกว่าเป็น รหัสแบบ ppm (การผสมสัญญาณแบบความกว้างของพัลส์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรหัส 1 ชุดจะประกอบด้วย ข้อมูลขนาด 8 บิต พร้อมกับค่าตรงกันข้ามกับมันอีก 8 บิต ซึ่งนำมาใช้ป้องกันความผิดพลาด ที่เกิดขึ้นจากการรับข้อมูลได้

3.2.1.3 ลักษณะของพัลส์ (Remote Output Waveforms)

จากรูปด้านล่างเมื่อเรากดรีโมท 1 ครั้ง จะทำให้เราได้รีโมท ที่มีความยาวโดยรวมของพัลส์ อยู่ในช่วง 58.5 ถึง 76.5 us ขึ้นอยู่กับว่า มีโค๊ดที่เป็น "1" และ "0" 1 ขบวน และ มีความยาวมากน้อยเพียงใด

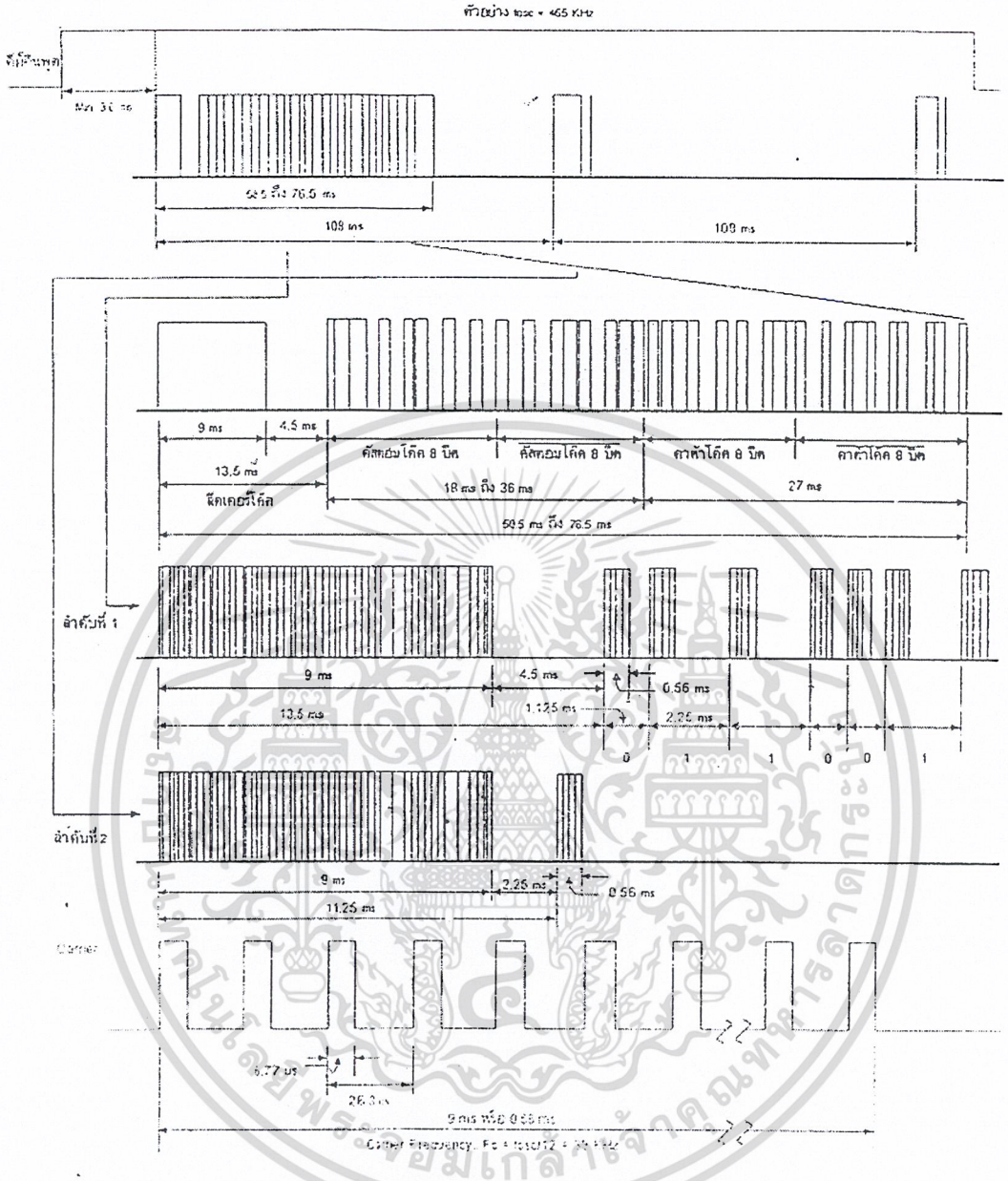
เราสามารถแยกความแตกต่าง ระหว่างโค๊ดที่เป็น "1" และ "0" ได้จากความกว้างของพัลส์คือ

-ถ้าเป็น "0" จะมีความกว้างของพัลส์ เท่ากับ 1.125-0.56 us = 0.565 us

-ถ้าเป็น "1" จะมีความกว้างขอลพัลส์ เท่ากับ 2.25-0.56 us = 1.69 us

ความเหมือนกันของโค๊ด "1" และ "0" จะถูกนำหน้าด้วยพัลส์ บวกขนาดความกว้าง 0.56 us เสมอ และพัลส์ลบจะแสดงถึงความเป็นรหัส "1" หรือ "0" ฉะนั้นเมื่อเราได้ข้อมูลทั้งหมดข้างต้น จะทำให้เราสามารถเขียนโปรแกรมถอดรหัสรีโมทคอนโทรล และนำไปควบคุมอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 ลักษณะของพัลส์ของรีโมทอินฟราเรดทั่วๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ขั้นตอนในออกแบบการปฏิบัติงาน

3.2.2.1 ขั้นการศึกษาข้อมูล

เริ่มจากการศึกษาข้อมูลของตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณที่ใช้ว่ามีคุณสมบัติการทำงานเป็นอย่างไรรูปแบบของสัญญาณ Output ตลอดจนถึงการต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่ามีคุณสมบัติเป็นอย่างไร ใช้ร่วมกันได้หรือไม่

3.2.2.2 ขั้นการออกแบบวงจร

เป็นการร่างรูปแบบของวงจรให้มีความสอดคล้องกัน การทดลองอุปกรณ์ในแต่ละส่วน โดยเริ่มจากการส่งสัญญาณ Input ของอุปกรณ์ส่งสัญญาณว่าสัญญาณ Output มีลักษณะเป็นอย่างไร

3.2.2.3 ขั้นการลงอุปกรณ์ บนแผ่นปริ้น

คือ เป็นการเชื่อมต่อวงจรของภาคต่างๆเข้าด้วยกัน รวมทั้งจัดหาอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องใช้ในวงจร

3.2.2.4 เป็นการจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆที่ต้องใช้ในวงจร

เมื่อทำการออกแบบวงจรได้แล้วก็ทำการจัดซื้ออุปกรณ์

3.2.2.5 ขั้นการ Burnโปรแกรม

เป็นการนำโปรแกรมที่เขียนตามการออกแบบลงไปสู่ตัว CPU เพื่อ จะทำให้โปรแกรมที่เขียน ไม่มีการสูญหาย เมื่อเลิกจ่ายไฟให้วงจร

3.2.2.6 ขั้นการจัดทำปริญญานิพนธ์

เป็นการเขียนข้อมูลต่างๆ รวมถึงรายระเอียดในการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงขั้นตอนในการการปฏิบัติงาน

รายการ	สัปดาห์															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 . การศึกษาข้อมูล	←															→
2 . การออกแบบวงจร	←			→												
3 . ขั้นการจัดหาอุปกรณ์					←			→								
4 . ขั้นการลงอุปกรณ์									←				→			
5 . ขั้นการ Burn โปรแกรม														←	→	
6 . ขั้นจัดทำปริญญานิพนธ์															←	→

3.3 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์กับรีโมท

-ปุ่ม Power มีหน้าที่ในการทำงานคือ เปิดปิดหน้าสัมผัสของรีเลย์เพื่อที่ไม่ให้ไฟ12V(DC) จ่ายเข้าสเต็ปปิงมอเตอร์

-ปุ่ม Eject เป็นปุ่มที่ใช้ในการเปิดปิดเสียงBuzzer

-ปุ่ม +100 ใช้ในการเปิดปิดไฟซึ่งได้แก่ไฟท้าย และไฟเลี้ยวทั้งคู่

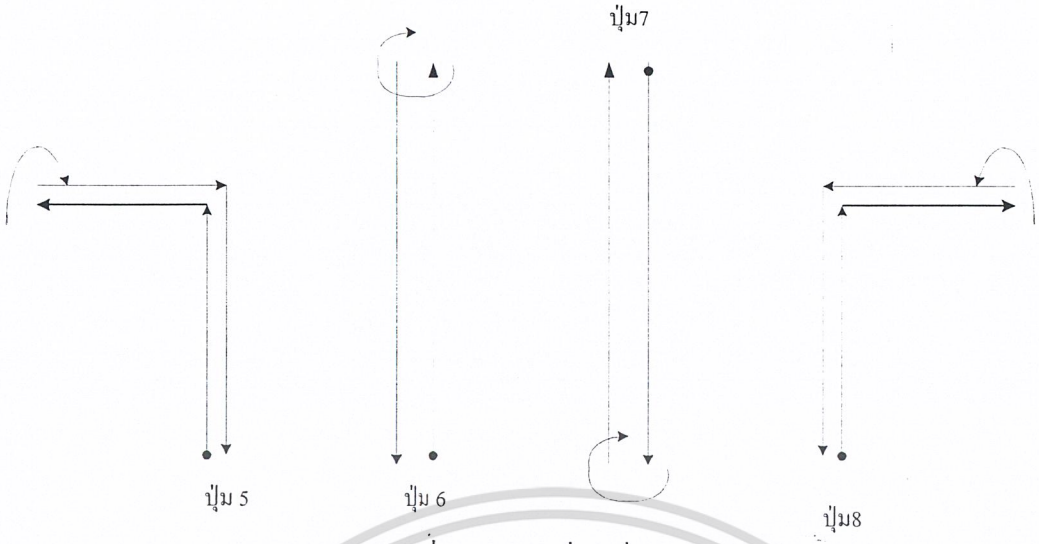
-ปุ่ม 1 กับปุ่ม 4 มีหน้าที่ในการเปิดปิดไฟเลี้ยวซึ่งปุ่ม 1 จะเปิดปิดไฟเลี้ยวซ้ายและปุ่ม 4 จะเปิดปิดไฟเลี้ยวขวา

-ปุ่ม 2 ใช้ในการเปิดปิดไฟหน้า

-ปุ่ม 3ใช้ในการเปิดปิดไฟท้าย

-ปุ่ม 5,6,7,8 เป็นใช้ในการเปิดปิดขบวนการเดินรถ ซึ่งปุ่มทั้ง 4 เมื่อตัวใดตัวหนึ่งทำงานจะไม่สามารถควบคุมรถเช่นในการปรับความเร็ว เลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวา ไฟหน้า ไฟหลัง การจะควบคุมรถได้นั้นต้องรอจนกว่าเสร็จสิ้นกระบวนการนั้นๆ หรือเรียกปุ่ม 5,6,7,8 ว่าปุ่มใช้งานแบบ Auto การเคลื่อนที่ของรถขึ้นอยู่กับการออกแบบซึ่งในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ออกแบบการเคลื่อนที่ของรถดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 การเคลื่อนที่ของรถแบบ Auto

-ปุ่ม Volume+,- เป็นปุ่มที่ใช้ในการเพิ่มความเร็วหรือลดความเร็วของรถ

-ปุ่ม Stop เป็นปุ่มที่ใช้ในการหยุดการเคลื่อนที่ของรถ

-ปุ่ม Play เป็นปุ่มที่ใช้ในการเริ่ม Start

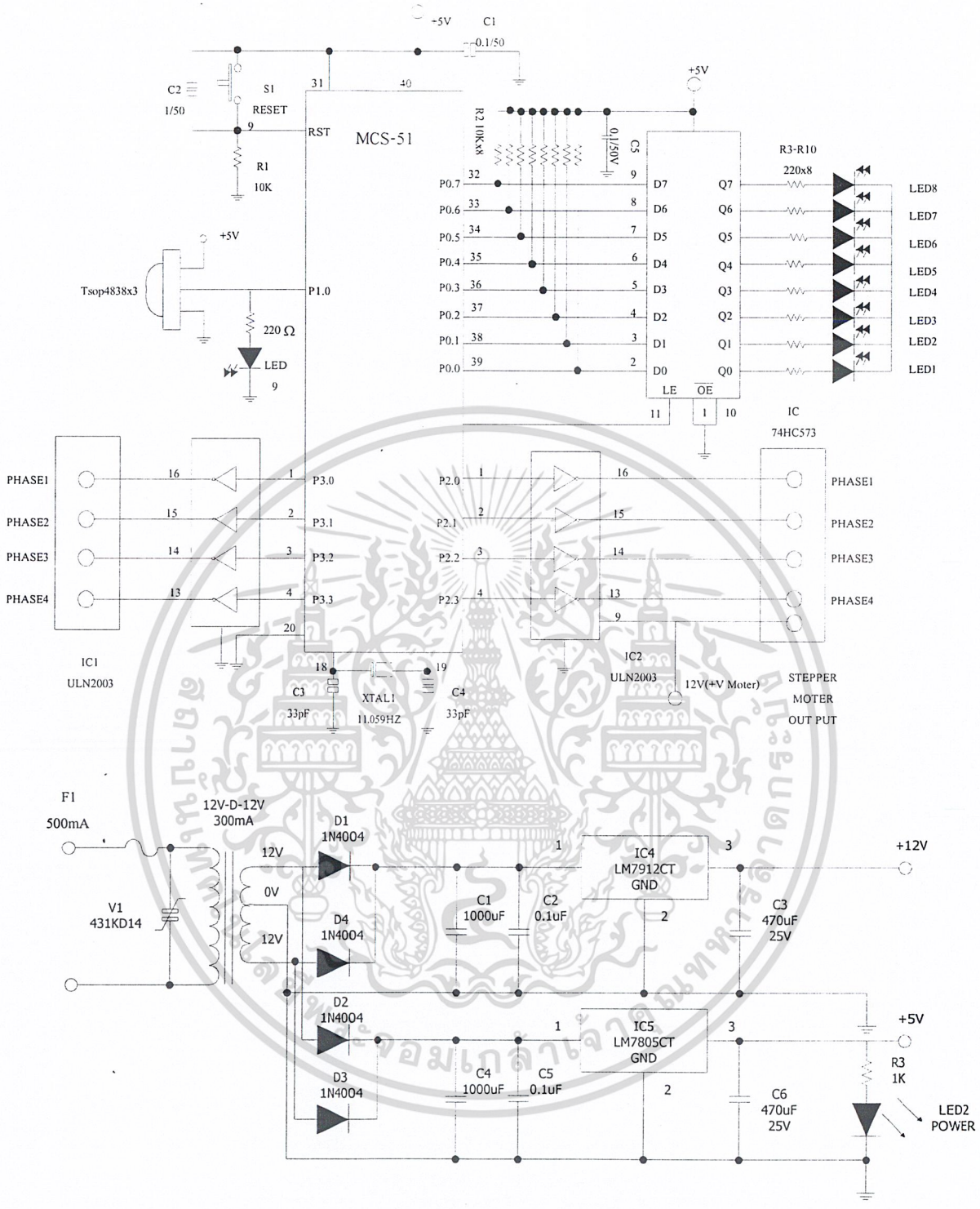
-ปุ่ม CH+ ,CH- เป็นปุ่มที่ใช้ในการเปิดปิดการเลี้ยวของรถซึ่งปุ่ม CH+ ใช้ในการเลี้ยวขวา ปุ่ม CH- ใช้ในการเลี้ยวซ้าย

-ปุ่ม Rew เป็นปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการเปลี่ยนทิศทางจากการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเป็นการเคลื่อนที่ถอยหลังหรือจากการเคลื่อนที่ถอยหลังเปลี่ยนเป็นเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

-ปุ่ม FF.WD เป็นปุ่มที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ในส่วนของการต่อวงจรใช้งานจะใช้ไอซี ULN2003 ต่อจาก Port MCS-51 เพื่อที่จะเพื่อจะไปขับ มอเตอร์สเต็ปปิง ทั้งสองข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 วงจรสมบูรณ์ของรถบังคับรีโมทอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนภาครับสัญญาณอินฟราเรด หัวใจสำคัญ คือ โมดูล IC2 ซึ่งเป็นเซนเซอร์ รับสัญญาณอินฟราเรด ที่ภายในบรรจุไว้ด้วย วงจร แอมปลิไฟร์ , วงจรกรองความถี่แบนด์พาส และวงจรดีมอดูเลต ความถี่พาหะ 38 กิโลเฮิรตซ์ IC2 จะรับหน้าที่จัดการกับสัญญาณที่รีโมท-คอนโทรลส่งเข้ามา ซึ่งเป็นสัญญาณที่เกิดจากการมอดูเลต ระหว่างข้อมูลที่รีโมทคอนโทรลต้องการส่ง กับความถี่พาหะ โดย IC2 จะทำการปรับขยายรูปสัญญาณ ให้มีขนาดที่เหมาะสม ก่อนจากนั้นดีมอดูเลตเอาส่วนที่เป็นความถี่ พาหะออกและ ให้เอาต์พุตเฉพาะ ส่วนที่เป็นรหัสข้อมูลเท่านั้นออกมา เนื่องจากโครงสร้างวงจร ขับเอาต์พุต ของ IC2 เป็นวงจรอินเวอร์เตอร์ เอาต์พุตที่จ่ายออกมาจึงมีเฟสที่ต่างไปจากข้อมูลจริง อยู่ 180 องศา

สัญญาณที่ผ่านการดีมอดูเลตแล้ว จากเอาต์พุต IC2 จะถูกป้อนให้กับ IC1 จะตรวจหาบิตเริ่มต้นของข้อมูล ที่ถูกส่งเข้ามาก่อน จากนั้นทำการแซมปลิ้ง หรือการสุ่มเก็บค่าข้อมูล ในทุก ๆ ช่วงเวลา 1.8 มิลลิวินาที เพื่อเป็นการอ่านและเก็บค่าข้อมูล ที่ได้รับมาไว้ในหน่วยความจำ ในขณะเดียวกันข้อมูลที่อ่านได้ก็จะถูกส่งออก มายัง ขาหลอด แอลอีดี (LED9) ซึ่งใช้แสดงว่าในขณะนั้น IC1 ได้รับข้อมูลและ อ่านค่ามาเก็บไว้เรียบร้อยแล้ว

ข้อมูลจากรีโมทคอนโทรล ที่ IC1 อ่านค่าได้จะถูกนำไปเทียบกับข้อมูลอ้างอิง ที่บันทึกอยู่ใน IC1 อันได้แก่ รหัสคำสั่งของปุ่มต่าง ๆ บนรีโมทคอนโทรล และรหัสแอดเดรสของอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อผู้ใช้ กดที่ปุ่มใดปุ่มหนึ่ง บนรีโมท บิตเริ่มต้น (start bits) ซึ่งจะมีสถานะ เปลี่ยนไปทุกครั้งทีมีการกดปุ่มซ้ำเดิม แต่ในกรณีที่ปุ่มถูกกดค้างเอาไว้รีโมทคอนโทรล จะทำการส่งข้อมูลอย่างซ้ำ ๆ ภายในคาบเวลา 113.778 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.8 แสดงโฟล์วชาร์ต

```
;*************** ************************************************
;*                PROGRAM REMOTE CONTROL CAR (PROJECT 2)        *
;*                HardWare and Sofeware by                      *
;*                Mr.Chut Krotkla                               *
;*                Mr.Yuttana Chomwong                           *
;*                Complier : TURBO 51                           *
;***************** ************************************************
        ORG 0000H
        LJMP SUIT
        ORG 0100H
SUIT:   MOV 30H,#2H
        MOV 31H,#2H
        MOV 32H,#2H
        MOV 33H,#2H
        MOV 34H,#2H
        MOV 35H,#2H
        MOV 36H,#2H
        MOV 37H,#2H
        MOV 38H,#2H
        MOV 39H,#2H
        MOV 40H,#2H
        SETB P1.6
        SETB P1.7
        MOV R6,#57H
        MOV 41H,#00H
        MOV 42H,#00H
        MOV 43H,#00H
        MOV 44H,#00H
        MOV 45H,#00H
        MOV 46H,#00H
        MOV 47H,#00H
        MOV 48H,#00H
        MOV P0,#0FFH
        MOV P1,#0FFH
        MOV P2,#00H
        MOV P3,#00H
MUIN:   MOV P2,41H
        MOV P3,45H
        LCALL DELAY_2
        MOV P3,42H
        MOV P2,46H
        LCALL DELAY_2
        MOV P2,43H
        MOV P3,47H
        LCALL DELAY_2
        MOV P3,44H
        MOV P2,48H
        LCALL DELAY_2
        SJMP MUIN
A_TO:   MOV P2,41H
        MOV P3,45H
        LCALL DELAY_1
        MOV P3,42H
        MOV P2,46H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL DELAY_1
        MOV P2,43H
        MOV P3,47H
        LCALL DELAY_1
        MOV P3,44H
        MOV P2,48H
        LCALL DELAY_1
        RET

BUTTON_5:  MOV R0,#24H
           LCALL PLAY_A
PO_1:      LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_1
           MOV R0,#6H
           LCALL LEFT_A
PO_2:      LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_2
           MOV R0,#18H
           LCALL PLAY_A
PO_3:      LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_3
           MOV R0,#18H
           LCALL REVERSE_A
PO_4:      LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_4
           MOV R0,#6H
           LCALL RIGTH_A
PO_5:      LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_5
        MOV R0,#24H
        LCALL REVERSE_A
PO_6:   LCALL A_TO
        DJNZ R0,PO_6
        LJMP STOP

BUTTON_6:  MOV R0,#6CH  ;9 LOOP
(1.5 M)
           LCALL PLAY_A
PO_7:      LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_7
           MOV R0,#6CH
           LCALL REVERSE_A
PO_8:      LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_8
           LJMP  STOP

BUTTON_7:  MOV R0,#48H  ;6 LOOP(1
M)
           LCALL REVERSE_A
PO_9:      LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_9
           MOV R0,#48H
           LCALL PLAY_A
PO_10:     LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_10
           LJMP STOP

BUTTON_8:  MOV R0,#24H  ;3,2 LOOP
           LCALL PLAY_A
PO_11:     LCALL A_TO
           DJNZ R0,PO_11
           MOV R0,#6H
           LCALL RIGTH_A
PO_12:     LCALL A_TO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DJNZ R0,PO_12
        MOV R0,#18H
        LCALL PLAY_A
PO_13:  LCALL A_TO
        DJNZ R0,PO_13
        MOV R0,#18H
        LCALL REVERSE_A
PO_14:  LCALL A_TO
        DJNZ R0,PO_14
        MOV R0,#6H
        LCALL LEFT_A
PO_15:  LCALL A_TO
        DJNZ R0,PO_15
        MOV R0,#24H
        LCALL REVERSE_A
PO_16:  LCALL A_TO
        DJNZ R0,PO_16
        LJMP STOP

SPOT:   JNB P1.6,SPOT_L
        JNB P1.7,SPOT_R
        RET
SPOT_L:
        CLR P0.0
        CLR P0.7
        LCALL DELAY
        SETB P0.0
        SETB P0.7
        LJMP RCA
SPOT_R: CLR P0.3
        CLR P0.4
        LCALL DELAY
        SETB P0.3
        SETB P0.4
        LJMP RCA

FAST:   CJNE R6,#03H,BAW
        LJMP RCA
BAW:    DEC R6
        DEC R6
        LJMP RCA

SLOW:   CJNE R6,#57H,BAQ
        LJMP RCA
BAQ:    INC R6
        INC R6
        LJMP RCA

STOP:   MOV 41H,#00H
        MOV 42H,#00H
        MOV 43H,#00H
        MOV 44H,#00H
        MOV 45H,#00H
        MOV 46H,#00H
        MOV 47H,#00H
        MOV 48H,#00H
        MOV R6,#57H
        LJMP RCA

PLAY:   MOV 41H,#10010000B
        MOV 42H,#11000000B
        MOV 43H,#01100000B
        MOV 44H,#00110000B
        MOV 45H,#10010000B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV 46H,#11000000B
        MOV 47H,#01100000B
        MOV 48H,#00110000B
        LJMP RCA

PLAY_A: MOV 41H,#10010000B
        MOV 42H,#11000000B
        MOV 43H,#01100000B
        MOV 44H,#00110000B
        MOV 45H,#10010000B
        MOV 46H,#11000000B
        MOV 47H,#01100000B
        MOV 48H,#00110000B
        RET

REVERSE: MOV 41H,#10010000B
        MOV 42H,#00110000B
        MOV 43H,#01100000B
        MOV 44H,#11000000B
        MOV 45H,#10010000B
        MOV 46H,#00110000B
        MOV 47H,#01100000B
        MOV 48H,#11000000B
        LJMP RCA

REVERSE_A: MOV 41H,#10010000B
        MOV 42H,#00110000B
        MOV 43H,#01100000B
        MOV 44H,#11000000B
        MOV 45H,#10010000B
        MOV 46H,#00110000B
        MOV 47H,#01100000B
        MOV 48H,#11000000B
        RET

LEFT:   MOV 41H,#10010000B
        MOV 42H,#00110000B
        MOV 43H,#01100000B
        MOV 44H,#11000000B
        MOV 45H,#10010000B
        MOV 46H,#11000000B
        MOV 47H,#01100000B
        MOV 48H,#00110000B
        LJMP RCA

LEFT_A: MOV 41H,#10010000B
        MOV 42H,#00110000B
        MOV 43H,#01100000B
        MOV 44H,#11000000B
        MOV 45H,#10010000B
        MOV 46H,#11000000B
        MOV 47H,#01100000B
        MOV 48H,#00110000B
        RET

RIGTH:  MOV 41H,#10010000B
        MOV 42H,#11000000B
        MOV 43H,#01100000B
        MOV 44H,#00110000B
        MOV 45H,#10010000B
        MOV 46H,#00110000B
        MOV 47H,#01100000B
        MOV 48H,#11000000B
        LJMP RCA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RIGTH_A: MOV 41H,#10010000B
         MOV 42H,#11000000B
         MOV 43H,#01100000B
         MOV 44H,#00110000B
         MOV 45H,#10010000B
         MOV 46H,#00110000B
         MOV 47H,#01100000B
         MOV 48H,#11000000B
         RET

STILL:   LJMP RCA

SOUND:   SETB P2.3
         LCALL DELAY
         CLR P2.3
         LCALL DELAY_3
         SETB P2.3
         LCALL DELAY
         CLR P2.3
         LJMP RCA

DELAY_2: MOV 3AH,#00H
FIY:     MOV 3BH,#0CH
FIO:     MOV 3CH,R6
KH:      DJNZ 3CH,KH
         DJNZ 3BH,FIO
         SETB P1.0   ;----SENSUR
         MOV R0,#20H
         JNB P1.0,A0S
         DJNZ 3AH,FIY
         LCALL SPOT
RCA:     RET
BMAIN:
         SETB P1.0
         MOV R0,#20H
MAIN:    JB P1.0,RCA
A0S:
         MOV R2,#0EAH
C0A:     MOV R3,#6H
C0B:     DJNZ R3,C0B
         JB  P1.0,A0C
         DJNZ R2,C0A
         LJMP RCA
A0C:   ; JB P1.0,A0C  ;;=1
         MOV R2,#0EAH  ;
OLP:     MOV R3,#06H   ;
OLK:     DJNZ R3,OLK   ;
         JNB P1.0,A0B  ;
         DJNZ R2,OLP   ;
         LJMP RCA      ;
A0B:     JNB P1.0,A0B
         MOV A,#00H
         MOV R2,#78H    ;;BIT 0
A1G:     MOV R3,#02H
A1H:     DJNZ R3,A1H
         JNB P1.0,A10
         DJNZ R2,A1G
         SETB ACC.0
A1X:     R2,#0C0H
A3B:     R3,#3H
A3A:     JNB P1.0,A3A
         JNB P1.0,A2M
         DJNZ R2,A3B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP COMP0
A10:  ;  CLR ACC.0
        SJMP A2M

A2M:    JNB P1.0,A2M
        MOV R2,#78H   ;;BIT 1
A2G:    MOV R3,#02H
A2H:    DJNZ R3,A2H
        JNB P1.0,A20
        DJNZ R2,A2G
        SETB ACC.1
A2X:    MOV R2,#0C0H
A3C:    MOV R3,#3H
A3D:    DJNZ R3,A3D
        JNB P1.0,B2M
        DJNZ R2,A3C
        LJMP COMP0
A20:  ; ACC.1
        SJMP B2M

B2M:    JNB P1.0,B2M
        MOV R2,#78H   ;;BIT 2
B2G:    MOV R3,#02H
B2H:    DJNZ R3,B2H
        JNB P1.0,B20
        DJNZ R2,B2G
        SETB ACC.2
B2X:    MOV R2,#0C0H
A3E:    MOV R3,#3H
A3F:    DJNZ R3,A3F
        JNB P1.0,C2M
        DJNZ R2,A3F
```

```
        LJMP COMP0
B20:  ; CLR ACC.2
        SJMP C2M

C2M:    JNB P1.0,C2M
        MOV R2,#78H   ;;BIT 3
C2G:    MOV R3,#02H
C2H:    DJNZ R3,C2H
        JNB P1.0,C20
        DJNZ R2,C2G
        SETB ACC.3
C2X:    MOV R2,#0C0H
A3G:    MOV R3,#3H
A3H:    DJNZ R3,A3H
        JNB P1.0,D2M
        DJNZ R2,A3G
        LJMP COMP0
C20:  ; CLR ACC.3
        SJMP D2M

D2M:    JNB P1.0,D2M
        MOV R2,#78H   ;;BIT 4
D2G:    MOV R3,#02H
D2H:    DJNZ R3,D2H
        JNB P1.0,D20
        DJNZ R2,D2G
        SETB ACC.4
D2X:    MOV R2,#0C0H
A3I:    MOV R3,#3H
A3J:    DJNZ R3,A3J
        JNB P1.0,E2M
        DJNZ R2,A3I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP COMP0
D20: ;  CLR  ACC.4
        SJMP E2M

E2M:    JNB P1.0,E2M
        MOV R2,#78H   ;;BIT 5
E2G:    MOV R3,#02H
E2H:    DJNZ R3,E2H
        JNB P1.0,E20
        DJNZ R2,E2G
        SETB ACC.5
E2X:    MOV R2,#0C0H
A3K:    MOV R3,#3H
A3L:    DJNZ R3,A3L
        JNB P1.0,F2M
        DJNZ R2,A3K
        LJMP COMP0
E20: ;  CLR ACC.5
        SJMP F2M

F2M:    JNB P1.0,F2M
        MOV R2,#78H   ;;BIT 6
F2G:    MOV R3,#02H
F2H:    DJNZ R3,F2H
        JNB P1.0,F20
        DJNZ R2,F2G
        SETB  ACC.6
F2X:    MOV R2,#0C0H
A3M:    MOV R3,#3H
A3N:    DJNZ R3,A3N
        JNB P1.0,G2M
        DJNZ R2,A3M
        LJMP COMP0
F20:  ; CLR  ACC.6
        SJMP G2M

G2M:    JNB P1.0,G2M
        MOV R2,#78H   ;;BIT 7
G2G:    MOV R3,#02H
G2H:    DJNZ R3,G2H
        JNB P1.0,G20
        DJNZ R2,G2G
        SETB ACC.7
G2X:    MOV R2,#0C0H
A3O:    MOV R3,#3H
A3P:    DJNZ R3,A3P
        JNB P1.0,H2C   ;*
        DJNZ R2,A3O
        LJMP COMP0
G20: ;  CLR ACC.7
        SJMP H2C       ;*

H2C:    MOV @R0,A
        INC R0
        LJMP A0B
COMP0:  MOV R2,#00H
K0L:    MOV R3,#38H

K2L:    DJNZ R3,K2L
        JNB P1.0,IOOL

        DJNZ R2,K0L
        LJMP COMP50
COMP50:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV A,21H
        MOV R1,#20H
        XCHD A,@R1    ;A=01111000B
LI_0:   CJNE A,#01111000B,LI_1
        LJMP CP_1
LI_1:   CJNE A,#00111100B,BMA
        LJMP CP_2
BMA:    LJMP BMAIN
IOOL:   DJNZ 40H,BMA
        MOV 40H,#02H
        LJMP COMP50

CP_1:   MOV A,20H
        CJNE A,#01101010B,LP_0
        MOV A,22H       ;BUTTON 0
        CJNE A,#01011001B,BMA
        SETB  P1.2
        LCALL DELAY
        DJNZ 30H,BMA
        CLR P1.2
        LCALL DELAY
        MOV 30H,#2H
        SJMP BMA

LP_0:   CJNE A,#11100111B,LP_1
        MOV A,22H       ;BUTTON 1
        CJNE A,#10000001B,BMA
        CLR P1.6
        DJNZ 31H,BMA
        SETB P1.6
        MOV 31H,#2H
        SJMP BMA

LP_1:   CJNE A,#01101000B,LP_2
        MOV A,22H       ;BUTTON 2
        CJNE A,#01111001B,BMA
        CLR P0.1
        CLR P0.2
        LCALL DELAY
        DJNZ 32H,BMA
        SETB P0.1
        SETB P0.2
        LCALL DELAY
        MOV 32H,#2H
        LJMP BMA
LP_2:   CJNE A,#10101000B,LP_3
        MOV A,22H       ;BUTTON 3
        CJNE A,#01110101B,BMA
        CLR P0.5
        CLR P0.6
        LCALL DELAY
        DJNZ 33H,LP_35
        SETB P0.5
        SETB P0.6
        LCALL DELAY
        MOV 33H,#2H
        LJMP BMA

LP_3:   CJNE A,#11101000B,LP_4
        MOV A,22H       ;BUTTON 4
        CJNE A,#01110001B,LP_35
        CLR P1.7
        DJNZ 34H,LP_35
        SETB P1.7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV 34H,#2H
        LJMP BMA

LP_35:  LJMP BMAIN

LP_4:   CJNE A,#00101001B,LP_5
        MOV A,22H       ;BUTTON 5
        CJNE A,#01101101B,LP_35
        LJMP BUTTON_5

LP_5:   CJNE A,#01101001B,LP_6
        MOV A,22H       ;BUTTON 6
        CJNE A,#01101001B,LP_35
        LJMP BUTTON_6

LP_6:   CJNE A,#10101001B,LP_7
        MOV A,22H       ;BUTTON 7
        CJNE A,#01100101B,LP_35
        LJMP BUTTON_7

LP_7:  CJNE A,#11101001B,LP_8
        MOV A,22H       ;BUTTON 8
        CJNE A,#01100001B,LP_14
        LJMP BUTTON_8

LP_8:  CJNE A,#00101010B,LP_9
        MOV A,22H       ;BUTTON 9
        CJNE A,#01011101B,LP_14
        MOV R3,#00000110B
        LJMP BMA

LP_9: CJNE A,#00101000B,LP_10
        MOV A,22H       ;BUTTON
POWER
        CJNE A,#01111101B,LP_14
        SETB P1.1
        LCALL DELAY
        DJNZ 39H,LP_14
        CLR P1.1
        LCALL DELAY
        MOV 39H,#02H
        LJMP BMA

LP_10: CJNE A,#10100010B,LP_11
        MOV A,22H       ;BUTTON PLAY
        CJNE A,#11010101B,LP_14
        LJMP PLAY

LP_11: CJNE A,#00100111B,LP_12
        MOV A,22H       ;BUTTON
 STOP
        CJNE A,#10001101B,LP_14
        LJMP STOP

LP_12:  CJNE A,#00101100B,LP_13
        MOV A,22H       ;BUTTON
 VOL+
        CJNE A,#00111101B,LP_14
        LJMP FAST

LP_13:  CJNE A,#01101100B,LP_15
        MOV A,22H       ;BUTTON
 VOL-
        CJNE A,#00111001B,LP_14
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP SLOW

LP_14:  LJMP BMAIN

LP_15:  CJNE A,#01100001B,LP_16
        MOV A,22H       ;BUTTON
    SLEEP
        CJNE A,#11101001B,LP_14
        MOV R3,#00001111B
        LJMP Y1M

LP_16:  CJNE A,#01101111B,LP_17
        MOV A,22H       ;BUTTON
  EJECT
        CJNE A,#00001001B,LP_14
        LJMP SOUND

LP_17:  CJNE A,#00100100B,LP_18
        MOV A,22H       ;BUTTON
SET+
        CJNE A,#10111101B,LP_14
      LJMP RIGTH

LP_18:  CJNE A,#00100010B,LP_19
        MOV A,22H       ;BUTTON
  SET-
        CJNE A,#11011101B,LP_14
        LJMP LEFT

LP_19:  CJNE A,#00100011B,LP_20
        MOV A,22H       ;BUTTON
    REW
        CJNE A,#11001101B,LP_14
        LJMP REVERSE

LP_20:  CJNE A,#00100001B,LP_21
        MOV A,22H       ;BUTTON FF
        CJNE A,#11101101B,LP_14
        MOV R3,#0FFH
        LJMP Y1M

LP_21:  CJNE A,#10100110B,LP_22
        MOV A,22H       ;BUTTON REC
        CJNE A,#10010101B,LP_14
        MOV R3,#00001111B
        LJMP Y1M

LP_22:  CJNE A,#11100010B,LP_23
        MOV A,22H       ;BUTTON
    STILL
        CJNE A,#11010001B,LP_14
        LJMP STILL

LP_23:  CJNE A,#01100101B,LP_24
        MOV A,22H       ;BUTTON
    MENU
        CJNE A,#10101001B,LP_14
        MOV R3,#00001111B
        LJMP Y1M

LP_24:  CJNE A,#10100001B,LP_25
        MOV A,22H       ;BUTTON
    SELECT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE A,#11100101B,LP_14
        MOV R3,#00001111B
        LJMP Y1M

LP_25:  CJNE A,#11100011B,LP_26
        MOV A,22H       ;BUTTON
    ADD
        CJNE A,#11000001B,WQE
        MOV R3,#0FH
        LJMP Y1M

LP_26:  CJNE A,#00100101B,LP_27
        MOV A,22H       ;BUTTON
    MEM
        CJNE A,#10101101B,WQE
        MOV R3,#0FH
        LJMP Y1M

LP_27:  CJNE A,#11101100B,CP_2
        MOV A,22H       ;BUTTON
    MUTE
        CJNE A,#00110001B,WQE
        MOV R3,#0FH
        LJMP Y1M

CP_2:   MOV A,20H
        CJNE A,#01101111B,LP_29
      MOV A,22H       ;BUTTON +100
      CJNE A,#00001001B,WQE
      MOV A,#00000110B
      MOV ACC.1,P0.1
Y1M:  MOV ACC.2,P0.2
      MOV P0,A
      LCALL DELAY
      DJNZ 40H,WQE
      MOV A,#11111111B
      MOV ACC.1,P0.1
      MOV ACC.2,P0.2
      MOV P0,A
      LCALL DELAY
      MOV 40H,#02H
      LJMP WQE

LP_29:  CJNE A,#11101110B,LP_30
        MOV A,22H       ;BUTTON
    SPEED
        CJNE A,#00010001B,WQE
        MOV R3,#0FH
        LJMP Y1M

LP_30:  CJNE A,#00101000B,WQE
        MOV A,22H       ;BUTTON
    MONITER
        CJNE A,#01111101B,WQE
        MOV R3,#0FH
        LJMP Y1M

WQE:    LJMP BMAIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV 20H,#00H
        MOV 21H,#00H
        MOV 22H,#00H
        MOV 23H,#00H
        MOV 24H,#00H
        MOV 25H,#00H
        LJMP BMAIN

DELAY:  MOV 2AH,#00H
H1G:    MOV 2BH,#0DH
J1K:    MOV 2CH,#0AH
K1L:    DJNZ 2CH,K1L
        DJNZ 2BH,J1K
        DJNZ 2AH,H1G
        RET
DELAY_1: MOV 2AH,#00H
K_L:    MOV 2BH,#0BH
K_J:    MOV 2CH,#08H
K_O:    DJNZ 2CH,K_O
        DJNZ 2BH,K_J
        DJNZ 2AH,K_L
        RET
DELAY_3: MOV 2AH,#00H ;SOUND
VG:     MOV 2BH,#0DH
VK:     DJNZ 2BH,VK
        DJNZ 2AH,VG
        RET
        END.
```

ซึ่งโฟล์วชาร์ตของการโปรแกรมภายใน MCS-51 แสดงไว้ในภาพที่ 3.8 ดังนั้นถ้าใช้ MCS-51 ที่ยังไม่ได้โปรแกรมจะไม่สามารถทำงานได้ตามนี้ เมื่อ MCS-51 ได้ถอดรหัสโค้ดแล้วจะส่งสัญญาณดิจิตอล ไปที่ LED1- LED8 ให้ติด หรืออาจส่งสัญญาณไปขับสเต็ปปิงมอเตอร์ หรืออาจนำสัญญาณไปควบคุม หน้าคอนแทกต์ของรีเลย์เพื่อ นำไปต่อใช้ขับโหลด 220 โวลต์ อาจจะเป็นหลอดไฟ หรือ อุปกรณ์อื่นก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

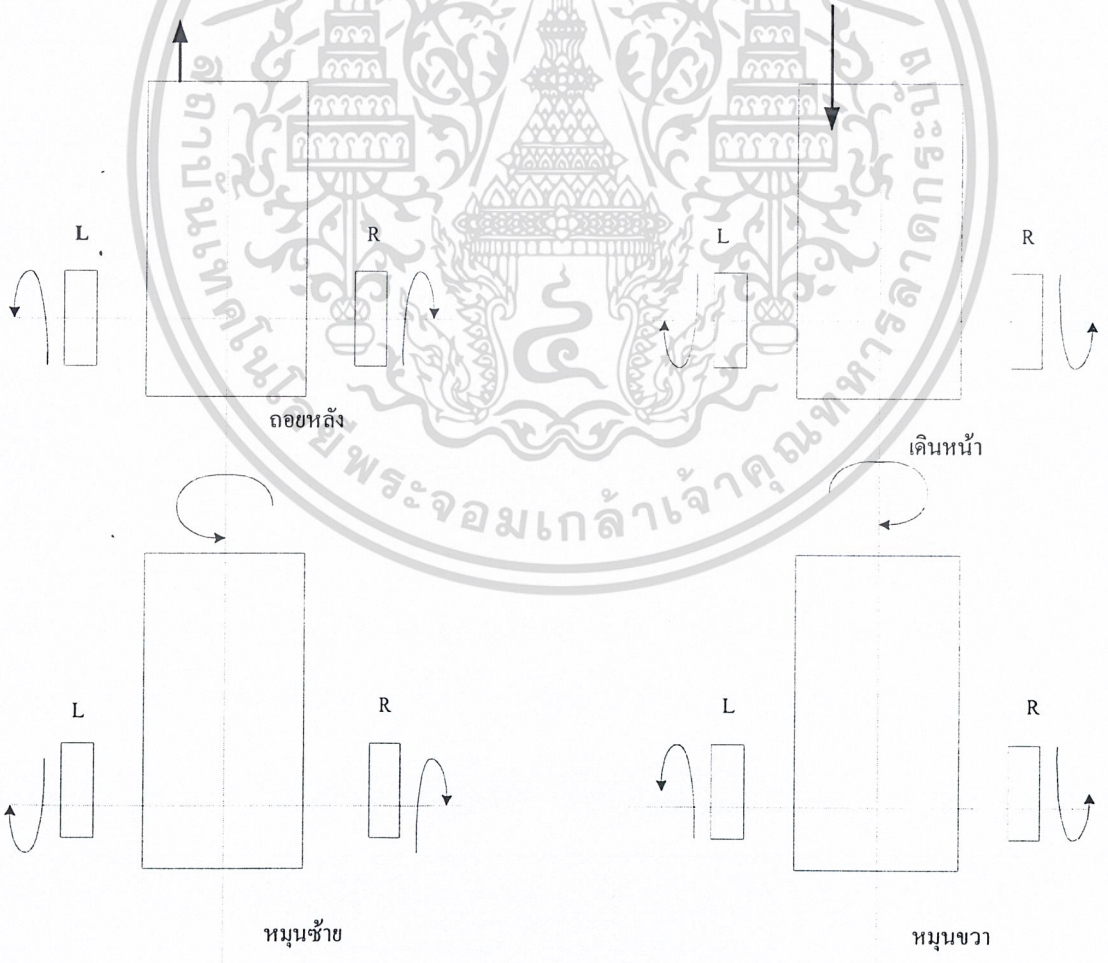
บทที่ 4
การออกแบบและการสร้างรถบังคับอินฟราเรด

4.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบตัวรถจะใช้สเต็ปปิงมอเตอร์ เป็นตัวขับเคลื่อนตัวรถเนื่องจากสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ของรถได้ง่ายนอกจากนี้สเต็ปปิงมีความเที่ยงตรงในการที่จะให้รถเคลื่อนที่หรือหยุดรถและสามารถควบคุมความเร็วได้ง่าย

4.2 การออกแบบทางด้าน ระบบการขับเคลื่อนของตัวรถ

เป็นการทดลองเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมให้รถเคลื่อนที่ในทิศทางมาตรฐานเช่นเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ถอยหลังซ้าย/ขวา หมุนตัวไปทางซ้ายหรือทางขวา และเคลื่อนที่ตามแผนที่ที่กำหนดในหน่วยความจำ



ภาพที่ 4.1 ระบบการขับเคลื่อนของตัวรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

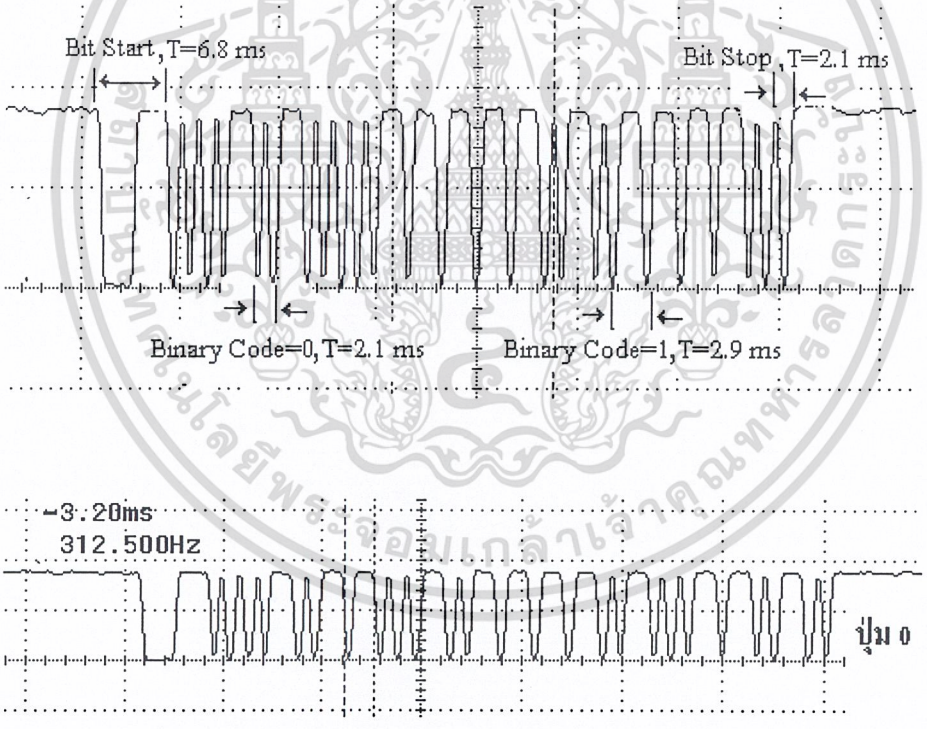
บทที่ 5
ผลการทดลอง

5.1 กล่าวนำ

ในการถอดรหัสสัญญาณจะมีข้อแตกต่างในเรื่องของรูปแบบของรูปสัญญาณจึงทำให้รหัสของสัญญาณมีความแตกต่างของสัญญาณด้วย

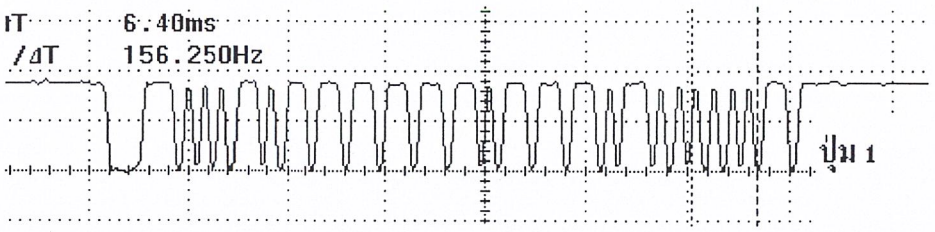
5.2 รูปการถอดรหัสสัญญาณ รีโมท

รูปสัญญาณที่ได้จาการถอดรหัสรีโมท จะมีลักษณะที่ แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการออกแบบระหัสของตังส่งตัวส่ง แต่ในขบวน Binary Code จะมีระหัสที่คล้ายกันอยู่บ้าง เช่น รหัส 4 Bit นำหน้า (Leader Code) ดังรูป

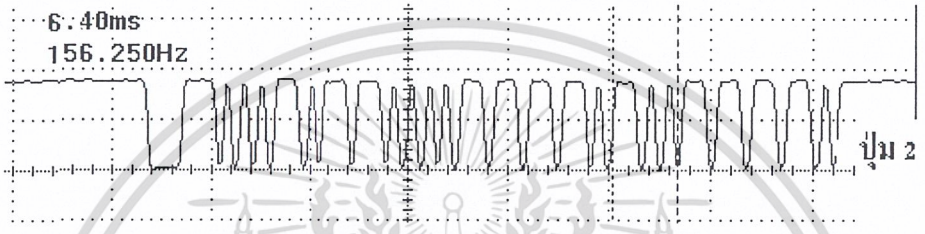


Binary Code = 00010110-01011110-10011010

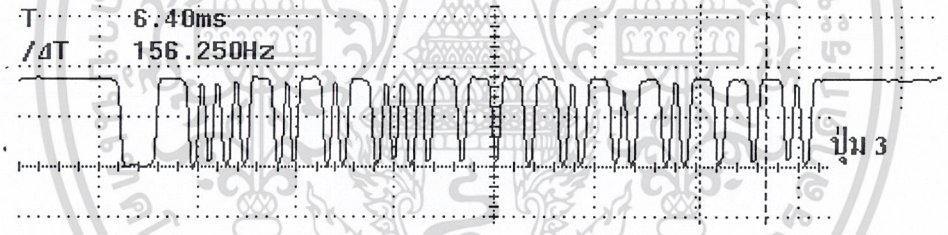
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Binary Code = 00010111-11101110-10000001



Binary Code =00010110-00011110-10011110



Binary Code = 00010101-00011110-10101110

ภาพที่ 5.1 แสดงผลการทดลอง

ฉะนั้นจะได้ระหัส Binary ของรีโมท ทุกปุ่มที่ใช้คือ

-ปุ่ม Power Binary Code = 00010100-00011110-10111110

-ปุ่ม Eject Binary Code = 00010110-11111110-10010000

-ปุ่ม +100 Binary Code = 00110110-11111100-10010000

-ปุ่ม 0 Binary Code = 00010110-01011110-10011010

-ปุ่ม 1 Binary Code = 00010111-11101110-10000001

-ปุ่ม 2 Binary Code = 00010110-00011110-10011110

-ปุ่ม 3 Binary Code = 00010101-00011110-10101110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ปุ่ม 4 Binary Code = 00010111-00011110-10001110

-ปุ่ม 5 Binary Code = 00010100-10011110-10110110

-ปุ่ม 6 Binary Code = 00010110-10011110-10010110

-ปุ่ม 7 Binary Code = 00010101-10011110-10100110

-ปุ่ม 8 Binary Code = 00010111-10011110-10000110

-ปุ่ม Volume+ Binary Code = 00010100-00111110-10111100

-ปุ่ม Volume- Binary Code = 00010110-01111100-10011100

-ปุ่ม Stop Binary Code = 00010100-11101110-10110001

-ปุ่ม Play Binary Code = 00010101-01001110-10101011

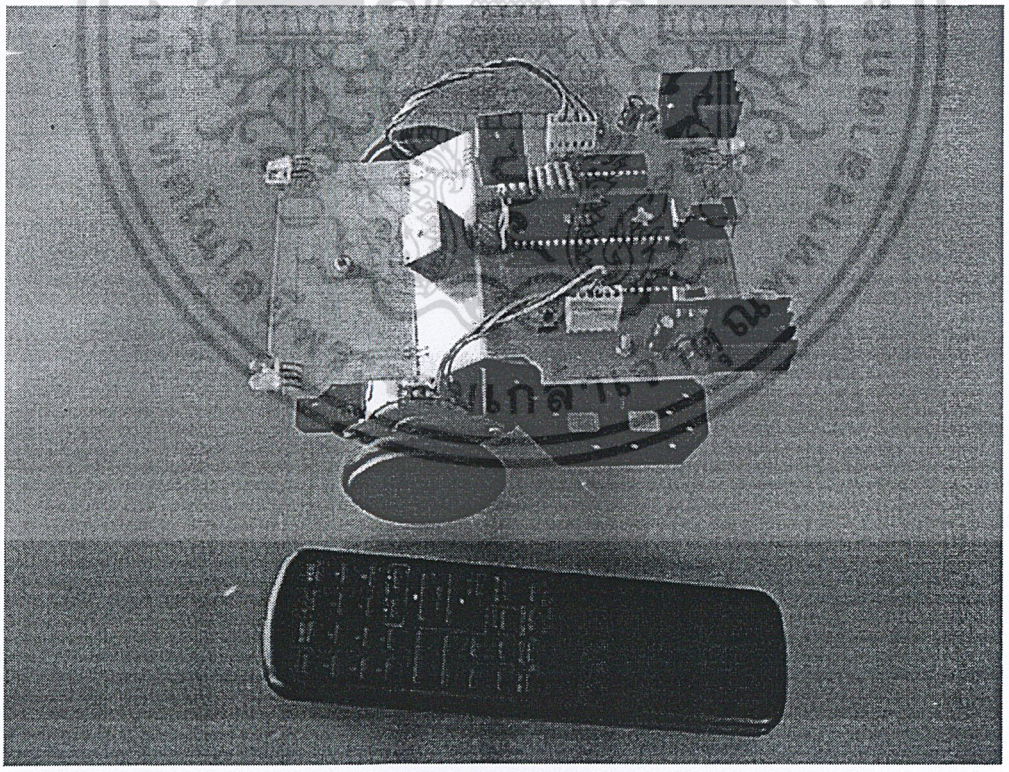
-ปุ่ม CH+ Binary Code = 00010100-00101110-10111101

- ปุ่ม CH- Binary Code = 00010100-01001110-10111011

-ปุ่ม Rew Binary Code = 00010100-11001110-10110011

-ปุ่ม FF Binary Code = 00010100-10001110-10110111

5.3 แสดงชิ้นงานรูปของตัวรถ



ภาพที่5.2 แสดงชิ้นงานสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองถอดรหัสสัญญาณไบนารี จากรีโมทอินฟราเรดทำให้ทราบถึงลักษณะของรูปสัญญาณแต่ละปุ่มโดยใน 1 รูปสัญญาณจะมีรหัสสัญญาณอยู่24บิต จำนวนบิตของสัญญาณจะบ่งบอกถึงความละเอียด ความเที่ยงตรงของการส่งสัญญาณกล่าวคือถ้ามีจำนวนบิตมากจะมีความแม่นยำในการรับส่งสูงถ้ามีจำนวนบิตน้อย จ ะ ทำให้มีความแม่นยำในการรับส่งต่ำ ก่อนที่จะส่งรหัสไบนารีจะต้องนำสัญญาณด้วยบิต Start และสิ้นสุดการส่งสัญญาณด้วยบิต Stop ทุกปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

หลักการทำงานและออกแบบรีโมทคอนโทรลแบบทุกชนิด ล้วนมีพื้นฐานในทำนองเดียวกันทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมโดยตรงด้วยสายไฟ การควบคุมโดยตรงกันทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมโดยตรงด้วยสายไฟ การควบคุมแบบไร้สายที่ใช้คลื่นวิทยุหรือคลื่นแสงตลอดจนการควบคุมผ่านทางสายไฟฟ้าภายในบ้าน เพียงแต่ใช้ชุดวงจรรับส่งสัญญาณควบคุมหรือคลื่นพาห์ที่แตกต่างกันเท่านั้น ในการออกแบบระบบจริงไว้ใช้งาน ควรกำหนดรูปแบบของระบบคร่าว ๆ ไว้ก่อน เช่น ต้องการควบคุมฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์อะไรบ้าง สัญญาณควบคุมเป็นแบบไหน (ดิจิตอล, อะนาลอก, พัลส์เดียว ฯลฯ) ตัวกลางนำสัญญาณเป็นอะไร (มีสาย, ไร้สาย, อินฟราเรด ฯลฯ) รูปแบบของรหัสสัญญาณ (อนุกรมพัลส์, พีพีเอ็ม ฯลฯ) เหล่านี้เป็นต้น

6.2 ข้อเสนอแนะและแก้ไข

ข้อแนะนำเกี่ยวกับการเลือกใช้ไอซี อาจได้แก่ไอซีเบอร์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

วงจรเข้ารหัส : PC1373, SL 486

วงจรรับแสง : μPC1373, SL486

วงจรถอดรหัสและควบคุม : MS8485P, ML920, ML926/7, ML922, CD4514, CD4515, CD4013, CD4028, 7477, 7422, 7415, 7425

ไอซีเหล่านี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของไอซีที่อาจนำมาใช้งานได้ ซึ่งต้องมีการเลือกใช้ให้เหมาะสมทั้งระบบด้วย

6.3แนวทางพัฒนา

ในการที่จะนำระบบอินฟราเรดไปใช้งานควรทำการออกแบบตัวส่งสัญญาณโดยให้จำนวนบิตในการเข้ารหัส สูงหรือจำนวนมาก เพื่อที่จะทำให้มีความแม่นยำ ในการรับส่งสูงในส่วนของสเต็ปปิงมอเตอร์ควรใช้สเต็ปปิงมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่หรือรับกระแสได้มาก เมื่อต้องการที่จะออกแบบตัวรถให้ใหญ่ขึ้นเพื่อที่จะรับน้ำหนักได้มากขึ้น ในส่วนของวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์ควรจะใช้ทรานซิสเตอร์ หรือ FET แทน ICเพราะในทรานซิสเตอร์หรือ FET สามารถติด Heatzingเพื่อระบายความร้อนได้ดีกว่า IC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์.** กรุงเทพมหานคร:บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์

สมยศ จุณณะปิยะ **การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง:ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

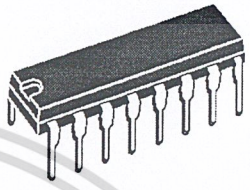
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2001A-ULN2002A
ULN2003A-ULN2004A

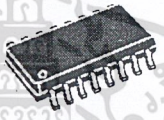
SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT



DIP16

ORDERING NUMBERS: ULN2001A/2A/3A/4A



SO16

ORDERING NUMBERS: ULN2001D/2D/3D/4D

DESCRIPTION

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

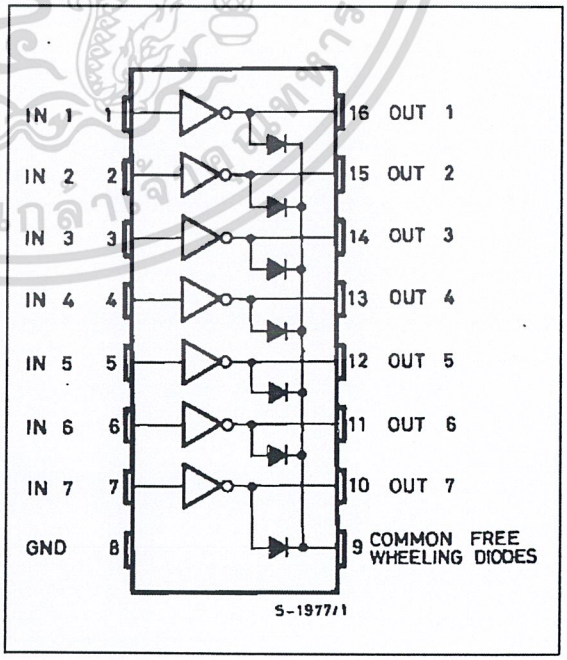
The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6–15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful fcr driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal printheads and high power buffers.

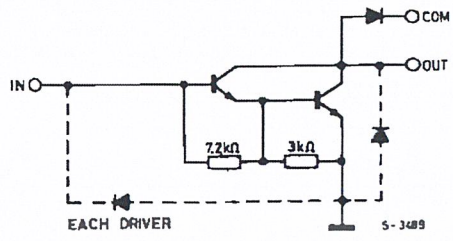
The ULN2001A/2002A/2003Aand 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.

PIN CONNECTION

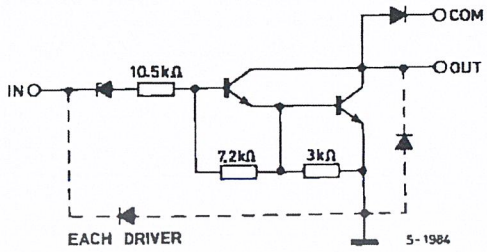


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

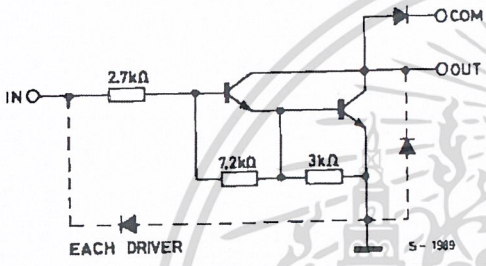
SCHEMATIC DIAGRAM



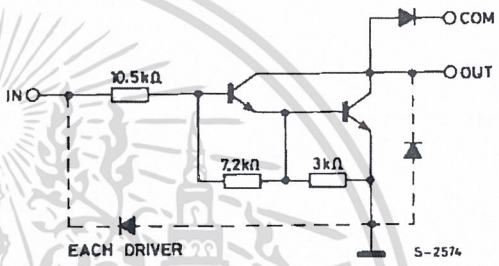
Series ULN-2001A
(each driver)



Series ULN-2002A
(each driver)



Series ULN-2003A
(each driver)



Series ULN-2004A
(each driver)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_o	Output Voltage	50	V
V_{in}	Input Voltage (for ULN2002A/D - 2003A/D - 2004A/D)	30	V
I_c	Continuous Collector Current	500	mA
I_b	Continuous Base Current	25	mA
T_{amb}	Operating Ambient Temperature Range	– 20 to 85	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	– 55 to 150	°C
T_j	Junction Temperature	150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter		DIP16	SO16	Unit
$R_{th\ j\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	70	100	°C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25°C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Fig.
I_{CEX}	Output Leakage Current	V_{CE} = 50V T_{amb} = 70°C, V_{CE} = 50V T_{amb} = 70°C for ULN2002A V_{CE} = 50V, V_i = 6V for ULN2004A V_{CE} = 50V, V_i = 1V			50 100 500 500	µA µA µA µA	1a 1a 1b 1b
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter Saturation Voltage	I_C = 100mA, I_B = 250µA I_C = 200 mA, I_B = 350µA I_C = 350mA, I_B = 500µA		0.9 1.1 1.3	1.1 1.3 1.6	V V V	2 2 2
$I_{i(on)}$	Input Current	for ULN2002A, V_i = 17V for ULN2003A, V_i = 3.85V for ULN2004A, V_i = 5V V_i = 12V		0.82 0.93 0.35 1	1.25 1.35 0.5 1.45	mA mA mA mA	3 3 3 3
$I_{i(off)}$	Input Current	T_{amb} = 70°C, I_C = 500µA	50	65		µA	4
$V_{i(on)}$	Input Voltage	V_{CE} = 2V for ULN2002A I_C = 300mA for ULN2003A I_C = 200mA I_C = 250mA I_C = 300mA for ULN2004A I_C = 125mA I_C = 200mA I_C = 275mA I_C = 350mA			 13 2.4 2.7 3 5 6 7 8	V	5
h_{FE}	DC Forward Current Gain	for ULN2001A V_{CE} = 2V, I_C = 350mA	1000				2
C_i	Input Capacitance			15	25	pF	
t_{PLH}	Turn-on Delay Time	0.5 V_i to 0.5 V_o		0.25	1	µs	
t_{PHL}	Turn-off Delay Time	0.5 V_i to 0.5 V_o		0.25	1	µs	
I_R	Clamp Diode Leakage Current	V_R = 50V T_{amb} = 70°C, V_R = 50V			50 100	µA µA	6 6
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	I_F = 350mA		1.7	2	V	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS

Figure 1a.

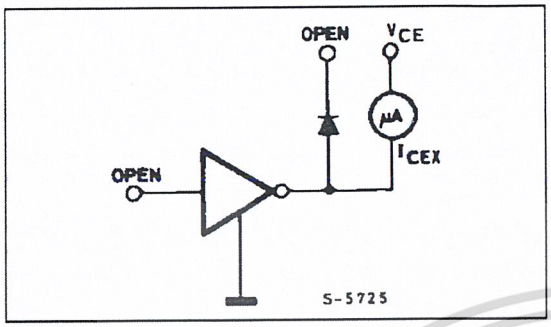


Figure 1b.

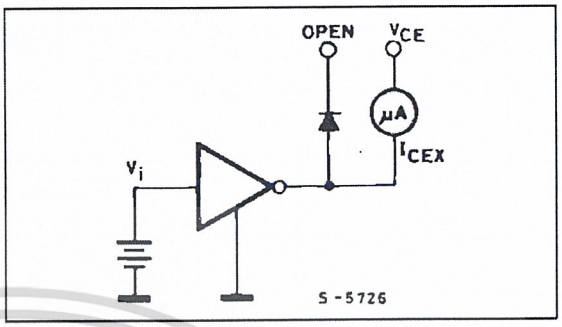


Figure 2.

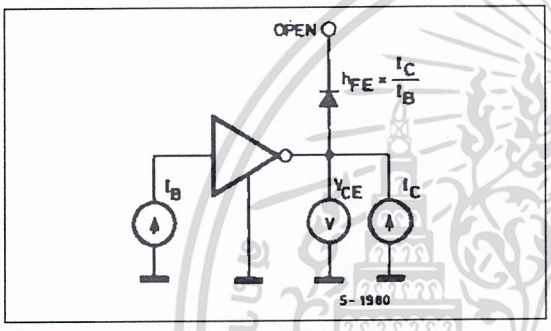


Figure 3.

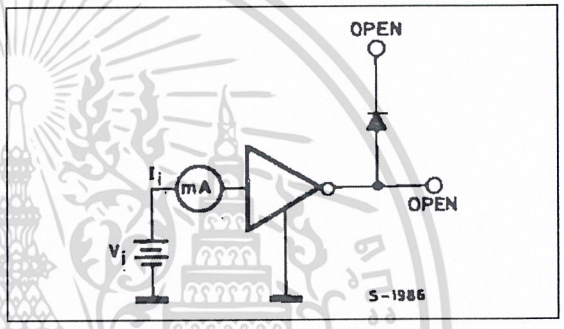


Figure 4.

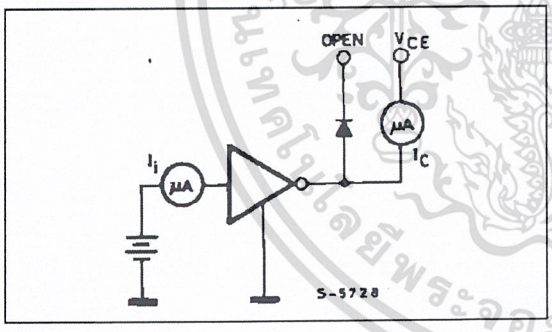


Figure 5.

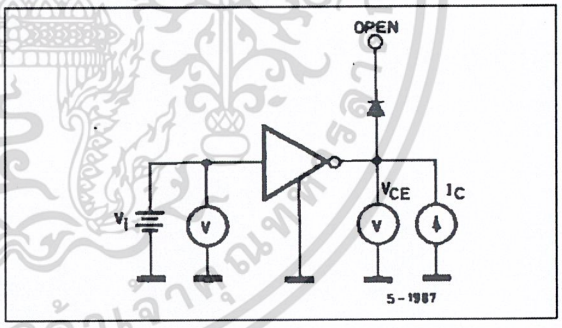


Figure 6.

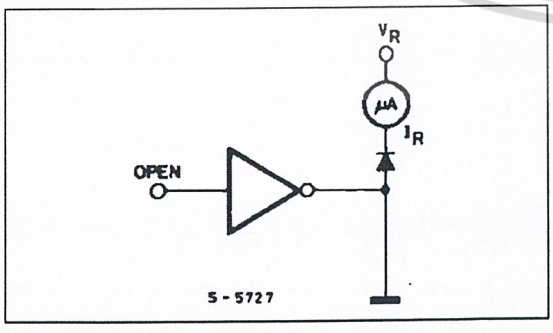
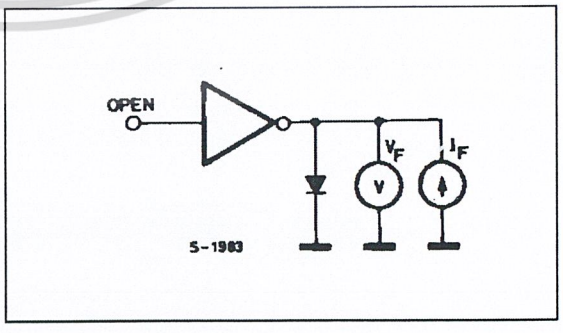


Figure 7.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 8: Collector Current versus Input Current

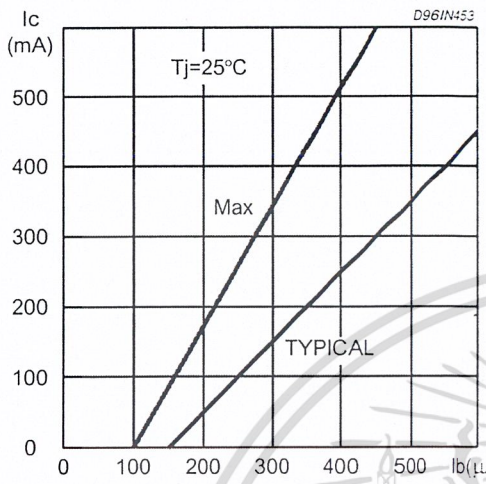


Figure 9: Collector Current versus Saturation Voltage

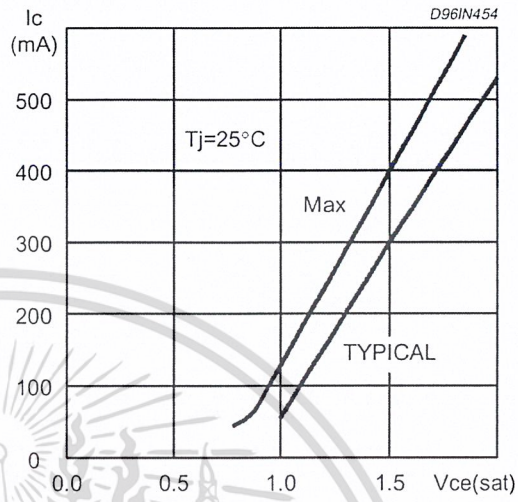


Figure 10: Peak Collector Current versus Duty Cycle

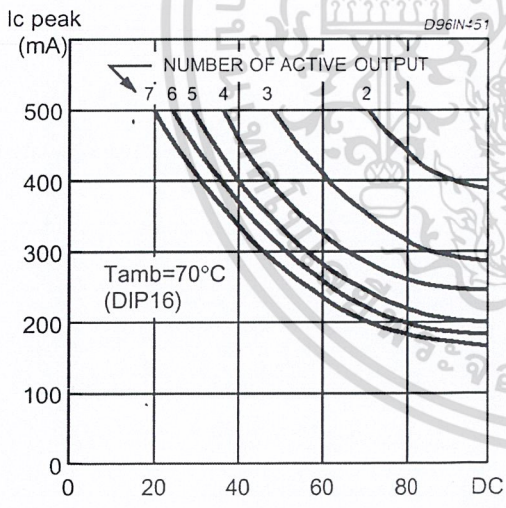
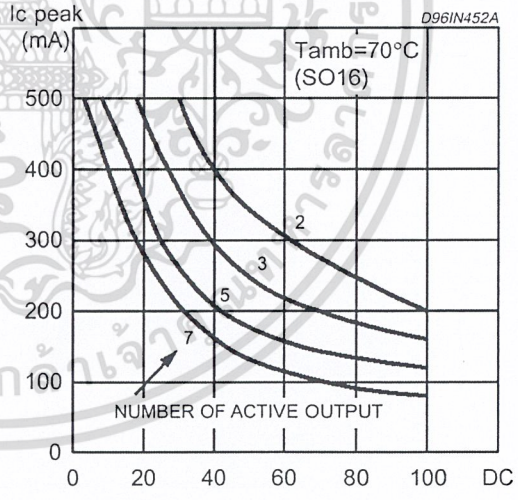


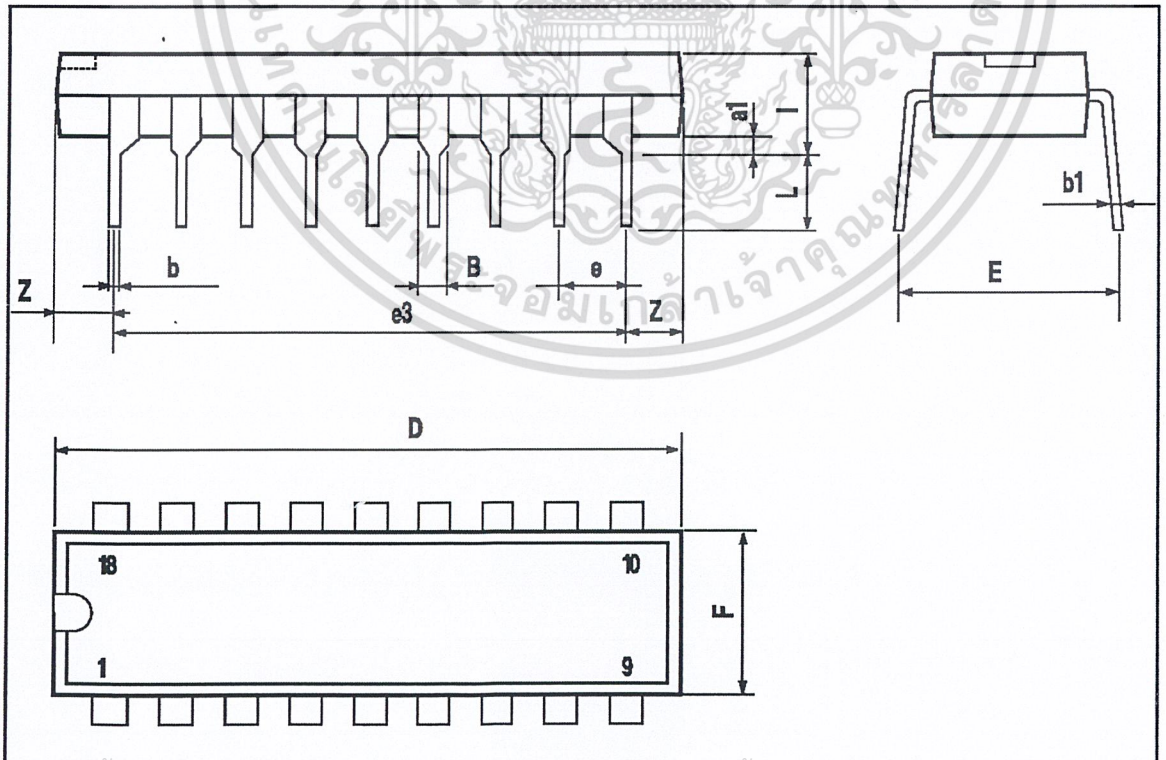
Figure 11: Peak Collector Current versus Duty Cycle



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIP16 PACKAGE MECHANICAL DATA

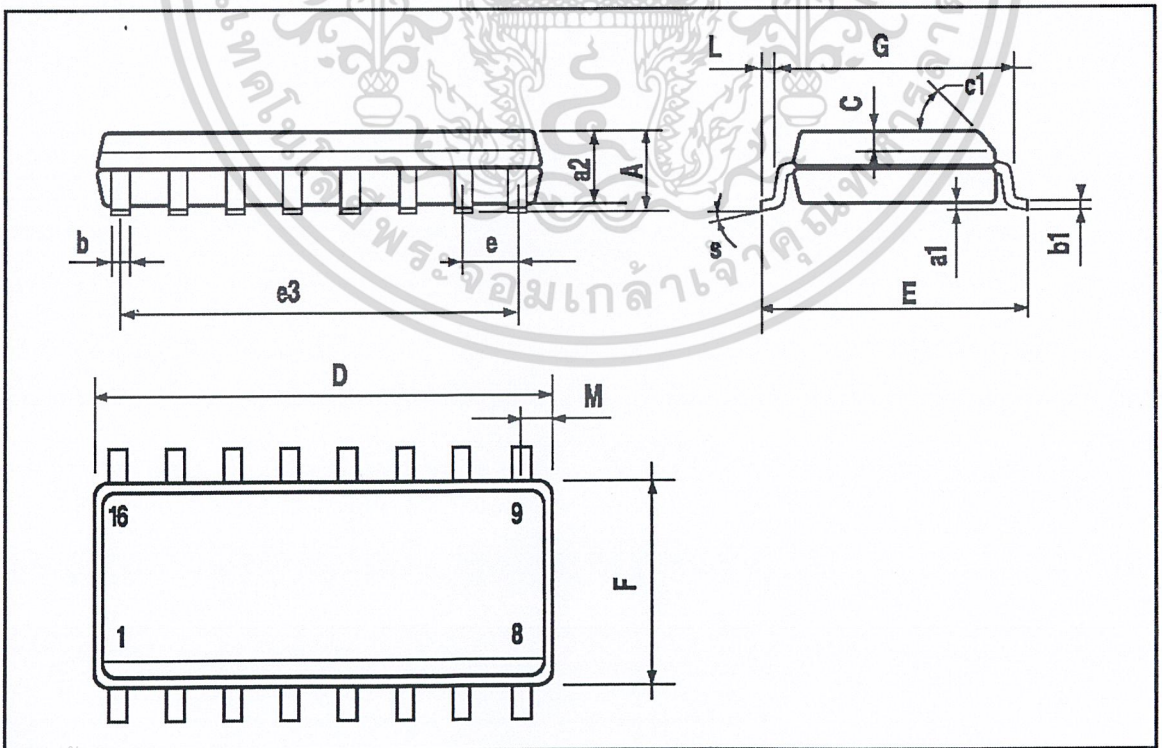
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.65	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SO16 PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.25	0.004		0.009
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45 (typ.)					
D	9.8		10	0.386		0.394
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.89			0.350	
F	3.8		4.0	0.150		0.157
L	0.4		1.27	0.016		0.050
M			0.62			0.024
S	8 (max.)					



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 1998 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

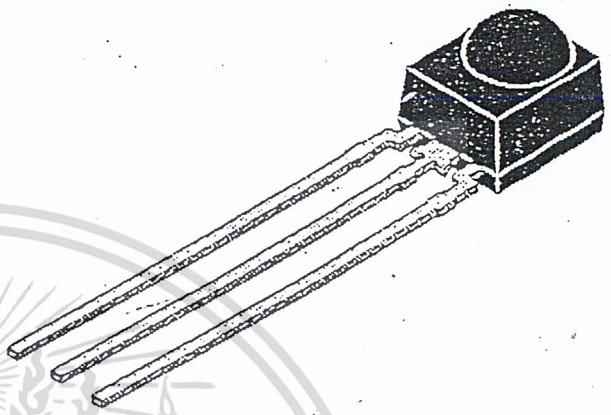
Australia - Brazil - Canada - China - France - Germany - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Mexico - Morocco - The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Photo Modules for PCM Remote Control Systems

Available types for different carrier frequencies

Type	f_0	Type	f_0
TSOP1830	30 kHz	TSOP1833	33 kHz
TSOP1836	36 kHz	TSOP1837	36.7 kHz
TSOP1838	38 kHz	TSOP1840	40 kHz
TSOP1856	56 kHz		



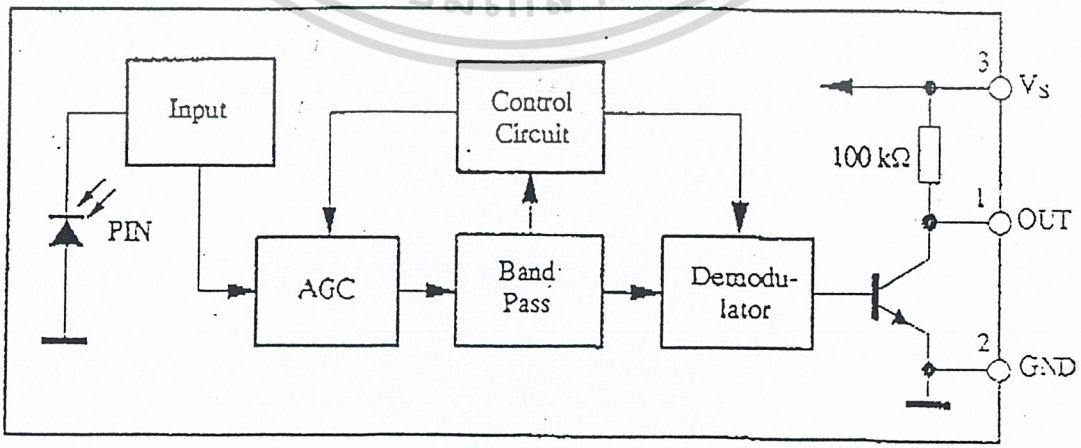
Description

The TSOP18.. - 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. The main benefit is the reliable function even in disturbed ambient and the protection against uncontrolled output pulses.

Features

- Photo detector and preamplifier in one package
- Output active low
- Internal filter for PCM frequency
- Advanced immunity against ambient light
- Improved shielding against electric field disturbance
- 3–6 Volt supply voltage, low power consumption
- TTL and CMOS compatibility
- Intelligent AGC

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

T_{amb} = 25°C

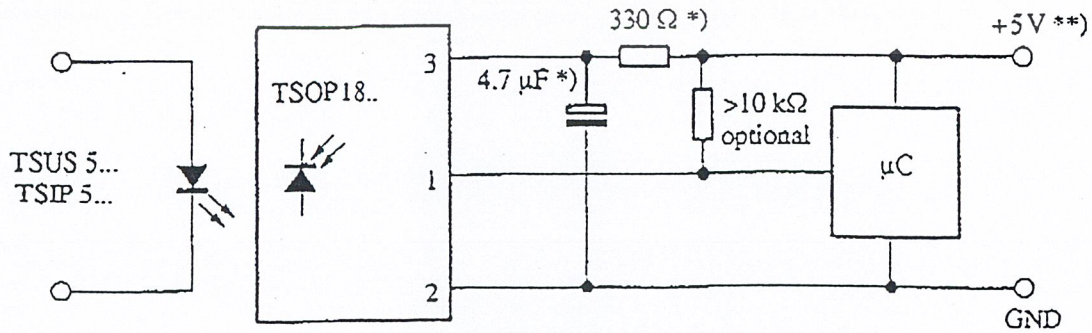
Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	(Pin 3)	V_S	-0.3...6.0	V
Supply Current	(Pin 3)	I_S	5	mA
Output Voltage	(Pin 1)	V_O	-0.3...6.0	V
Output Current	(Pin 1)	I_O	5	mA
Junction Temperature		T_j	100	°C
Storage Temperature Range		T_{stg}	-25...+85	°C
Operating Temperature Range		T_{amb}	-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}	0.9	1.2	1.8	mA
	V_S = 5 V, E_v = 40 klx, sunlight	I_{SH}		1.6		mA
Transmission Distance	E_v = 0, test signal see fig.8. IR diode TSIP5201, I_F = 300 mA	d		30		m
Output Voltage Low (Pin 1)	I_{OSL} = 0.5 mA, E_e = 0.7 mW/m², f = f_o	V_{OSL}			250	mV
Irradiance (30 - 40 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 5/f_o$. test signal (see fig.8)	$E_{e\,min}$		0.4	0.5	mW/m²
Irradiance (56 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 5/f_o$. test signal (see fig.8)	$E_{e\,min}$		0.5	0.7	mW/m²
Irradiance		$E_{e\,max}$	30			W/m²
Directivity	Angle of half transmission distance	$\varphi_{1/2}$		±45		deg

Application Circuit



96 12212

*) only necessary to suppress power supply disturbances
**) tolerated supply voltage range : 3 V< V_S <6 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

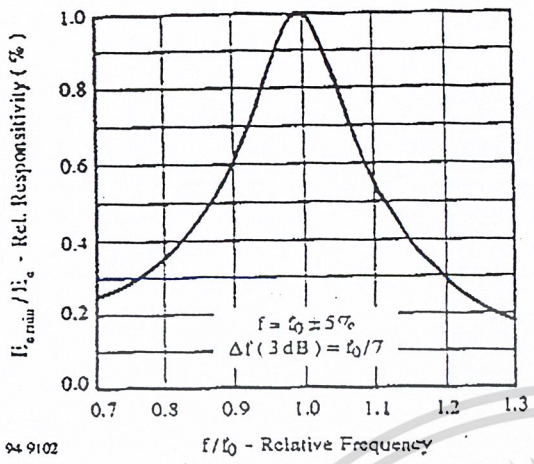


Figure 1. Frequency Dependence of Responsivity

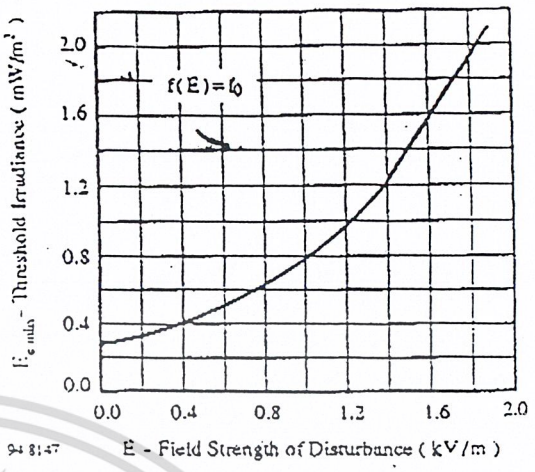


Figure 4. Sensitivity vs. Electric Field Disturbances

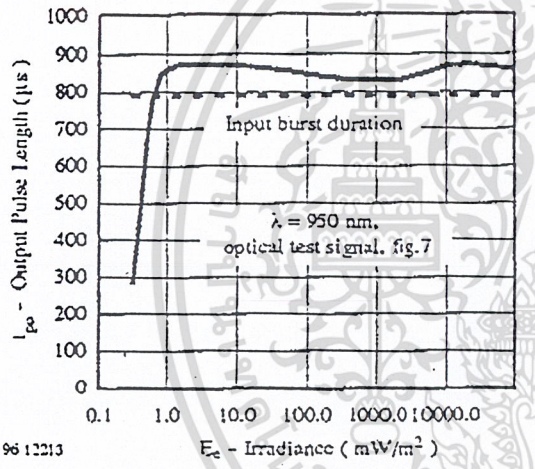


Figure 2. Sensitivity in Dark Ambient

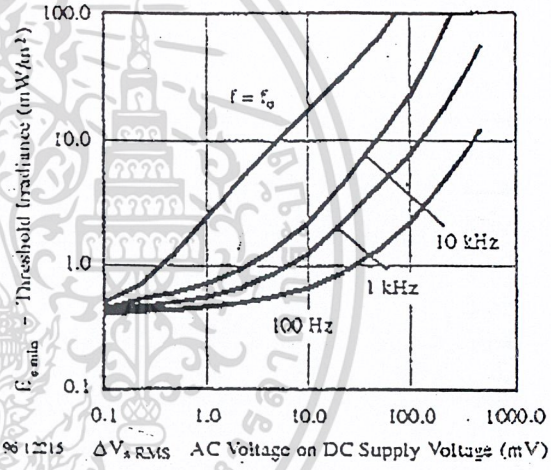


Figure 5. Sensitivity vs. Supply Voltage Disturbances

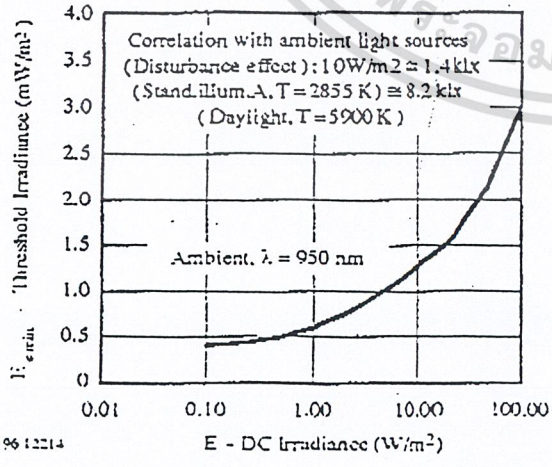


Figure 3. Sensitivity in Bright Ambient

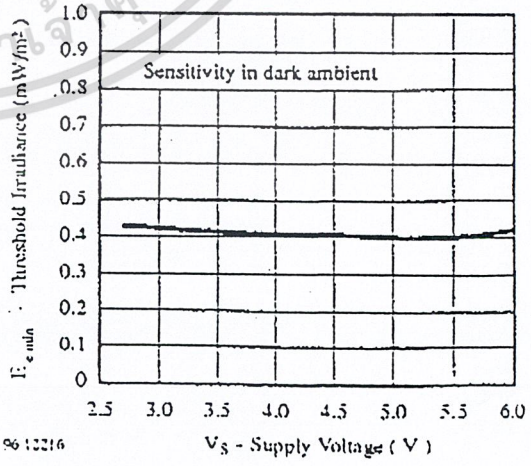


Figure 6. Sensitivity vs. Supply Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

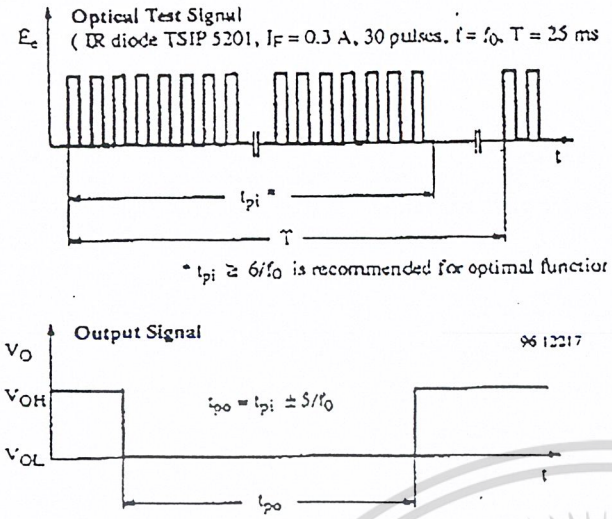


Figure 7. Output Function

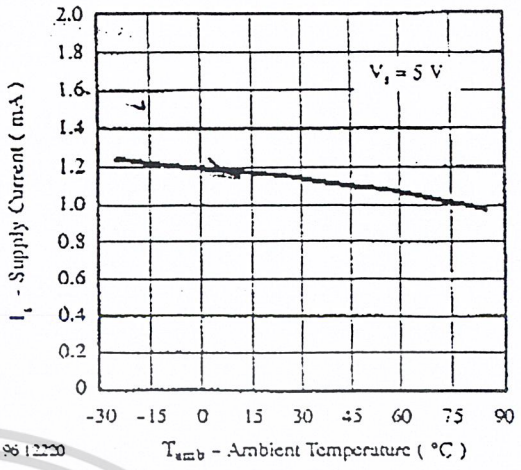


Figure 10. Supply Current vs. Ambient Temperature

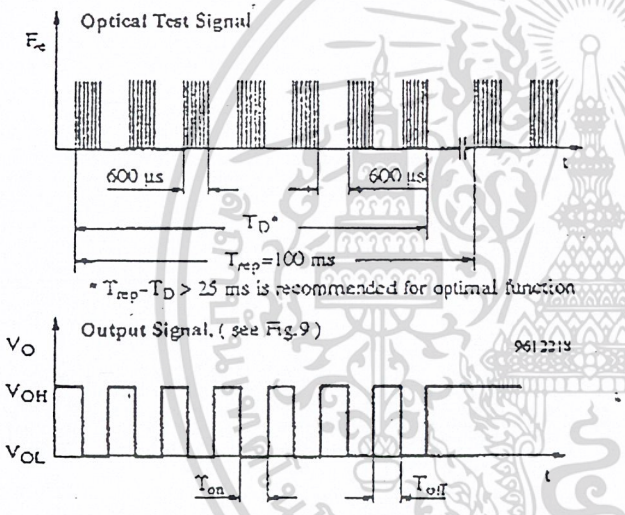


Figure 8. Output Function

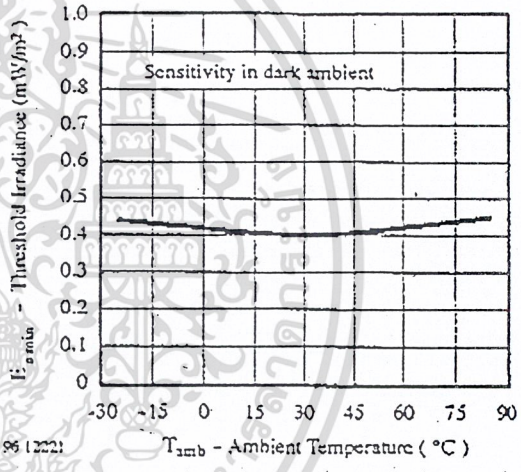


Figure 11. Sensitivity vs. Ambient Temperature

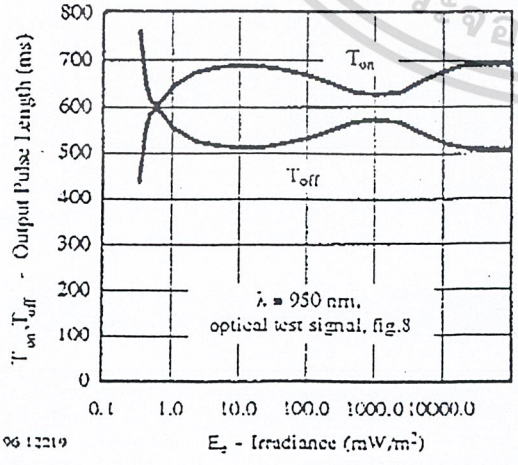


Figure 9. Output Pulse Diagram

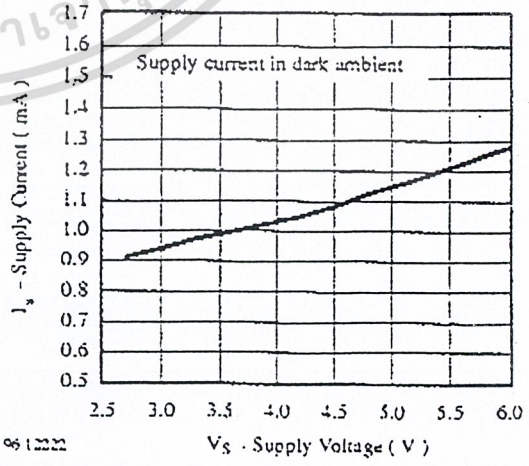


Figure 12. Supply Current vs. Supply Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

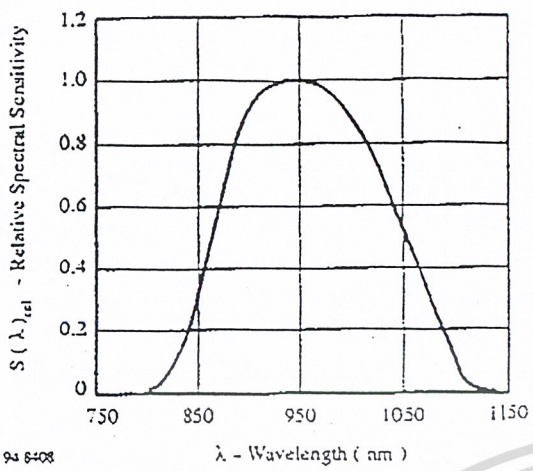


Figure 13. Relative Spectral Sensitivity vs. Wavelength

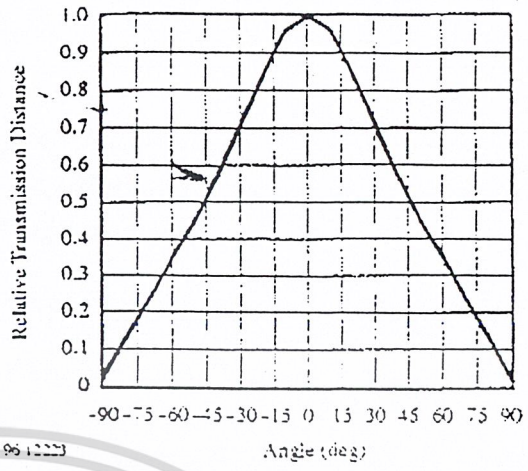
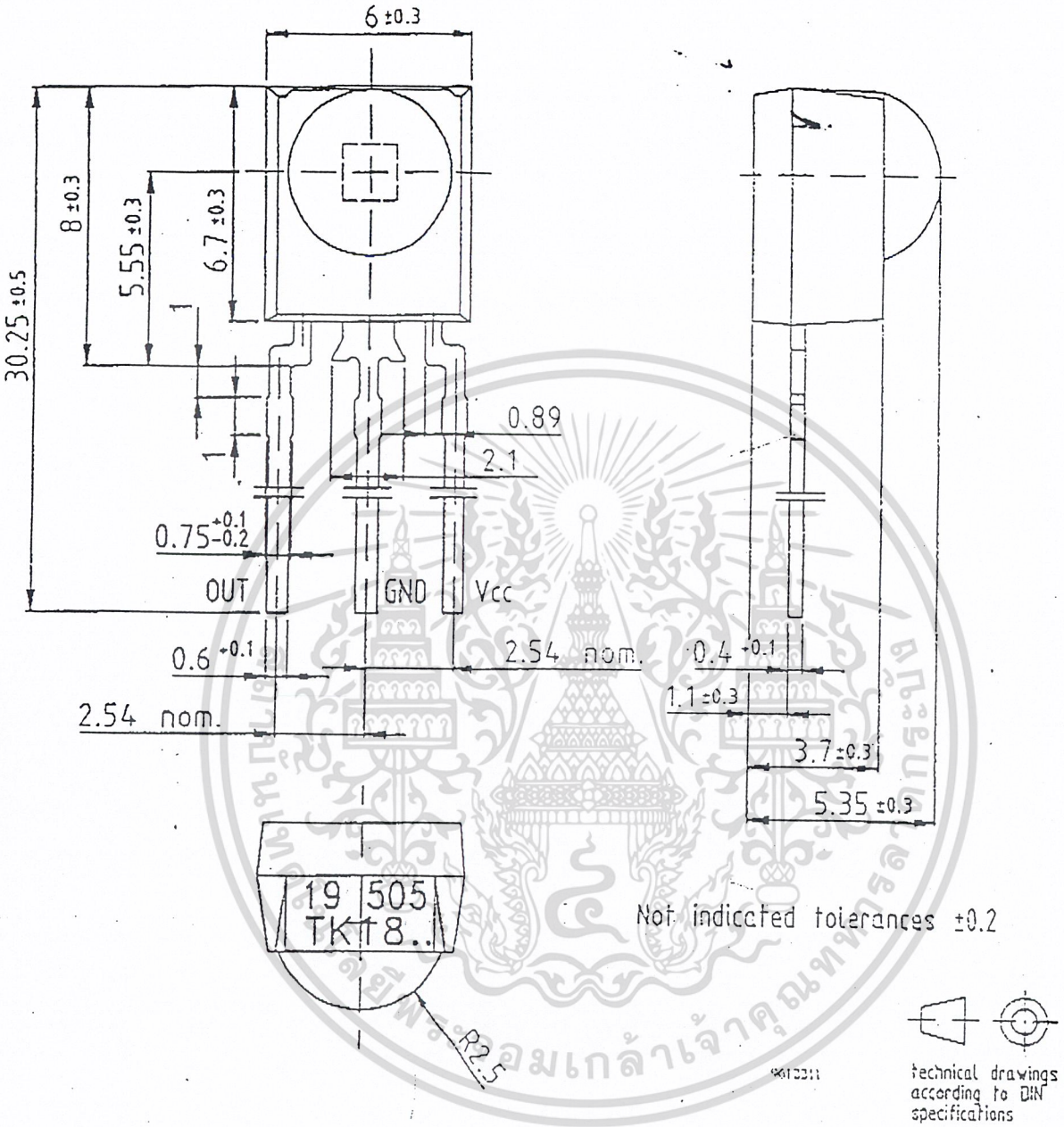


Figure 14. Directivity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dimensions in mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

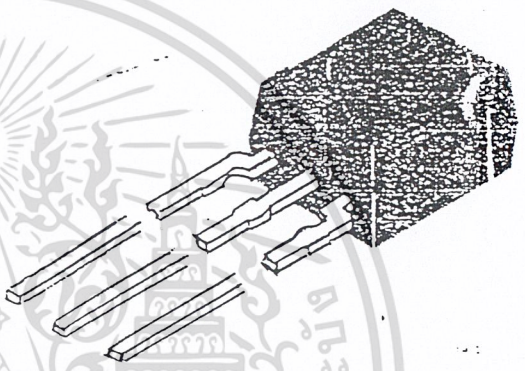
Photo Modules for PCM Remote Control Systems

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

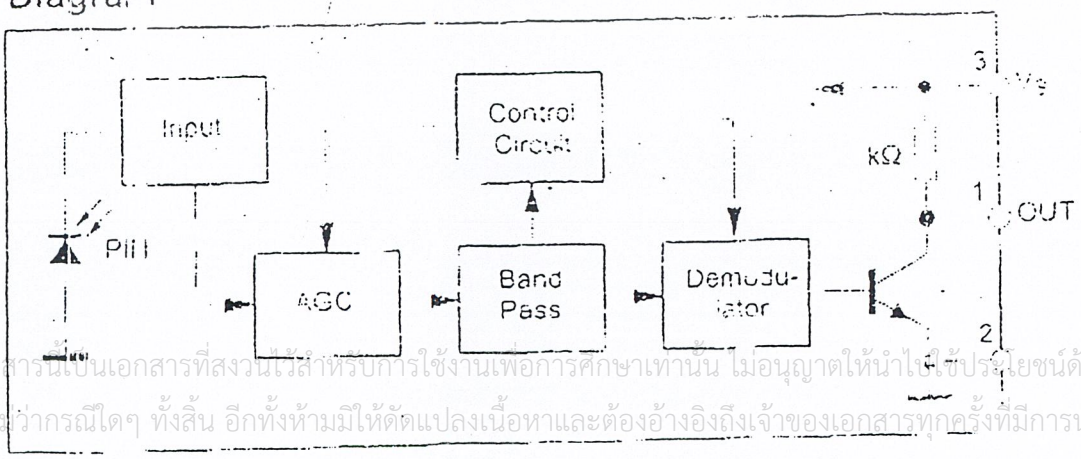
The TSOP48.. – series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as IR filter.
The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. TSOP48.. is the standard IR remote control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



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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

T_{amb} = 25 °C

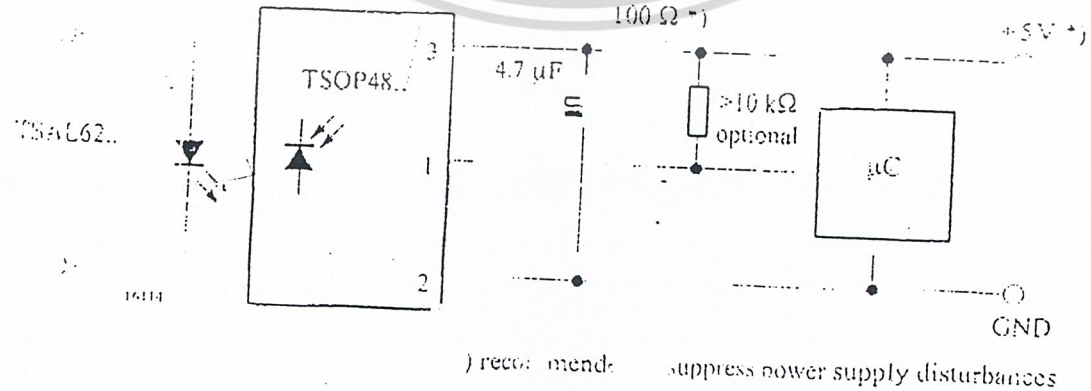
Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	(Pin 2)	V_S	−0.3...6.0	V
Supply Current	(Pin 2)	I_S	5	mA
Output Voltage	(Pin 1)	V_O	−0.3...6.0	V
Output Current	(Pin 3)	I_O	5	mA
Junction Temperature		T_j	100	°C
Storage Temperature Range		T_{stg}	−25...+85	°C
Operating Temperature Range		T_{amb}	−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

Electrical 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 (38 – 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	$t_{pi} - 5/f_o < t_{po2} < t_{pi} - 6/f_o$	$E_{e\,max}$	30			W/m²
Directivity	Angle of half transmission distance	$\varphi_{1/2}$		±45		deg

Application Circuit



*) recommended to suppress power supply disturbances

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suitable Data Format

The circuit of the TSOP48... is designed in that way that unexpected output pulses due to noise or disturbance signals are avoided. A bandpassfilter, an integrator stage and an automatic gain control are used to suppress such disturbances.
The distinguishing mark between data signal and disturbence signal are carrier frequency, burst length and duty cycle.

The data signal should fullfill the following condition:

- Carrier frequency should be close to center frequency of the bandpass (e.g. 38kHz).
- Burst length should be 10 cycles/burst or longer.
- After each burst which is between 10 cycles and 70 cycles a gap time of at least 14 cycles is neccessary.
- For each burst which is longer than 1.8ms a corresponding gap time is necessary at some time in the data stream. This gap time should be at least 4 times longer than the burst.
- Up to 800 short bursts per second can be received continuously.

Some examples for suitable data format are:
NEC Code, Toshiba Micom Format, Sharp Code, RC5 Code, RC6 Code, R–2000 Code.

When a disturbance signal is applied to the TSOP48... it can still receive the data signal. However the sensitivity is reduced to that level that no unexpected pulses will occure.

Some examples for such disturbance signals which are suppressed by the TSOP48... are:

- DC light (e.g. from tungsten bulb or sunlight)
- Continuous signal at 38kHz or at any other frequency
- Signals from fluorescent lamps with electronic ballast with high or low modulation (see Figure A or Figure B).

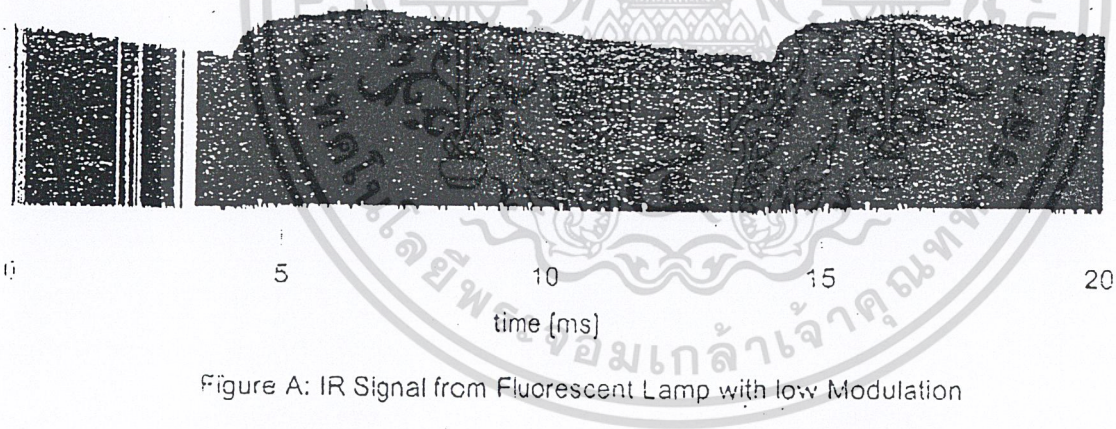


Figure A: IR Signal from Fluorescent Lamp with low Modulation

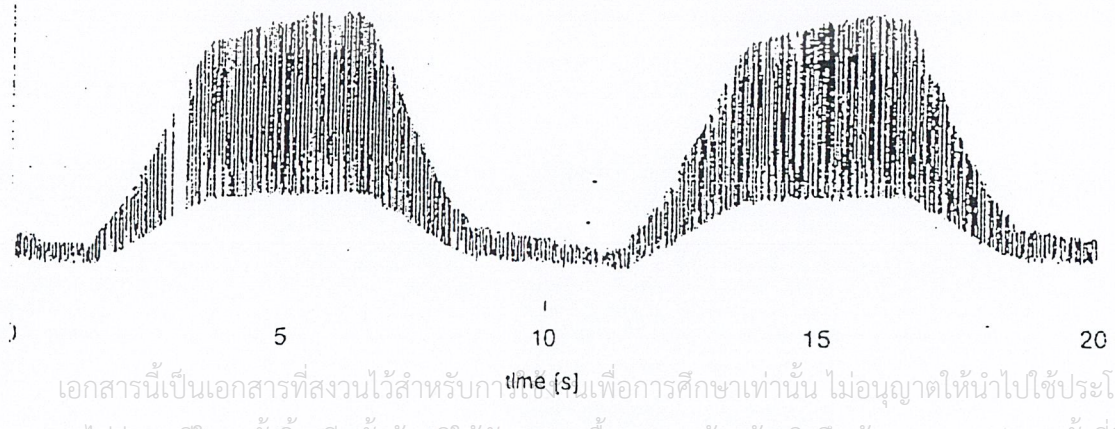


Figure B: IR Signal from Fluorescent Lamp with high Modulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

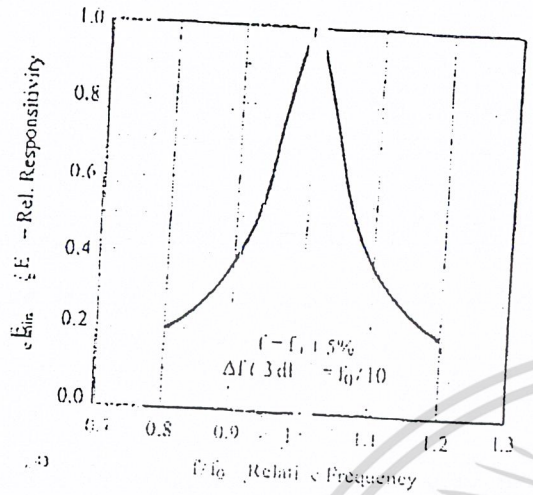


Figure 1 Frequency Dependence of Responsivity

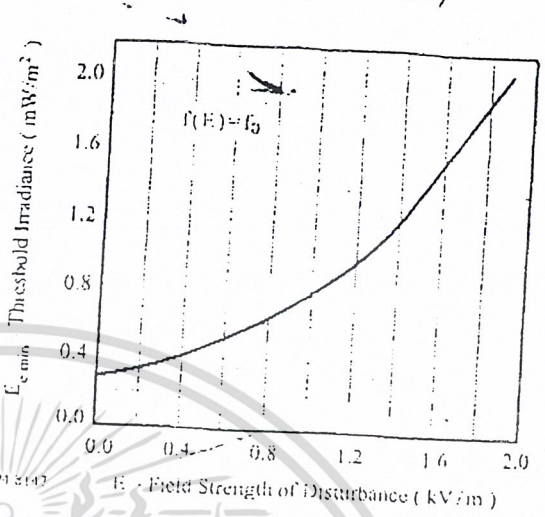


Figure 4. Sensitivity vs. Electric Field Disturbances

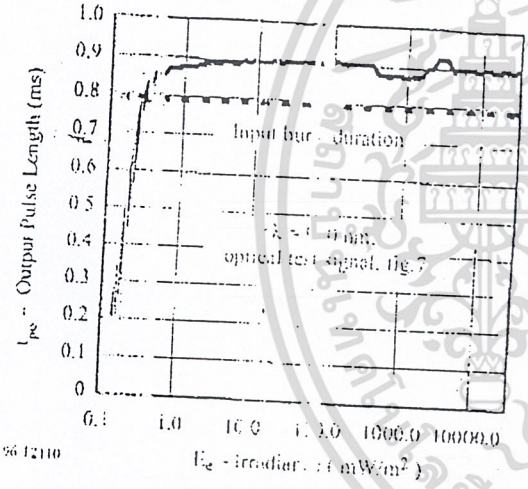


Figure 2. Sensitivity in Dark Ambient

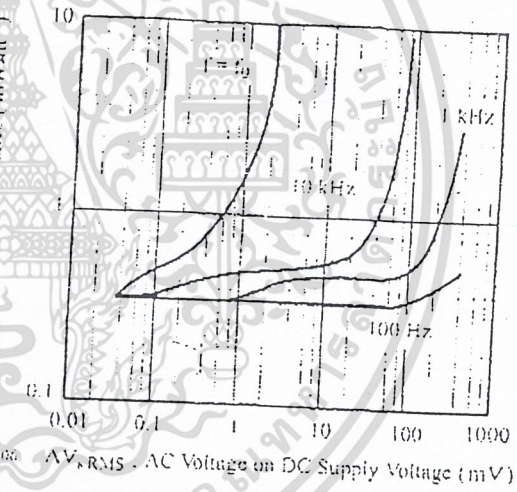


Figure 5. Sensitivity vs. Supply Voltage Disturbances

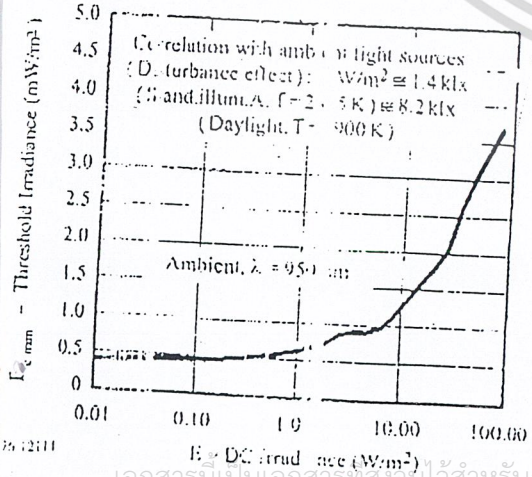


Figure 3. Sensitivity in Bright Ambient

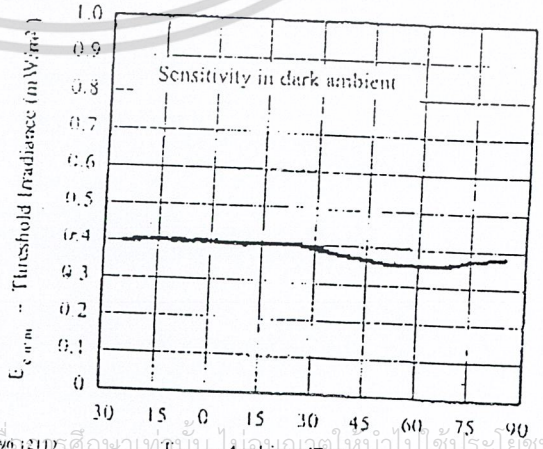
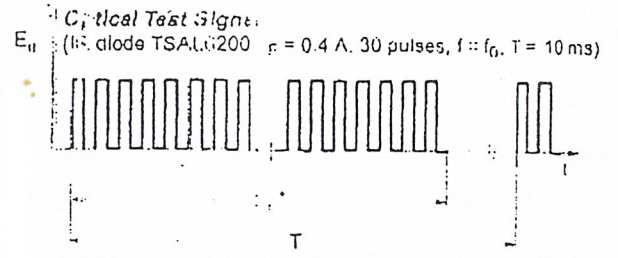


Figure 6. Sensitivity vs. Ambient Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



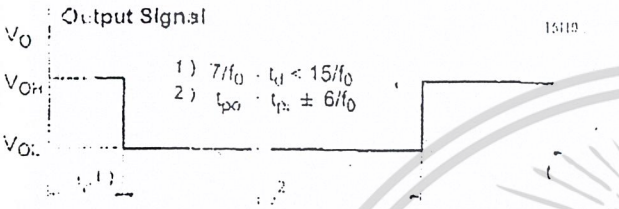


Figure 7.

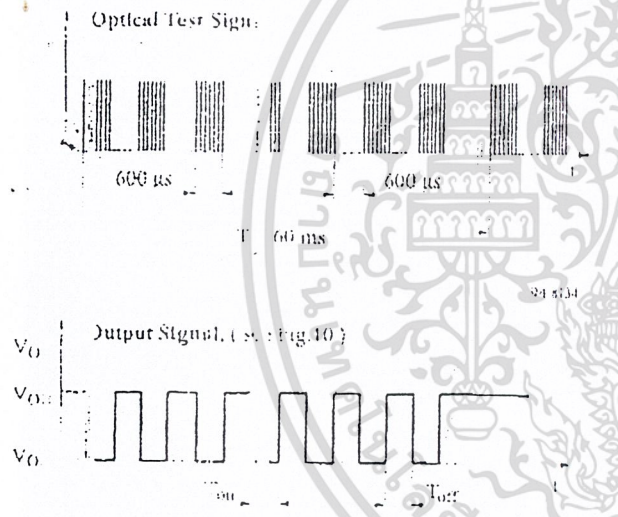


Figure 8. Output Function

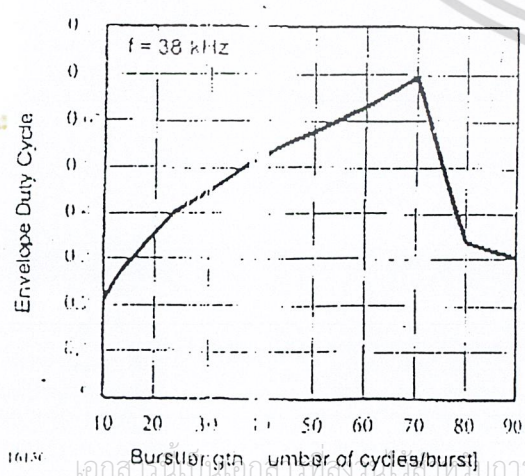


Figure 9. Max. Envelope Duty Cycle vs. Burstlength

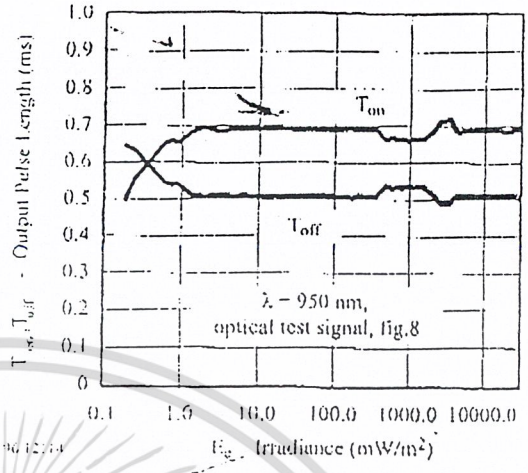


Figure 10. Output Pulse Diagram

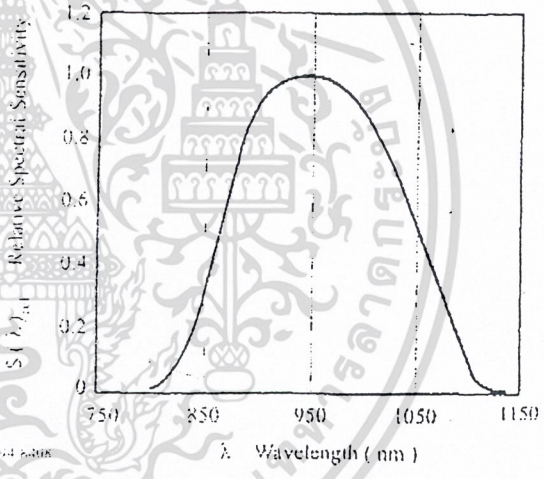


Figure 11. Relative Spectral Sensitivity vs. Wavelength

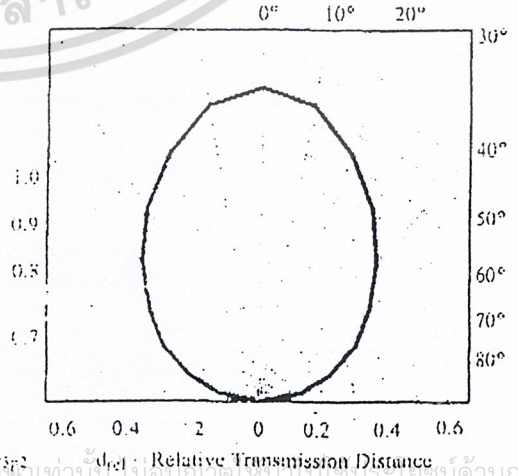
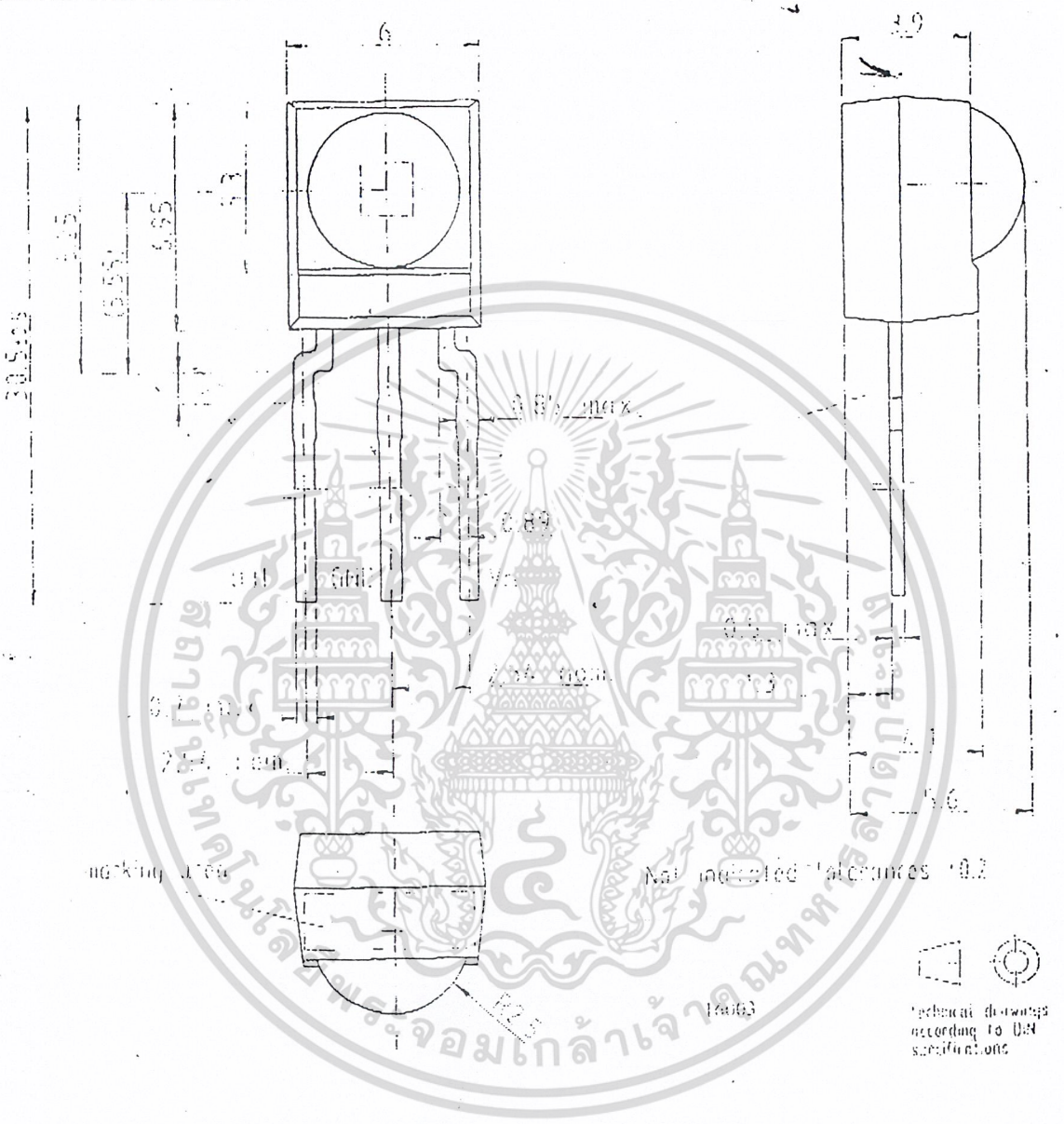


Figure 12. Directivity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dimensions in mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ozone Depleting Substances Policy Statement

It is the policy of Vishay Semiconductor GmbH to

1. Meet all present and future national and international statutory requirements.

2. Regularly and continuously improve the performance of our products, processes, distribution and operating systems with respect to their impact on the health and safety of our employees and the public, as well as their impact on the environment.

It is particular concern to control or eliminate releases of those substances into the atmosphere which are known as ozone depleting substances (ODSs).

The Montreal Protocol (1987) and its London Amendments (1990) intend to severely restrict the use of ODSs and forbid their use within the next ten years. Various national and international initiatives are pressing for an earlier ban on these substances.

Vishay Semiconductor GmbH has been able to use its policy of continuous improvements to eliminate the use of ODSs listed in the following documents.

1. Annex A, B and list of transitional substances of the Montreal Protocol and the London Amendments respectively

2. Class I and II ozone depleting substances in the Clean Air Act Amendments of 1990 by the Environmental Protection Agency (EPA) in the USA

3. Council Decision 88/540/EEC and 91/690/EEC Annex A, B and C (transitional substances) respectively

Vishay Semiconductor GmbH can certify that our semiconductors are not manufactured with ozone depleting substances and do not contain such substances.

We reserve the right to make changes to improve technical design and may do so without further notice.
Parameters can vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by the customer. Should the buyer use Vishay-Telefunken products for any unintended or unauthorized application, the buyer shall indemnify Vishay-Telefunken against all claims, costs, damages, and expenses, arising out of, directly or indirectly, any claim of personal damage, injury or death associated with such unintended or unauthorized

Vishay Semiconductor GmbH, P.O.B. 3535, D-74025 Heilbronn, Germany
Telephone: 49 (0)7131 67 2831, Fax number: 49 (0)7131 67 2423

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้