



การออกแบบสวิตช์อินฟราเรดและการใช้งาน

INFRARED SWITCHING DESIGN AND APPLICATION



วัน เดือน ปี.....-1.คค 2511
เลขทะเบียน..... 038347
เลขเรียกหนังสือ..... T.39367 1/147 ก.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกา

038347

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การออกแบบสวิตช์อินฟราเรดและการใช้งาน

โดย

นายวัลลภ อุดมภาพ เลขประจำตัว 38012023

นายวิษณุ เสรีธรรม เลขประจำตัว 38012025

นายศรียุทธ สวัสดิ์ เลขประจำตัว 30812026

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.กนก เจนจิระพงศ์เวช

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2539

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติ
ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

()

.....กรรมการ

()

.....กรรมการ

()

.....กรรมการ

()

.....กรรมการ

()

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบและการประยุกต์ใช้ของระบบควบคุมระยะไกลโดยใช้ระบบการรับ-ส่งแบบอินฟราเรดซึ่งได้นำเอาการสื่อสารมาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ระยะไกล ที่มีลักษณะของสวิตช์ ON-OFF ซึ่งในส่วนนี้เองจะสามารถที่จะนำไปใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น การควบคุมการปิด-เปิด โทรทัศน์เป็นต้น ซึ่งในโครงการนี้จะได้กล่าวถึง การออกแบบระบบการควบคุมระยะไกล โดยเริ่มตั้งแต่การรับ-ส่งสัญญาณจนถึงการประยุกต์ใช้ในการควบคุมการปิด-เปิดสวิตช์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้

ABSTRACT

This project presents the fundamental design and applications of remote controls by using infra-red at both transmitted and received end. This type of remote control, can control the on-off switch of various equipments such as use to turn on or turn off the television set or else.

Herein, the basic fundamental of remote control are carried but including its application to control the on-off switch of various aspect in industries application.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา PROJECT 2 ปีการศึกษา 2539 สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ รศ.ดร. กนก เจนจิระพงศ์เวช และอาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและเพื่อน ๆ ทุกคน ตลอดจนคุณพรประเสริฐ ยินดี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ จึงทำให้ผลงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณมา ณ. ที่นี้



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ก
กิจกรรมประกาศ	ข
PART 1 ทฤษฎีพื้นฐาน	
บทที่ 1 ความมุ่งหมายของปริญญาโท	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการปริญญาโท	1
บทที่ 2 การสื่อสารข้อมูล	3
2.1 ข้อมูล	3
2.2 หลักการเบื้องต้นของการสื่อสาร	3
2.3 วิธีการส่งข้อมูลไปตามสาย	5
2.4 วิธีการส่งผ่านข้อมูลตามลักษณะการจัดข้อมูล	8
บทที่ 3 ระบบการรับ-ส่งสัญญาณ	13
3.1 หลักการของระบบควบคุมระยะไกล	13
3.2 ระบบการรับ-ส่งสัญญาณ	14
บทที่ 4 ระบบของสัญญาณควบคุม	19
4.1 ระบบสัญญาณควบคุมแบบอัลตราโซนิก	19
4.2 ระบบสัญญาณควบคุมแบบอินฟราเรด	22
บทที่ 5 การสร้างสัญญาณควบคุมและวงจรจ่ายกำลัง	24
5.1 การควบคุมแบบจัดลำดับอนุกรม	24
5.2 วงจรจ่ายกำลัง	27
5.3 การประยุกต์ใช้วงจรกำลัง	29
PART 2 การออกแบบและประยุกต์ใช้งาน	
บทที่ 6 การออกแบบวงจรขั้นพื้นฐาน	32
6.1 โครงสร้างของวงจร	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 การออกแบบภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด	32
6.3 การออกแบบภาครับสัญญาณอินฟราเรด	35
6.4 การทดลองและสรุปผลการทดลอง	40
บทที่ 7 การประยุกต์ใช้งาน	46
7.1 การออกแบบวงจรภาคส่งสัญญาณ	46
7.2 การออกแบบวงจรภาครับสัญญาณ	50
7.3 การออกแบบวงจรจ่ายกำลัง	52
7.4 การทดลองและสรุปผลการทดลอง	53
หนังสืออ้างอิง	59
ภาคผนวก	60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

ความมุ่งหมายของปริญญาโท

1.1 บทนำ

การดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันส่วนยึดติดกับสิ่งอำนวยความสะดวกในรูปแบบของเครื่องใช้ไฟฟ้าอันทันสมัยมากมายในด้านความบันเทิงสื่อสารโทรทัศน์หรือวิทยุ นับว่ามีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์มาก สิ่งที่ทำเป็นอย่างยิ่งในการช่วยให้ผู้ชมหรือผู้ฟังสามารถควบคุมอุปกรณ์เหล่านั้นได้ทันทีที่สามารถทำได้โดยการใช้ระบบควบคุมระยะไกลเข้ามามีส่วนร่วมในชีวิตประจำวันมากขึ้น

ซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์ต่าง ๆ ทางด้าน TV หรือ VTR ส่วนใหญ่ใช้การควบคุมระยะไกลทั้งสิ้น เช่น ใช้ควบคุม Auto Focus ของกล้องและอื่น ๆ เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับอินฟราเรดอย่างจริงจัง ดังนั้น โครงการนี้จึงทำขึ้นเพื่อการศึกษาและออกแบบสวิตชิงอินฟราเรด ทั้งด้านรับและด้านส่ง โดยทำการศึกษาและออกแบบโดยละเอียด

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปริญญาโท

1. เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องรับ - ส่งอินฟราเรดสวิตซ์
2. เพื่อศึกษาการรับ - ส่ง ข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม
3. เพื่อศึกษาการออกแบบวงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัส
4. เพื่อศึกษาการควบคุมระยะไกลแบบไร้สาย
5. เพื่อศึกษาการออกแบบวงจรควบคุมระยะไกลแบบไร้สาย
6. เพื่อใช้โครงการเป็นชุดฝึกทดลองของนักศึกษา
7. เพื่อศึกษาการสื่อสาร โดยใช้สัญญาณพัลส์

1.3 ขอบเขตของโครงการปริญญาโท

- สร้างวงจรภาครับและภาคส่งของอินฟราเรด
- สร้างชุดวงจรภาคเข้ารหัสและภาคถอดรหัส
- สร้างชุดวงจรจ่ายกำลัง
- ศึกษาการใช้ SOFT WARE PROTEL
- ศึกษาการใช้ SOFT WARE ORCAD
- สามารถนำโครงการนี้ไปใช้เป็นชุดฝึกทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการได้เลือกใช้อุปกรณ์ที่สำคัญทั้งหมด 3 ตัว คือ ไอซีเบอร์ SL 490B ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเข้ารหัสและไอซีเบอร์ CD4514 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวถอดรหัส และ SL 486 ทำหน้าที่เป็นตัวขยายสัญญาณที่ภาครับ ไอซีเบอร์ SL 490B จะมีอินพุตสำหรับป้อนข้อมูลขนาด 4 บิต BINARY ทำให้สามารถเข้ารหัสได้ถึง $2^4 = 16$ รหัส สำหรับไอซี CD 4514 จะมีอินพุตสำหรับป้อนข้อมูลเป็น 4 บิต BINARY เช่นเดียวกัน และมีเอาต์พุตเป็นลอจิก "1" ตามตำแหน่งต่างๆ ตามข้อมูลอินพุตที่ป้อน



บทที่ 2 การสื่อสารข้อมูล

2.1 ข้อมูล

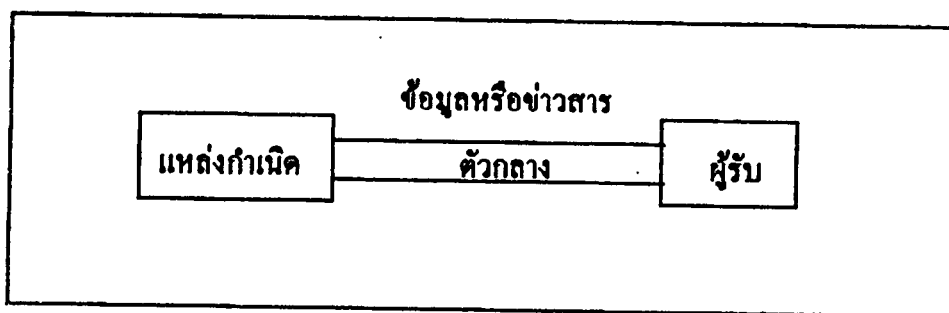
ในระบบสื่อสารข้อมูลนั้น วัตถุประสงค์หลักของเราก็คือการส่งข่าวสารหรือข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นชุดของตัวอักษร ตัวเลข หรือ อาจจะเป็นเครื่องหมายต่าง ๆ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ระยะทางระหว่างจุดทั้งสองจุดอาจจะไกลหรือใกล้ก็ได้ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ส่งนั้นเราไม่อาจที่จะส่งไปในลักษณะเดียวกัน รูปร่างที่เรามองเห็นในกระดาษพิมพ์ได้จำเป็นต้องเปลี่ยนกลับไปเป็นรูปแบบเดิม ณ จุดรับ รูปแบบที่ใช้กันในการสื่อสารข้อมูลนั้นก็คือ รูปแบบในลักษณะของเลขฐานสอง ซึ่งเราไม่ได้นำเอาเลขฐานสองมาใช้โดยตรง แต่นำมาสร้างเป็นรหัสชนิดต่าง ๆ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะลักษณะต่าง ของการส่งข่าวสาร

2.2 หลักการเบื้องต้นของการสื่อสาร

ในการสื่อสารหรือการส่งข่าวสารจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้น ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารในรูปแบบใดก็ตามจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบหลักเบื้องต้น 3 ส่วนคือ

- แหล่งกำเนิด (Source)
- ตัวกลาง (Media)
- แหล่งรับ (Receiver)

แหล่งกำเนิดเป็นส่วนที่สร้างข่าวสารเพื่อส่งตามตัวกลาง ไปยังแหล่งรับซึ่งเป็นจุดหมายปลายทาง ส่วนประกอบทั้งสามนี้เป็นส่วนประกอบสำหรับโครงสร้างที่เล็กที่สุดของระบบการสื่อสารหากขาดส่วนใดส่วนหนึ่งจากสามส่วนนี้ไป การสื่อสารจะเกิดขึ้นไม่ได้ แผนภูมิรูปบล็อก (Block Diagram) แสดงถึงโครงสร้างการสื่อสารเบื้องต้น แสดงดังรูป 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงแผนภูมิรูปบล็อกของระบบการสื่อสารเบื้องต้น

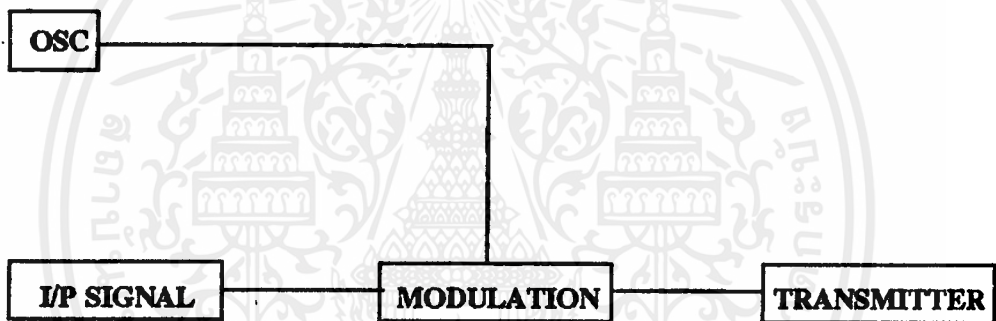
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.21 หลักการเบื้องต้นของวิโมทคอนโทรล



รูปที่ 2.2 แสดงหลักการเบื้องต้นของวิโมทคอนโทรล

โดยทั่วไประบบวิโมทคอนโทรลจะต้องมีส่วนประกอบอย่างน้อย 2 ส่วนดังรูป 2.2 คือ ภาครับและภาคส่งและจะต้องมีตัวกลางในการส่งข้อมูลเชื่อมระหว่างตัวรับและตัวส่ง



รูปที่ 2.3 แสดงหลักการวิโมททางภาคส่ง

ภาคส่ง ประกอบด้วยตัวผลิตความถี่เพื่อนำไปควบคุมขบวนการด้านรับ และวงจรกำเนิดความถี่พาหะเพื่อนำมาทำการมอดคูเลทกับสัญญาณควบคุม , แล้วจึงส่งไปให้ตัวส่งสัญญาณออกไป ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.4 แสดงหลักการวิโมททางภาครับ

ภาครับ ทำหน้าที่รับสัญญาณควบคุมที่ด้านตัวกลางมาจากภาคส่ง ดังนั้นภาครับจึงต้องมีความสามารถในการรับความถี่ที่ส่งออกมาจากเครื่องส่งเท่านั้นเพื่อเป็นการป้องกันการรบกวนจากสัญญาณอื่น ๆ วงจรภาคนี้ประกอบด้วยตัวรับสัญญาณ ตัวถอดสัญญาณ และวงจรขยายสัญญาณ เพื่อทำงานตามสัญญาณควบคุมจากเครื่องส่งดังรูปที่ 2.4

ตัวอย่างสำหรับแสดงถึงระบบการสื่อสารก็คือ การพูดโทรศัพท์ระหว่างบุคคล 2 คน ผู้เรียกสาย (Calling Subscriber) คือ แหล่งกำเนิดของข่าวสาร สายโทรศัพท์เป็นตัวกลาง ส่วนผู้เรียก (Called Subscriber) คือ แหล่งรับข้อมูลข่าวสารก็คือข้อความที่ใช้สนทนากัน

การสื่อสารจะเป็นไปได้ต้องมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อ ข่าวสารที่แหล่งต้นกำเนิดส่งไปตามตัวกลางนั้นแหล่งรับรับมาได้อย่างสมบูรณ์ ในบางครั้งข่าวสารที่ส่งมาตามตัวกลางอาจถูกรบกวนทำให้คุณสมบัติของข่าวสารผิดไปจากเดิม สิ่งที่รบกวนคุณสมบัติของข่าวสารเรียกว่า นอยซ์ (Noise) ระบบการสื่อสารที่ดีนั้นจะต้องสามารถตรวจสอบข่าวสารที่รับมาได้ว่า มีสิ่งรบกวนจนข่าวสารผิดหรือไม่ หากมีก็ต้องแก้ความผิดพลาดนั้นให้ถูกต้องด้วย

2.8 วิธีการส่งข้อมูลตามทิศทางการส่งภายในสาย

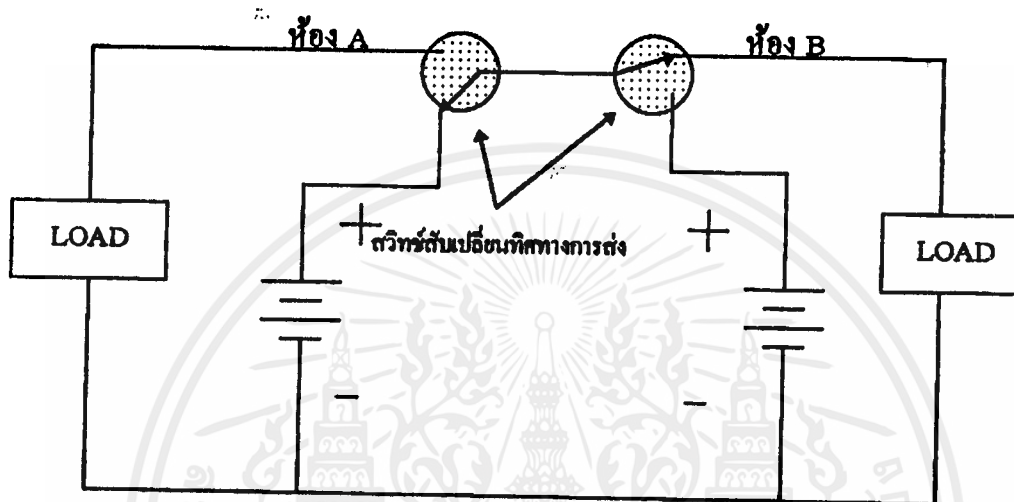
ในการสื่อสารข้อมูลนั้น ตัวกลางที่ใช้การสื่อสารอาจมีได้หลาย ๆ ชนิดแต่ตัวกลางที่นิยมใช้กันมากก็คือ สายสื่อสาร (Communication Line) โดยการส่งข้อมูลไปตามสายทำให้บางครั้งเรียกสายเหล่านี้ว่า สายข้อมูล (Data Line) ในการใช้สายสำหรับการส่งข่าวสารนั้น หากพิจารณาตามทิศทางการส่งข้อมูลในสายแล้วสามารถแบ่งการส่งข้อมูลออกได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. การส่งแบบทิศทางเดียว (One-way Transmission)
2. การส่งแบบทิศทางใดทิศทางหนึ่ง (Either-Way Transmission Or Half Duplex Transmission)
3. การส่งแบบสองทิศทาง (Both-Way Transmission Or Full Duplex Transmission)

2.8.1 การส่งแบบทิศทางเดียว

ตามปกติสายสำหรับการส่งข้อมูลนั้นอาจจะประกอบด้วย แชนแนล (Channel) สำหรับหนึ่งแชนแนลหรือมากกว่าก็ได้ คำว่าหนึ่งในแชนแนลนั้น หมายถึง การส่งในทิศทางเดียว (One-Way Transmission) แชนแนลหนึ่งแชนแนลนั้นสามารถใช้สำหรับการส่งข่าวสารในทิศทางใด

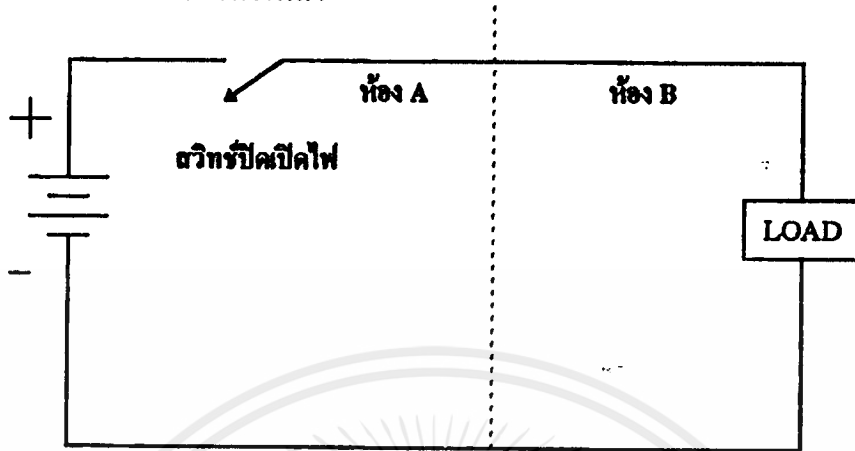
ก็ได้แต่เพียงทิศทางเดียวในเวลาใด ๆ ทิศทางการไหลของข่าวสารนั้นหาได้จาก คุณสมบัติของ อุปกรณ์ที่ปลายแต่ละข้างของแขนแนล



รูปที่ 2.5 การสื่อสารในทิศทางเดียว

รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างระบบสื่อสารในทิศทางเดียว ซึ่งเป็นระบบของการต่อหลอดไฟฟ้า สมมติว่ามีห้องสองห้องคือห้อง A และห้อง B เราให้แบบเตอร์และสวิทช์แก่คนในห้อง A ให้ หลอดไฟฟ้าแก่คนในห้อง B แล้วต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้สายสองเส้นดังรูป 2.5 ใน กรณีนี้ A สามารถส่งข่าวสารไปยัง B ได้โดยการกดสวิทช์ทำให้วงจรปิด (Close Circuit) กระแส ไฟฟ้าไหลทำให้หลอดสว่าง แต่ถ้าหากปล่อยสวิทช์ก็ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลหลอดไฟก็ไม่ติด โดยการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการติด-ดับของหลอดไฟระหว่าง A และ B สำหรับการสื่อสารความ หมายต่าง ๆ จะทำให้ A และ B สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดย A เป็นผู้ส่งข่าวสารแต่เพียงฝ่าย เดียว ทางด้าน B ไม่สามารถส่งข่าวสารมายัง A ได้เพราะอุปกรณ์ภายในวงจรไม่สามารถกระทำ ได้

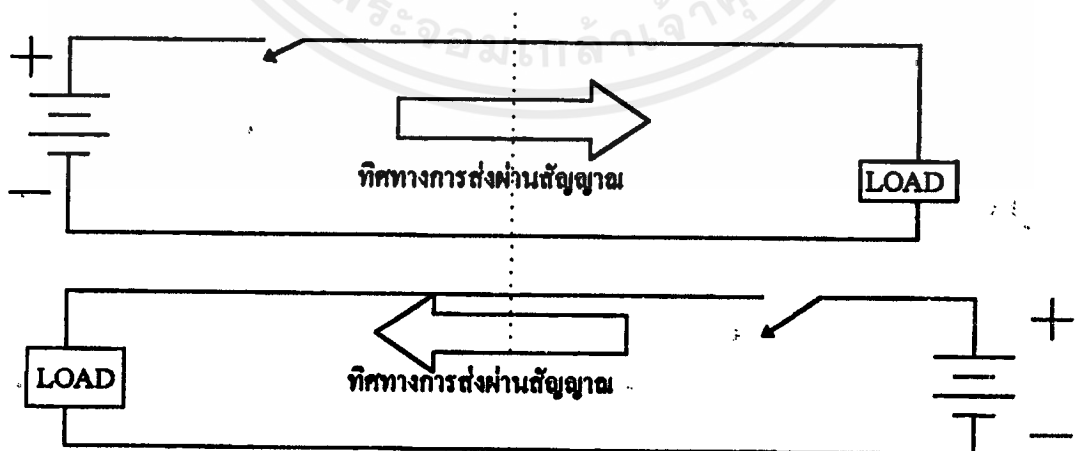
2.3.2 การส่งแบบทิศทางใดทิศทางหนึ่ง



รูปที่ 2.6 การสื่อสารแบบทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

การส่งแบบทิศทางใดทิศทางหนึ่งหรือที่เรียกว่า แบบกึ่งคิวเพล็กซ์ เราสามารถเปลี่ยนหรือสลับทิศทางของการไหลเวียนของข้อมูลในแขนแนลหนึ่งให้กลับทิศทางกันโดยใช้อุปกรณ์ปลายสายที่พัฒนาขึ้นมาให้มีความสามารถทั้งการรับและการส่งได้ในเครื่องเดียวกัน สำหรับวิธีการนี้ในตอนแรก A ส่งข่าวสารไปยัง B หลังจากส่งไปหมดแล้ว เราสามารถเปลี่ยนให้ B ส่งข่าวสารไปยัง A ได้ โดยวิธีการนี้เราสามารถส่งข่าวสารระหว่าง A และ B ได้ทั้งสองทิศทางสลับกัน ฉะนั้นเวลาเดียวกันเราสามารถส่งข่าวสารได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น

2.3.8 การส่งแบบสองทิศทาง



รูปที่ 2.7 ระบบการสื่อสารแบบสองทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการส่งสัญญาณจากทั้งสองด้านพร้อม ๆ กันสามารถกระทำได้หากเราเพิ่มแขนแนตของการสื่อสารขึ้นมาเป็นสองแขนแนต ก็จะทำให้ทั้งสองฝ่ายขององค์การสื่อสารสามารถส่งข้อมูลหรือข่าวสารได้ในเวลาเดียวกัน โดยใช้แขนแนตหนึ่งแขนแนตสำหรับการส่งในทิศทางหนึ่ง และอีกหนึ่งแขนแนตสำหรับการส่งในอีกทางหนึ่ง หากอุปกรณ์ปลายทางทั้งสองด้านมีความสามารถในการรับหรือส่งได้ในเวลาเดียวกันตลอดเวลา ก็จะทำให้ระบบนี้สามารถติดต่อกันได้สองทิศทางตลอดเวลา ระบบในลักษณะนี้เรียกว่า ระบบสองทิศทาง หรือที่เรียกว่าระบบพลุดิวเพล็กซ์

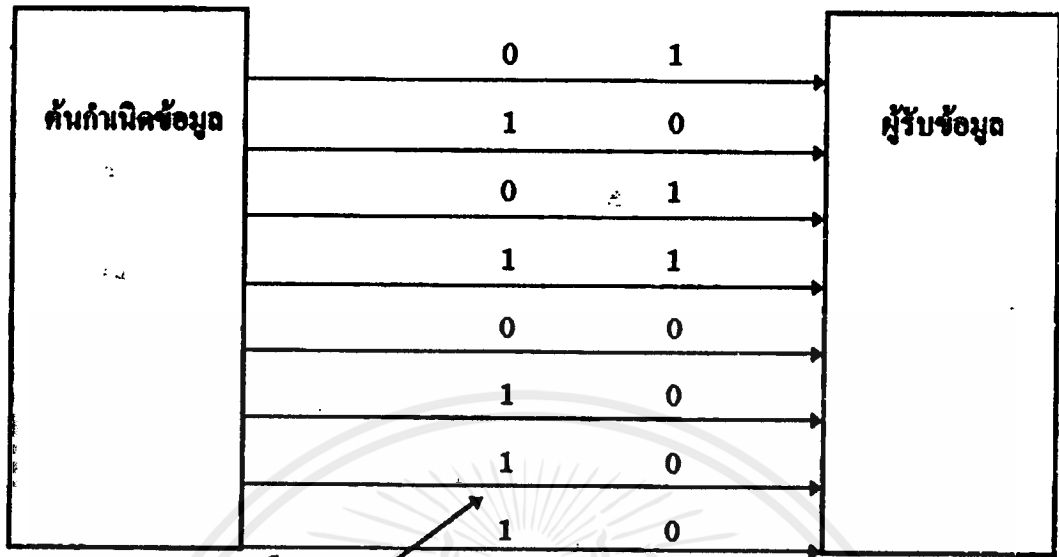
2.4 วิธีผ่านข้อมูลตามลักษณะการจัดข้อมูล

รูปแบบของสายส่งสัญญาณสื่อสารประกอบด้วยสายส่งตั้งแต่หนึ่งสายขึ้นไป ซึ่งทำให้เกิดช่องทางการส่งข้อมูลได้มากกว่าหนึ่งช่องทางการได้ และจากวิธีการเข้ารหัสเพื่อแทนตัวอักษรต่างๆ) ในรูปของเลขฐานสอง (0 และ 1) จึงทำให้เราเลือกวิธีการส่งผ่านข้อมูลขึ้นพื้นฐานได้สองรูปแบบคือ

1. การส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน
2. การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม

2.4.1 การส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน

การส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้ ทุกบิตที่เข้ารหัสแทนหนึ่งตัวอักษรจะถูกส่งผ่านไปตามสายส่งขนานกันไป ดังนั้นทุกบิตจะเดินทางถึงผู้รับพร้อม ๆ กัน และจำนวนสายส่งเพื่อให้เกิดช่องทางการส่งจะต้องมีจำนวนเท่ากับจำนวนบิตที่เข้ารหัสตัวอักษรในแต่ละระบบเช่น การส่งข้อมูลที่เข้ารหัสไว้แบบแอสกี (8 บิตรวมทั้งบิตตรวจสอบ) ก็จำเป็นต้องใช้ช่องทางการส่ง 8 ช่องทาง จึงจะทำให้ทุกบิตวิ่งผ่านสายส่งขนานกันไปดังรูป 2.8 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทุกบิตที่เข้ารหัสตัวอักษรหนึ่งๆจะเดินทางขนานกันไปโดยเริ่มจากผู้ส่ง หรือต้นกำเนิดข้อมูลผ่านสายส่งสัญญาณที่มีอยู่ 8 เส้น ไปยังผู้รับซึ่งสมมติให้มีการส่งตัวอักษรเพียงสองตัวดังนั้นผู้รับจะได้รับตัวอักษรตัวแรกก่อน โดยการรับทุกบิตของตัวอักษรตัวแรกพร้อมกันต่อจากนั้นจึงรับตัวอักษรตัวที่สอง โดยรับทุกบิตของตัวอักษรพร้อมกันเช่นเดียวกับตัวอักษรตัวแรก เราอาจกล่าวได้ว่าเป็นการส่งผ่านข้อมูลแบบขนานกันของบิต แต่เป็นการส่งผ่านข้อมูลแบบเรียงลำดับตัวอักษร เพราะผู้รับจะได้รับอักษรตัวแรกก่อนและลำดับต่อไปจะรับตัวอักษรตัวที่สอง



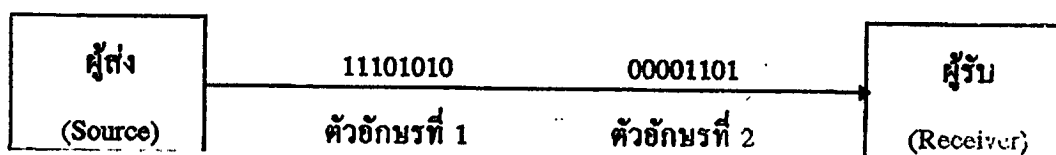
สายส่งสัญญาณทั้ง 8 เส้น
รหัสแอสกี
ของตัวอักษรตัวที่ 2
รหัสแอสกี
ของตัวอักษรตัวที่ 2

ทุกบิตของแต่ละตัวอักษรจะวิ่งขนานกันไป และแต่ละตัวอักษรจะวิ่งเรียงลำดับกันไป

รูปที่ 2.8 การส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน

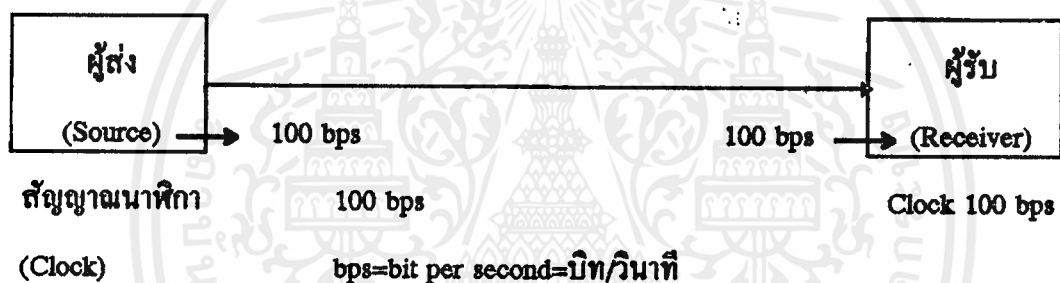
2.4.2 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

ในรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้บิตทุกบิตที่เข้ารหัสแทนหนึ่งตัวอักษรจะถูกส่งผ่านไปตามสายส่งเรียงลำดับกันไปทีละบิตในสายส่งเพียงเส้นเดียว ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องสายส่งสัญญาณ ดังนั้นการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมจึงนิยมใช้กันมากในการส่งผ่านข้อมูลทางไกลและจากรูป 2.9 ตัวอักษรตัวที่ 1 จะประกอบด้วย 8 บิต เรียงเป็นลำดับและผู้รับจะรวบรวมบิตเหล่านี้ทีละบิตจนครบ 8 บิตเป็น 1 ตัวอักษร และตามมาคด้วยกลุ่มบิตของตัวอักษรตัวที่ 2 ในขณะนี้อาจเกิดปัญหาว่าเมื่อเป็นในลักษณะนี้เครื่องรับผู้รับ จะทราบได้อย่างไรว่า จะแบ่งตัวอักษรตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ตรงบิตใด ซึ่งปัญหาในข้อนี้มีวิธีการแก้ไขได้ 2 วิธี คือ



- การซิงโครไนซ์ของบิต (Bit Synchronization)

ในการส่งผ่านข้อมูลนั้นจำเป็นต้องให้ผู้รับ (Receiver) ตรวจสอบและตีความรูปแบบของบิตที่ส่งมาจากผู้ส่ง (Source) ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหมายความว่าผู้รับจะต้องคอยจับตาดูที่สายสื่อสารว่า เมื่อใดมีบิตเข้ามาตามสายและเมื่อใดไม่มีวิธีการแก้ปัญหานี้จะกระทำได้โดยการให้จังหวะนั่นเอง หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าจะต้องให้สัญญาณนาฬิกา (Clock) แก่ปลายสายทั้งคู่คือผู้ส่งและผู้รับว่า ถ้ามีบิตวิ่งเข้ามาตามสายจะวิ่งด้วยความเร็วเท่าไร โดยมีหน่วยความเร็วเป็นบิตต่อวินาที (Bit Per Second หรือ bps) ดังรูป 2.10 และวิธีการแก้ปัญหาเช่นนี้ว่า "การซิงโครไนซ์ของบิต" นั่นเอง



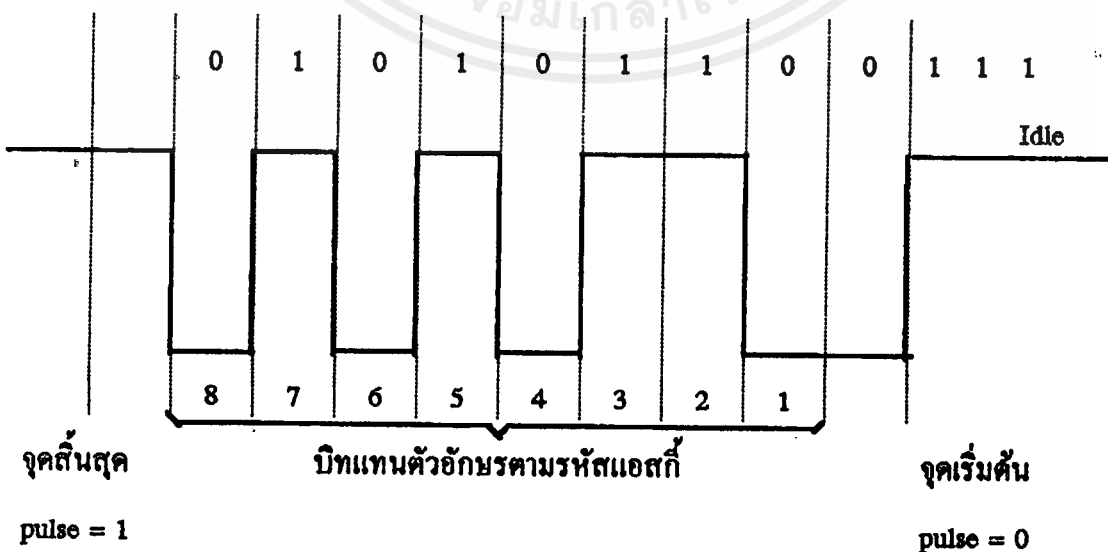
รูปที่ 2.10 การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมและใช้สัญญาณนาฬิกาเป็นตัวกำหนดความเร็วในการส่งข้อมูล

ถ้าพิจารณาถึงสัญญาณนาฬิกาที่จุดผู้ส่ง สัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวบอกผู้ส่งว่าให้ถ่ายทอดข้อมูลเป็นบิตลงในสายส่งด้วยความเร็วเท่าไร และสัญญาณนาฬิกาที่จุดผู้รับว่าจะต้องมีข้อมูลที่เป็นบิตวิ่งมาตามสายส่งด้วยความเร็วเท่าไร สมมติว่าเราต้องการส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็ว 100 bps และเราก็ตั้งสัญญาณนาฬิกาที่จุดส่งด้วยความถี่ 100 bps เช่นกันซึ่งสัญญาณนาฬิกาให้ใส่ข้อมูลเป็นบิต (ไม่ว่าจะเป็นบิต 0 หรือ 1 ก็ตาม) ในทุก ๆ รอบของสัญญาณนาฬิกา หรือกล่าวได้ว่าจะให้ข้อมูลเป็นบิตในสายส่ง 100 ครั้งในวินาทีเช่นกัน และจุดที่ผู้รับนั้นผู้รับจะต้องตรวจสอบว่ามีบิตเข้ามาทุก ๆ 1/100 วินาที และสัญญาณนาฬิกาที่จุดผู้รับจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้รับข้อมูลเป็นบิตด้วยความเร็ว 100 bps เช่นกัน

- การอะซิงโครนัส (Asynchronous)

การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสมีระบบในการจัดส่งตัวอักษรตัวใดตัวหนึ่งไปในทันทีทันใด ซึ่งจะเป็นเวลาใด ๆ ก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องกำหนดความสัมพันธ์กับตัวอักษรตัวอื่น ๆ เราอาจจะส่งตัวอักษรติดกันไปเลย โดยไม่มีที่ว่างระหว่างตัวอักษรคล้ายกับกรณีของการส่งสัญญาณแบบโครนัสก็ได้ หรืออาจผ่านส่งไปสักตัวหนึ่งก็ได้ ในกรณีเช่นนี้เครื่องรับปลายทางจะต้องสร้างลักษณะของซิงโครนัสขึ้นมาใหม่สำหรับอักษรแต่ละตัว เครื่องรับปลายทางจะต้องรู้จักว่าสิ่งที่ส่งมานั้นมีบิตแรกของตัวอักษรอยู่ที่ใด ดังนั้นหน้าตัวอักษรแต่ละตัวเราจะใส่บิตพิเศษ เพื่อถือว่าเป็นจุดเริ่มต้น (Start Pulse) ซึ่งเมื่อเครื่องรับพบบิตแบบนี้จะทราบได้ทันทีว่านี่คือ จุดเริ่มต้นของตัวอักษร

เครื่องรับสัญญาณปลายทางจะตรวจพบบิตแสดงจุดเริ่มต้น ได้โดยตรวจสอบสถานะทางไฟฟ้าของสายส่งนั่นเอง คล้ายกับตัวเราเป็นผู้รับสัญญาณแล้วดูที่วาล์วขณะนั้น ๆ มีสถานะเป็น 1 หรือ 0 (คือมีไฟหรือไม่มีไฟนั่นเอง) ในขณะที่สายส่งรักษาระดับไฟคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั่นเอง แสดงว่าไม่มีการส่งข้อมูลออกมาเลย ลักษณะของสายส่งในลักษณะของสายส่งในลักษณะนี้เรียกว่า Idle Line และเพื่อความสะดวกจะให้สถานะของ Idle Line มีระดับทางไฟฟ้าเป็น 1 (ในบางระบบจะเรียกสถานะ Idle Line นี้ว่า Mark Condition) สำหรับสถานะทางไฟฟ้าที่ตรงข้ามกับสถานะ Idle Line คือ สถานะทางไฟฟ้าที่เป็น 0 และในบางระบบจะเรียกสถานะนี้ว่า Space Condition คือ สถานะว่างเปล่าหรืออาจเรียกอีกอย่างว่าสถานะสายเปิด (Open Line) จะสังเกตได้ว่า สถานะ Idle Line นี้เป็นสถานะที่ตัวส่งสัญญาณส่งค่าบิตเป็น 1 มาติดกันโดยตลอด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ 2.11 แสดงการส่งตัวอักษร 1 ตัวแบบอะซิงโครนัส
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีความต้องการที่จะส่งตัวอักษร เครื่องส่งสัญญาณ (Transmitter) จะใส่บิต 0 มาหน้ากลุ่มของบิตที่แทนตัวอักษรนั้น ซึ่งบิตที่ใส่หน้าหน้านี้ทำหน้าที่เป็นบิตนำหน้าเพื่อบ่งบอกว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการส่งตัวอักษร ถ้าพิจารณาในแง่ของลักษณะสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.11 เครื่องส่งสัญญาณจะสร้างบิตเริ่มต้น (Start Bit หรือ อาจเรียกว่า Start Pulse ก็ได้) โดยการสับเปลี่ยนสถานะของสายส่งจากการรักษาไฟคงที่ (Idle Line) ซึ่งถือเป็น 1 เข้าสู่สถานะ 0 โดยใช้เพียง บิตเดียวพร้อมกันนี้ข้อความที่ต้องการส่งก็จะตามบิตเริ่มต้นเข้าสู่เครื่องรับต่อไป

เมื่อเครื่องรับสัญญาณตรวจพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงจากสถานะ 1 ไปสู่สถานะ 0 ก็จะมีการเทียบกับสัญญาณนาฬิกาทันที ภายหลังจากผ่านพ้นไปได้ครึ่งบิตสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวบอกเครื่องรับให้ตรวจสอบสถานะของสายส่งถ้าตรวจของสายส่งแล้วได้บิต 0 อยู่เครื่องก็จะเริ่มตรวจรับรหัสของตัวอักษรนั้น แต่ถ้าในจุดเริ่มต้นนี้เครื่องรับพบว่าบิตที่เข้ามาแรกมีสถานะเป็น 1 เครื่องรับจะวิเคราะห์ว่าที่จุดเริ่มต้นที่การเปลี่ยนแปลงจาก 1 ไปเป็น 0 นี้เป็นสัญญาณรบกวน (Noise) ช่วงสั้น ๆ และจะหยุดตรวจสอบสถานะสายส่งเพราะไม่ต้องการรวมบิตเป็นตัวอักษรอีกต่อไป (ถ้าเครื่องรับสัญญาณ 1,0 ที่มีการผ่านมาจริง ๆ โดยไม่มีการตรวจทานโดยวิธีที่กล่าวมาแล้วสัญญาณรบกวนอาจเป็นสาเหตุให้มีการนับบิตรวมเป็นตัวอักษรขึ้นมาได้ ซึ่งถือว่าตัวอักษรที่เกิดในกรณีเช่นนี้เป็นขยะของการส่งผ่านข้อมูล)

บทที่ 3

ระบบการรับ-ส่ง สัญญาณ

การดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันส่วนอีกคิดกับสิ่งอำนวยความสะดวกในรูปแบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอันทันสมัยมากมาย ในด้านของความบันเทิง สื่อโทรทัศน์นับว่ามีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์มาก ยิ่งการสื่อสารรุดหน้ามากขึ้น มนุษย์ก็สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ผ่านทางสื่อโทรทัศน์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ไปด้วยอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งในการช่วยให้ผู้ชมสามารถเปลี่ยนช่องสถานี เพื่อรับข่าวสารได้ทันที โดยไม่ต้องลุกขึ้นไปที่เครื่องรับตั้งแต่ก่อน หนีไม่พ้นระบบที่เรียกว่า ระบบควบคุมระยะไกลซึ่งนับวันจะเริ่มแพร่กระจายเข้าไปสู่เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ มากมาย

รีโมทคอนโทรล หมายถึงระบบควบคุมระยะไกล ที่ทำหน้าที่เสมือนแขนขาของมนุษย์ จึงทำให้เป็นที่นิยมแพร่หลาย และเริ่มเป็นสิ่งควบคู่ไปกับเครื่องใช้ไฟฟ้าในปัจจุบัน จึงสมควรที่นักศึกษาให้มีความสำคัญอย่างละเอียด บทความนี้เป็นกรกล่าวถึงระบบควบคุมระยะไกลในรูปแบบต่างๆ

8.1 หลักการของระบบการควบคุมระยะไกล

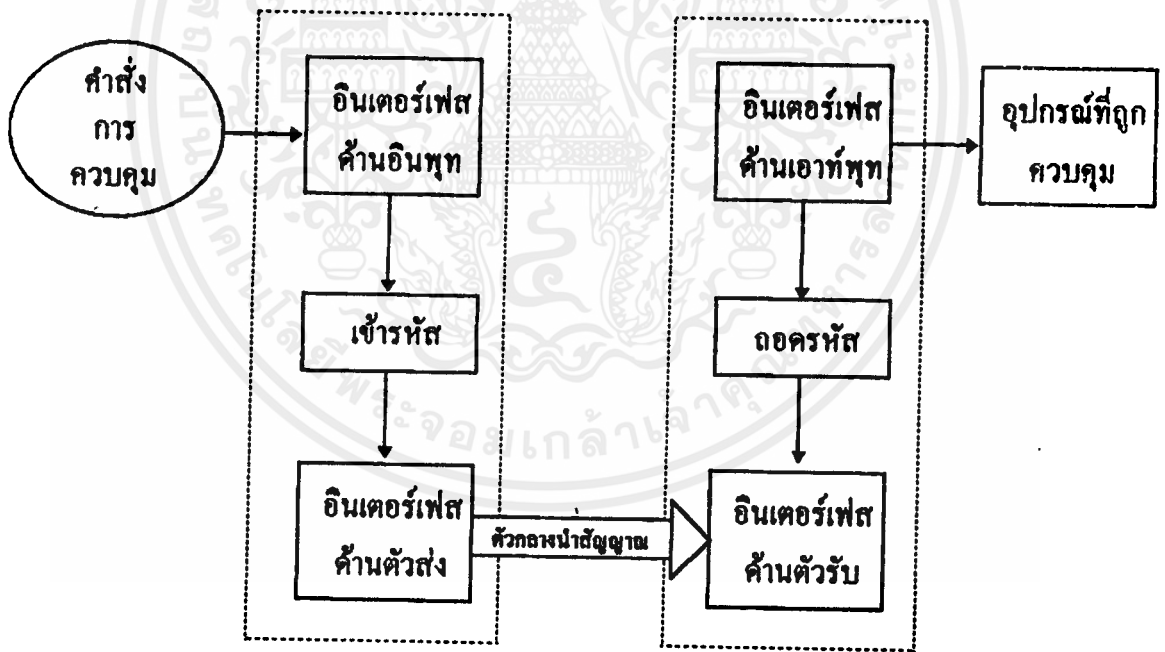
บล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 1 แสดงโครงสร้างการทำงานของระบบการควบคุมระยะไกล โดยทั่วไปในลักษณะของการควบคุมแบบทางเดียว เริ่มจากตัวกำหนดคำสั่งที่ใช้สำหรับควบคุมว่ามีคำสั่งอะไรบ้างชุดคำสั่งทั้งหมดมีก็คำสั่งเป็นต้น เมื่อมีการกำหนดรูปแบบของคำสั่งแล้ว รูปแบบของคำสั่งที่ถูกเลือก จะถูกส่งไปยังภาคส่งสัญญาณที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ หรือรวมสัญญาณควบคุมให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับวงจร โดยอาจทำการเข้ารหัสเฉพาะตัวมันเองให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ก่อนที่จะถูกส่งออกไปยังภาครับโดยตัวอินเตอร์เฟสค้ำตัวส่ง เพื่อทำหน้าที่ที่ส่งสัญญาณที่ภาครับต้องเข้าใจได้นั้นคือต้องเป็นระบบเดียวกัน สัญญาณที่ถูกส่งออกมาอาจอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณแสงหรือสัญญาณความถี่สูง สัญญาณนี้สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นสายนำสัญญาณ หรือผ่านตัวกลางอากาศ ขึ้นอยู่กับระบบที่ถูกออกแบบหากใช้สัญญาณเป็นตัวสัญญาณจะเรียกว่า ระบบใช้สายซึ่งถ้าใช้สัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณควบคุม (ที่มีการจัดรูปแบบหรือเข้ารหัสแล้ว) ก็จะใช้สายไฟฟ้าเป็นตัวนำสัญญาณ แต่ถ้าหากใช้สัญญาณแสงเป็นตัวควบคุม ตัวนำสัญญาณจะเป็นใยแก้วนำแสงหรือไฟเบอร์ออปติก ในขณะที่สัญญาณควบคุมถูกส่งไปในอากาศ เพื่อเดินทางไปยังเครื่องรับ เช่นการใช้สัญญาณไฟฟ้าในรูปของคลื่นวิทยุหรือการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่มีการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณแสงอินฟราเรดโดยตรง ระบบจะมีชื่อว่า ระบบไร้สาย ระบบนี้เองที่กำลังเป็นที่นิยม ใช้กันในปัจจุบัน

สัญญาณที่เข้ามายังเครื่องรับหรือภาครับ จะถูกอินเตอร์เฟสทำหน้าที่แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าที่เข้ากับระบบของตัวรับ ก่อนถูกถอดรหัสเพื่อทราบวัตถุประสงค์ของคำสั่ง. จากนั้นส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสด้านเอาต์พุตจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ต้องการตามลักษณะที่ได้รับ

ระบบที่กล่าวถึงมานั้น เป็นระบบการควบคุมระยะไกลแบบทางเคเบิล ที่มีการส่งงานจากจุดหนึ่งแล้วเกิดการทำงานขึ้นอีกจุดหนึ่ง หากจุดที่ถูกสั่งให้ทำงานมีความสามารถในการส่งการกลับมายังจุดเริ่มต้นให้ทำงานได้ช่วยแล้วแสดงว่าการทำงานของจุดหรือตำแหน่งทั้งสองมีความเสมอภาคกันเช่นนี้ถือเป็นระบบควบคุมระยะไกลแบบสองทางซึ่งมักปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนในระบบการสื่อสารทั่วไป



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างการทำงานจากระบบควบคุมระยะไกล

3.2 ระบบการรับ-ส่งสัญญาณ

ปัจจุบันการแบ่งประเภทการควบคุมจากระบบการควบคุมระยะไกล จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของการส่งผ่านสัญญาณ หรือตัวกลางในการเชื่อมโยงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ระบบใช้สาย

เป็นระบบควบคุมที่ต้องมีอุปกรณ์นำสัญญาณจากตัวส่ง (สถานีส่ง) ไปยังตัวรับ (สถานีรับ) อุปกรณ์การนำสัญญาณนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพาหะ ซึ่งอาจได้แก่ สายไฟ สายโทรศัพท์ ฯลฯ แต่ถ้าในกรณีของสัญญาณควบคุมระยะไกลแบบใช้สายไฟ จะเห็นได้จากเครื่องใช้ไฟฟ้ารุ่นเก่า เช่น เครื่องเล่น วีดีโอ เครื่องปรับอากาศ ที่มีสายไฟต่อรีโมตคอนโทรล ออกมาภายนอกเครื่องทำให้ไม่มีความสะดวกในการใช้งาน ปัจจุบันจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมอีกแล้ว จะมีก็แต่บางประเภทเท่านั้นใน ส่วนที่ใช้ไฟเบอร์ออฟติก อาจไม่ค่อยพบบ่อยนัก เนื่องจากว่าไม่ได้ใช้กับงานควบคุม แต่ใช้ในการส่งสัญญาณ ในลักษณะการสื่อสารข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับการควบคุมในทางปลายทางแทนสายส่งสัญญาณแบบธรรมดา เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบไฟธรรมดาในหลาย ๆ ด้าน

3.2.2 ระบบไร้สาย

เป็นระบบควบคุมที่ไม่ต้องมีอุปกรณ์ใด ๆ เป็นตัวนำสัญญาณโดยสัญญาณควบคุมจะเดินทางผ่านไปมาในอากาศ ชนิดของสัญญาณควบคุมที่เดินทางผ่านไปมาในอากาศได้ อาจอยู่ในรูปของสัญญาณเสียง สัญญาณแสง และคลื่นวิทยุ ในส่วนของการใช้สัญญาณแสงกำลังเป็นที่นิยมกันในการนำมาใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือน ดังนั้นเนื้อหาส่วนใหญ่ของบทความนี้จะเน้นที่ระบบนี้เป็นหลักสำหรับกรณีของการควบคุมด้วยการใช้คลื่นวิทยุบังคับ เช่น เครื่องบินเล็ก เรือเร็ว รถเด็กเล่นเป็นต้น ทั้งนี้เพราะรัศมีทำการของระบบวิทยุบังคับ มีรัศมีการควบคุมที่ไกลมาก ขึ้นอยู่กับกำลังการส่งสัญญาณออกอากาศ และใช้ได้แม้ในพื้นที่คับแคบ คดเคี้ยววนเวียน แต่รัศมีทำการอาจจะแคบเข้ามาด้วยเพราะคลื่นวิทยุสามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้ สัญญาณควบคุมของระบบวิทยุอาจถูกกำหนดและเข้ารหัสด้วยวิธีเดียวกับระบบรีโมตคอนโทรลทั่วไป เพียงแต่จะถูกนำมา MODULATE กับคลื่นวิทยุที่ภาคส่งก่อน การมอดูเลตสัญญาณใช้หลักการของการสื่อสารทั่วไป เช่น การมอดูเลตแบบแอมป์เอ็ม เอเอ็ม เป็นต้น

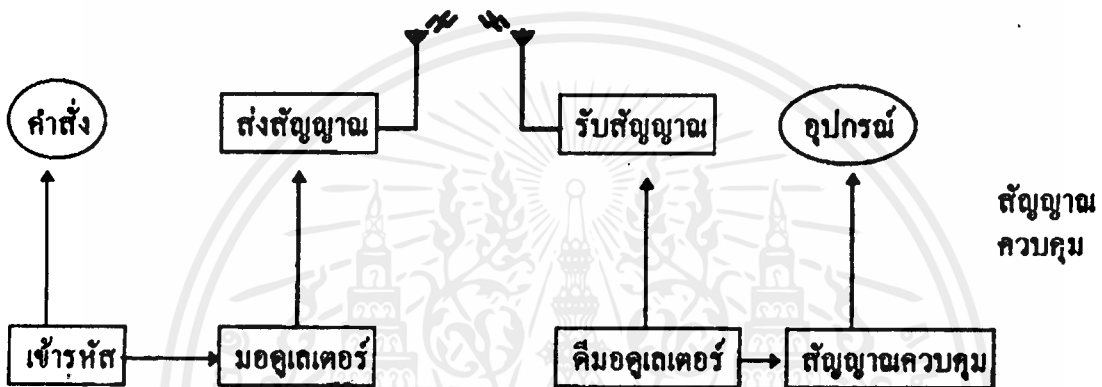
ส่วนของวงจรภาครับเมื่อได้รับสัญญาณวิทยุ ก็จะทำการคิมอดูเลต เพื่อแยกชนิดของสัญญาณควบคุมออกมาจากความถี่วิทยุ สำหรับใช้สั่งงานอุปกรณ์ส่วนอื่นต่อไป ดังบล็อกโคอะแกรมรูปที่ 2

หากทำการเปรียบเทียบระบบรีโมตคอนโทรลชนิดไร้สายและใช้แสงกับคลื่นวิทยุแล้ว พอจะสรุปได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 ซึ่งพอจะเห็นได้ว่าทำไมระบบควบคุมด้วยแสงจึงเป็นที่นิยมใช้กันมากแพร่หลายในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรา

ในการควบคุมด้วยสัญญาณแสง สัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะถูกแปลงเป็นสัญญาณแสงก่อน แล้วจึงถูกส่งออกไปยังตัวรับซึ่งก็จะต้องมีอุปกรณ์พิเศษทำหน้าที่รับสัญญาณแสงแล้วแปลงกลับให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า จากนั้นจึงทำการแยกชนิดของสัญญาณว่าเป็นสัญญาณควบคุมที่สอดคล้องกับคำสั่งของตัวส่งอย่างไร ดังบล็อกโคอะแกรมที่แสดงในรูปที่ 3 ลักษณะของแสงที่ใช้ส่งสัญญาณแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามค่าความถี่แสง คือประเภทแสงที่มองเห็นได้และประเภทที่มองไม่เห็น ซึ่งมักได้แก่แสงในย่านของอินฟราเรด หรือได้แสงสีแคบ ในระบบของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้พิมพ์เอกสารนี้เป็นการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มองเห็นได้ ความเข้มแสงที่ใช้รับส่งถือเป็นสิ่งสำคัญเพราะไม่เช่นนั้นแสงทั่วไปอาจส่งผลกระทบต่อวงจรภาครับได้ง่าย โดยทั่วไปแสงจะมีลักษณะการกระจายจากแหล่งกำเนิดทุกทิศทาง ดังนั้นในกรณีของรีโมตคอนโทรล ทิศทางของแสงควบคุมอาจต้องกำหนดให้แน่นอน ตัวอย่างของตัวส่งและตัวรับที่เห็นโดยทั่วไป ได้แก่ตัวส่งสัญญาณที่เป็นไฟธรรมดา และส่วนของตัวรับที่เป็นอุปกรณ์รับแสงที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เช่น โฟโตทรานซิสเตอร์หรือไดโอดคู่กันเป็นวงจรอย่างง่าย ดังรูปที่ 4



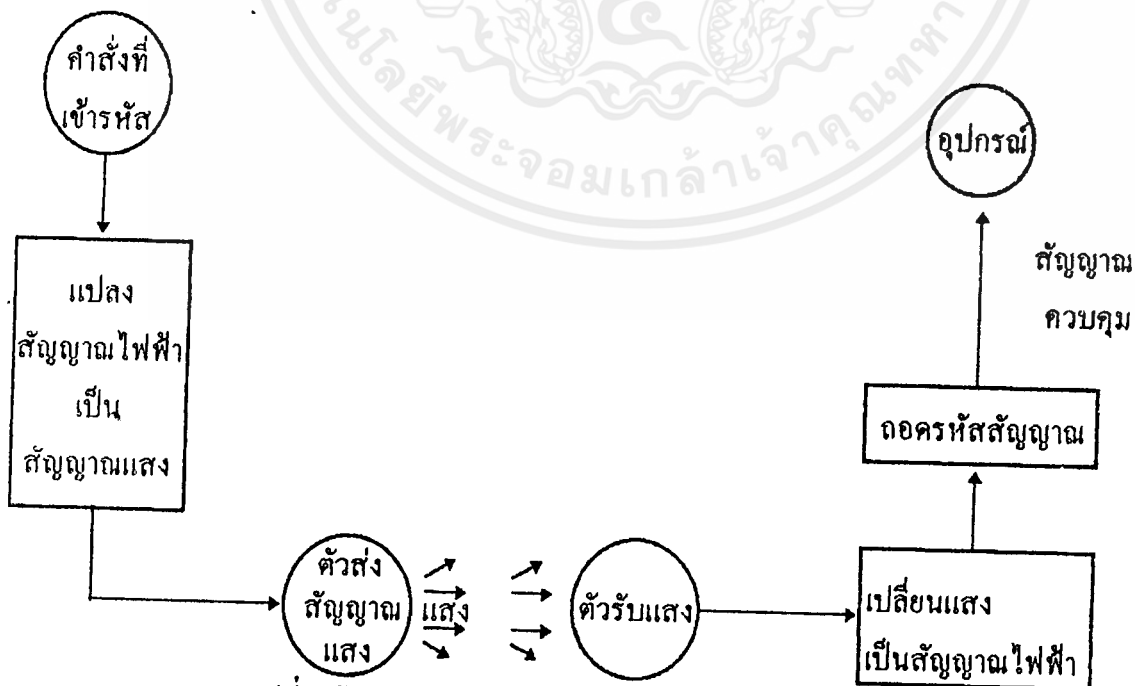
รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมของระบบวิทยุบังคับ

ในรูปที่ 4 เมื่อแสงจากไฟฉายตกกระทบโฟโตทรานซิสเตอร์ QR จะเกิดเปลี่ยนแปลงของกระแสและแรงดันที่ตกคร่อมขาคอลเล็กเตอร์ เกิดเป็นสัญญาณเอาต์พุตออกมา การต่อเนนค์ เกทในลักษณะของอินเวอร์เตอร์จะช่วยแยกระดับของสัญญาณ "0" กับ "1" ออกมาให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นสัญญาณที่ได้สามารถนำไปคิดแปลงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ได้ถึงตรงนี้หลายคนที่ชอบนอนตื่นสายอาจเกิดแนวความคิดแปลงเฉพาะส่วนของวงจรภาครับให้ต่อกับออกหรือกระดิ่งทิ้งไว้แล้ววางไว้ที่หน้าต่างพอดอนเข้าแสงอาทิตย์ส่องกระทบโฟโตทรานซิสเตอร์วงจรจะทำงานทำให้กระดิ่งดังกลายเป็นนาฬิกาปลุกไปเลย

ส่วนสำคัญที่เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพการรับหรือความไวในการรับของภาครับ คงหนีได้พ้นอุปกรณ์โฟโตทรานซิสเตอร์และภาคขยายสัญญาณซึ่งมีรายละเอียดและข้อกำหนดพอสมควร จากรูปวงจรเราปล่อยขามเบสลอยไว้ ซึ่งปกติจะเป็นเช่นนี้อยู่แล้วถ้าเราอยากให้การตอบสนองของสัญญาณดีขึ้นอาจต่อขามเบสนี้เข้ากับไฟบวก 5 โวลต์ โดยใช้ตัวทานอนุกรม เพื่อจำกัด

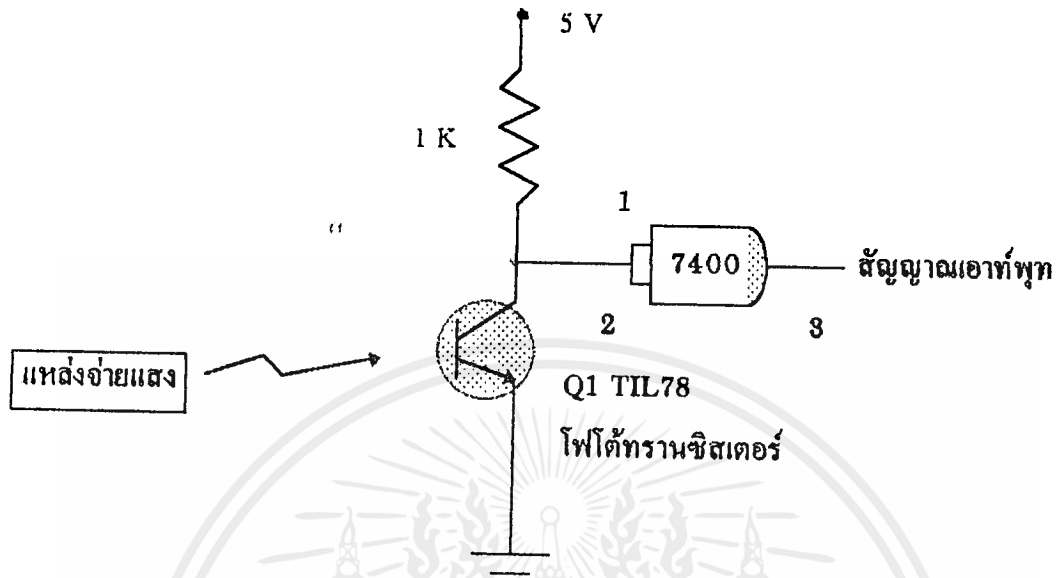
กระแสเบสให้เป็นไปตามคุณสมบัติของโฟโตรีสซิสเตอร์ ก็พอจะช่วยให้งจรรับทำงานได้ดีขึ้น แต่การแก้ไขที่ดีที่สุดคือ การเลือกใช้ตัวรับแสงที่มีประสิทธิภาพสูง ๆ

จากวงจรรับแสงอย่างง่ายในรูปที่ 4 สามารถดัดแปลงให้มีการรับสัญญาณแสงได้ดีขึ้นดัง วงจรในรูปที่ 5 โดยสัญญาณแสงที่ได้รับจะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ขาคอลเล็กเตอร์ของ โฟโตรีสซิสเตอร์ Q1 แล้วป้อนเข้าสู่วงจรออปแอมป์ที่ทำหน้าที่เสมือนวงจรขยายชนิดเปรียบเทียบ ผลต่างของสัญญาณ โดยสัญญาณอินพุตจาก Q1 จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ทางสู่ขานอนอินเวอร์ตดิ้งอิน พุทและขาอินเวอร์ตดิ้งอินพุทของออปแอมป์เมื่อไม่มีการส่งสัญญาณมาที่ตัวรับ ระดับแรงดันหรือ สัญญาณที่ขาอินพุทของออปแอมป์จะมีค่าเท่ากัน ทำให้เอาต์พุทขา 6 ของออปแอมป์มีระดับ สัญญาณเป็น "0" ส่งผลให้สัญญาณเอาพุท 3 ขาของ IC 2 เป็นสัญญาณพัลส์อยู่ในสถานะ "1" แต่ ถ้าเมื่อใดที่มีแสงมาตกที่ตัวรับแสง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่รับในทันทีทำให้ ระดับแรงดันที่ขานอนอินเวอร์ตดิ้งและขาอินเวอร์ตดิ้งอินพุทมีค่าไม่เท่ากัน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากตัว เก็บประจุ C1 ที่ต่อไว้ช่วยหน่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงสัญญาณขาอินเวอร์ตดิ้งอินพุททำให้สัญญาณ เอาต์พุทขา 6 ของออปแอมป์มีระดับสัญญาณเป็น "1" ส่งผ่านไป IC2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินเวอร์ เตอร์ได้สัญญาณพัลส์เอาต์พุทที่ขา 3 ของ IC2 ออกมาเป็น "0" ดังนั้นถ้าแสงที่ตกมายังตัวรับแสง หายไป เอาต์พุทที่ขา 3 ของ IC2 ก็จะกลับไปเป็น "1" เหมือนเดิม ซึ่งเป็นไปโดยการทำงานของ วงจร



รูปที่ 3 โครงสร้างของระบบควบคุมด้วยแสงแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 การส่งสัญญาณแสงควบคุมด้วยวงจรง่าย ๆ

ข้อเปรียบเทียบ	ควบคุมด้วยแสง	ควบคุมด้วยคลื่นวิทยุ
ส่วนของวงจร	วงจรไม่ซับซ้อนออกแบบง่าย	วงจรค่อนข้างซับซ้อน การออกแบบวงจรค่อนข้างพิถีพิถัน
รัศมีทำการควบคุม	ไกลแค่ไหนเหมาะสมกับห้องที่มีฝาผนังเพราะมีการสะท้อนได้ดี	ไกลตามกำลังส่ง มีอำนาจทะลุทะลวงสิ่งกีดขวาง เหมาะกับการใช้งานกลางแจ้ง
ปัญหาสัญญาณรบกวน	ไม่มีหรือน้อยมาก	อาจสร้างสัญญาณรบกวนให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นได้ง่าย และถูกรบกวนได้ง่ายเช่นกัน
ปัญหาด้านกฎหมาย	ไม่มีกฎหมายควบคุม	ต้องขออนุญาตจากทางการเพื่อขอใช้คลื่นวิทยุ
ราคา	ราคาถูก-ปานกลาง	ราคาปานกลาง-แพง
ขนาดรูปร่าง	สามารถปรับปรุงให้มีขนาดเล็กลงได้	ไม่สามารถลดขนาดให้เล็กลงได้มากเท่าที่ควรเนื่องจากเหตุผลทางด้านกำลังส่งและอุปกรณ์ประกอบ

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบระบบควบคุมแบบไร้สายโดยการควบคุมด้วยตนเอง กับใช้คลื่นวิทยุควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

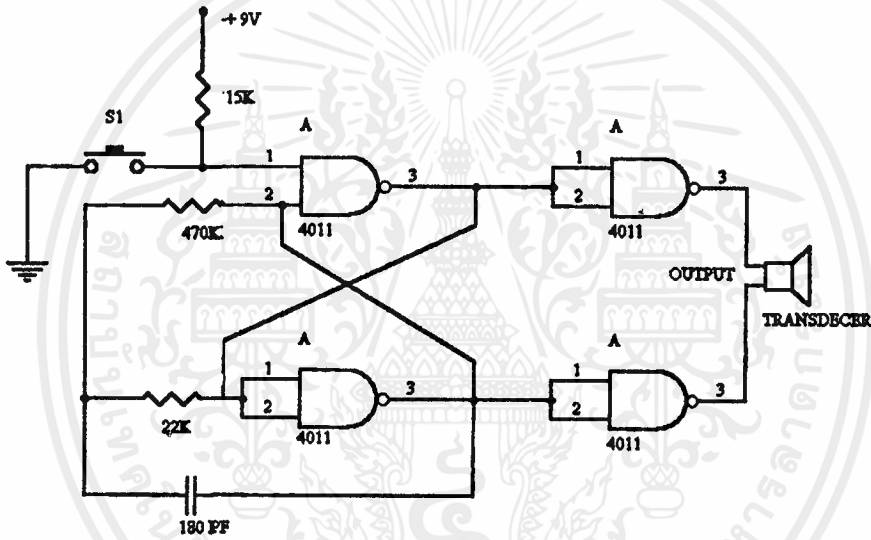


บทที่ 4

ระบบของสัญญาณควบคุม

4.1 ระบบสัญญาณควบคุมแบบอัลตราโซนิก

ระบบควบคุมที่ง่ายที่สุด อาจประกอบด้วยคำสั่งเพียงคำสั่งเดียวเพื่อการทำงานในลักษณะของสวิทช์ปิด-เปิด เท่านั้น ในระบบรีโมตคอนโทรลแบบไร้สาย สัญญาณควบคุมดังกล่าวอาจอยู่ในรูปของสัญญาณความถี่คลื่นวิทยุหรือคลื่นแสง วงจรในรูปที่ 1 เป็นตัวอย่างเครื่องส่งอย่างง่ายที่ใช้ชนิดของสัญญาณควบคุมที่แตกต่างออกไป คือคลื่นเสียงอัลตราโซนิกเป็นคลื่นพาหะสำหรับนำสัญญาณควบคุมซึ่งถือเป็นระบบควบคุมที่ง่ายที่สุด (แต่ไม่นิยมใช้งานทั่วไป)



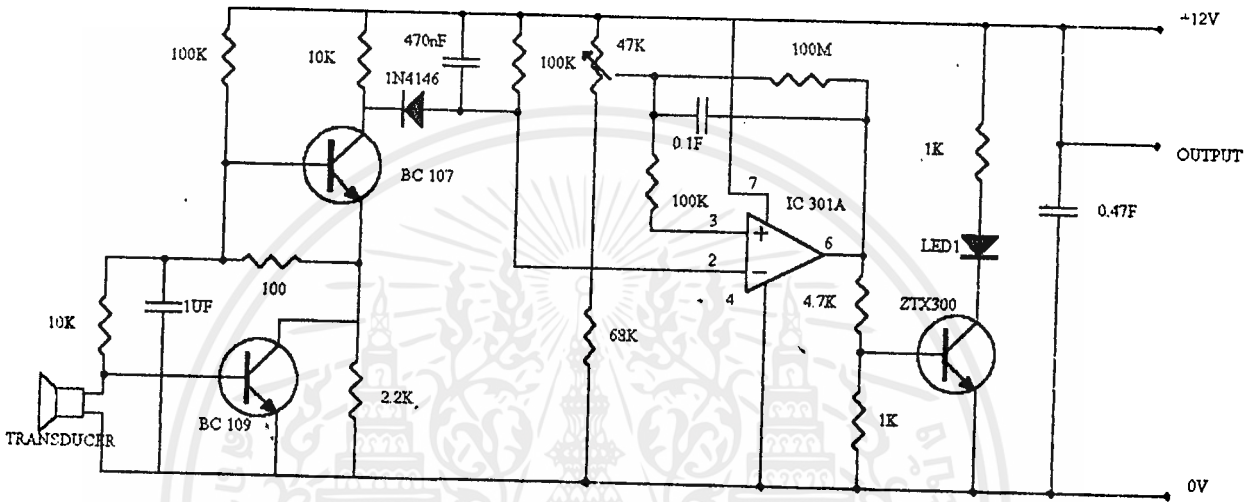
รูปที่ 1 วงจรคลื่นเสียงอัลตราโซนิกอย่างง่าย

ตัววงจรประกอบด้วยวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ทำงานในช่วงของความถี่ประมาณ 40 กิโลเฮิรตซ์ โดยใช้ไอซีชนิดซีมอส เบอร์ 4011 ที่ประกอบด้วยแชนแนลเกต IC1/1 และ IC1/2 ต่อร่วมกับ R3,VR1 และ C1 เพื่อควบคุมสัญญาณในลักษณะของวงจระสเตรเบิลมัลติไวเบรเตอร์ สวิทช์ S1 ทำหน้าที่ควบคุมวงจรให้ทำงานสมบูรณ์ พร้อมส่งสัญญาณความถี่ 40 กิโลเฮิรตซ์ออกมาที่ขาเอาต์พุตของ IC1/1 และ IC1/2 เนื่องจากสัญญาณนี้ไม่อยู่ในรูปของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ดี จึงต้องนำแชนแนลเกต IC1/3 และ IC1/4 ที่เหลือมาต่อพ่วงท้าย เพื่อจัดรูปสัญญาณให้เป็นพัลส์สี่เหลี่ยมที่สมบูรณ์ สำหรับขับทรานสดิวเซอร์แปลงเป็นสัญญาณเสียงส่งออกไป

เครื่องรับสัญญาณอัลตราโซนิก

วงจรเครื่องรับอัลตราโซนิกขนาด 40 กิโลเฮิรตซ์ ดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ 4 ส่วน คือ ส่วนรับสัญญาณ ส่วนขยายสัญญาณ ส่วนจัดรูปสัญญาณ และส่วนควบคุมอุปกรณ์ ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแรกเป็นส่วนรับสัญญาณอัลตราโซนิคขนาด 40 กิโลเฮิร์ตซ์ โดยตัวรับทรานสดิวเซอร์ RX1 ต้องทำงานที่ความถี่ประมาณ 40 กิโลเฮิร์ตซ์ พอดีทั้งนี้เพื่อป้องกันการส่งสัญญาณที่ความถี่อื่นเข้ามารบกวนภาครับในทางปฏิบัติเวลาเลือกซื้อทรานสดิวเซอร์ทั้งตัวส่งและตัวรับ ควรดูสเปกที่สามารถทำงานด้วยกันเป็นคู่ทั้งตัวส่งและตัวรับ คือทำงานที่ความถี่ตรงกัน



รูปที่ 2 วงจรรับสัญญาณเสียงอัลตราโซนิค

เมื่อมีสัญญาณเสียงเข้ามา ทรานซิสเตอร์ Q1 นำกระแส ทำให้แรงดันตกคร่อมที่ขาคอลเล็กเตอร์ตกลงมา (น้อยกว่า 0.1 โวลต์) โดยขณะที่ไม่มีสัญญาณรับเข้ามา แรงดันคอลเล็กเตอร์ของ Q1 จะมีค่าสูงประมาณ 10 โวลต์ทั้ง Q1 และ Q2 เป็นส่วนของวงจรที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ได้รับจากตัวรับ RX1 ให้มีความแรงสัญญาณพอสำหรับวงจรทำงานได้ สัญญาณที่ถูกขยายจะถูกเรกติไฟด้วยไดโอด D1 แล้วส่งต่อไปยังวงจรส่วนจัดรูปสัญญาณ ซึ่งใช้ออปแอมป์เบอร์ 301A ที่ทำหน้าที่ในการเปรียบเทียบสัญญาณของสัญญาณอินพุตที่ขา 2 กับขา 3 ของออปแอมป์ สัญญาณเอาต์พุตจากขา 6 ของออปแอมป์ ถูกทำให้มีค่าคงที่ในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือแลตซ์ไว้สักครู่หนึ่ง โดยใช้คุณสมบัติการชาร์จประจุของตัวเก็บประจุ C3 ที่มีทิศทางการคายประจุผ่านตัวต้านทาน R9 หากค่าของ C3 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 150 ไมโครฟารัดช่วงเวลาที่แสดงสัญญาณเอาต์พุตนี้จะนานถึง 10 วินาที เหตุผลสำคัญของการแลตซ์สัญญาณก็คือ ขณะที่เราส่งสัญญาณจากเครื่องส่งเวลาในการส่งสัญญาณอาจสั้นบ้างยาวบ้าง ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับผู้กดปุ่มส่งสัญญาณ ฉะนั้นวงจรส่วนนี้ของภาครับจึงช่วยให้สัญญาณส่งทั้งหลายมีรูปแบบและช่วงเวลาที่แน่นอนที่ภาครับทำให้การส่งงานควบคุมในภาคต่อไป กระทำได้โดยสะดวก ตัวต้านทานปรับค่าได้ VR1 ใช้รับระดับสัญญาณอินพุต ที่ทำให้เกิดสัญญาณเอาต์พุตของออปแอมป์ หรือพูดง่าย ๆ ก็คือเป็นตัวปรับค่าความไวของเครื่องรับนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

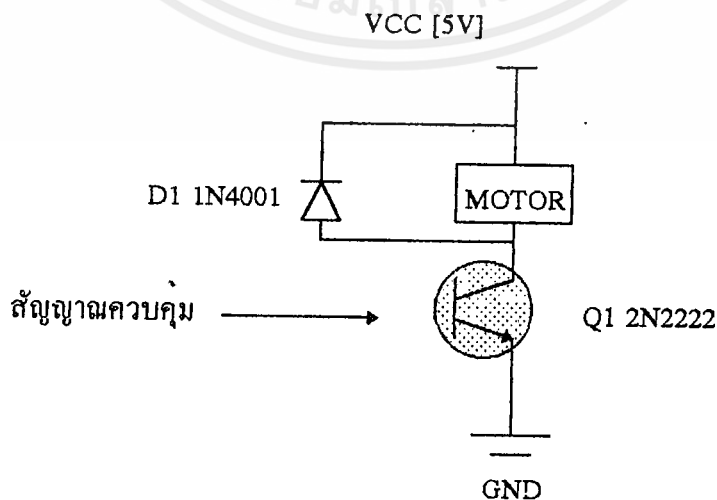
ส่วนควบคุมอุปกรณ์ประกอบด้วยวงจรทรานซิสเตอร์ธรรมดา ที่ใช้การทำงานของ LED1 แสดงสถานะของการควบคุม หรือสถานะที่มีการส่งสัญญาณออกมาควบคุม ในที่นี้เมื่อมีการส่งสัญญาณ LED1 จะติดและจะดับเมื่อไม่มีการส่งสัญญาณ

การควบคุมอุปกรณ์

จากวงจรภาคส่งและภาครับที่แสดงจะเห็นว่าเราสามารถควบคุมการทำงานของ LED1 (ที่ภาครับ) ให้ติดหรือดับได้ โดยการกดปุ่มสัญญาณที่ภาคส่ง ซึ่งถือเป็นพื้นฐานของระบบรีโมทคอนโทรลจากวงจรเดียวกันนี้ เราสามารถต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมลงไปที่เราเอาต์พุตของภาครับ เพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่เราต้องการได้เช่น หากเราต้องการควบคุมมอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ขับเคลื่อนรถเด็กเล่นเราอาจใช้วงจรที่มีลักษณะดังรูปที่ 3 ต่อเพิ่มเติมลงไปในการควบคุมเครื่องรับ แล้วติดตั้งส่วนของภาครับทั้งหมดไว้บนตัวรถ เราก็สามารถควบคุมรถให้เคลื่อนที่หรือหยุดได้

พื้นฐานของการรับ - ส่งสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกชนิดทางเดียวนี้ มีระยะรัศมีการทำการไม่ควรเกิน 5 เมตร ทั้งนี้เป็นผลมาจากกำลังส่งของเครื่องส่งเอง การใช้งานในห้องอาจได้ผลดีกว่ากลางแจ้ง เพราะคลื่นเสียงจะถูกสะท้อนโดยผนังห้อง ทำให้เดินทางถึงเครื่องรับได้หลายทางและมีกำลังมากขึ้น แต่ถ้าใช้กลางแจ้ง เสียงที่ส่งออกจะกระจายออกไปทำให้รับสัญญาณได้น้อย

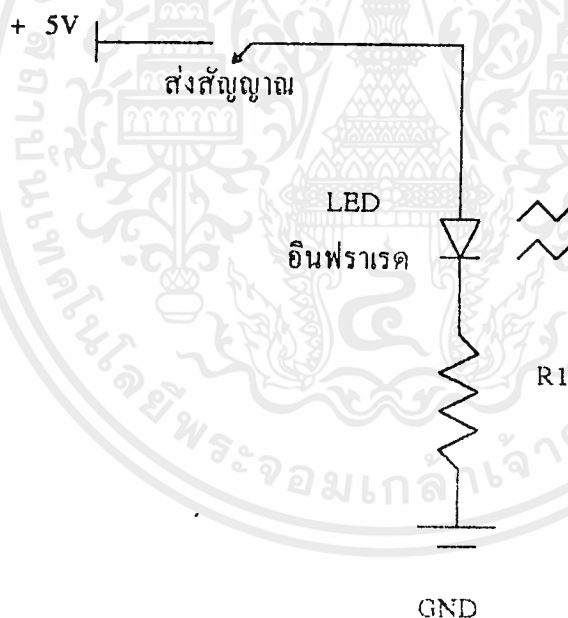
ปัจจุบันระบบรีโมทคอนโทรลด้วยเสียงอัลตราโซนิกมักไม่ค่อยใช้การควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน แต่จะใช้กับงานที่ใช้ในการตรวจจับหาวัตถุ เช่น ระบบการค้นหาวัดดูโลหะใต้พื้นดินระบบนำทางคนตาบอด ระบบกันสะเทือนรถยนต์ เครื่องทำลานิว เครื่องตรวจครรภ์ เป็นต้น



4.2 ระบบสัญญาณควบคุมแบบอินฟราเรด

การใช้แสงอินฟราเรดเป็นสัญญาณควบคุมของรีโมทคอนโทรล สามารถตัดปัญหาการรบกวนของแสงภายนอกอื่น ๆ (ที่มองไม่เห็น) ไปได้โดยเด็ดขาด ยิ่งไปกว่านั้นวงจรใช้งานของระบบอินฟราเรดยังเป็นวงจรที่ง่ายและซับซ้อน แกรมยังมีความเชื่อถือได้สูงในการใช้งานอีกด้วย

การส่งสัญญาณแสงอินฟราเรด สามารถกระทำได้ด้วยวงจรง่าย ๆ ดังรูปที่ 4 (ก) ซึ่งประกอบด้วย LED ที่เปล่งแสงย่านอินฟราเรดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ โดยมีตัวความต้านการ R1 ทำหน้าที่ขจัดจำกัดกระแส ตัวอย่างเช่น สำหรับ LED ที่กินกระแสได้สูงประมาณ 150 มิลลิแอมป์ หากใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 5 โวลต์ R1 จะมีค่าประมาณ 22 โอห์ม แต่ในทางปฏิบัติไม่ควรออกแบบให้ LED กินกระแสสูงสุด R1 ที่ใช้ควรมีประมาณ 100 โอห์ม



รูปที่ 4 วงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย

สัญญาณแสงที่ส่งออกไปโดย LED เพียงตัวเดียว จะเหมาะกับการใช้งานในระยะเพียงไม่กี่เมตรเท่านั้น การเพิ่มกำลังส่งของอินฟราเรดให้ได้ไกลขึ้นทำได้โดยใช้ LED หลาย ตัวต่อขนานกัน โดยที่ R1 จะต้องมีค่าลดลงจากเดิม เพราะต้องขັบกระแสมากขึ้น ปัจจุบันมี LED ย่านอินฟราเรดรุ่นใหม่ ที่ให้กำลังส่งหรือความเข้มสูง ช่วยให้ส่งสัญญาณไปได้ไกลกว่าเดิม ดังนั้นหากเราต้องเลือก LED ตัวส่งสำหรับใช้งานแล้ว ควรจะศึกษาถึงคุณสมบัติทางเทคนิคให้ละเอียดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องส่งอินฟราเรด

การเพิ่มระยะทางในการทำงานของแสงอินฟราเรด นอกเหนือจากการเพิ่มจำนวน LED แล้วทำได้ด้วยวิธีอื่นอีก ถึงแม้ว่าจะใช้ LED เพียงตัวเดียวก็ตาม นั่นคือการเพิ่มกระแสขั้ว LED ให้สูงขึ้น โดยที่ LED ไม่เสียหาย ซึ่งสามารถกระทำโดยจำกัดช่วงเวลาการทำงานของ LED ให้สั้นลงด้วยการใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวขับเคลื่อนกระแสให้ LED จากวงจรรูปที่ 4 หากเราป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างพัลส์ไม่เกิน 10 ไมโครวินาที และมีความถี่ไม่เกิน 1 กิโลเฮิร์ต กระแสที่ใช้ขั้ว LED อาจมีค่าสูงได้ถึง 2 แอมป์ โดยที่ LED ไม่เสียหาย ซึ่งอาจส่งผลให้ความเข้มแสงที่เปล่งออกมามีค่าสูงมากและเดินทางไปได้ไกลกว่าเดิมทีเดียว

เครื่องรับแสงอินฟราเรด

การรับสัญญาณแสงอินฟราเรดด้วยวงจรพื้นฐานแสดงดังรูปที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยส่วนของตัวรับแสงที่ใช้โฟโตไดโอดทำหน้าที่แปลงสัญญาณเป็นสัญญาณไฟฟ้า ในการติดตั้งโฟโตไดโอดเพื่อรับแสงควรมีแผ่นกรองแสงหรือฟิลเตอร์ชนิดที่ให้แสงอินฟราเรดผ่านได้ (เช่น แผ่นพลาสติกสีแดงเข้ม) วางไว้ด้านหน้า เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแสงตัวอื่นที่อาจตกกระทบเข้ามา

กระแสที่ไหลผ่านโฟโตไดโอดและตัวต้านทาน R1 จะมีค่ามากขึ้นตามความเข้มของแสงที่ได้รับอันส่งผลให้เกิดการเพิ่มกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ทำให้ Q1 ทำงานเป็นผลให้กระแสเบสของ Q2 ลดลง ส่งผลให้ Q2 ไม่ทำงาน เอาต์พุตของวงจรอยู่ในสภาวะ "1" เมื่อมีสัญญาณอินฟราเรดเข้ามาความไวในการรับสัญญาณของวงจรขึ้นกับระดับที่ตกคร่อม R1 อันเนื่องมาจากปริมาณของกระแสที่ไหลผ่านโฟโตไดโอด VR1 ที่ทำหน้าที่กำหนดปริมาณกระแสไบอัสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1

บทที่ 5

การสร้างสัญญาณควบคุมและวงจรจ่ายกำลัง

วงจรรับส่งระยะไกลอย่างง่ายในบทที่ 3 และ 4 เป็นการแนะนำการควบคุมฟังก์ชันการทำงานเพียงฟังก์ชันเดียว เช่นการส่งงานในลักษณะเปิดหรือปิดเพียงอย่างเดียวจากลักษณะวงจรส่งแบบเดิมที่มีรูปแบบสัญญาณส่งแบบเดียวเราอาจดัดแปลงวงจรให้สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในหลาย ๆ ฟังก์ชันได้ โดยการเพิ่มวงจรควบคุมบางส่วนที่ไม่ซับซ้อน ลักษณะของวงจรใช้งานที่เพิ่มเติม อาศัยการทำงานทางดิจิทัลเป็นพื้นฐาน

โดยทั่วไปการควบคุมพอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การควบคุมแบบจัดลำดับอนุกรม ที่มีรูปแบบวงจรที่ง่ายไม่ซับซ้อน และสามารถใช้กับวงจรที่มีสัญญาณรูปแบบเดียวได้อีกประเภทหนึ่งเป็นการควบคุมแบบการเข้ารหัส วิธีนี้วงจรส่งและวงจรรับต้องมีส่วนของการเข้าและถอดรหัสที่สัมพันธ์กันซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดต่อไป ในที่นี้จะกล่าวถึงการควบคุมแบบอนุกรมก่อน

5.1 การควบคุมแบบจัดลำดับอนุกรม

ย้อนกลับไปพิจารณาสัญญาณเอาต์พุตของวงจรภาครับ ที่คอลเลกเตอร์ของ Q3 ในรูปที่ 4 ของบทที่ 3 อาจทำให้เป็นสัญญาณที่มีรูปร่างเป็นพัลส์ที่แน่นอนได้ โดยการใช้ไอซีที่ทีแอลเบอร์ 7470 ทำหน้าที่เป็น J-K/F ต่อเป็นวงจรคังแสดงในรูปที่ 1 ก. โดยป้อนสัญญาณเข้าที่ขา CLK ของไอซีสัญญาณเอาต์พุต Q เป็นตัวที่ถูกเลือกใช้เพื่อเป็นสัญญาณควบคุมในส่วนอื่นต่อไป เมื่อสัญญาณอินพุตที่ขา 12 เปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 2 สัญญาณเอาต์พุต Q จะเปลี่ยนสถานะไปจากเดิมในขณะที่มันจะมีการรอจังหวะและคงสถานะไว้ เมื่อลักษณะสัญญาณอินพุตเปลี่ยนสถานะจาก 0 ไปเป็น 1 คล้ายกับการทำงานของวงจรมับ สมมติถ้าต่อ LED เข้ากับสัญญาณเอาต์พุต Q นี้ เมื่อกดปุ่มส่งสัญญาณที่ตัวส่งครั้งหนึ่ง LED ก็จะติด เสมือนกับการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เริ่มทำงาน และเมื่อกดอีกครั้งหนึ่ง LED ก็จะดับ เสมือนกับการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ลักษณะสัญญาณการควบคุมการปิด/เปิด อย่างง่ายนี้เรียกว่าสัญญาณ ที่อกเกิด ซึ่งหมายถึงการที่สัญญาณเอาต์พุตเปลี่ยนค่าไปเป็นตรงข้ามในทุกครั้งที่ CLK เปลี่ยนค่าสถานะจาก 1 ไปเป็น 0

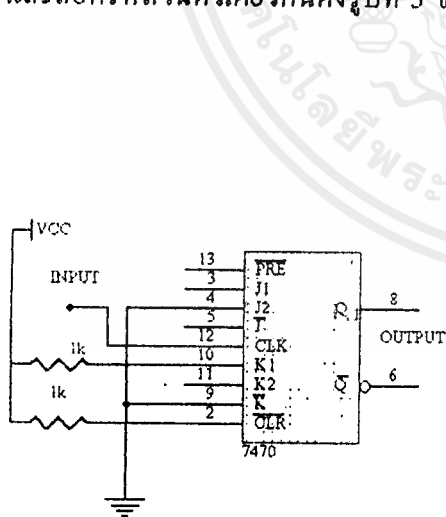
เพิ่มฟังก์ชันควบคุม

จากสัญญาณควบคุมแบบที่อกเกิดที่มีฟังก์ชันควบคุมการทำงาน 2 ฟังก์ชันนี้อาจดัดแปลงให้มีฟังก์ชัน การทำงานมากขึ้นอีกได้โดยการเพิ่มวงจรบางส่วนเข้าไปลักษณะของวงจรที่นำมาใช้เป็นประเภทเดียวกับวงจรมับ ดังแสดงในรูปที่ 1 ข. ที่ใช้ J-K/F 2 ตัวเรียกกันซึ่งอาจทำโดยเพิ่มไอซี 7470 เข้าไปอีกตัวจากวงจรเดิมในรูป 1 ก. หรือใช้ไอซีเบอร์ 7473 ที่ประกอบด้วย F/F 2 ตัวอยู่ภายในตัวเดียวกัน ก็จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและลดจำนวนอุปกรณ์ลงไปได้

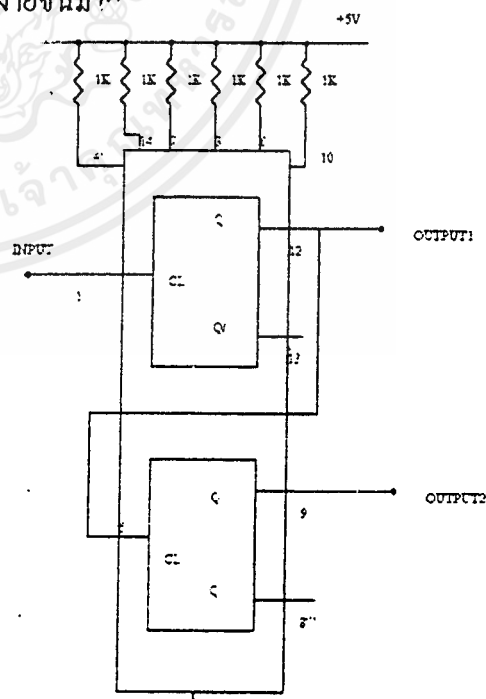
สัญญาณเอาต์พุตในรูปที่ 1 ข. มี 2 เอาต์พุต เปรียบเสมือนเป็นค่าทางไบนารี 2 หลักหรือวงจรรนับ 4 ซึ่งทำให้เกิดสัญญาณควบคุมที่มีรูปแบบต่างกัน 4 แบบ และสามารถนำไปตัดแปลงเพื่อควบคุมอุปกรณ์ได้ถึง 4 ฟังก์ชันการทำงาน โดยเพิ่มส่วนของวงจรถ้าหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนรหัสไบนารีไปเป็นสัญญาณควบคุม ด้วยวงจรถอดรหัสหรือดีโคเดออร์ สัญญาณเอาต์พุตได้จากขา 12 และขา 9 ของไอซี 7473 ในรูปที่ 1 ข. ดังวงจรถอดรหัสที่แสดงไว้ในรูปที่ 2

วงจรถอดรหัสในรูปที่ 2 เป็นโครงสร้างของวงจรถอดรหัสที่ประกอบด้วยเนกต์เกตทั้งหมด 6 ตัว ซึ่งอาจมาจากไอซี 7400 และ 7402 สัญญาณควบคุมเอาต์พุต คือตำแหน่งเอาต์พุต A,B,C,D ซึ่งสามารถส่งสัญญาณไปควบคุมได้เมื่อเอาต์พุตขณะมีสถานะเป็น 1 ดังแสดงในตารางฟังก์ชันการทำงาน โดยเป็นสถานะลอจิกทางเอาต์พุต A,B,C,D

จากหลักการเดียวกันนี้ หากต้องการออกแบบวงจรรนับที่มีหลักการนับทางไบนารีมากขึ้น เช่น 3 หลัก หรือ 4 หลัก ก็จะได้ฟังก์ชันการควบคุมทางเอาต์พุตมากขึ้น ดังเช่นวงจรถอดรหัสในรูปที่ 3 ก. เป็นการใช้ไอซีเบอร์ 7490 ซึ่งเป็นวงจรรนับสิบต่อเข้าสัญญาณคล็อกโดยตรง สัญญาณขาออกเป็นรหัสไบนารี 4 หลัก ซึ่งจะถูส่งไปทำการถอดรหัสไบนารีโดยใช้ไอซีเบอร์ 7442 ทำให้ได้สัญญาณควบคุมทางเอาต์พุตถึง 10 ฟังก์ชันการทำงาน สำหรับนักอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานไอซีวงจรรนับทางดิจิทัลเป็นอยู่แล้วอาจใช้ไอซีมอสเพียงตัวเดียว คือเบอร์ 4017 ทำหน้าที่เป็นวงจรรนับสิบและถอดรหัสในตัวเดียวกันดังรูปที่ 3 ข. ก็จะช่วยให้วงจรถุง่ายขึ้นมา



(ก) สัญญาณที่อกเกิด 1 ระดับ

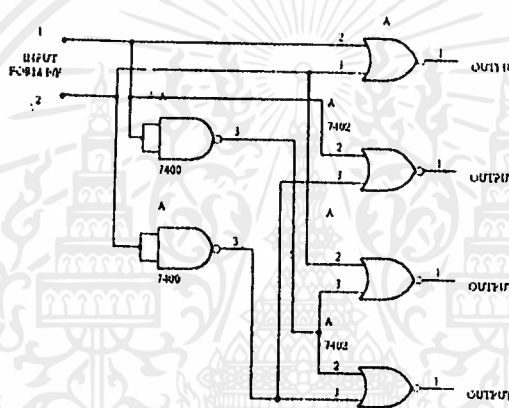


(ข) สัญญาณที่อกเกิด 2 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานรูปที่ 1 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

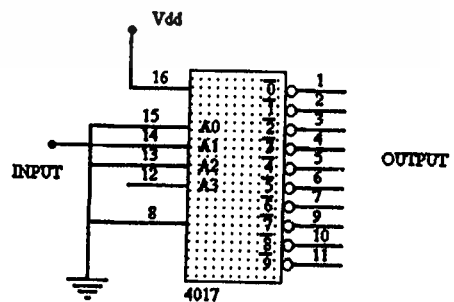
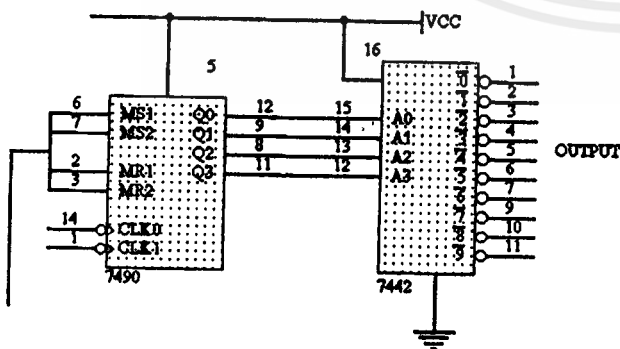
ตารางการทำงาน

จำนวน คลิก	อินพุต.		เอาต์พุต			
	2	1	D	C	B	A
0	L	L	L	L	L	H
1	L	H	L	L	H	L
2	H	L	L	H	L	L
3	H	H	H	L	L	L



รูปที่ 2

วงจรถอดรหัสจากวงจรนับ 4 และฟังก์ชันการทำงานที่เอาต์พุตของไอซีตามตารางการทำงาน



(ก) วงจรถอดรหัสและนับแยกกันต่างหาก (ข) วงจรที่มีวงจรรนับและถอดรหัสภายในตัวไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 8
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกจำนวนฟังก์ชันที่ต้องการ

จากวงจรในรูปที่ 3 ที่มีฟังก์ชันการทำงานสูงสุดถึง 10 ฟังก์ชัน ดูออกจะเกินไปสำหรับงานควบคุมธรรมดา หากต้องการลดจำนวนฟังก์ชันการทำงานลงเหลือ 6 ฟังก์ชัน วงจรถึง 4 ฟังก์ชัน ทำให้เวลาที่ทำการส่งสัญญาณควบคุม ในช่องที่ไม่ได้ใช้อีก 4 ครั้งเพื่อทำการรีเซตให้วงจรกลับไปเริ่มนับใหม่ในฟังก์ชันอันดับแรก

การแก้ปัญหาทำได้โดยเพิ่มวงจรบางส่วนให้ทำการสร้างสัญญาณรีเซตให้กับวงจรนับเพื่อเริ่มต้นนับใหม่ในฟังก์ชันเริ่มแรก เมื่อวงจรนั้นมีการนับมาถึงฟังก์ชันการทำงานที่ 7 ก็จะเริ่มนับฟังก์ชันใหม่ทันที ดังแสดงในรูปที่ 4

เนื่องจากวงจรนับเป็นไอซีเบอร์ 4017 ถูกออกแบบให้ทำงานเมื่อสัญญาณถูกคล็อกเปลี่ยนสถานะที่ขา 5 มีสถานะเป็น 1 ในขณะที่เอาต์พุตอื่นเป็น 0 ส่งผลให้ในส่วนของวงจรนอร์เกตที่เพิ่มเข้าไปด้วยไอซีมอสเบอร์ 4001 สร้างสัญญาณรีเซตออกมาเป็น 1 ที่ขา 10 สัญญาณรีเซตที่เป็น 1 นี้จะทำหน้าที่รีเซตไอซี 4017 ที่ขา 15 ให้นับลอกรหัสออกมาที่ฟังก์ชันเริ่มต้นทันที ทำให้วงจรมีฟังก์ชันการทำงานเพียง 6 ฟังก์ชันเท่านั้น

ในการทำงานเดียวกันหากต้องการเปลี่ยนจำนวนฟังก์ชันการทำงาน ก็เพียงแต่ย้ายจุดต่อที่ขา 5 ของไอซี 4001 ไปต่อเข้ากับเอาต์พุตในจุดหลักที่ต้องการให้นับถึงของไอซีเบอร์ 4017 เท่านั้น โดยที่วงจรในส่วนอื่นยังเหมือนเดิม

5.2 วงจรจ่ายกำลังหรือวงจรขับเอาต์พุต

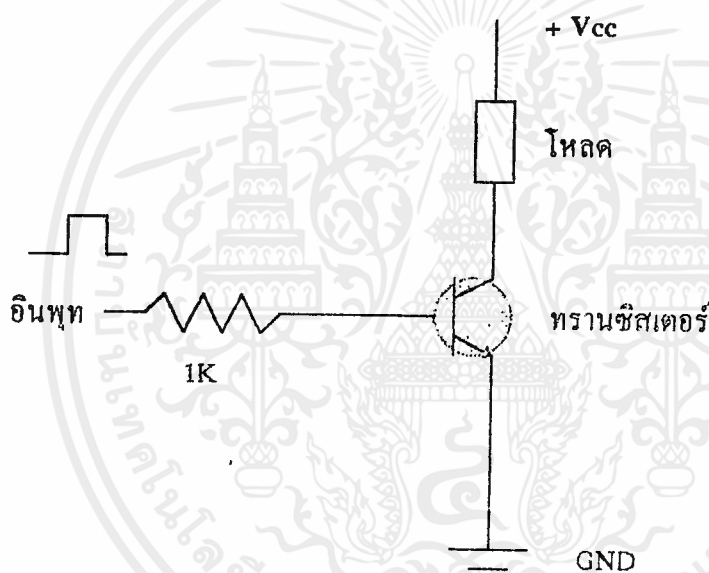
การนำสัญญาณควบคุมไปใช้ในการเปิด/ปิด ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน จำเป็นต้องอาศัยวงจรจ่ายกำลังสำหรับโหลด เพื่อจ่ายกระแสแรงดันให้กับโหลดแต่ละชนิด หากสัญญาณควบคุมถูกใช้เพียงแค่ว่าสำหรับขับ LED ให้สว่าง/ดับ เพื่อแสดงสถานะการทำงาน ก็อาจนำ LED ต่อโดยตรงกับสัญญาณควบคุมได้เลย แต่ถ้าหากต้องการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกระแสให้กับโหลด โดยใช้สัญญาณควบคุมเป็นตัวกำหนดสัญลักษณ์การทำงานของทรานซิสเตอร์อีกทีหนึ่ง

โดยปกติสัญญาณที่เรากล่าวถึงมักอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัลที่ขับออกมาจากไอซีประเภทต่าง Q ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ไอซีประเภทต่าง ๆ	กระแสสูงสุด (มิลลิแอมป์)	แรงดันทำงาน (โวลต์)
ทีทีแอลธรรมดา (ตระกูล 74 ทั่วไป)	16	5
ทีทีแอลที่เป็นบัฟเฟอร์ (เช่น 7440)	50	5
ทีทีแอลกำลังต่ำ (จำพวก 74L)	0.18	5
ทีทีแอลชอตต์กี้ (จำพวก 74LS)	0.36	5
ซีมอส (ที่แรงดันทำงาน 5 โวลต์)	4	5
(ที่แรงดันทำงาน 10 โวลต์)	11	10

วงจรจ่ายกำลังอย่างง่ายที่ใช้ทรานซิสเตอร์ แสดงดังรูปที่ 5.



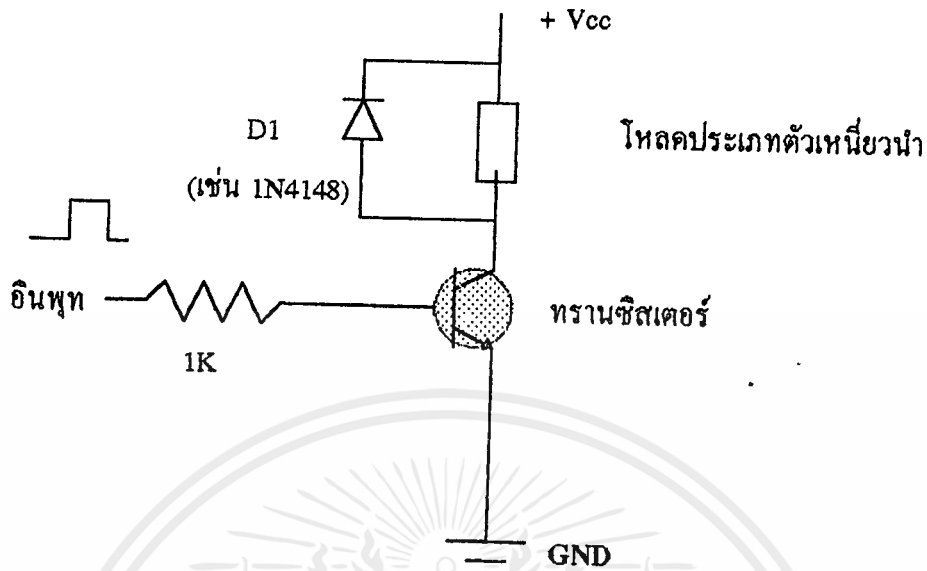
โหลดทำงานเมื่ออินพุทเป็น "1"

รูปที่ 5

โหลดที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการแรงดันไฟตรง จะทำงานเมื่อสัญญาณควบคุมทางด้านขาเบสของทรานซิสเตอร์เป็น 1 ค่าของกระแสที่โหลดต้องการจะต้องไม่เกินค่ากระแสคอลเลกเตอร์ที่ถูกควบคุมด้วยกระแสเบส ซึ่งเป็นกระแสที่ควบคุมในรูปคิวิตอล วงจรนี้สามารถใช้ได้กับโหลดที่กินกระแสไฟได้หลายขนาด ขึ้นอยู่กับอัตราขยายกระแสของทรานซิสเตอร์ที่เลือกใช้ เช่นเลือกทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N3055 สามารถจ่ายกระแสให้โหลดได้มากถึง 15 แอมป์เลยทีเดียว

ส่วนในกรณีที่เป็นโหลดที่ต้องการแรงดันสูง อาจมีค่าตามที่โหลดต้องการได้ หากมีการเลือกใช้วงจรขับโหลดและทรานซิสเตอร์ที่เหมาะสมหรืออาจใช้ทรานซิสเตอร์กำลังสูงกับโหลดที่ต้องการค่าแรงดันสูงและกระแสมาก ๆ อาจต้องมีการใส่แผ่นระบายความร้อนให้กับทรานซิสเตอร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6

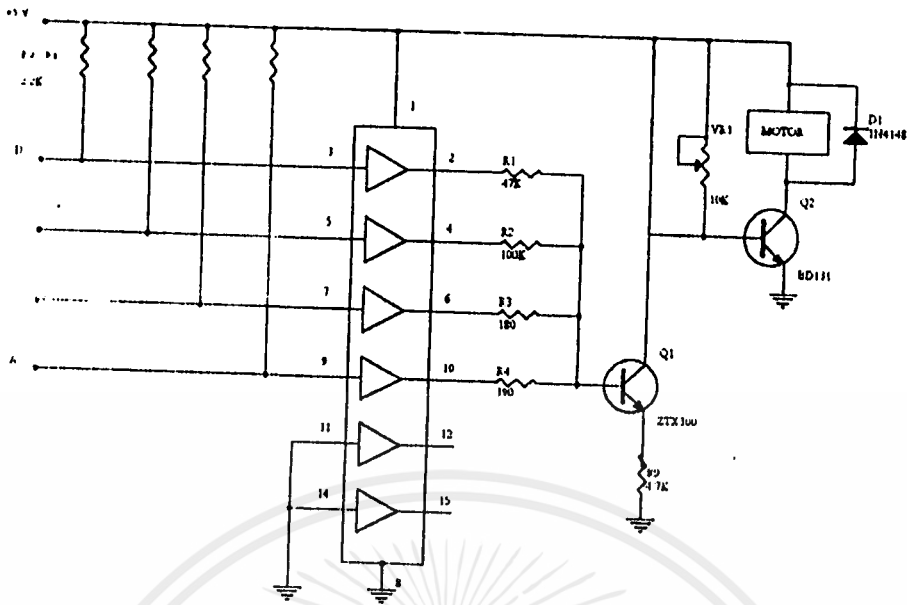
ในกรณีที่โหนดเป็นอุปกรณ์ประเภทตัวเหนี่ยวนำ เช่น ขดลวดในรีเลย์มอเตอร์ไฟฟ้าหรือกระดิ่งไฟฟ้า เมื่อมีการป้อนไฟเข้ามันจะทำงาน ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้นรอบขดลวดนั้น และขณะที่ขดลวดเริ่มหรือหยุดทำงานจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า กระทั่งทำให้เกิดขดลวด และจะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า electromotive force (EMF) หรือการไหลย้อนกลับของแรงดันไฟฟ้านั่นเอง ซึ่งจะมีขนาดแรงดันไฟที่สูงมาก เป็นอันตรายต่อวงจรควบคุมได้ วิธีการแก้ไขโดยการดิสชาร์จกระแสที่ไม่ต้องการเหล่านี้ออกไป โดยใช้ไดโอดที่ต้องการควบคุมมักมีความต้องใช้แรงดันสูงกว่าแรงดันที่ใช้ในภาคเช่น ใช้ไฟบ้าน 220V จึงมักนิยมใช้โหนดประเภทรีเลย์ เพื่อทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกต่อหนึ่งนั่นเอง

5.8 การประยุกต์วงจรกำลัง

นอกเหนือจากการควบคุมการเปิด-ปิด และทิศทางการหมุนของมอเตอร์แล้ว การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ก็ถือเป็นเรื่องสำคัญ จากที่กล่าวไว้ถึงสัญญาณที่เป็นระบบดิจิทัลในรูปของสัญญาณรหัสไบนารี ดังเช่นการใช้ไอซีวงจรมอเตอร์ 7490 ในรูปที่ 3(ก) ซึ่งมีเอาต์พุตจำนวน 4 บิต และมีรูปแบบการนับเริ่มจาก 0000, 0001, 0010, ..., 10001 หรือมีความแตกต่างทางเอาต์พุตเรียงลำดับกันสิบลำดับ (เพราะเป็นวงจรนับสิบ) หากนำเอาระดับเปลี่ยนแปลงทางเอาต์พุตดิจิทัลมาควบคุมหรือทำการเปลี่ยนแปลงให้เป็นการควบคุมปริมาณของกระแสอย่างต่อเนื่อง ซึ่งก็คือการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณดิจิทัลเป็นอะนาล็อกหรือดีทูเอคอนเวอร์เตอร์ (D/A converter) จะได้การควบคุมความเร็วมอเตอร์สิบระดับโดยที่ขนาดของสัญญาณอะนาล็อกจะกลายเป็นปริมาณกระแสที่ใช้ขับมอเตอร์นั่นเอง

ลักษณะของวงจรดีพูเออย่างเดี่ยวที่ใช้สำหรับการควบคุมความเร็วมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 8 เริ่มจากสัญญาณควบคุมอินพุทที่มี 4 บิต (dcba) ซึ่งเกิดจากการตัดแปลงวงจรมัถในรูปที่ 1 (ข) (เพิ่ม JK ฟลิปฟลอปอีกสองตัว) ทำให้มีรูปแบบทางคิจิตอลต่างกันถึง 16 แบบ (มาจาก 2 ยกกำลัง 4) สัญญาณทั้ง 4 บิต จะถูกแลตซ์ไวด์ด้วยไอซีมอสเบอร์ 40, 50 ที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นบัฟเฟอร์คอปปีนกระแสให้กับทรานซิสเตอร์ Q1 ผ่านทางตัวต้านทาน R1, R2, R3, R4 ตามสภาวะเอาต์พุทของ ๗ (DCBA) การที่เลือกใช้ซีมอสก็เพราะว่ากระแสที่จ่ายออกจากซีมอสขาบิตต่าง ๆ สามารถต่อรวมกันได้ง่าย เพื่อป้อนเป็นกระแสเบสให้กับทรานซิสเตอร์ Q1 ดังรูป ซึ่งหากใช้ไอซีทีที่แอลการต่อวงจรแบบนี้อาจจะไม่ทำงานตามที่เราคือต้องการ ตัวต้านทาน R1, R2, R3, R4 ทำหน้าที่กำหนดกระแสที่ป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ Q1 โดยตัวต้านทานทั้งสี่ต้องมีค่าไม่เท่ากัน มิฉะนั้นค่าของกระแสที่ป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ Q1 โดยตัวต้านทานทั้งสี่ต้องมีค่าไม่เท่ากัน มิฉะนั้นค่าของกระแสที่ป้อนให้กับ Q1 อาจมีค่าเหมือนกันได้ ดังเช่นกรณีข้อมูลไบนารีมีค่าเป็น 1001 กับ 1010 เป็นต้น

เมื่อเอาต์พุทของไอซีมีค่าสถานะเป็น 1 กระแสจะถูกจ่ายออกมาในขณะนั้นในขณะที่หากเอาต์พุทมีสถานะเป็น 0 จะไม่มีกระแสจ่ายออกมาค่าของกระแสรวมที่ป้อนให้กับ Q1 อันเกิดจากการรวมกันของกระแสที่มาจากแต่ละบิต ข้อมูลทางไบนารี (4บิต) จะทำหน้าที่ควบคุมกระแสคอลเลคเตอร์ที่ไหลผ่าน R9 มีค่าคงที่ แต่เนื่องจากแรงดันที่ตกคร่อม R9 มีค่าคงที่ หรือเท่ากับ V_{BE} ของทรานซิสเตอร์ Q2 ทำให้กระแสที่ไหลผ่าน R9 มีค่าคงที่ด้วยกระแสคอลเลคเตอร์ของ Q1 ที่เปลี่ยนแปลงไป จึงเป็นตัวกำหนดกระแสเบสของ Q2 จึงควบคุมปริมาณกระแสคอลเลคเตอร์ที่ไหลผ่านมอเตอร์อีกทีหนึ่งจึงสามารถควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ได้โดยการควบคุมกระแสที่ป้อนให้กับมอเตอร์ ตัวต้านทานปรับค่าได้ VR1 มีไว้เซทค่ากระแสไบแอสต่ำสุดของ Q2 ให้สามารถทำงานได้แม้ว่าค่าของกระแสเบสจาก Q1 จะมีค่ามากก็ตามโดยปกติสัญญาณอินพุท 4 บิตที่ป้อนเข้ามา (DCBA) มักได้จากไอซีทีที่เอลลซึ่งจ่ายและดึงกระแสมากกว่าซีมอสจึงจำเป็นต้องต่อตัวต้านทาน R5-R8 แบบพูลอัพ (pull-up) ไว้ที่อินพุทของไอซีมอสเพื่อให้มีการชดเชยสัญญาณกันอย่างเหมาะสม



รูปที่ 8

วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นดิจิทัลเป็นอะนาลอก (D/A) เพื่อควบคุมกระแสให้กับมอเตอร์

เนื่องจากสัญญาณควบคุมที่กล่าวถึงในที่นี้เป็นแบบจัดลำดับอนุกรม ทำให้การออกแบบวงจรควบคุมการเพิ่มความเร็ว และลดความเร็วรอบมอเตอร์ด้วยวงจรเดียวกัน ทำได้ค่อนข้างลำบาก และมักได้เป็นที่นิยมนอกเสียจากสัญญาณควบคุมเป็นแบบการเข้ารหัสซึ่งจะทำให้วงจรใช้งานดังกล่าวออกแบบได้ง่ายกว่า จากวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ในรูปที่ 8 สามารถดัดแปลงวงจรให้เป็นชนิดเพิ่มความเร็วหรือลดความเร็วได้อย่างหนึ่ง โดยเลือกชนิดของวงจรมัดให้เหมาะสม กล่าวคือ ถ้าเป็นวงจรมัดขึ้น (เช่นจาก 1 ไป 10) จะได้วงจรเพิ่มความเร็วมอเตอร์ แต่ถ้าหากเป็นวงจรมัดลง (เช่นจาก 10 ลงมา 1) จะได้วงจรลดความเร็วมอเตอร์

สรุป

จากที่กล่าวมาตั้งแต่ต้น จะเห็นว่าด้วยวงจรส่งอย่างง่ายที่อาจเป็นสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกหรือสัญญาณแสง (แม้กระทั่งไฟฉาย) ที่กล่าวแล้วใน 2 บทที่ผ่านมาสามารถที่ควบคุมอุปกรณ์อื่นได้หลายตัว หรือหลายฟังก์ชันการทำงานมิใช่เพียงสามารถเปิดเครื่องเท่านั้นอย่างไรก็ตาม การควบคุมแบบนี้ต้องมีการสั่งการใหม่ได้ทำให้ไม่ค่อยสะดวกกับการใช้งานส่วนใหญ่ แต่ก็อาจเหมาะสมกับการควบคุมแบบเป็นลำดับเช่นในโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ต้องการให้เกิดการข้ามขั้นตอนในการทำงานเลย ยิ่งไปกว่านั้นเราอาจดัดแปลงการควบคุมแบบอนุกรม ให้มีการควบคุมแบบอัตโนมัติได้โดยสร้างสัญญาณส่งเป็นกลุ่มของคลื่นออกมา ทำให้มีสัญญาณควบคุมที่ภาครับมีช่วงเวลาการทำงานที่แน่นอน และเรียงลำดับกันไปเพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ

บทที่ 6

การออกแบบวงจรขั้นพื้นฐาน

6.1 โครงสร้างของวงจร

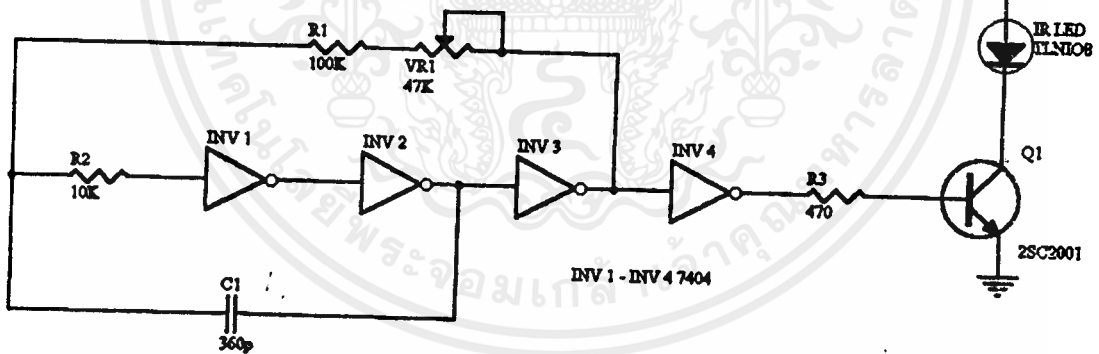
โครงสร้างของวงจรขั้นพื้นฐานนี้ประกอบด้วยวงจร 2 ส่วนใหญ่คือวงจรภาคส่งและภาครับ ซึ่งวงจรภาคส่งนี้จะประกอบด้วยวงจรรย่อยอีก 2 วงจรคือวงจรกำเนิดความถี่และวงจรถับสัญญาณ ส่วนในวงจรภาครับจะประกอบด้วยวงจรรย่อยอีก 5 วงจร คือ วงจรขยายภาคแรก วงจรกรองความถี่วงจขยายภาคที่สอง วงจรจัดรูปสัญญาณพัลส์ และวงจรถ่ายกำลัง ซึ่งการออกแบบวงจรทั้ง 2 ภาคจะได้ทำการอธิบายต่อไป

6.2 การออกแบบภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด

ดังที่กล่าวไปแล้วในข้างต้นว่าวงจรภาคส่งสัญญาณนั้นจะประกอบด้วยวงจรรย่อยอีก 2 วงจร เมื่อนำทั้ง 2 วงจรมาประกอบเข้าด้วยกันก็จะได้ภาคส่งทั้งภาค ต่อไปจะขออธิบายการออกแบบวงจรรย่อยทั้ง 2 วงจรต่อไป

6.2.1 การออกแบบวงจรกำเนิดความถี่

ในวงจรนี้จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด

เป็นวงจรที่ใช้ในการกำเนิดสัญญาณโดยการใช้ไอซีที่ทีแอลตระกูล 74---หรือไอซีตระกูล 40--- โดยการนำแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง มาทำการอินเวิร์สโดยการใช้ไอซีสำเร็จรูปดังกล่าวมาทำการอินเวิร์สสัญญาณ โดยหลักการของวงจร NEGATIVE FEEDBACK ซึ่งเกิดจากการนำสัญญาณที่ได้จากการอินเวิร์สมาใช้ในวงจร จะทำให้เอาท์พุทที่ได้มีสถานะกลับกันระหว่างลอจิก 1 และลอจิก 0 ตลอดเวลา ซึ่งก็คือสัญญาณพัลส์ที่ได้ การกำหนดความถี่ของสัญญาณพัลส์สามารถกำหนดได้จากค่าความต้านทานและค่าตัวเก็บประจุ ซึ่งต่ออยู่ในลักษณะการป้อนกลับ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F = 1/2.2 C * R$$

หลังจากได้สัญญาณพัลส์ที่ต้องการแล้วจึงนำสัญญาณดังกล่าว ไปป้อนให้กับวงจรจับสัญญาณต่อไป

การคำนวณค่าความต้านทานตัวที่ 1, ความต้านทานปรับค่าได้และค่าตัวเก็บประจุตัวที่ 1

เนื่องจากวงจรนี้เราต้องการความถี่พัลส์ที่มีความถี่ประมาณ 10 KHz ซึ่งเป็นความถี่ออสซิลเลเตอร์ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$F_{osc} = 1/2.2 C_1 * R_1$$

ค่าความต้านทานที่ใช้ได้ควรอยู่ในช่วง กิโลโอห์ม-เมกกะโอห์ม ดังนั้นเรากำหนดค่าความต้านทานโดยใช้ ค่าความต้านทานตัวที่ 1 เท่ากับ 100 กิโลโอห์ม, ค่าความต้านทานปรับค่าได้ เท่ากับ 47 กิโลโอห์ม โดยทำการปรับไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลาง ดังนั้นค่าความต้านทานรวมในวงจรจะเท่ากับ 123.5 กิโลโอห์ม

ค่าตัวเก็บประจุตัวที่ 1 จะคำนวณได้จากสมการนี้

$$C_1 = 1/2.2 F_{osc} * R$$

$$= 1/2.2 * 10 \text{KHz} * 123.5 \text{K}$$

$$= 368 \text{ pF}$$

ดังนั้นค่าตัวเก็บประจุตัวที่ 1 จะเท่ากับ 368 pF

การคำนวณค่าความต้านทานตัวที่ 2

ค่าความต้านทานตัวที่ 2 จะต้องใช้ให้เหมาะสมกับไอซีควรมีค่าความต้านทานตั้งแต่กิโลโอห์มขึ้นไปในที่นี้กำหนดให้ใช้เท่ากับ 10 กิโลโอห์ม

6.2.2 การออกแบบวงจรขับสัญญาณ

การที่ออกแบบให้ไดโอดอินฟราเรดทำงานหรือไม่นั้น ขึ้นกับแรงดันตกคร่อมตัวมันโดยประมาณเท่ากับ 1.5V ดังนั้นพัลซ์ที่จะป้อนให้กับวงจรขับควรมีค่าแรงดันมากกว่า 1.5V ขึ้นไป

ไดโอดอินฟราเรดจะใช้แรงดันคิซีและใช้กระแสประมาณ 100 mA การออกแบบทรานซิสเตอร์ตัวที่ 1 นั้น ควรใช้ทรานซิสเตอร์ที่มีกระแสเอาต์พุตมากกว่ากระแสที่ไดโอดอินฟราเรดใช้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ คือประมาณ 200 mA ซึ่งต้องคำนึงถึงแรงดันต่างๆคือ แรงดันตกคร่อมขา CE , CB และแรงดัน CE[set] ดังนั้นจึงเลือกใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC2001 ซึ่งมีคุณสมบัติ $V_{ce0}=25V, I_c=700mA, P_c=600mW, V_{ce[set]}=0.2V$

การคำนวณค่าความต้านทานตัวที่ 8

เนื่องจากค่า h_{fe} ของทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC2001 เท่ากับ 200 (typ) สามารถหาค่าความต้านทานตัวที่ 3 โดยใช้สมการ

$$\begin{aligned} R3 &= \frac{V_{oh} - V_{be}[tr1]}{I_{fp} / h_{fe} [tr1]} \\ &= \frac{3 - 0.7}{100 \text{ mA} / 200} \\ &= 460 \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความต้านทานตัวที่ 3 ควรเลือกค่าเท่ากับ 470 โอห์ม

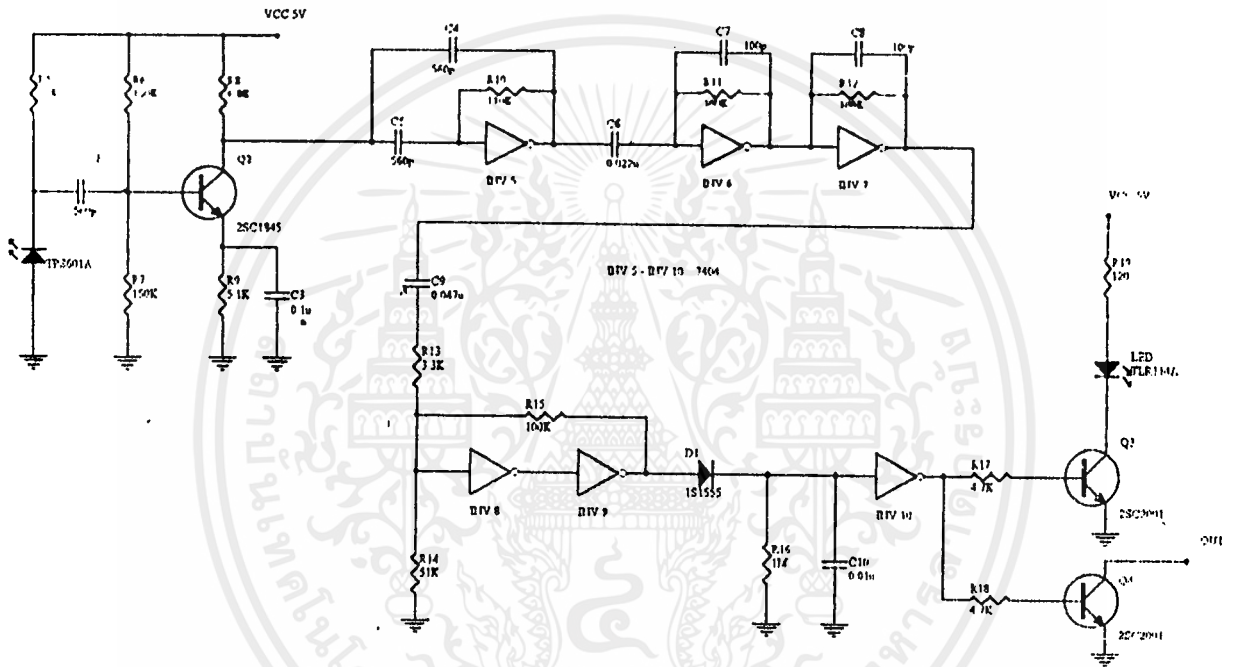
การคำนวณค่าความต้านทานตัวที่ 4

ค่าความต้านทานตัวที่ 4 ได้จากค่า I_{fp} โดยใช้สมการดังนี้

$$\begin{aligned} R4 &= \frac{V_{cc} - V_f - V_{ce[sat]}tr1}{I_{fp}} \\ &= \frac{3 - 1.4 - 0.1}{100 \text{ mA}} \\ &= 15 \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

6.3 การออกแบบภาครับสัญญาณอินฟราเรด

ดังกล่าวไว้ในตอนต้นวงจรขั้นพื้นฐานต้องประกอบด้วยวงจรภาครับและที่ขาดไม่ได้คือวงจรภาครับ และวงจรภาครับนี้ได้มีการออกแบบอย่างละเอียด ซึ่งประกอบด้วยวงจรรย่อยต่าง ๆ 5 วงจรต่อไปนี้จะอธิบายขั้นตอนการออกแบบวงจรรย่อยแต่ละวงจรโดยอาศัยรูปที่ 2 ซึ่งแสดงส่วนประกอบของวงจรรย่อยต่างๆ ทั้ง 5 วงจรต่อรวมกันเป็นภาครับสัญญาณอินฟราเรด



รูปที่ 2 แสดงวงจรรรับสัญญาณอินฟราเรด

6.3.1 การออกแบบวงจรรขยายภาคแรก

จากรูปที่ 2 ให้พิจารณาเฉพาะวงจรรขยายภาคที่ 1 ซึ่งสามารถพิจารณาได้ว่าเมื่ออุปกรณ์โฟโต้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่รับสัญญาณอินฟราเรดซึ่งส่งมาเป็นสัญญาณพัลส์ได้แล้วทำการแปลงสัญญาณแสงอินฟราเรดเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าในลักษณะของสัญญาณพัลส์ สัญญาณที่รับได้จากอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีกำลังแรงขึ้น โดยการใช้ทรานซิสเตอร์มาทำการขยายกระแส หรือสัญญาณให้มีระดับสูงพอที่จะทำการใช้ขับวงจรเอาท์พุทได้

ขั้นตอนการคำนวณวงจรดังนี้

- การเลือกค่าความต้านทานตัวที่ 5 (R5)

การเลือกค่าที่ถูกต้องนั้นดูความเหมาะสมกับอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณหรือโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ซึ่งต้องใช้ค่ากระแสเป็นตัวกำหนดค่าของความต้านทานจากอุปกรณ์ตัวรับคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์เบอร์ TPS 601 A จะมีค่ากระแสสูงสุดประมาณ $9 \mu A$ ค่าแรงดันที่ตกคร่อม R5 จะมีค่าประมาณ 0.5 โวลต์ ดังนั้นคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned} & \frac{VR5}{ID} \\ &= \frac{0.5V}{9\mu A} \\ &= 55.6 K\Omega \end{aligned}$$

หรือค่าความต้านทาน R6 ประมาณ 56 K Ω

- การเลือกค่าความต้านทานตัวที่ 6 และ 7 (R6 และ R7)

การเลือกค่าความต้านทานที่ 6 และ 7 นั้นจะต้องใช้ให้เหมาะสมกับทรานซิสเตอร์ตัวที่ 2 ซึ่งจะมีแรงดันตกคร่อมมีค่าเท่ากับ ครึ่งหนึ่งของแหล่งจ่าย ดังนั้นเมื่อทำการกำหนดค่าของ R7 และ R8 จะต้องมามีค่าเท่ากัน

- การเลือกค่าความต้านทานตัวที่ 9 (R9)

การเลือกค่าความต้องการตัวที่ 10 ค่าที่จะให้ต้องเลือกค่าให้เหมาะสมกับทรานซิสเตอร์ตัวที่ 2 ซึ่งมีคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์ที่ต้องคำนึงถึงคือ ค่า IC (Tr2) หรือกระแสที่ขาคอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวที่ 2 ซึ่งคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC 1845 จะมีค่ากระแสตกคร่อมที่ขาคอลเลกเตอร์ (IC) ประมาณ $150 \mu A$

$$\begin{aligned} \text{คำนวณได้ดังนี้ R9} &= \frac{VB(Tr2) - VBE(Tr2)}{IC(Tr2)} \\ &= \frac{1.5 - 0.7}{150} \\ &= 5.33 K\Omega \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความต้านทาน R9 ควรใช้ค่าเท่ากับ 5.1 K Ω

- การเลือกค่าตัวเก็บประจุตัวที่ 3 (C3)

การเลือกค่าตัวเก็บประจุตัวที่ 3 (C3) จะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับทรานซิสเตอร์ตัวที่ 2 เช่นเดียวกัน และจะต้องคำนึงถึงความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่เราต้องการด้วยคือ 10 KHz ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์ตัวที่ 2 มีคุณสมบัติของค่าความต้านทานภายในเท่ากับ 170Ω (ได้จากแรงดันตกคร่อมภายใน 26 mV หารกับ กระแสทรานซิสเตอร์)

$$\begin{aligned} \text{คำนวณดังนี้} \quad C3 &= \frac{1}{2\pi f r_e} \\ &= \frac{1}{2\pi \times 10 \text{K} \times 170} \\ &= 0.0936 \mu\text{F} \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าตัวเก็บประจุ $C3$ ควรใช้ค่า $0.1 \mu\text{F}$

- การเลือกค่าความต้านทานตัวที่ 8 ($R8$)

การเลือกค่าความต้านทานตัวที่ 8 ($R8$) จะต้องพิจารณาจากค่า IC เป็นหลักโดยสามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$R9 = \frac{1}{2[V_{CC} - [V_B(\text{Tr2}) - V_{BE}(\text{Tr2}) + V_{CE}(\text{Tr2})]} IC(\text{Tr2})$$

$$R8 = 6.8 \text{ K}\Omega$$

ดังนั้นค่าความต้านทาน $R8$ ควรใช้ค่า $6.8 \text{ K}\Omega$

6.3.3 การออกแบบวงจรจัดรูปแบบสัญญาณพัลส์

วงจรจะเป็นวงจรที่ใช้ในการจัดรูปแบบของสัญญาณพัลส์ของสัญญาณที่ได้ให้มีรูปสัญญาณที่อยู่ในลักษณะของพัลส์ให้ได้มากที่สุด เพื่อที่จะทำให้วงจรดีเทคเตอร์สามารถตีเทกสัญญาณได้

ขั้นตอนการคำนวณวงจรมีดังนี้

- การเลือกค่าความต้านทานตัวที่ 14 และ 15 ($R14, R15$)

การเลือกค่าความต้านทาน $R15$ จะหาได้จากค่า $R11, R12$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $100 \text{ K}\Omega$ ที่ภาคขยายที่ 2 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมกับขยายสัญญาณ

การเลือกค่าความต้านทาน R14 ที่ต้องการกำหนดนั้นจะเห็นได้ว่า INV4 จะมีแรงดันตกคร่อมประมาณครึ่งหนึ่งของแหล่งจ่าย ดังนั้นแรงดันตกคร่อมทั้งวงจรจะมีค่าประมาณหนึ่งในสามของแหล่งจ่าย โดยที่ R16 เรากำหนดขึ้นมาเท่ากับ 100 K Ω ดังนั้นสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\frac{R14}{R14 + R15} \times VCC = \frac{1}{3} \times VCC$$

$$\begin{aligned} \therefore R14 &= \frac{R15}{2} \\ &= \frac{100K}{2} \\ &= 50 \text{ K}\Omega \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความต้านทานตัวที่ 14 จึงควรใช้ค่า 51 K Ω

และค่าความต้านทาน R15 จึงควรใช้ค่า 100 K Ω

- การเลือกค่าความต้านทานตัวที่ 13 (R13)

พิจารณา R13 กับ R15 จะเห็นว่าแรงดันตกคร่อมประมาณ 0.1 โวลต์ R13 กับ C9 จะทำหน้าที่ให้ความถี่ที่ต้องการเท่านั้นผ่านได้

คำนวณได้ดังนี้

$$\frac{R13}{R13 + R15} \times VCC = 0.1V$$

$$\begin{aligned} \therefore R13 &= \frac{0.1}{VCC - 0.1} \times R16 \\ &= \frac{0.1}{3 - 0.1} \times 100 \text{ K}\Omega \\ &= 3.45 \text{ K}\Omega \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความต้านทาน R13 จึงควรใช้ค่า 3.3 K Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเลือกค่าตัวเก็บประจุตัวที่ 9 (C9)

เราต้องการความถี่เอาต์พุตออกไปประมาณ 10 KHz ดังนั้นสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} C9 &= \frac{1}{2\pi f CR14} \\ &= \frac{1}{2 \times 3.14 \times 10 \times 10^3 \times 3.3 \times 10^3} \\ &= 0.47 \mu F \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าตัวเก็บประจุตัวที่ 9 (C9) จึงควรใช้ค่า 0.47 μF

6.3.4 การออกแบบภาคดีเทคเตอร์

การออกแบบภาคดีเทคเตอร์เพื่อที่ต้องการให้มีค่าของสัญญาณพัลส์ที่เราต้องการและให้สัญญาณที่มีความถี่สูงลงกราวน์ ค่าของเวลาสัญญาณพัลส์ที่ออกมาจากอินเวอร์สเตอร์ตัวที่ 6 แล้วจะมีสถานะเป็นลอจิก "1" ทำให้ทรานซิสเตอร์ ON การออกมาแบบให้ทรานซิสเตอร์สามารถทำงานและหยุดทำงานได้ทันกับสัญญาณความถี่ที่บายพาสออกมาเราจึงออกแบบให้ค่าทาวนนี้มีค่าประมาณ 10ms ซึ่งหาได้มาจาก $R16 \times C10$ ซึ่งเท่ากับ 10 ms

ดังนั้นจึงกำหนดให้ค่า R16 เท่ากับ 1 M Ω และ C10 เท่ากับ 0.01 μF

6.3.5 การออกแบบวงจรเอาต์พุต

ทรานซิสเตอร์ตัวที่ 3 และ 4 จะทำงานและหยุดทำงานได้จากค่าเอาต์พุตที่อินเวอร์สเตอร์ตัวที่ 6 มีแรงดันเป็น 0 โวลต์ จะทำให้ Tr3 และ Tr4 หยุดทำงานและถ้าเอาต์พุตที่อินเวอร์สเตอร์ตัวที่ 6 มีแรงดันเป็นลอจิก "1" จะทำให้ที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Tr3 และ Tr4 ทำงานและไดโอด LED จะติดสว่าง

- การเลือกอุปกรณ์ไดโอด LED

ใช้ LED เบอร์ TLR 114 A เนื่องจากสามารถให้กระแสฟอร์เวิร์ดที่ 10 mA

- การเลือกทรานซิสเตอร์ตัวที่ 3

เมื่อ LED มีกระแสฟอว์เวิร์สเท่ากับ 10 mA ดังนั้นเพื่อให้เหมาะสมกับ $V_{CE(sat)}$ ของ TR1 เบอร์ 2SC 2001 นั้นเอง

- การเลือกค่าความต้านทานตัวที่ 17 (R17) และตัวที่ 18 (R18)

จะใช้การจำกัดกระแสของ LED เป็นหลัก

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } R18 &= \frac{V_{CC} - V_F(\text{LED}) - V_{CE(\text{Sat})} \text{ Tr3}}{I_F(\text{LED})} \\ &= \frac{3 - 1.7 - 0.1}{10\text{mA}} \end{aligned}$$

$$R18 = 120 \Omega$$

ดังนั้นค่าความต้านทาน R1 เท่ากับ 120 Ω

เมื่อทรานซิสเตอร์ 3 มีค่า h_{FE} เท่ากับ 20 เพราะฉะนั้นจึงได้ค่า R17

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } R17 &= \frac{V_{OH} - V_{BE}(\text{Tr3})}{I_F(\text{LED})/h_{FE}} \\ &= \frac{3 - 0.7}{10\text{mA}/20} \\ R17 &= 4.6 \text{ K}\Omega \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความต้านทานตัวที่ 17 (R17) จึงเท่ากับ 4.6 $\text{K}\Omega$

- การเลือกค่าความต้านทานตัวที่ 19 (R19) และทรานซิสเตอร์ตัวที่ 4

ให้ทำการคำนวณเหมือนกับทรานซิสเตอร์ 3 และค่าความต้านทาน (R17)

6.4 การทดลองและสรุปผลการทดลอง

จากการทำการทดลองทั้งวงจรภาครับและภาคส่งนั้น โดยที่ภาคส่งนั้นทำการป้อนแรงดัน 3 VDC ให้กับวงจรย่อยต่าง ๆ ซึ่งนำมาประกอบเป็นภาคส่งนั้น เอาท์พุทของวงจรที่ได้นั้นเป็น สัญญาณรูปพัลส์ ซึ่งมีค่าความถี่เท่ากับ 10 KHz ต่อไป

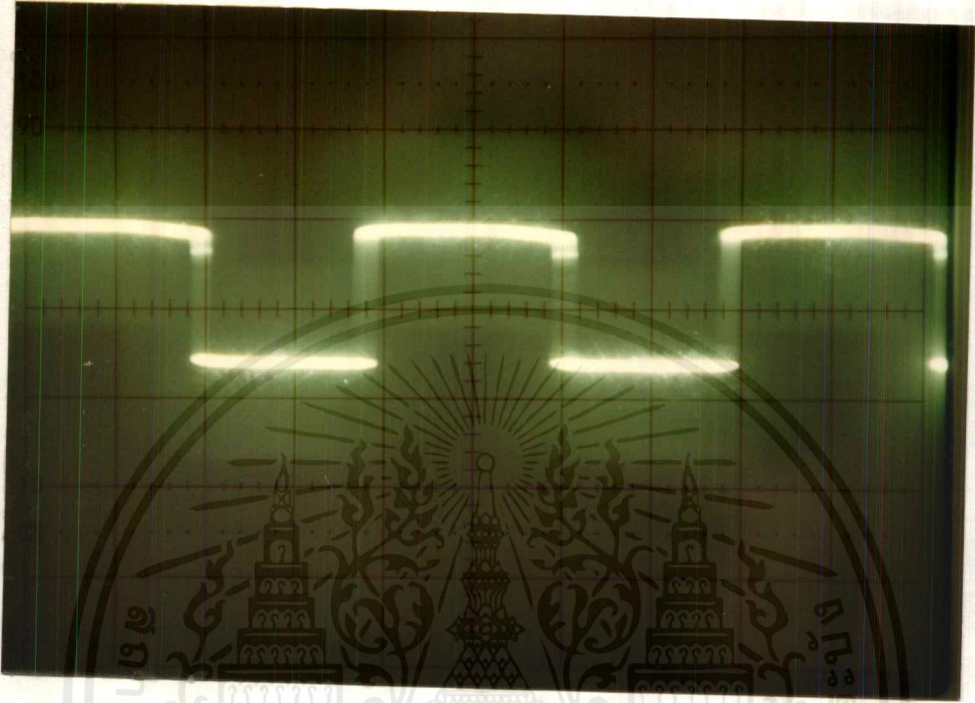
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของภาครับสัญญาณเมื่อนำวงจรย่อยต่างๆมาประกอบกันเป็นวงจรภาครับสัญญาณ แสง ผลปรากฏว่าสามารถรับสัญญาณพัลส์ที่ความถี่ 10 KHz แต่สัญญาณมีความเพี้ยน เนื่องจากการสูญเสียในอากาศและมีสัญญาณรบกวนผสมอยู่เมื่อผ่านสัญญาณวงจรภาคต่างๆ มาแล้วทำให้สัญญาณเอาต์พุตนั้นมีรูปแบบคล้ายกับสัญญาณที่ส่งมาจากภาคส่งที่สุด ซึ่งจะได้แสดงรูปคลื่นสัญญาณที่ทำการทดลองวัดตามจุดต่าง ๆ ของวงจรมาทำการเปรียบเทียบกันกับสัญญาณจากภาคส่งเพื่อให้เห็นอย่างชัดเจนที่สุด

สรุปผลการทดลอง

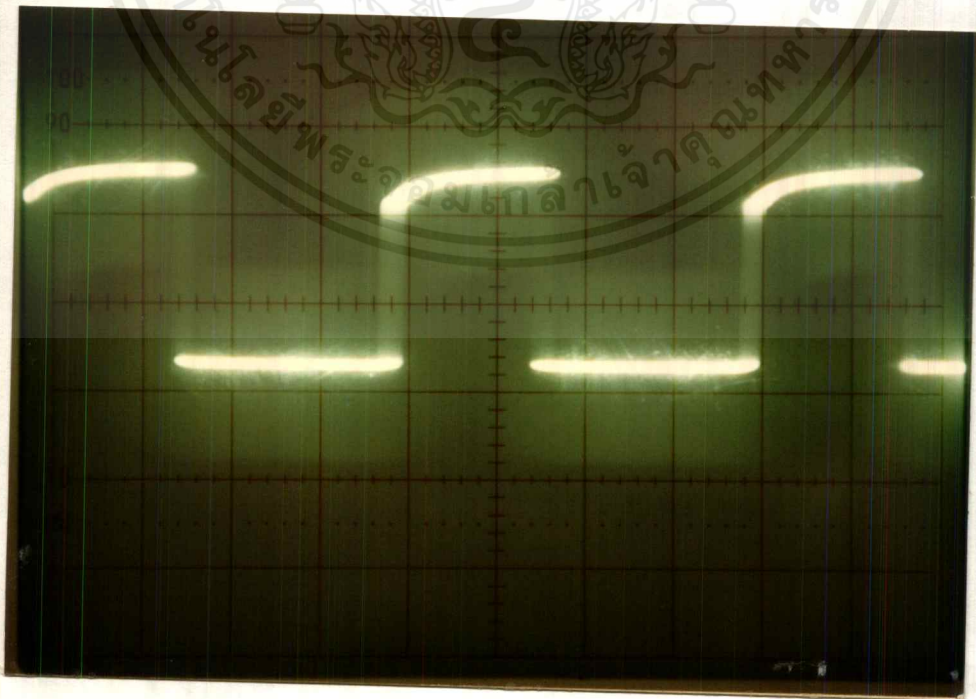
จากการทดลองทำงานของวงจรทั้งภาคส่ง และภาครับสัญญาณจะเห็นได้ว่าสัญญาณภาคส่งนั้นเป็นสัญญาณพัลส์ ซึ่งมีค่าความถี่ที่แน่นอนซึ่งความถี่ดังกล่าวแล้วแต่ผู้ออกแบบจะกำหนดว่าจะให้ความถี่เท่าใดซึ่งความถี่นี้เป็นความถี่พาหะที่จะนำสัญญาณควบคุมส่งไปยังภาครับ ในภาครับสัญญาณสามารถรับสัญญาณพัลส์จากภาคส่งได้ และทำการดีเทคออกมาเป็นสัญญาณเอาต์พุตมีลักษณะคล้ายกับสัญญาณพัลส์จากภาคส่ง จะเห็นได้ว่าวงจรภาครับและภาคส่งที่ได้ทำการทดลองนี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยการนำสัญญาณควบคุมการทำงานได้หลายหน้าที่ นำไปประยุกต์ใช้งานได้อีกมากมาย

ผลการทดลองภาคส่ง



V/DIV=2V T/DIV=20uS

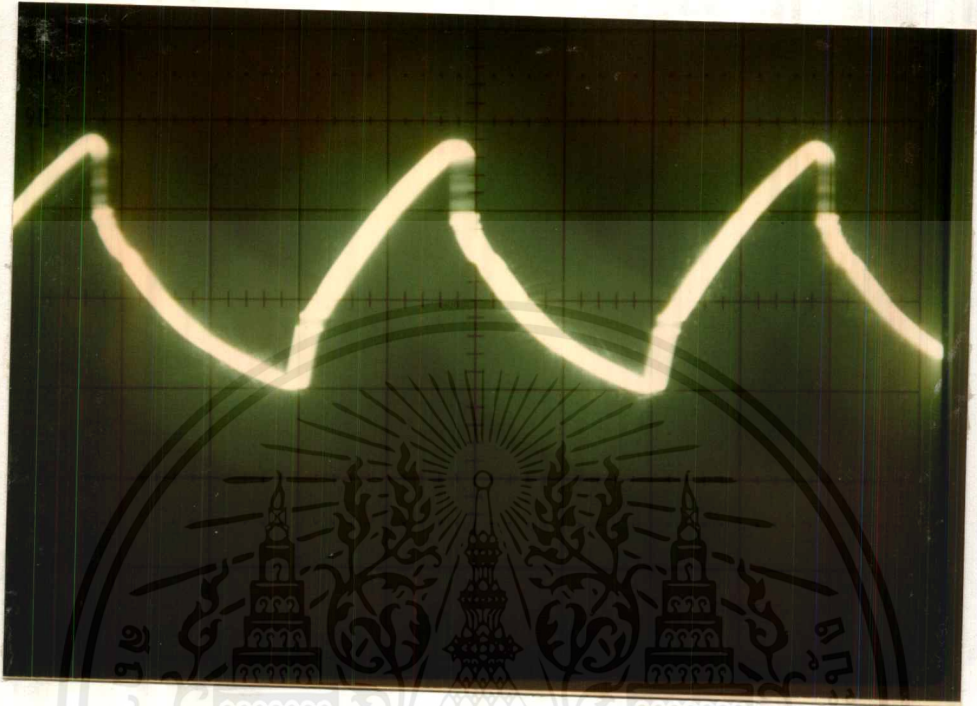
1. รูปแสดงสัญญาณด้านส่งจากภาคกำเนิดความถี่



V/DIV=2V T/DIV=20uS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

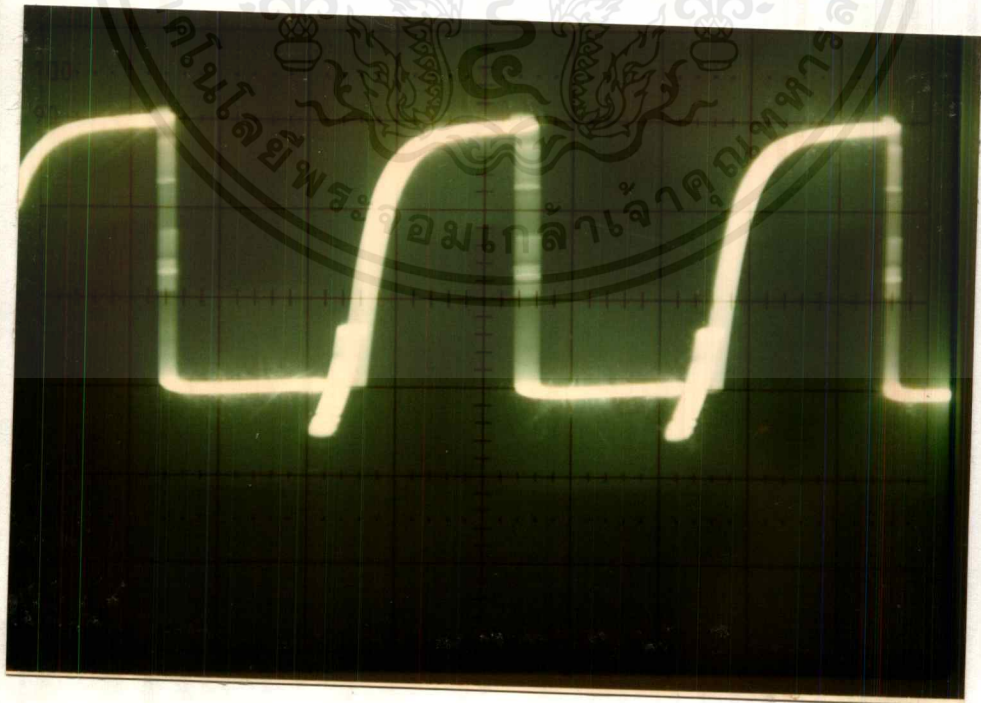
ผลการทดลองภาครับ



V/DIV=0.5V

T/DIV=20uS

1.รูปแสดงสัญญาณที่รับได้จาก PHOTO DIODE

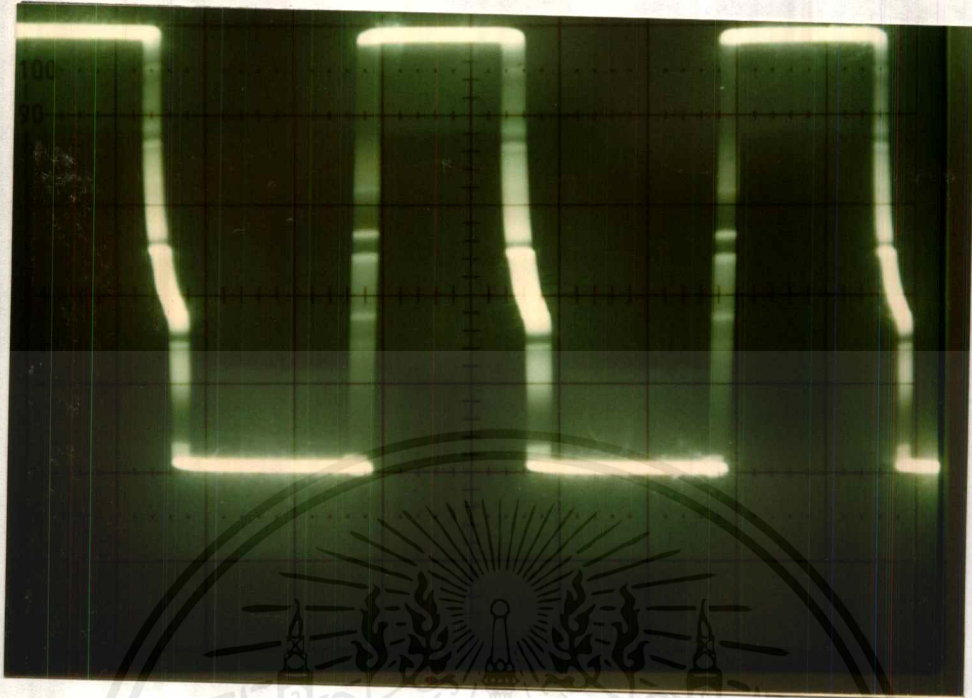


V/DIV=1V

T/DIV=20uS

2.รูปแสดงสัญญาณที่รับได้จากภาคขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



V/DIV=1V T/DIV=20uS

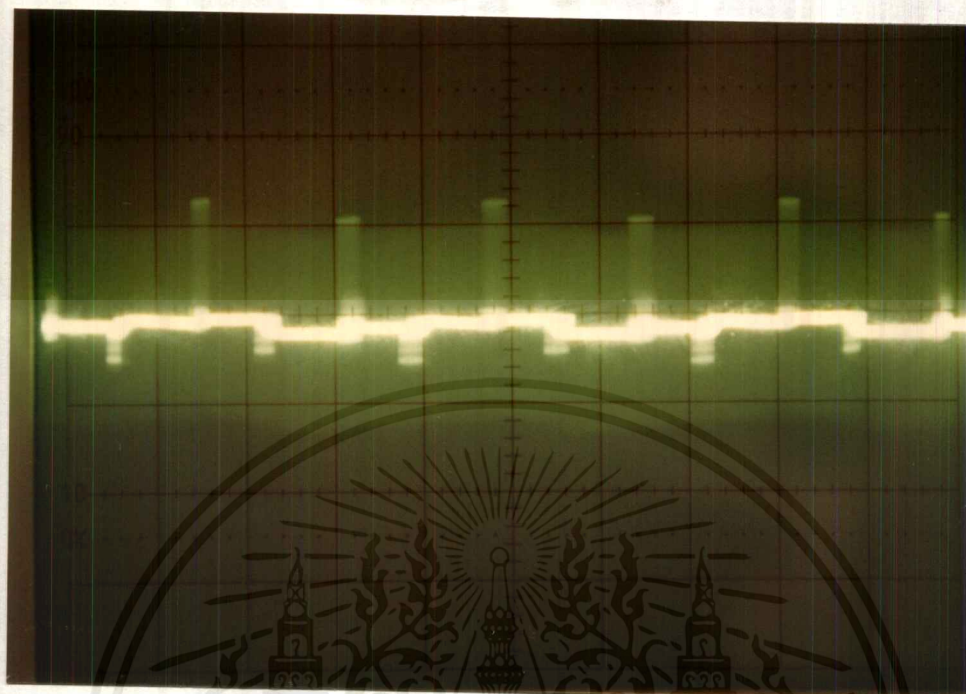
8.รูปแสดงสัญญาณที่ได้จากภาค BAND PASS FILTER



V/DIV=2V T/DIV=50uS

4.รูปแสดงสัญญาณที่รับได้จากภาคจัดรูปแบบสัญญาณพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



V/DIV=0.1V

T/DIV=50uS

5.รูปแสดงสัญญาณที่รับได้จากภาค OUTPUT












เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การประยุกต์ใช้งาน

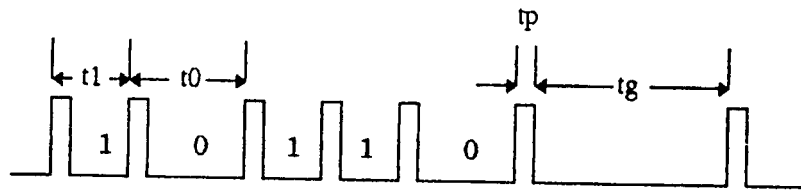
7.1 การออกแบบวงจรภาคส่งสัญญาณ

การออกแบบวงจรภาครับส่งนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้งานจากบทที่แล้วโดยนำสัญญาณควบคุมมาใช้งานซึ่งสัญญาณควบคุมที่นำมาใช้งานก็เป็นสัญญาณไบนารี (BINARY) หรือสัญญาณเลขฐานสองนั่นเอง ซึ่งการใช้สัญญาณควบคุมแบบนี้สามารถใช้งานควบคุมได้หลายหน้าที่ตามแต่การเปลี่ยนเทียบเลขฐานสิบกับเลขฐาน 2 โดยให้เลขฐานสองมีขนาด 4 หลัก หรือ 4 บิตจะได้เลข 0-15 ของเลขฐานสิบ ซึ่งเท่ากับ 16 ช่องสัญญาณ แต่ช่วงเลข 0 เราจะไม่ใช้งาน เนื่องจากที่สถานะ "0" ทั้ง 4 บิตจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอินพุตของวงจร ดังนั้นสัญญาณที่ใช้ควบคุมจึงมีเพียง 15 ช่วงเท่านั้น สัญญาณที่ส่งออกไปแต่ละช่องอาศัยความแตกต่างของความกว้างของพัลส์แยกสถานะ "0" กับ "1"

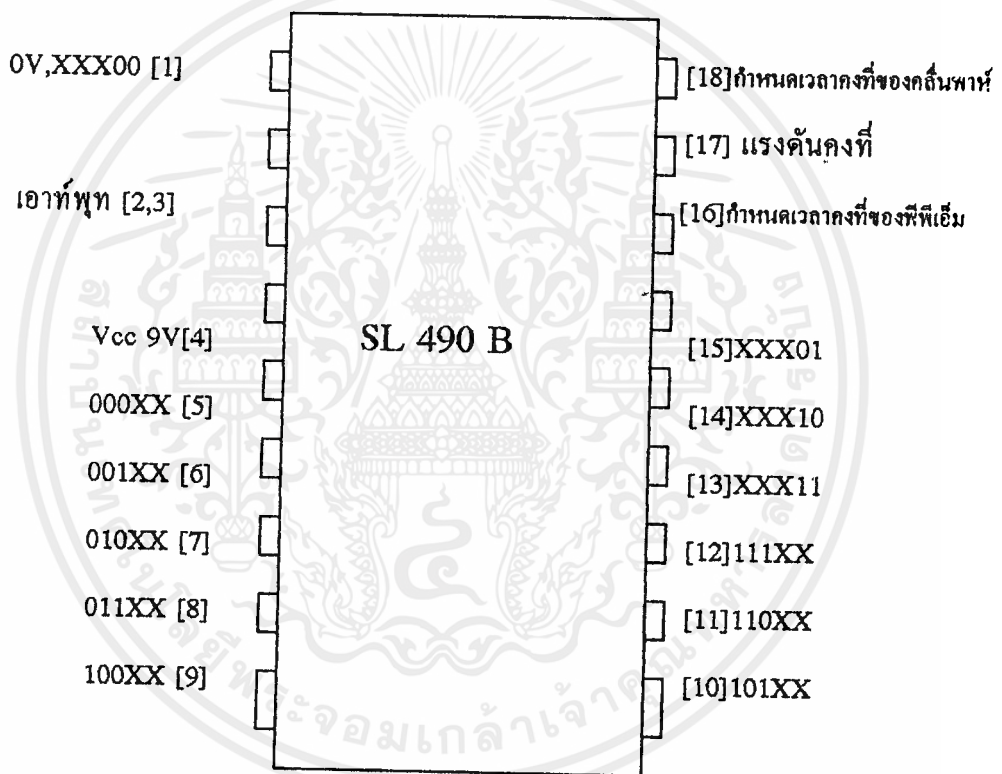
ฐานสิบ	ฐานสอง	พีพีเอ็ม
0	0000	
1	0001	
2	0010	
3	0011	
4	0100	
5	0101	
6	0110	
7	0111	
8	1000	
9	1001	
10	1010	

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบหมายเลขช่วงในฐาน 10 และฐาน 2 กับสัญญาณพีพีเอ็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



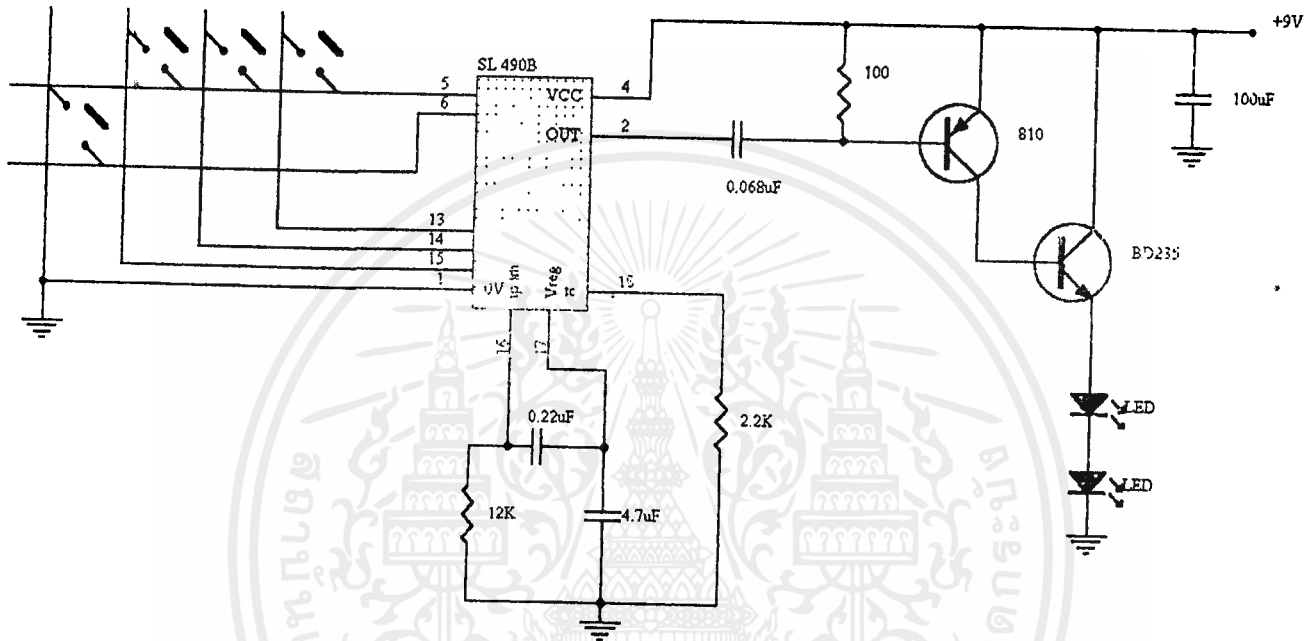
รูปที่ 2 แสดงสัญญาณ PPM ที่ส่งออกมา



รูปที่ 3 แสดงการใช้งานแต่ละขาของ IC เบอร์ SL 490 B

เมื่อได้แนะนำ IC ที่ใช้สำหรับการกำหนดรูปแบบของสัญญาณควบคุมไปแล้วต่อไปจะนำ IC เบอร์ SL 490 B ตัวนี้มาใช้ในวงจรภาครับส่ง ซึ่งโครงงานนี้จะทำการประยุกต์ไปใช้ในการควบคุมจำนวน 4 หน้าที เท่านั้น หรือ 4 ช่องสัญญาณควบคุมนั่นเอง จากรูปที่ 4 เป็นรูปแสดงวงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรดที่ได้ทำการออกแบบไว้แล้วและสามารถควบคุมหน้าที่ได้จำนวน 15 หน้าที หรือ 15 ช่วงสัญญาณควบคุมโดยการใช้คีย์เมตริกมาเป็นตัวเลือกทำการเข้ารหัสตามการใช้งานของแต่ละขาเช่น ต้องการกดคีย์หมายเลข 1 สัญญาณควบคุมที่ได้ซึ่งเป็นสัญญาณอนุกรมพัลส์จะได้เท่ากับ 00001 ดังนั้นขา IC ที่ใช้ในการเลือกสัญญาณควบคุมนี้ก็จะได้แก่ขา 5 และขา 15 ซึ่งขา 5 จะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

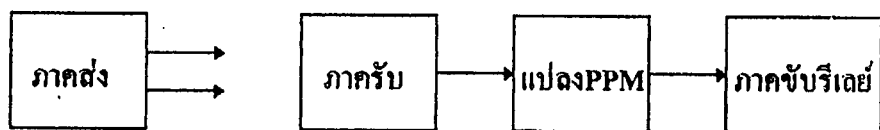
เป็นขา เลือกลักษณะควบคุมช่วงอื่น ๆ ก็สามารถทำได้โดยวิธีเดียวกันนี้ โดยดูจากสัญญาณที่ขา IC เป็นหลัก



รูปที่ 4 วงจรภาครับส่ง 4 ช่องระบบอินฟราเรด

7.1.1 หลักการทำงานวงจรภาคส่ง

จากรูปที่ 5 เป็นบล็อกไดอะแกรมของทั้งระบบมีภาคส่งสัญญาณพีพีเอ็มออกมาเป็นเอาต์พุตแล้วภาครับจะทำการรับสัญญาณมาขยายสัญญาณก่อนเปลี่ยนเป็นสัญญาณเลขฐานสองเพื่อนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 5 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของรีโมตคอนโทรล

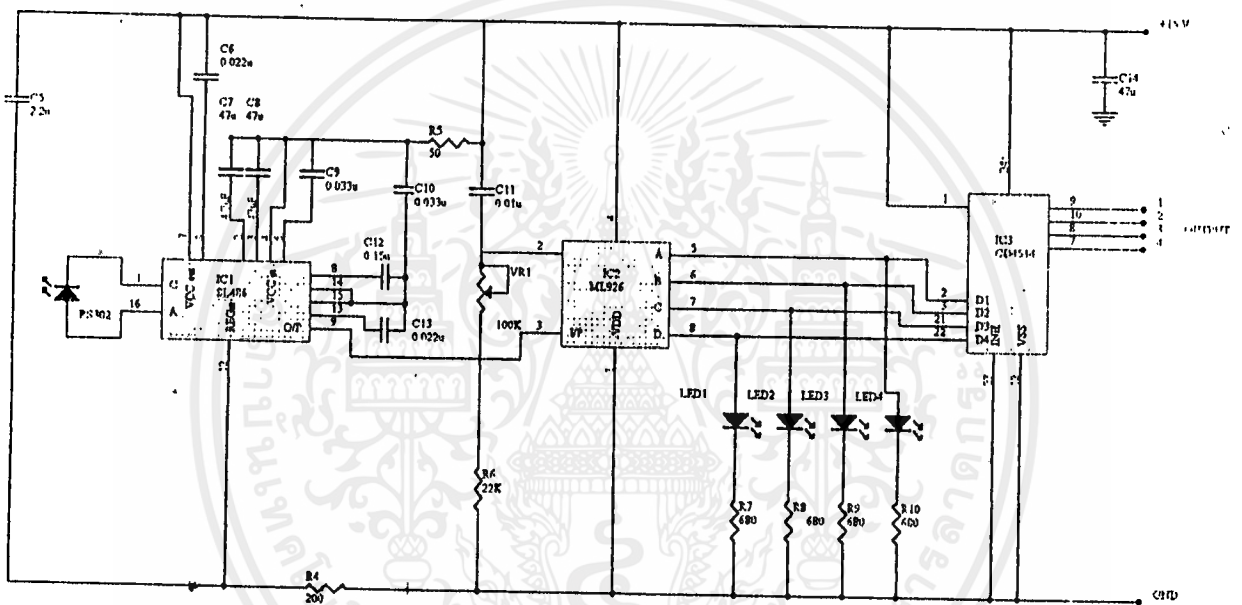
จากรูปที่ 4 เป็นวงจรภาคส่งนี้จะใช้แหล่งจ่ายไฟ 9 โวลต์ ป้อนเป็นแรงดันอินพุตให้กับ IC

เบอร์ SL 490 B ที่ตำแหน่งขา 4 เช่นใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับ Q1 และ Q2 เมื่อขา 2 ของ IC ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือนำไปทำกำไร
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเอาพุทซึ่งเป็นไบอัสสำหรับให้ Q1 เพื่อทำการขับ Q2 ให้ทำงาน จะทำให้ LED1 และ LED2 ทำการส่งพัลส์อินฟราเรดออกมาเป็นเอาท์พุท โดยที่ในวงจรมี R1,R2,C1,C2 เป็นตัวกำหนดความถี่คลื่นพาห์ที่จะส่งออกเป็นเอาท์พุท

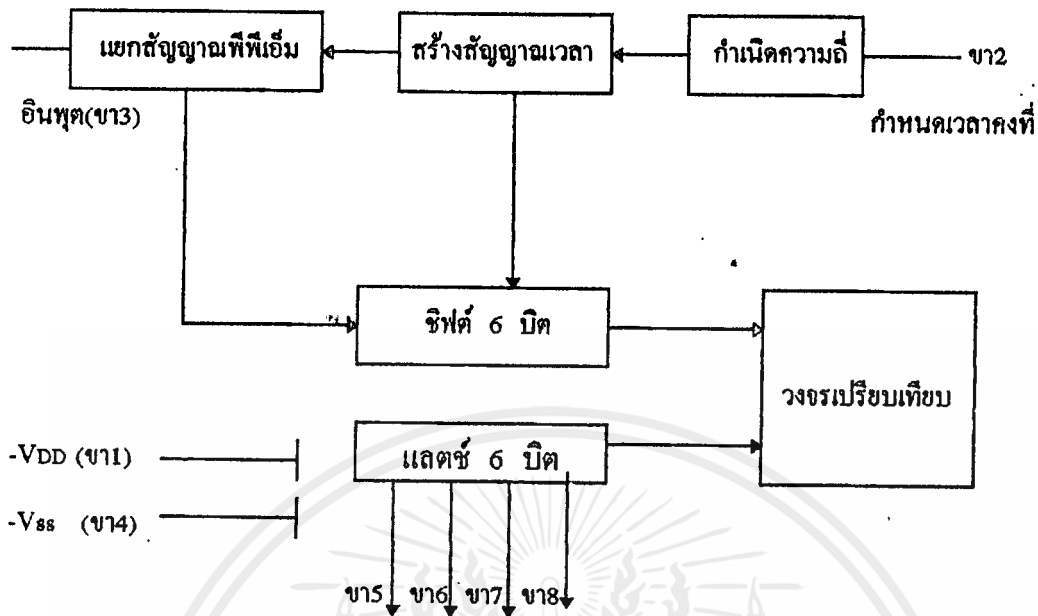
7.2 การออกแบบวงจรภาครับสัญญาณ



รูปที่ 6 แสดงวงจรภาครับสัญญาณ

จากวงจรภาครับสัญญาณในรูปที่ 6 ซึ่งวงจรใช้แหล่งจ่ายไฟ 15 โวลต์เป็นไฟป้อนวงจรกับ IC เบอร์ SL 486 ซึ่งเป็น IC ปริ๊อมป์อินฟราเรดเป็น IC ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่วงจรรับเข้ามาได้จากโฟโต้ทรานซิสเตอร์หรือโฟโต้ไดโอดก่อนนำสัญญาณดังกล่าวส่งเข้าไปยัง IC เบอร์ ML 926 ซึ่ง IC เบอร์ ML 926 นี้จะเป็น IC ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณพีอีเอ็มเข้ามาแยกแล้วแปลงออกมาเป็นสัญญาณเลขฐานสองออกมาทางขา IC ขา 5,6,7 และ 8 โครงสร้างของ IC เบอร์ ML 926 ดูได้จากรูปที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 แสดงบล็อกโคอะแกรมของ IC เบอร์ ML 926

วงจรภาครับสัญญาณจะใช้แหล่งจ่ายไฟ 15 VDC เป็นไฟเลี้ยงให้กับ IC เบอร์ SL 486, ML 926 และ CD 4515 ซึ่งมีโฟโต้ไดโอดเบอร์ RS302 เป็นอุปกรณ์รับแสงอินฟราเรด ซึ่งจะต้องเข้ากับขาอินพุต (ขา 1 และ 16) ของ IC เบอร์ SL 486 ซึ่งจะดีโอดและขยายสัญญาณพีพีเอ็มแล้วส่งต่อไปยังขาอินพุต (ขา 3) ของ IC เบอร์ ML 926 อุปกรณ์ VR1 ค่า 100 K Ω เป็นค่าความต้านทานปรับค่าได้ใช้สำหรับปรับความถี่ออสซิลเลเตอร์ของ IC2 ให้ตรงกับอินพุตที่รับเข้ามา ส่วนขาของ IC ขา 5,6,7,8, ของ IC2 จะเป็นขาเอาท์พุทของสัญญาณเลขฐานสองซึ่งจะแสดงผลผ่าน LED1-LED4 สำหรับ IC เบอร์ CD 4514 (หรือ CD 4514) จะทำหน้าที่รับสัญญาณ เข้ามาถอดรหัสให้ได้เอาท์พุท 15 ช่วงควบคุมในกรณีของ IC เบอร์ CD 4515 เมื่อยังไม่ทำการทำงานเอาท์พุทเป็น "0" เวลาทดสอบ ช่วงใดช่วงหนึ่ง ช่วงนั้นจะมีเอาท์พุทเป็น "1" ส่วน IC เบอร์ CD 4515 จะเป็นไปในทางตรงข้ามแต่ผลลัพธ์ ในการควบคุมเหมือนกัน

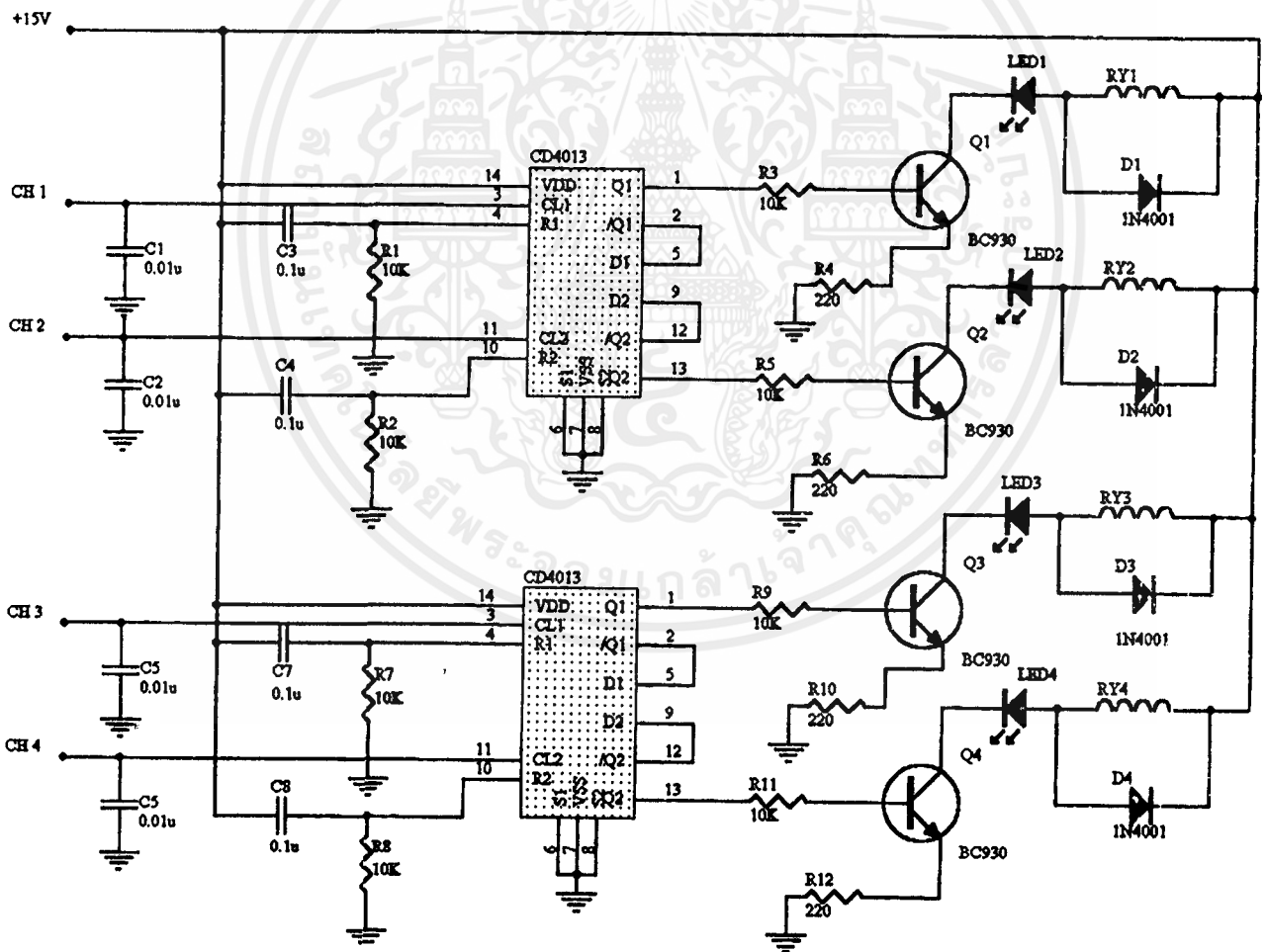
ตรงอินพุต ของ IC3, นี้มีสถานะเป็น "0" หมดทั้ง 4 อินพุต เมื่อยังไม่กดสวิทช์เลือกช่อง ถ้าสมมติว่าเรามีสวิทช์ สำหรับเลือกช่อง โดยให้สัญญาณพีพีเอ็มมาจากภาคส่งผ่านภาครับภาคขยายของสัญญาณออกจาก ML 926 เอาท์พุทที่ได้จะเป็นสถานะ "0000" ซึ่งเป็นสภาพปกติของอินพุตของ IC3 อยู่แล้ว ดังนั้นจึงไม่มีอะไรเกิดขึ้นทำให้เราไม่สามารถใช้งาน ช่วง 0 เป็นสัญญาณควบคุมได้นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 การออกแบบวงจรจ่ายกำลัง

วงจรจ่ายกำลังนี้จะเป็นวงจรขั้วเบรียลซึ่งจะใช้ IC เบอร์ CD 4013 ซึ่งเป็น IC ฟลิปฟลอป สามารถขั้วเบรียลได้ 2 ตัว จำนวนของสัญญาณ 15 ช่อง จะต้องใช้ IC เบอร์ CD 4013 ทั้งหมด 8 ตัว แต่ในโครงการนี้จำนวนช่องสัญญาณเพียง 4 ช่อง จึงใช้ IC เบอร์ CD 4013 ทั้งหมด 2 ตัว เท่านั้น

เมื่อสัญญาณอินพุตช่อง 1 ถูกส่งเข้ามาที่ขา 3 ของ IC เบอร์ CD 4013 สัญญาณ เอาท์พุท ของช่วงที่ 1 ที่ขาเอาท์พุทของ IC ขาที่ 1 ของ IC เบอร์ CD 4013 ก็จะทำให้ไบอัสแก่ทรานซิสเตอร์ Q1 เบอร์ 2SC 930 ทำให้รีเลย์ 1 ทำงาน และ LED1 ติดสว่างเพื่อแสดงให้เห็นว่ารีเลย์ 1 ทำงานอยู่ ส่วนช่วงอื่น ๆ ก็ทำงานเช่นเดียวกันส่วน C1 และ C2 เราใส่ไว้เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นได้วงจรทั้งหมดของภาควงจรจ่ายกำลังแสดงอยู่ในรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงวงจรภาคขั้วเบรียลจำนวน 4 ช่องสัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

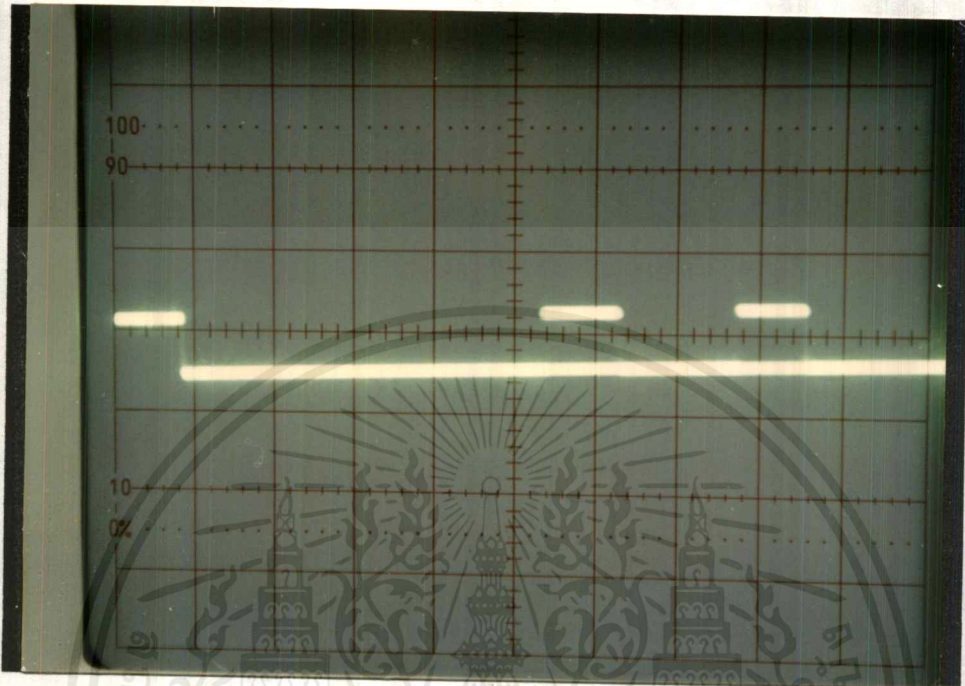
7.4 การทดลองและสรุปผลการทดลอง

จากการทำการทดลองทั้งวงจรภาครับ วงจรภาคส่ง และวงจรจ่ายกำลัง โดยที่ภาคส่งนั้นทำการส่งสัญญาณควบคุมแบบพีพีเอ็มและเป็นแบบอนุกรมพัลซ์โดยที่วงจรภาคส่งป้อนแรงดัน 9 VDC จากนั้นภาครับก็ทำการรับสัญญาณพีพีเอ็มซึ่งผ่านการแปลงสัญญาณแสงอินฟราเรดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า แต่รูปของสัญญาณพัลซ์ที่รับเข้ามาได้จะเกิดการผิดเพี้ยนบ้างเนื่องจากการสูญเสียในอากาศและมีสัญญาณรบกวนผสมเข้ามาแล้วทำการขยายสัญญาณที่ IC เบอร์ SL 486 จากนั้นเอาท์พุทป้อนให้กับ IC เบอร์ ML 926 ให้เอาท์พุทออกมาเป็นเลขฐานสอง แล้งทำการถอดรหัสที่ IC เบอร์ CD 4514 ให้เอาท์พุทออกมาเป็นเลขฐานสิบ แล้วป้อนอินพุทให้กับ IC เบอร์ CD 4013 ให้ภาควงจรจ่ายกำลังทำให้รีเลย์ทำงานซึ่งเอาท์พุทตรงนี้เราสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ ได้มากมาย

สรุปผลการทดลอง

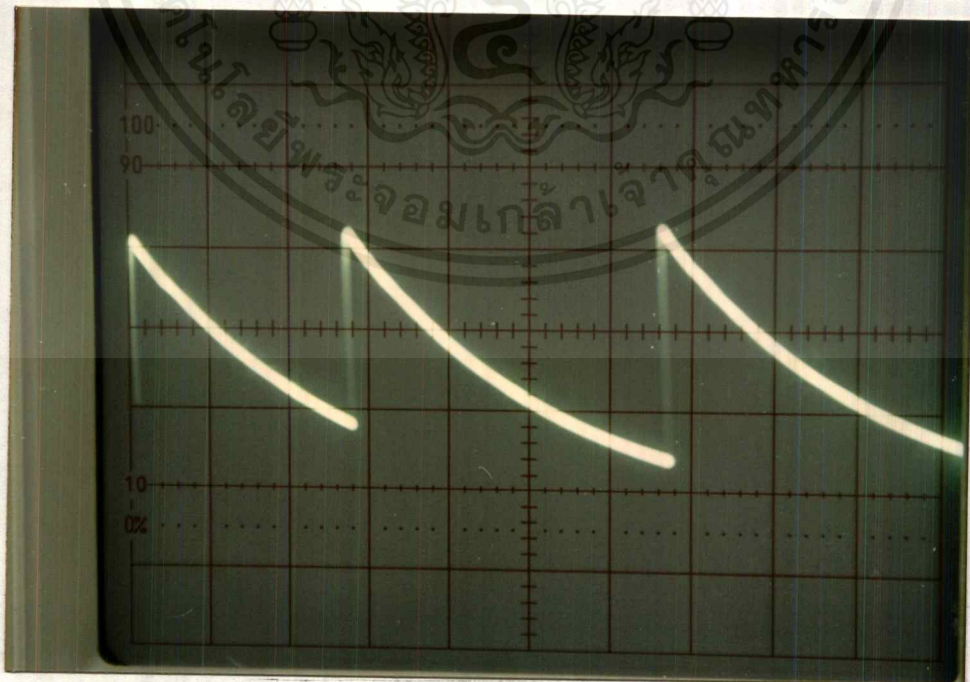
จากการทดลองการทำงานของวงจรทั้งภาคส่ง ภาครับและภาคขับรีเลย์จะเห็นได้ว่าสัญญาณจากภาคส่งนั้นเป็นสัญญาณพัลซ์ซึ่งมีค่าความถี่พาห์ที่แน่นอน ซึ่งความถี่ดังกล่าวแล้วแต่ผู้ออกแบบจะกำหนดว่าจะให้ความถี่พาห์เป็นเท่าใดซึ่งความถี่นี้จะนำสัญญาณควบคุมส่งไปยังภาครับซึ่งเป็นการเข้ารหัสเอง ในภาครับสัญญาณเราก็สามารถทำการถอดรหัสออกมาได้ซึ่งการเข้ารหัสทางดิจิทัลนี้เองเป็นหัวใจสำคัญในการเพิ่มหน้าที่การควบคุมให้กับการควบคุมระยะไกลให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือนำไปประยุกต์ใช้งานให้กับชีวิตประจำวันต่อไป

ผลการทดลองภาคส่ง



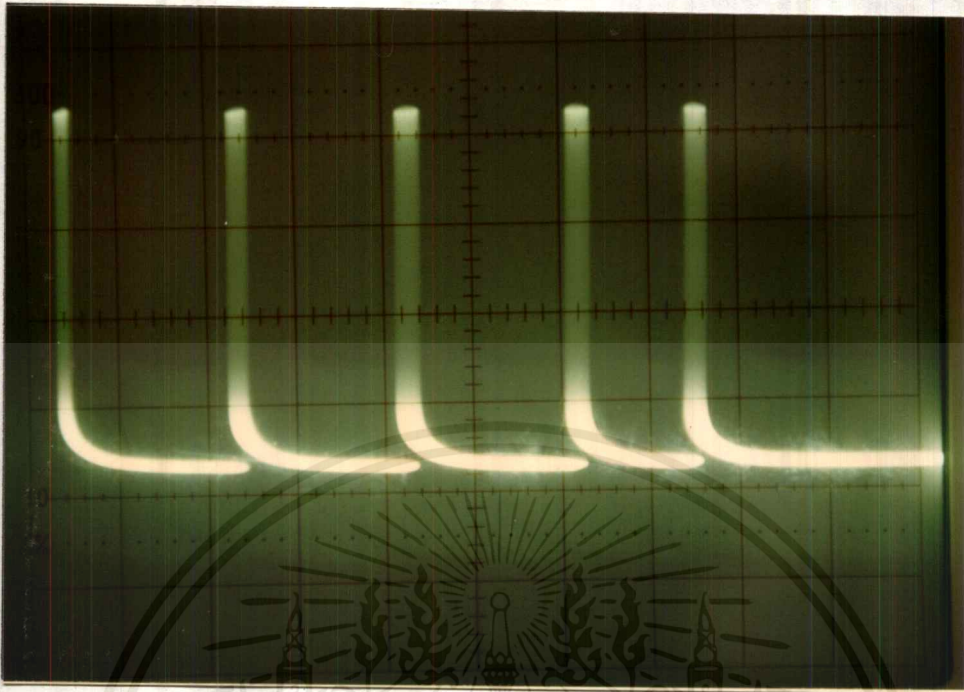
V/DIV=1V T/DIV=0.5mS

1. รูปแสดงสัญญาณเวลาคงที่ (T_c)



V/DIV=1V T/DIV=1mS

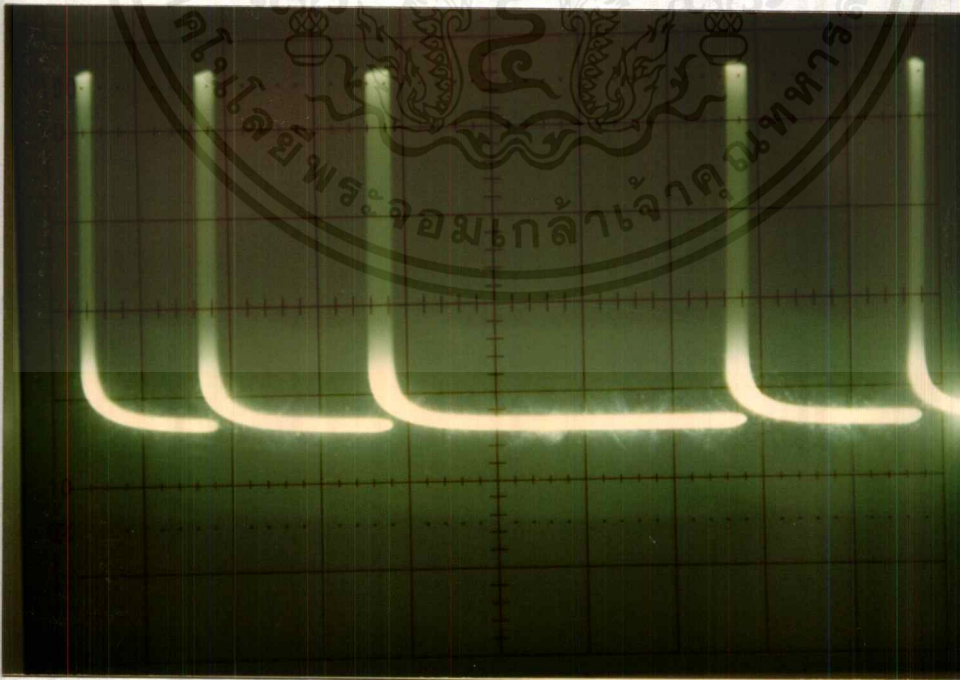
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



V/DIV=1V

T/DIV=2mS

3. รูปแสดงสัญญาณ OUTPUT ช่องที่ 1

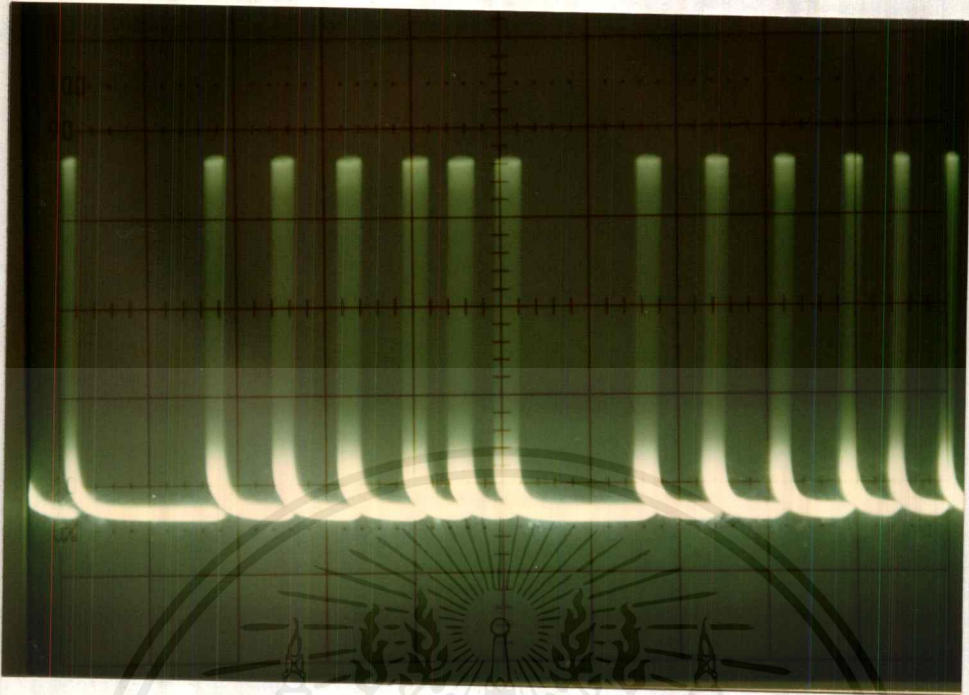


V/DIV=1V

T/DIV=2mS

4. รูปแสดงสัญญาณ OUTPUT ช่องที่ 2

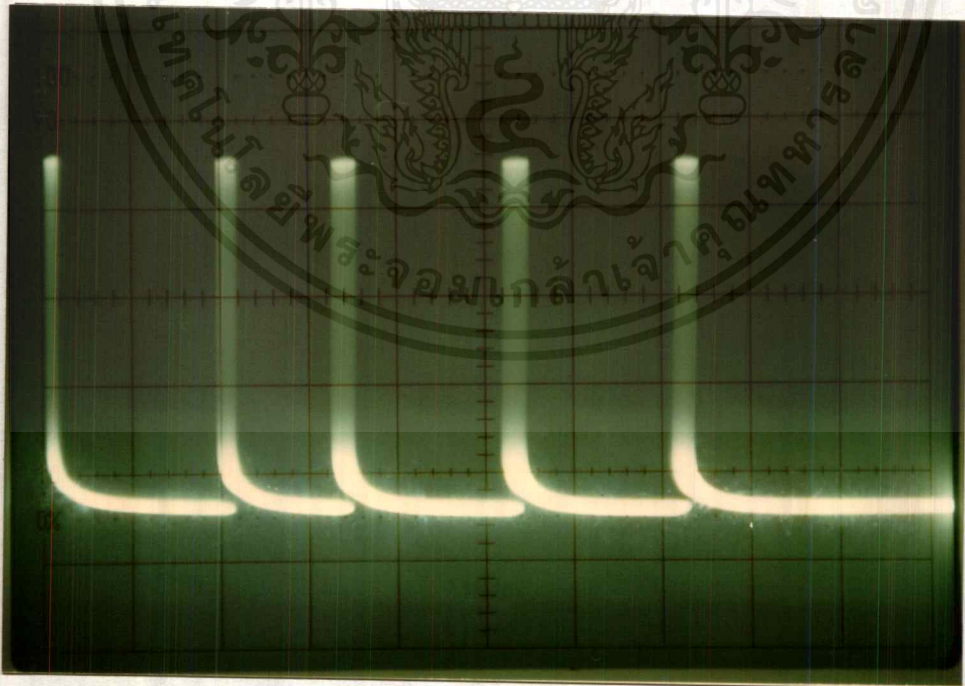
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



V/DIV=1V

T/DIV=20mS

5. รูปแสดงสัญญาณ OUTPUT ช่องที่ 8



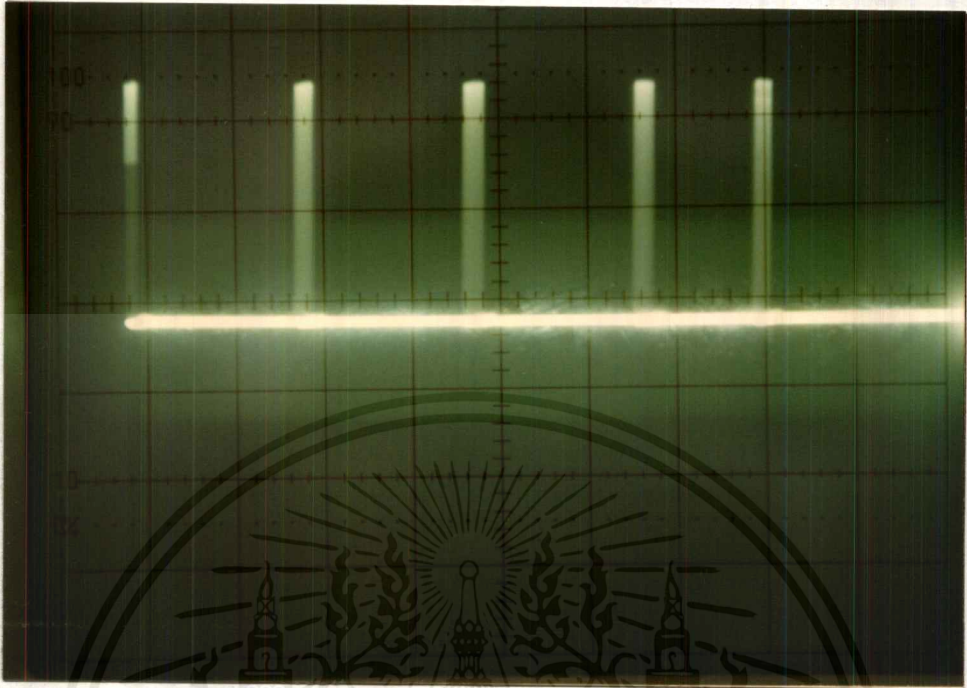
V/DIV=1V

T/DIV=20mS

6. รูปแสดงสัญญาณ OUTPUT ช่องที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

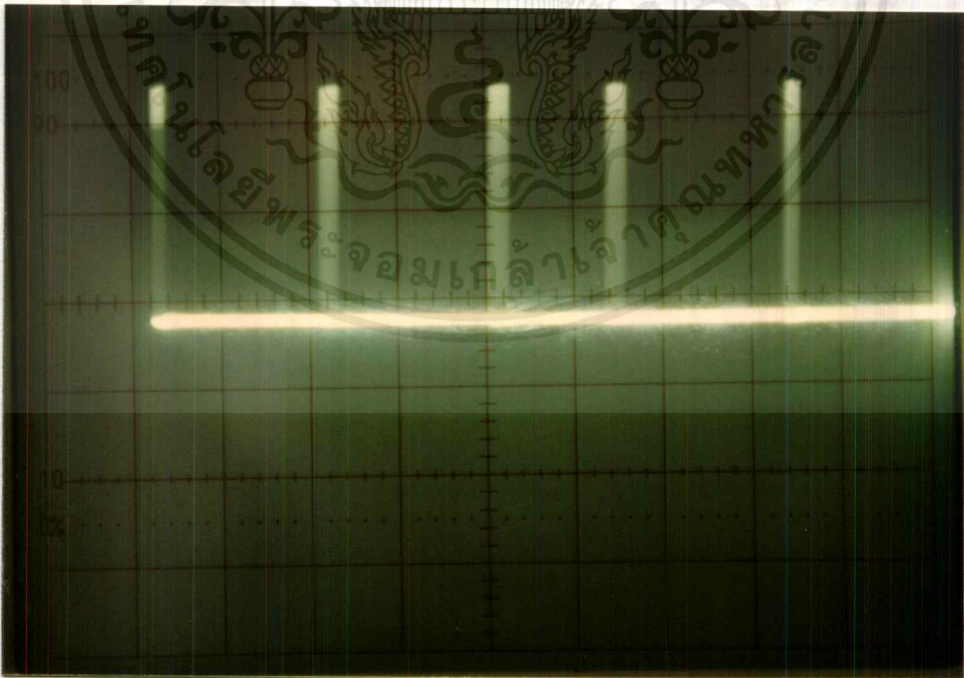
ผลการทดลองภาคที่ 1



V/DIV=2V

T/DIV=2mS

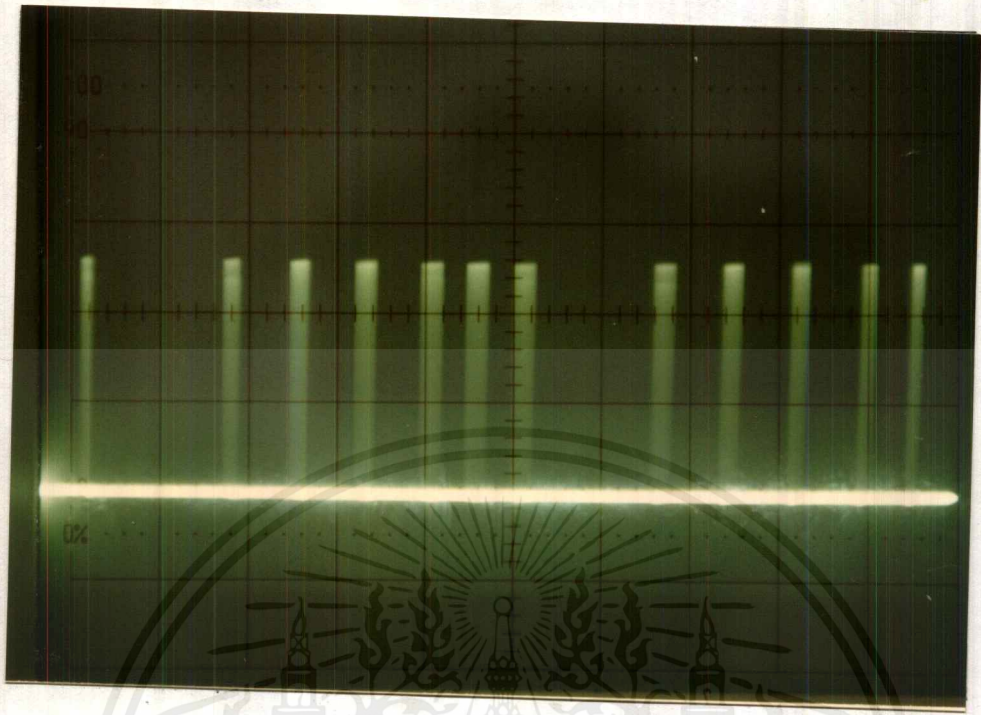
1. รูปแสดงสัญญาณที่รับได้จากภาคส่งช่องที่ 1



V/DIV=2V

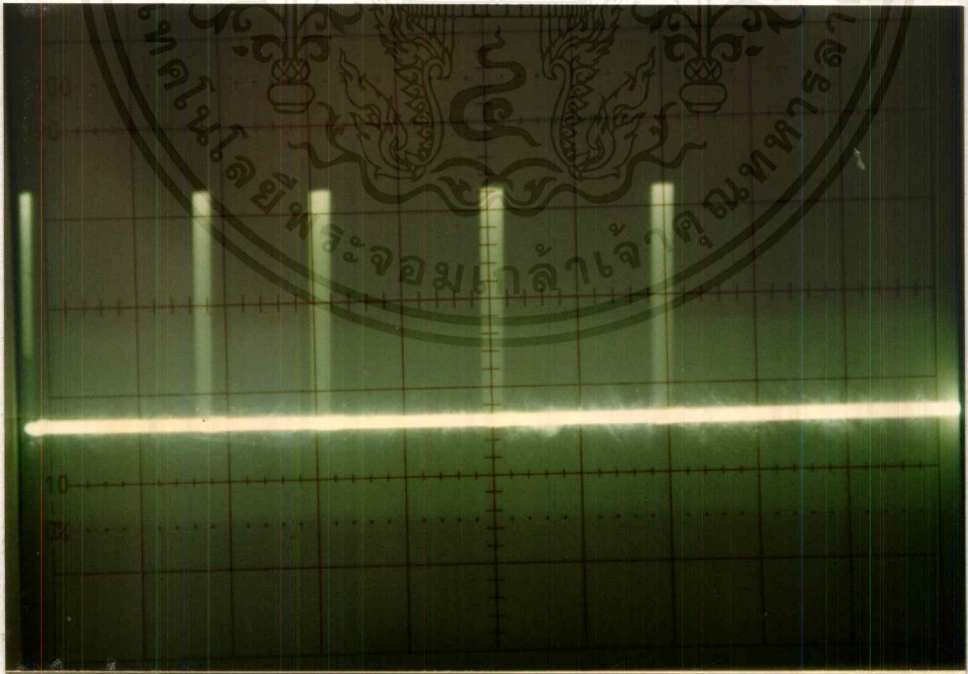
T/DIV=2mS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



V/DIV=2V T/DIV=5mS

3. รูปแสดงสัญญาณที่รับได้จากภาคส่งช่องที่ 3



V/DIV=2V T/DIV=2mS

4. รูปแสดงสัญญาณที่รับได้จากภาคส่งช่องที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. มนต์ สัจวารศิลป์, สมเกียรติ สุภเดช, "ทฤษฎีและการออกแบบวงจรพัลซ์", บริษัท อิเลคทรอนิกส์เวิลด์ จำกัด, 2526
2. ยืน ภู่วรรณ, "ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์", บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2534
3. แผนกหนังสือพิเศษด้านอิเล็กทรอนิกส์ "รีโมตเครื่องควบคุมไร้สาย", บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2538
4. ถวิล กิ่งทอง, ผศ., "การส่งสัญญาณดิจิทัล", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2535
5. สุริยัน ศรีสวัสดิ์กุล, "ระบบสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์", บริษัท ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์, 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง

เรื่อง REMOTE CONTROL BY USING INFRARED

การทดลองเรื่อง REMOTE CONTROL BY USING INFRARED ประกอบด้วยการทดลอง
ต่างๆคือ 1. BASIC OF REMOTE CONTROL

2. APPILCATION OF REMOTE CONTROL

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจหลักการพื้นฐานการทำงานของระบบควบคุมระยะไกล
โดยใช้แสงอินฟราเรด อันจะเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ออกแบบใช้งาน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ตลอดการทดลองใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- 1. แผงชุดทดลอง
- 2. ชุด POWER SUPPLY
- 3. OSCILLOSCOPE

การทดลองที่ 1

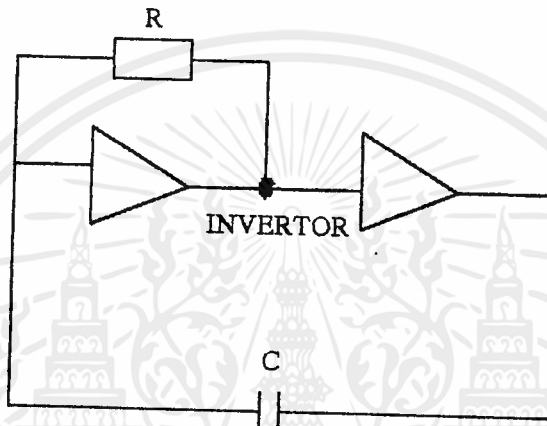
BASIC OF REMOTE CONTROL

ทฤษฎีเบื้องต้น

ในการศึกษาถึงหลักการพื้นฐานของการทำงานของระบบควบคุมระยะไกล จะต้อง
 ศึกษาถึงพื้นฐานของการสร้างสัญญาณพัลส์ เพราะสัญญาณพัลส์ที่สร้างขึ้นมานั้นจะนำมาใช้
 ในการเป็นสัญญาณพาห์ ในการส่งสัญญาณจากภาคส่งไปยังภาครับ ในการทดลองนี้จะใช้หลักการ
 ของวงจรกลับสัญญาณมาเป็นวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ จากรูปที่ 1 สามารถอธิบายได้ว่าโดยที่ให้
 แรงดันอินพุตมีสถานะเป็นลอจิก 1 เมื่อแรงดันอินพุตผ่าน INVERTER ทุกตัวในวงจร แล้วจะได้
 สัญญาณที่มีลักษณะเป็นพัลส์ออกมา เนื่องจากเมื่อแรงดันอินพุตผ่าน INVERTER แต่ละตัวจะทำ
 การกลับสถานะให้เป็นสถานะตรงข้ามกับอินพุตที่ป้อนเข้ามา คำนั้นเมื่อมีการกลับสถานะหลายๆ
 ครั้งติดต่อกันจะทำให้เอาท์พุตที่ได้มีสถานะกลับกันระหว่างลอจิก 1 และลอจิก 0 ตลอดเวลา ซึ่งก็
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้
 ใ้ในทางอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ สัญญาณพัลซ์ที่ได้ การกำหนดความถี่ของสัญญาณพัลซ์สามารถกำหนดได้จากค่าความต้านทานและค่าตัวเก็บประจุ ซึ่งต่ออยู่ในลักษณะการป้อนกลับภายในวงจร ซึ่งสามารถคำนวณค่าได้ดังสมการต่อไปนี้

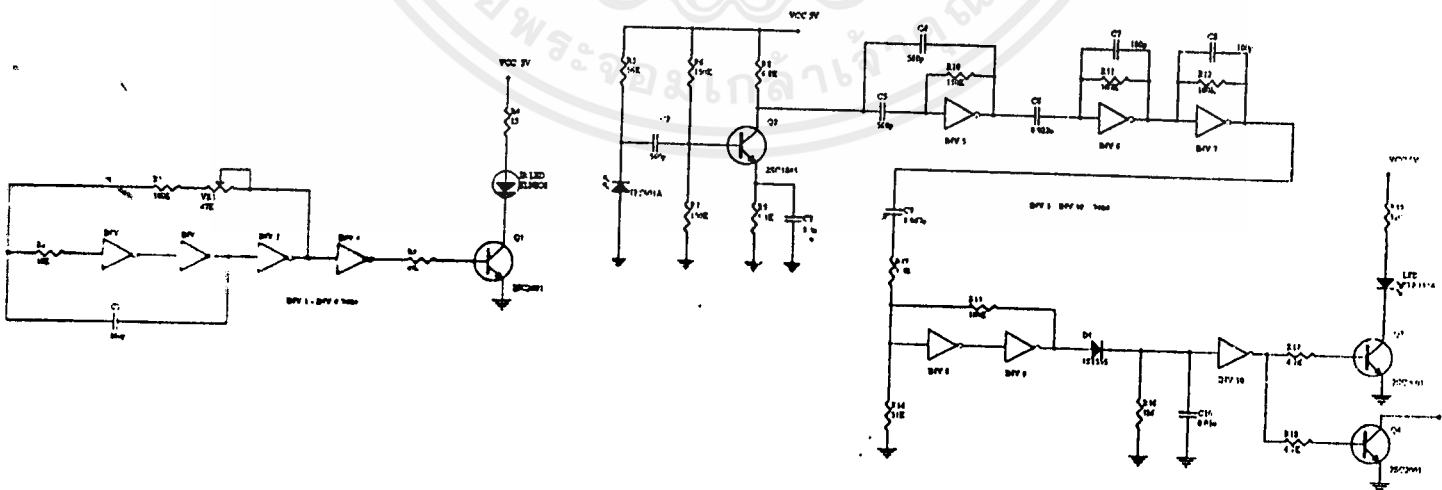
$$f_{osc} = 1 / 2.2 C * R$$



รูปที่ 1 วงจรสร้างสัญญาณพัลซ์

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบแผงชุดทดลองเข้ากับชุด POWER SUPPLY



รูปที่ 2 วงจรที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้วงจรรูปที่ 2 ในการทดลอง
3. วัดสัญญาณที่จุด TP 8 (ขา 8 ของ IC) ภาคส่ง
4. ปรับค่า VR โดยการหมุนให้อยู่ในตำแหน่งซ้ายสุด กึ่งกลางและขวาสุด สังเกตการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นที่วัดได้ บันทึกผล
5. วัดสัญญาณที่จุด TP (ขาของโฟโตไดโอด) ภาครับ บันทึกผล
6. วัดสัญญาณที่จุด TP (ขา 4 ของ IC) ภาครับ บันทึกผล
7. วัดสัญญาณที่จุด TP8 (ขา 6 ของ IC) ซึ่งเป็นเอาต์พุตของวงจร บันทึกผล

คำถามท้ายการทดลอง

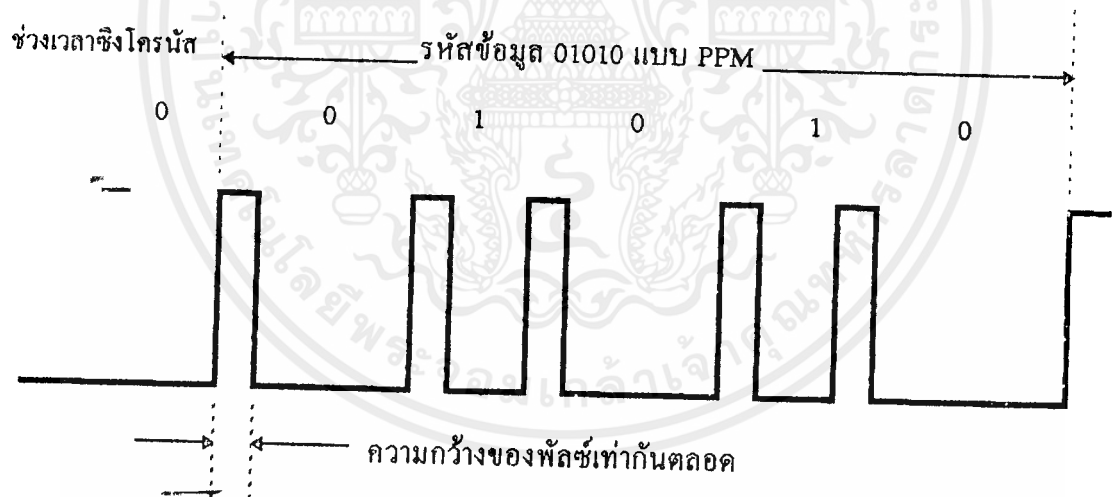
- 1.เพราะเหตุใดเมื่อทำการปรับค่าความต้านทานแล้วจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นที่วัดได้ ?
- 2.จงยกตัวอย่างวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์แบบอื่นมาอย่างน้อย 1 วงจร

การทดลองที่ 2

APPLICATION OF REMOTE CONTROL

ทฤษฎีเบื้องต้น

จากการศึกษาพื้นฐานการสร้างสัญญาณพัลส์มาแล้ว สามารถนำสัญญาณพัลส์มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมเพื่อให้ได้หน้าที่การทำงานหลายๆหน้าที่ ดังนั้นจึงนำวิธีการของพัลส์โพสิชันมอดูเลต (PULSE POSITION MODULATION , PPM) มาใช้งาน หลักการพื้นฐานของ PPM คือ รูปแบบของสัญญาณชนิด PPM เกิดจากการมอดูเลตสัญญาณในลักษณะของแต่ละตำแหน่งพัลส์ กล่าวคือขนาดความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีค่าเท่ากันตลอดและไม่มีผลสำคัญในการบ่งบอกชนิดของข้อมูล แต่จะใช้คาบเวลาหรือที่เรียก (period) ของพัลส์แต่ละลูกเป็นตัวกำหนดชนิดของข้อมูล เช่น ข้อมูลที่เป็น 1 แทนด้วยพัลส์ที่มีคาบเวลาที่ค่าหนึ่ง ซึ่งแตกต่างจากคาบเวลาของพัลส์ที่แสดงข้อมูลเป็น 0 ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปแบบของสัญญาณ PPM

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบแผงทดลองเข้ากับชุด POWER SUPPLY
2. ใช้วงจรรูปที่ 4 ในการทดลอง

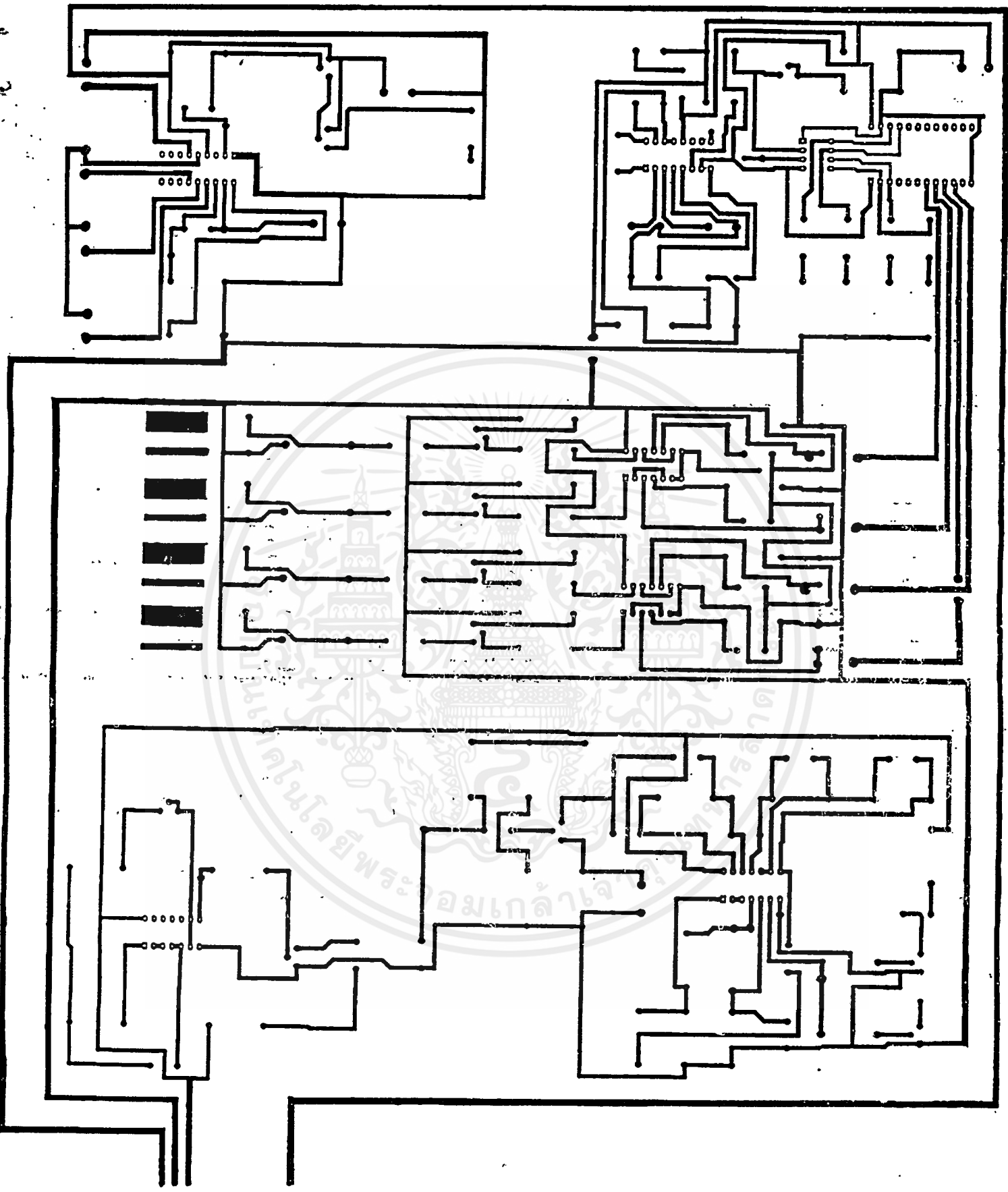
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วัดสัญญาณที่จุด TP4 (ขา 9 ของ IC) ของภาครับ
6. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 พร้อมทั้งสังเกต LED ที่ติดสว่างซึ่งจะแสดงออกมาในลักษณะของเลขฐานสอง บันทึกผล
7. กคสวิทช์ทีละ 1 ช่อง เรียงตามลำดับตั้งแต่ 1-4 สังเกต LED ที่ติดสว่างในภาค DRIVER ซึ่งแสดงว่ารีเลย์ทำงานในแต่ละช่อง บันทึกผล

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรที่ได้ทำการทดลองสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างไรได้บ้าง อธิบายให้เข้าใจ
2. PPM สามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
3. หากทำการกคสวิทช์ช่องที่ 10 เลขฐานสองที่ได้คือ





รูปแสดงสายวงจรพิมพ์เมื่อมองจากด้านบนแผงทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MM54C00/MM74C00 Quad 2-Input NAND Gate
MM54C02/MM74C02 Quad 2-Input NOR Gate
MM54C04/MM74C04 Hex Inverter
MM54C10/MM74C10 Triple 3-Input NAND Gate
MM54C20/MM74C20 Dual 4-Input NAND Gate

general description.

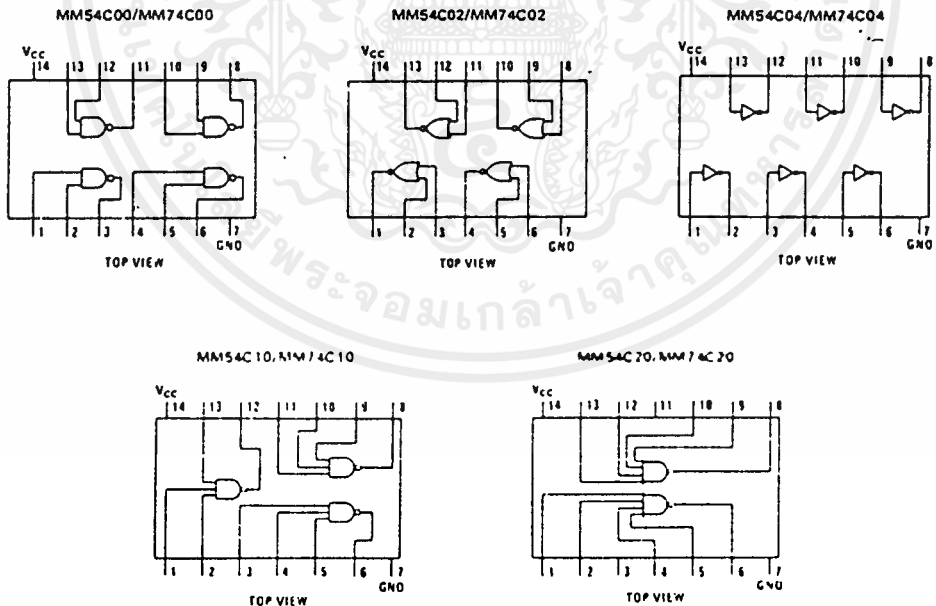
These logic gates employ complementary MOS (CMOS) to achieve wide power supply operating range, low power consumption, high noise immunity and symmetric controlled rise and fall times. With features such as this the 54C/74C logic family is close to ideal for use in digital systems. Function and pin out compatibility with series 54/74 devices minimizes design time for those designers already familiar with the standard 54/74 logic family.

All inputs are protected from damage due to static discharge by diode clamps to V_{CC} and GND.

features

- Wide supply voltage range 3.0V to 15V
- Guaranteed noise margin 1.0V
- High noise immunity 0.45 V_{CC} typ.
- Low power consumption 10 nW/package typ.
- Low power TTL compatibility fan out of 2 driving 74L

connection diagrams



absolute maximum ratings (Note 1)

Voltage at Any Pin	-0.3V to $V_{CC} + 0.3V$
Operating Temperature Range	
54C	-55°C to +125°C
74C	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating V_{CC} Range	3.0V to 15V
Maximum V_{CC} Voltage	18V
Package Dissipation	500 mW
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

dc electrical characteristics

Min/max limits apply across the guaranteed temperature range unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CMOS TO CMOS					
Logical "1" Input Voltage ($V_{IN(1)}$)	$V_{CC} = 5.0V$ $V_{CC} = 10V$	3.5 8.0			V
Logical "0" Input Voltage ($V_{IN(0)}$)	$V_{CC} = 5.0V$ $V_{CC} = 10V$			1.5 2.0	V
Logical "1" Output Voltage ($V_{OUT(1)}$)	$V_{CC} = 5.0V, I_O = -10\mu A$ $V_{CC} = 10V, I_O = -10\mu A$	4.5 9.0			V
Logical "0" Output Voltage ($V_{OUT(0)}$)	$V_{CC} = 5.0V, I_O = +10\mu A$ $V_{CC} = 10V, I_O = +10\mu A$			0.5 1.0	V
Logical "1" Input Current ($I_{IN(1)}$)	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.005	1.0	μA
Logical "0" Input Current ($I_{IN(0)}$)	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 0V$	-1.0	-0.005		μA
Supply Current (I_{CC})	$V_{CC} = 15V$		0.01	15	μA
LOW POWER TO CMOS					
Logical "1" Input Voltage ($V_{IN(1)}$)	54C, $V_{CC} = 4.5V$ 74C, $V_{CC} = 4.75V$	$V_{CC} - 1.5$ $V_{CC} - 1.5$			V
Logical "0" Input Voltage ($V_{IN(0)}$)	54C, $V_{CC} = 4.5V$ 74C, $V_{CC} = 4.75V$			0.6 0.8	V
Logical "1" Output Voltage ($V_{OUT(1)}$)	54C, $V_{CC} = 4.5V, I_O = -10\mu A$ 74C, $V_{CC} = 4.75V, I_O = -10\mu A$	4.4 4.4			V
Logical "0" Output Voltage ($V_{OUT(0)}$)	54C, $V_{CC} = 4.5V, I_O = +10\mu A$ 74C, $V_{CC} = 4.75V, I_O = +10\mu A$			0.4 0.4	V
CMOS TO LOW POWER					
Logical "1" Input Voltage ($V_{IN(1)}$)	54C, $V_{CC} = 4.5V$ 74C, $V_{CC} = 4.75V$	4.0 4.0			V
Logical "0" Input Voltage ($V_{IN(0)}$)	54C, $V_{CC} = 4.5V$ 74C, $V_{CC} = 4.75V$			1.0 1.0	V
Logical "1" Output Voltage ($V_{OUT(1)}$)	54C, $V_{CC} = 4.5V, I_O = -360\mu A$ 74C, $V_{CC} = 4.75V, I_O = -360\mu A$	2.4 2.4			V
Logical "0" Output Voltage ($V_{OUT(0)}$)	54C, $V_{CC} = 4.5V, I_O = +360\mu A$ 74C, $V_{CC} = 4.75V, I_O = +360\mu A$			0.4 0.4	V
OUTPUT DRIVE (See 54C/74C Family Characteristics Data Sheet)					
Output Source Current (I_{SOURCE})	$V_{CC} = 5.0V, V_{IN(0)} = 0V$ $T_A = 25^\circ C, V_{OUT} = 0V$	-1.75			mA
Output Source Current (I_{SOURCE})	$V_{CC} = 10V, V_{IN(0)} = 0V$ $T_A = 25^\circ C, V_{OUT} = 0V$	-8.0			mA
Output Sink Current (I_{SINK})	$V_{CC} = 5.0V, V_{IN(1)} = 5.0V$ $T_A = 25^\circ C, V_{OUT} = V_{CC}$	1.75			mA
Output Sink Current (I_{SINK})	$V_{CC} = 10V, V_{IN(1)} = 10V$ $T_A = 25^\circ C, V_{OUT} = V_{CC}$	8.0			mA

ML926/7

REMOTE CONTROL RECEIVERS (WITH MOMENTARY OUTPUTS)

The ML926 and ML927 are MOS LSI monolithic circuits for use as receivers of remote control signals for television control and many other applications. They are general purpose devices each receiving sixteen of the thirty-two codes transmitted by the SL490 circuit as pulse position modulation (PPM).

FEATURES

- Minimum Package Size — 8-Lead Minidip
- Four Outputs Indicate in Binary the Code Currently Being Received, and Are Switched Off (Low) When No Valid Code is Detected.
- On-Chip Oscillator
- High Power, Free Drain, Output Buffers

OPERATING NOTES

The receiver operates on a timescale fixed by an internal oscillator and its external timing components. The oscillator may be adjusted to any value between 15Hz and 150kHz (allowing different receivers to respond to different transmission rates within the same area).

Checks are made to ensure 6 pulses, or 5 bits, are received for a word to be valid, and only after two consecutive and identical words is the receiver allowed to respond to the incoming code.

The ML926 responds only to codes 00001 to 01111 from the SL490 transmitter whereas the ML927 responds to codes 10001 to 11111.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{DD} supply and inputs w.r.t. V _{SS}	+0.3V to -25V
Storage temperature	-55°C to +125°C
Operating temperature ambient	-10°C to +65°C

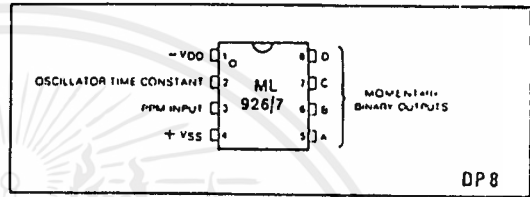


Fig. 1 Pin connections (top view)

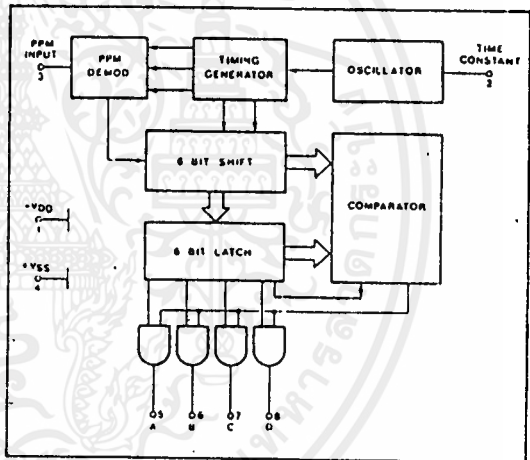


Fig. 2 Block diagram

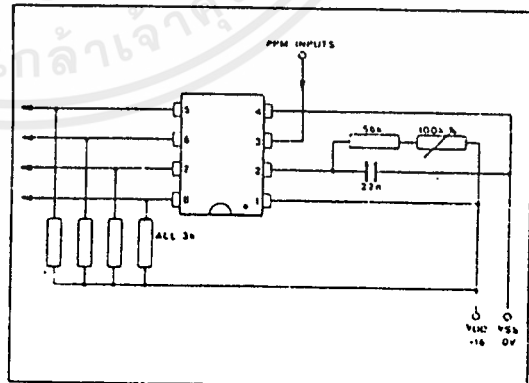


Fig. 3 Test circuit

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions (unless otherwise stated):
 $V_{DD} = -16V$, $V_{SS} = 0V$
 $T_{amb} = 25^{\circ}C$

Characteristic	Pin	Value			Units	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Operating supply voltage range	1	12	14	18	V	$T = \frac{1}{f_{osc}}$ Typical TC: 22nF to V_{SS} 100k Ω to V_{DD} $R_L = 3.0K$ to V_{DD}
Current consumption	1	2	3	4	mA	
PPM Input						
Input level high	3	-1		0	V	
Input level low	3	V_{DD}		-6	V	
Input pulse width	3	1		$22T_{osc}$	μsec	
Oscillator time constant See Note 1						
Oscillator frequency	2	15	3k	150k	Hz	
Variation wrt V_{DD}			1		%/V	
Output voltage high	5-8	-1.5		0	V	
Output device leakage (Output OFF)	5-8			1	μA	

Note 1. R_{osc} (Pin 2) is 56k-156k Ω . $f_{osc} \approx \frac{1}{0.15CR} \pm 20\%$

PIN FUNCTIONS

POSITIVE LOGIC '1' = V_{SS} , '0' = V_{DD}

- V_{DD}
-14V to -18V power supply
- Oscillator time constant
An RC time constant of a capacitor and resistor at this pin defines the internal clock frequency. The clock frequency may be varied from 15Hz to 150kHz.
- PPM input
The output of the 'front end' amplifier is connected to this pin; the signal must consist of a normal 'low' level with pulses to high level corresponding to the PPM pulses from the transmitter.
- V_{SS}
0V (ground)
- A, B, C, D
Four open drain high power transistors give a binary coded output of the valid code being received.

Transmitter Code	Momentary binary outputs					
	ML926			ML927		
	E	D	C	B	A	A
0 0 0 0 0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 0 1	0	0	0	0	1	1
0 0 0 1 0	0	0	0	1	0	0
0 0 0 1 1	0	0	0	1	1	1
0 0 1 0 0	0	0	1	0	0	0
0 0 1 0 1	0	0	1	0	1	1
0 0 1 1 0	0	0	1	1	0	0
0 0 1 1 1	0	0	1	1	1	1
0 1 0 0 0	0	1	0	0	0	0
0 1 0 0 1	0	1	0	0	1	1
0 1 0 1 0	0	1	0	1	0	0
0 1 0 1 1	0	1	0	1	1	1
0 1 1 0 0	0	1	1	0	0	0
0 1 1 0 1	0	1	1	0	1	1
0 1 1 1 0	0	1	1	1	0	0
0 1 1 1 1	0	1	1	1	1	1
1 0 0 0 0	1	0	0	0	0	0
1 0 0 0 1	1	0	0	0	1	1
1 0 0 1 0	1	0	0	1	0	0
1 0 0 1 1	1	0	0	1	1	1
1 0 1 0 0	1	0	1	0	0	0
1 0 1 0 1	1	0	1	0	1	1
1 0 1 1 0	1	0	1	1	0	0
1 0 1 1 1	1	0	1	1	1	1
1 1 0 0 0	1	1	0	0	0	0
1 1 0 0 1	1	1	0	0	1	1
1 1 0 1 0	1	1	0	1	0	0
1 1 0 1 1	1	1	0	1	1	1
1 1 1 0 0	1	1	1	0	0	0
1 1 1 0 1	1	1	1	0	1	1
1 1 1 1 0	1	1	1	1	0	0
1 1 1 1 1	1	1	1	1	1	1

Table 1 Response to SL490 codes

SL490B

REMOTE CONTROL TRANSMITTER

Plessey Semiconductors have developed and produced a range of monolithic integrated circuits which give a wide variety of remote control facilities. As well as ultrasonic or infra red transmission, cable, radio or telephone links may also be utilised. Pulse position modulation (PPM) is used with or without carrier and automatic error detection is also incorporated. Although initially designed with TV remote control in mind the devices may equally easily be applied for use in radios, tuners, tape and record decks, lamps and lighting, toys and models, industrial control and monitoring. The SL490B is an easily extendable, 32 command, pulse position modulation transmitter drawing negligible standby current. It may be used with the ML920 series of remote control receivers.

FEATURES

- Ultrasonic or Infra-red Transmission
- Direct Drive for Ultrasonic Transducer
- Direct Drive of Visible LED when using Infra-red
- Very Low Power Requirements
- Pulse Position Modulation gives Excellent Immunity from Noise and Multipath Reflections
- Single Pole Key Matrix
- Switch Resistance up to 1kohms Tolerated
- Few External Components
- Anti-bounce Circuitry On Chip

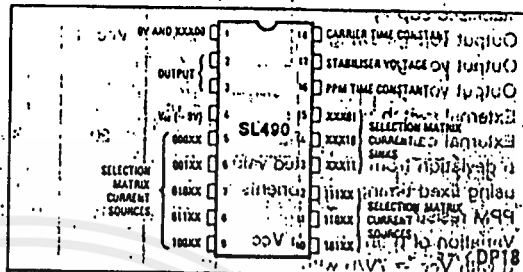


Fig. 1 Pin connections - top view

QUICK REFERENCE DATA

- Power Supply: 9V Standby 6microamps Operating 8mA
- Modulation: Pulse Position with or without Carrier
- Coding: 5 Bit Word giving a Primary Command Set of 32 Commands
- Key Entry: 8 x 4 Single Pole Key Matrix
- Data Rate: Selectable 1 Bit/Sec to 10k Bit/Sec
- Carrier Frequency: Selectable 0Hz (No Carrier) to 200kHz

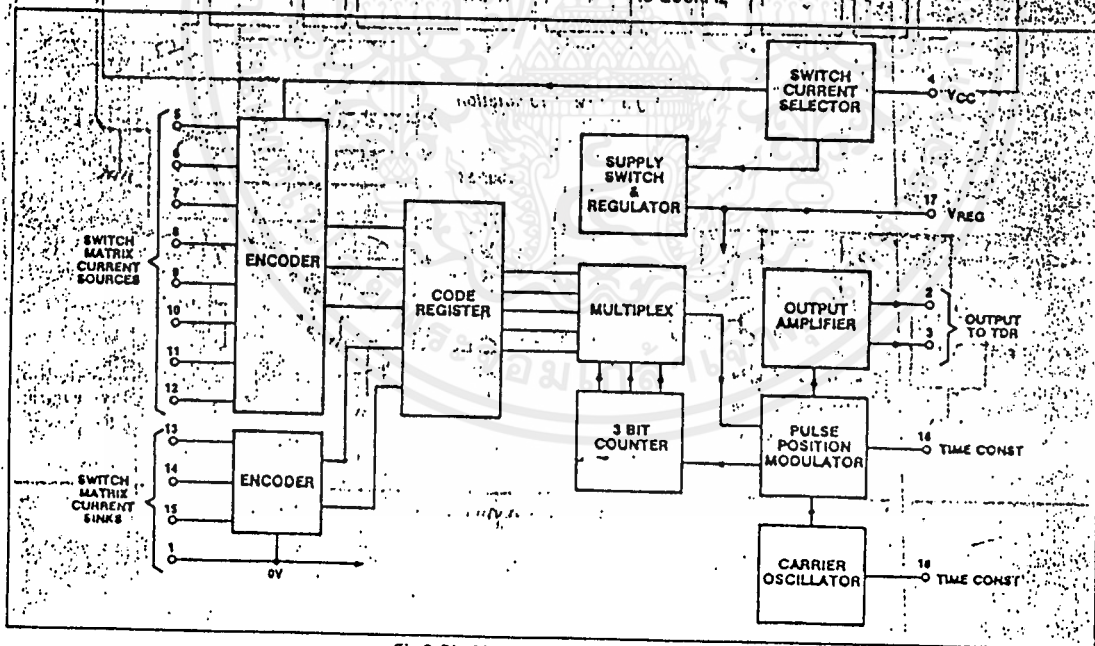


Fig. 2 SL490B transmitter block diagram

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test conditions (unless otherwise stated)
 $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ $V_{cc} = +7\text{V}$ to $+10.5\text{V}$

Characteristic	Pin	Value			Units	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Operating supply current	4		9.5	16	mA	$V_{cc} = 9.5\text{V}$
Standby supply current	4			10	μA	
Stabilised voltage	17	4.1		4.9	V	
Output current available from stabilised supply	17			1	mA	
Output voltage swing	2,3	$V_{cc} - 1$			V	Unloaded
Output voltage	2				V	$I_2 = 10\text{mA}$
Output voltage	3				V	$I_3 = 5\text{mA}$
External switch resistance	5-15			5	k Ω	Peak value $< 1\text{ms}$
External carrier resistor R_2	18	20	40	80	k Ω	$C_2 = 680\text{pF}$; $f_c = 40\text{kHz}$
t_i deviation from calculated value using fixed timing components	2,3			± 10	%	$R_1 = 15\text{k}$; $t_i = 0.95 C_i R_1$
PPM resistor	16	15	30	60	k Ω	$R_1 = 60\text{k}$; See Fig.4
Variation of t_i and t_o with V_{cc}						
t_i with $V_{cc} = 7\text{V}$ / t_o with $V_{cc} = 10.5\text{V}$	2,3			± 4	%	
t_o with $V_{cc} = 7\text{V}$ / t_o with $V_{cc} = 10.5\text{V}$	2,3			± 4	%	
Ratio t_o/t_i	2,3	1.4		1.6		
Pulse width t_p	2,3	$0.11 t_i$		$0.22 t_i$		
Interword gap	2,3		3			The interword gap is 3 times t_{ic} derived by counting

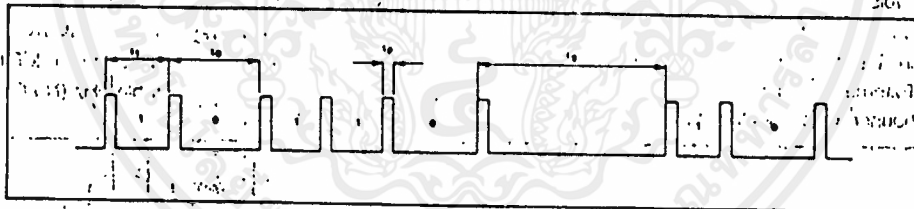


Fig.3 PPM word notation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งสัญญาณควบคุมแบบโทนเบิร์ตสามารถทำได้โดยกำหนดค่า R1 และ C1 จากสมการ

$$f = 1/C1R1$$

เมื่อ f เป็นหน่วยความถี่ในหน่วยของเฮิร์ต C1 และ R1 มีหน่วยเป็นฟารัดและโอห์มตามลำดับ ตัวต้านทาน R1 ควรเลือกค่าระหว่าง 20-80 กิโลโอห์ม และค่าความถี่ที่ออกแบบไม่ควรสูงกว่า 200 กิโลเฮิร์ต ในกรณีที่ต้องการส่งสัญญาณควบคุมโคดไม่มีคลื่นพาร์รวมไปด้วยให้ถอด C1 ออกแล้วเลือกใช้ตัวต้านทานขนาด 2.2 กิโลโอห์ม ต่อแทน R1

คาบเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลที่เป็น "0" หรือ 10 กำหนดด้วยค่า C2 และ R2 จากสมการ

$$t0 = 1.4C2R2$$

เมื่อ $t0$ มีหน่วยเป็นวินาที C2 และ R2 มีหน่วยเป็นฟารัดและโอห์มตามลำดับ สำหรับคาบเวลาของข้อมูลที่เป็น "1" จะถูกกำหนดอย่างอัตโนมัติ ให้มีค่าประมาณ 2 ใน 3 ของเวลา $t0$ และในกรณีที่ชุดข้อมูลถูกส่งออกมาติดๆกัน(ซึ่งอาจเกิดจากการกดสวิทซ์ค้างจนเกินไป) จะมีการสร้างช่วงเวลาซิงโครไนส์(S) ขึ้นไว้ระหว่างชุดข้อมูล โดยคาบเวลาซิงโครไนส์นี้จะมีค่าเป็น 2 เท่าของ $t0$ โดยปกติค่าของ $t0$ ควรออกแบบให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 มิลลิวินาที ถึง 1 วินาที และค่าของตัวต้านทาน R2 ควรอยู่ระหว่าง 15 ถึง 100 กิโลโอห์ม

SL486

INFRA RED REMOTE CONTROL PREAMPLIFIER

The SL486 is a high gain preamplifier designed to form an interface between an infra-red receiving diode and the digital input of remote control receiving circuits. The device contains two other circuit elements, one to provide a stretched output pulse facility and a voltage regulator to allow operation from a wide range of supplies.

FEATURES

- Fast Acting AGC Improves Operation in Noisy Environments
- Differential Inputs Reduce Noise Pick-up and Improve Stability
- Gyrator Circuit Allows Operation in Environments with High Brightness Background Light Levels
- Output Pulse Stretcher for use with Microprocessor Decoders
- On-Chip Stabiliser Allows Operation with a Wide Range of Supply Voltages
- Direct Interface to Plessey MV601 and ML920 Series Remote Control Receivers
- Low Noise Output

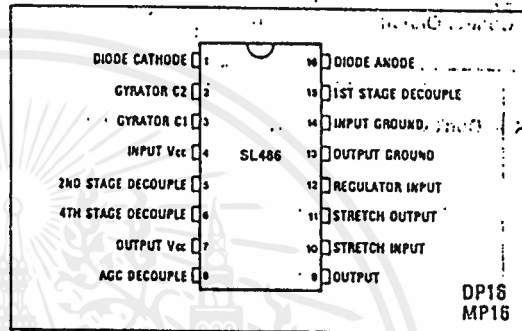


Fig.1 Pin connections (top view)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply voltage (V Pins:4 & 7)	+10V wrt V Pins 13 & 14
Regulator input voltage (V Pin 12)	-20V wrt V Pin 7
Output current	5mA
Stretch output current	5mA
Operating temperature range	0°C to +70°C
Storage temperature	-55°C to +125°C

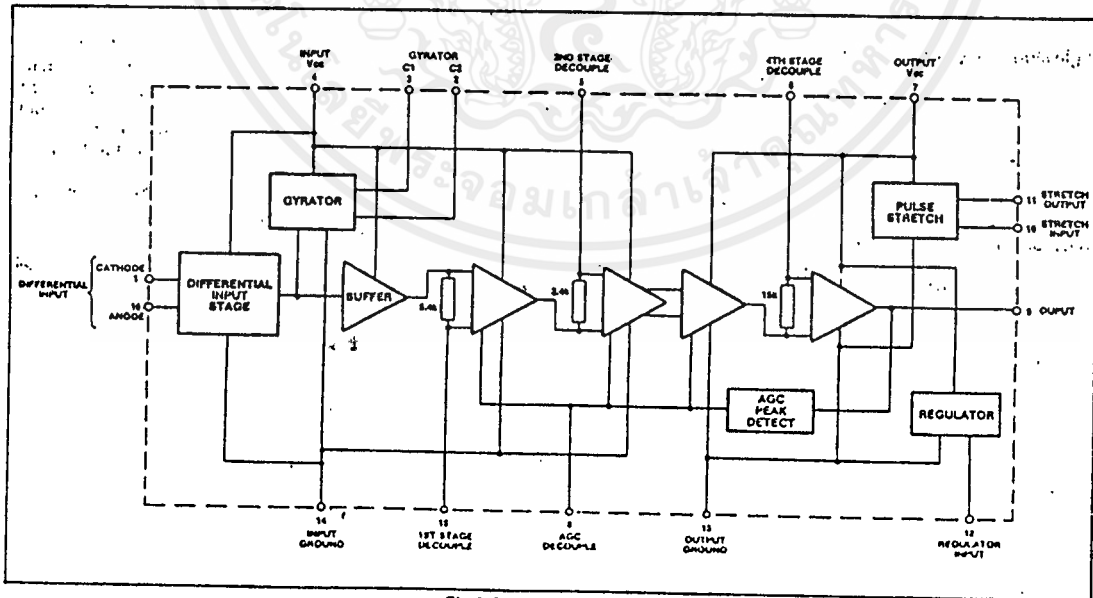


Fig.2 SL486 block diagram

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test conditions (unless otherwise stated):
 T_{amb} = 25°C; V_{CC} = 4.5V to 7.0V

Characteristic	Pin	Value			Unit	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Supply current (See Note 1)	4,7		6.5	9.0	mA	V _{CC} = 5.0V, I _{DIODE} = 1.0μA } Pins 13 & 14
	4	3.5+3xI _D	4.2+3xI _D	5+3xI _D	mA	V _{CC} = 4.5V, I _{DIODE} ≤ 1.5mA } ground
	4,7		8.5	10	mA	V _{CC} = 18V, I _{DIODE} = 1.0μA Pin 12 ground
Low-voltage supply (external)	4,7(+ve), 13,14(-ve)	4.5		9.5	V	Input and output V _{CC} commoned, input and output ground commoned
High voltage supply (external)	4,7(+ve), 12(-ve)	8.4		18.0	V	Input and output V _{CC} commoned, input and output ground at internal regulated voltage
Internal regulated voltage	13(wrt 7)	5.9	6.2	6.5	-V	V Pin 7(+) to V Pin 12(-) = +16V
Voltage between input and output V _{CC}	4,7			1.5	V	At room temperature
				1.1	V	At 70°C
Minimum sensitivity of differential input	1,16	9.0		2.3	nA	I _{DIODE} = 1.0μA
		74.0		18.5	nA	I _{DIODE} = 100μA
		168.0		42.0	nA	I _{DIODE} = 0.5mA
Common mode rejection	1,16		35.0		dB	
Maximum signal input	1,16	3.0	4.0		mA(peak)	
AGC range			68.0		dB	
Output and stretch output pull-up resistance (internal)	9,11		55.0		kΩ	At 25°C
Stretch output pulse width (T _p)	11		2.4		ms	Capacitance Pin 9 to Pin 10 = 10nF
Temperature coefficient on Rx			0.7		%°C	Where Rx = 200kΩ ± 25% (internal resistance)
Output low	9			Output ground +0.35	V	0.2mA Sink, max.
Output high	9	Output V _{CC} - 0.5			V	5μA Source
Stretch output low	11			Output ground +0.5	V	1.6mA Sink, max.
Stretch output high	11	Output V _{CC} - 0.1			V	Output open circuit 5μA Source
Supply rejection (input V _{CC})	4		1.5		V(peak)	Ripple amplitude at 100Hz, Pin 12 ground
			0.8		V(peak)	Ripple amplitude at 100Hz, Pins 13 & 14 ground

NOTE

1. I_D = I_{DIODE} = IR diode forward current

APPLICATION NOTES - REFER TO FIGURE 4

Diode Anode and Cathode (Pins 1 and 16) The infra-red receiving diode is connected between pins 1 and 16. The input circuit is configured so as to reject signals common to both pins. This improves the stability of the device and greatly reduces the sensitivity to radiated electrical noise. The diode is reverse biased by a nominal 0.65V.

Gyrator C2 and C1 (Pins 2 and 3) The decoupling, provided by gyrator C2 and C1, rolls off the gain of the feedback loop which balances the DC component of the infra-red diode current. The values of C2 and C1 are chosen to produce a low frequency cut-off characteristic below a nominal 2kHz. Hence, the gyrator produces approximately 20dB rejection at 100Hz.

The gyrator consists of two feedback loops operating in tandem. Only one feedback path is functional when the DC component of the diode current is less than 200µA. This loop is decoupled by gyrator C2. For diode currents between 200µA and 1.5mA the second control loop is operative, and this is decoupled by gyrator C1.

The decoupling capacitors, gyrator C2 and C1, must be connected between pins 2 and 3, to pin 4. The series impedance of C2 and C1 should be kept to a minimum. **First Stage Decouple (Pin 15)** The capacitor on pin 15 decouples the signal from the non-inverting input of the first difference amplifier (see also Figure 2). The capacitance of 15nF is chosen to produce a 2kHz low frequency roll-off. The capacitor must be connected between pins 15 and 14 (the input ground).

Second Stage Decouple (Pin 5) The capacitor on pin 5 decouples the signal from the non-inverting input of the second difference amplifier. The capacitance of 33nF is chosen to produce a 2kHz low frequency roll-off. The capacitor must be connected between pins 5 and 4 (the input Vcc).

Fourth Stage Decouple (Pin 6) The capacitor on pin 6 decouples the signal from the non-inverting input of the fourth difference amplifier. The capacitance of 4.7nF is chosen to produce a 2kHz low frequency roll-off. The capacitor must be connected between pins 6 and 7 (the output Vcc).

AGC Decouple/Delay Adjust (Pin 8) The output of the fourth difference amplifier is followed by a peak detector, which is used to provide an AGC control level. This produces a current source which is limited to 10mA at pin 8. The AGC decouple capacitor (C5 normally 150nF) filters the pulsed input, and the resultant level controls the gain of the first three difference amplifiers.

The AGC control level exhibits a fast attack/slow decay characteristic. Immediately infra-red pulses are detected, the gain will be reduced, so that any weaker noise pulses that are also received will not be seen at the output. Thus, provided the infra-red pulses are the most intense, it is possible to receive data in noisy environments. The slow decay keeps the AGC level intact during data reception, and produces a delay before any received noise may become present at the output, when transmission ceases.

Output (Pin 9) The output will be low, pulsing high with a source impedance of a nominal 55kΩ, for a received infra-red pulse. It is a linear amplification of the input and swings between output ground and output Vcc.

Stretch Input and Stretch Output (Pins 10 and 11) A typical infra-red PPM system transmits very narrow pulses. The duration of these pulses is typically 15µs, so in order to utilise a microprocessor based decoder system it is necessary to lengthen the received pulse. This stretched output can be obtained from pin 11, when a capacitor is connected between pins 9 and 10.

The width of the pulse is determined by the value of this coupling capacitor (C8 in Figure 3) and is given by:

$$T_p = -R_x C_a \ln \left\{ \frac{1.5}{(V_4 - V_{13})} \right\}$$

where T_p = pulse width in ms

R_x = 200kΩ (see electrical characteristics)

C_a = coupling capacitance

and $(V_4 - V_{13})$ = potential between input Vcc and ground (pins 13 and 14)

The stretch output is normally high pulsing low for a received infra-red pulse, and swings between output Vcc and output ground.

Regulator Input (Pin 12) The device can be operated with supplies of between 4.5V and 9.0V connected between input/output ground (pins 14 and 13) and input and output Vcc (pins 4 and 7) as shown in Figure 3.

The device can be operated with supplies in excess of 9.0V by utilising the on-chip regulator. In this case connections are made between output Vcc (pin 7) and the regulator input (pin 12) as shown in Figure 4. A supply voltage of between 9.0V and 18V will then cause the output ground to be regulated at a level nominally 6.4V below the output Vcc (pin 7).

The regulator will, however, lose control with a potential difference of less than 9.0V. Below this level the voltage of pin 13 will track nominally 1.5V above the level of pin 12.

When the regulator is not used (low voltage operation), pin 12 must be shorted to output ground (pin 13).

OPERATING NOTES - REFER TO FIGURES 3 AND 4

Gyrator C1 (Pin 3) If the environment in which the device is operating, limits the background light such that the DC component of the diode current has a maximum of 200µA, it may be desirable to omit (see Figure 3) the more bulky and costly 68µF capacitor, gyrator C1 shown in Figure 4. In this case pin 3 can be left open circuit. The resultant application will then have a characteristic of greatly reduced gain when the ambient light causes the DC current to rise above this threshold.

The 68µF capacitor can alternatively be replaced by a resistor. The outcome of this is to further reduce the gain in ambient light levels above the 200µA threshold. Below this threshold the overall gain is slightly enhanced as the light level approaches the threshold value. If chosen this resistance should lie between 10kΩ and 200kΩ.

Noise Immunity The stretch output can also be used as a means of improving performance relating to a receiver system, over and above its main purpose of providing a stretched output facility. Including C8 (Figure 4) causes the output pulses (from pin 9) to be subjected to the stretch input threshold. Thus any noise pulses from pin 9 that are below this threshold will not be seen at the stretch output (pin 11).

A further improvement can be made, utilising this stretch input threshold by including some additional filtering of the output (C10 in Figure 4). This can be adjusted in value (typically 100pF) to reduce some of the noise pulses that otherwise cross the threshold, to a level below the threshold.

It must be noted, that the stretch output logic sense is inverse (for microprocessor applications) from that of the output (pin 9), and the cost of re-inversion may be deemed uneconomical for the improvements gained.

Screening Use of screening for the device, and associated components, improves the performance and immunity to externally radiated noise. The screening method used must protect the sensitive front-end of the device; provided that

the diode, pin 1, pin 16, C2 (pin 2) and the first stage decouple (pin 15) are screened; it may be found that for the application considered, the remaining circuitry need not be so protected.

In applications where externally radiated noise is minimal, it may be possible to reduce any screening to pins 1 and 16, and the diode connections, only. In some instances, no screening may be necessary, but this largely depends on the level of radiated noise, the decoupling/filtering employed and the receivers decoding technique.

Decoupling Typical decoupling arrangements for use with or without the regulator, are given in Figures 4 and 3

respectively. When using the regulator, further improvements in high frequency supply rejection are possible by the inclusion of R2. The value can be chosen so as to keep the pin 12 end of R2 within the -9.0 to -18V (w.r.t. pin 7) specified voltage range. For example if using the 920 series remote control receivers, on a supply of 16V, a typical value for R2 would be 200Ω.

Note that the regulator is a low impedance point between pins 12 and 13. C7 thus maintains a low impedance path between pins 4 and 12 at high frequencies.

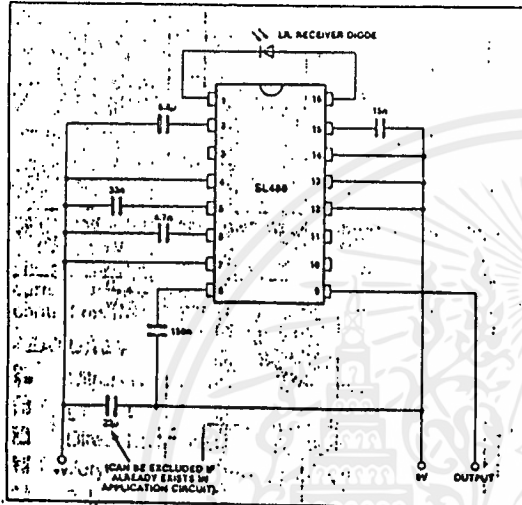


Fig.3 Circuit diagram of minimum component application (showing low voltage operation)

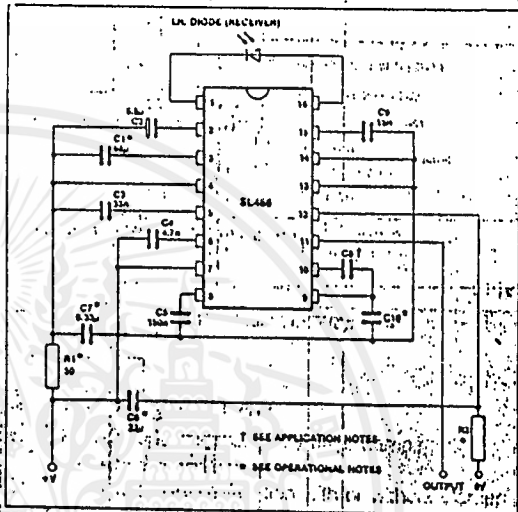
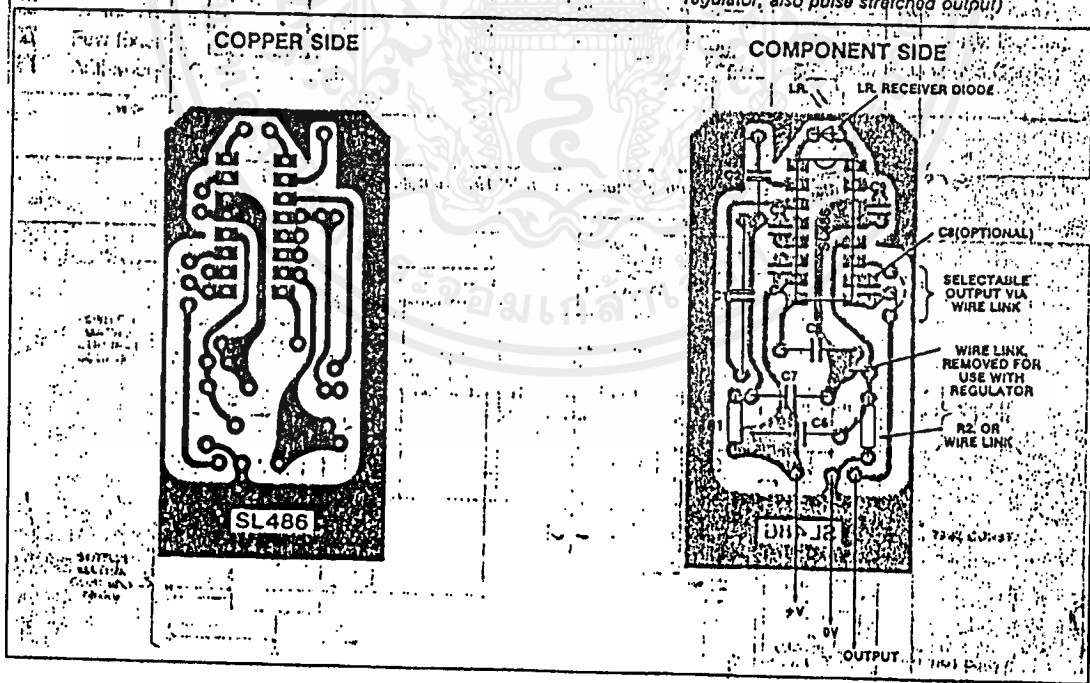


Fig.4 SL486 application diagram showing all optional circuitry (Note: Supply decoupling and connections for use of voltage regulator; also pulse stretched output)



OPERATING NOTES

Fig.5 shows the circuit for a simple infra-red transmitter where the PPM output from pin 2 of the SL490B is fed to the base of the PNP transmitter TR1, producing an amplified current pulse about 15µsec wide. This pulse is further amplified by TR2 and applied to the infra-red diodes D1 and D2.

The current in the diodes and the infra-red output is controlled by the quantity, type, and connection method of the diodes and also by the gain at high currents of the transistors.

The most common solution where cost is important is to use 2 single-chip diodes, such as the CQY99 connected in series.

Improved output can be obtained by using four CQY99 diodes in a series parallel arrangement, but it is usually simpler to use 2 multichip diodes such as the CQX47 connected in parallel or a single CQX19 which gives similar results.

A significant increase in range can be obtained by using diodes such as the CQY99 in conjunction with a plated plastic parabolic reflector.

When building the transmitter, care should be taken with the choice of the capacitor C4 and with the circuit layout, particularly when multi-chip diodes are being used, as the current pulses can be as high as 6 to 8 Amps.

Transistor choice is also important and any substitutes should have high current gain characteristics and switching speeds similar to those specified in Fig.3.

An increase in output can be obtained by connecting TR2 in common emitter configuration, but care should be taken not to exceed the rating of the diodes.

Choice of PPM Frequencies

Although the ML920 series of remote control receivers is designed to work over a wide range of PPM frequencies, the actual usable range may be restricted by the application. The analogue outputs on the ML920, ML922 and ML923 serve as a good example, since the outputs will step up or down, one step for each pair of PPM words received. This in turn fixes the rate of increment or decrement of the volume or colour controls of a TV set.

When the transmitter is being used with an Infra-red link, with high current pulses fed to the diodes as in Fig.5, power consumption will increase with frequency. It is thus advisable that with a battery power supply, the slowest PPM rate consistent with adequate response time should be chosen.

Setting Up Procedure

When designing a remote control system using the SL490 in conjunction with the ML920 range of receiving circuits it is important from a manufacturing point of view for all transmitters to be interchangeable. The timing capacitor C1 should be chosen to give the required T1 time calculated from the formula $T1 = 1.4CR$ with $R = 33k$. The R value should be made up of a series potentiometer resistor combination with sufficient adjustment to compensate for the I.C. and component tolerances.

The timing components on the receiver can be selected using the formula

$$f_{RX} = \frac{1}{0.15CR} \pm 20\% \text{ where } f_{RX} = \frac{40}{t_0}$$

t_0 being the PPM logic 0 time from the transmitter.

If the recommended value of potentiometer and fixed resistor, as shown in Fig.6, are used, then the value of R in the above formula should be 84kΩ. This gives the maximum frequency adjustment range, which is needed to cope with component and IC tolerances.

Final adjustment is made by setting the period on the receiver oscillator time constant pin to 1/40th of the transmitter PPM logic 0 time using the potentiometer. Connection to the receiver time constant pin should be made using a x10 oscilloscope probe to reduce circuit loading.

When adjusting the ML920, the monitor output can be used for setting up, but in this case, a figure of 1/20th of the transmitter PPM logic 0 time should be used as the monitor output is at half the oscillator frequency.

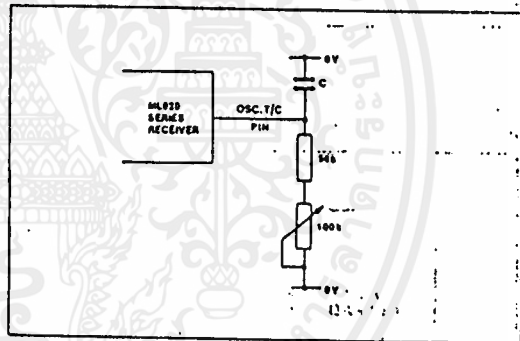


Fig.6 Recommended receiver time constant components

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply voltage	7V to 9.5V
Total power dissipation	600mW
Operating temperature range	-10°C to +65°C
Storage temperature range	-55°C to +125°C