



การควบคุมระยะไกลด้วยคลื่นวิทยุ
(R.F REMOTE CONTROL)



โดย

- 1 นาย ทินกร ภาณุรัตน์ 34161210
- 2 นาย สุทศพงษ์ ทรัพย์อร่าม 34161224
- 3 นาย สมเกียรติ แม้นพวก 34161231

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
 ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
 คณะวิศวกรรมศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ปีการศึกษา 2535

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมระยะไกลด้วยคลื่นวิทยุ

(R.F REMOTE CONTROL)

ผู้จัดทำปริณิงานินท์

1 นาย ทินกร ภาพันธ์ 34161210

2 นาย สุทพงษ์ ทรัพย์อร่าม 34161224

3 นาย สมเกียรติ แม้นพวง 34161231



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
(อาจารย์ ภากร หตยสังกาศ)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032710

การควบคุมระยะไกลด้วยคลื่นวิทยุ

(R.F REMOTE CONTROL)

โดย

- 1 นาย ทินกร ภานนท์ 34161210
- 2 นาย ชุทพงษ์ ทรัพย์อร่าม 34161224
- 3 นาย สมเกียรติ แม้นพวง 34161231



ปริญญาโทสำหรับปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2535
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมระยะไกลด้วยคลื่นวิทยุ

นาย ทินกร ภาพันธ์

นาย สุทพงษ์ ทรัพย์อ่วม

นาย สมเกียรติ มั่นพวก

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ภากร หุตสังภาค

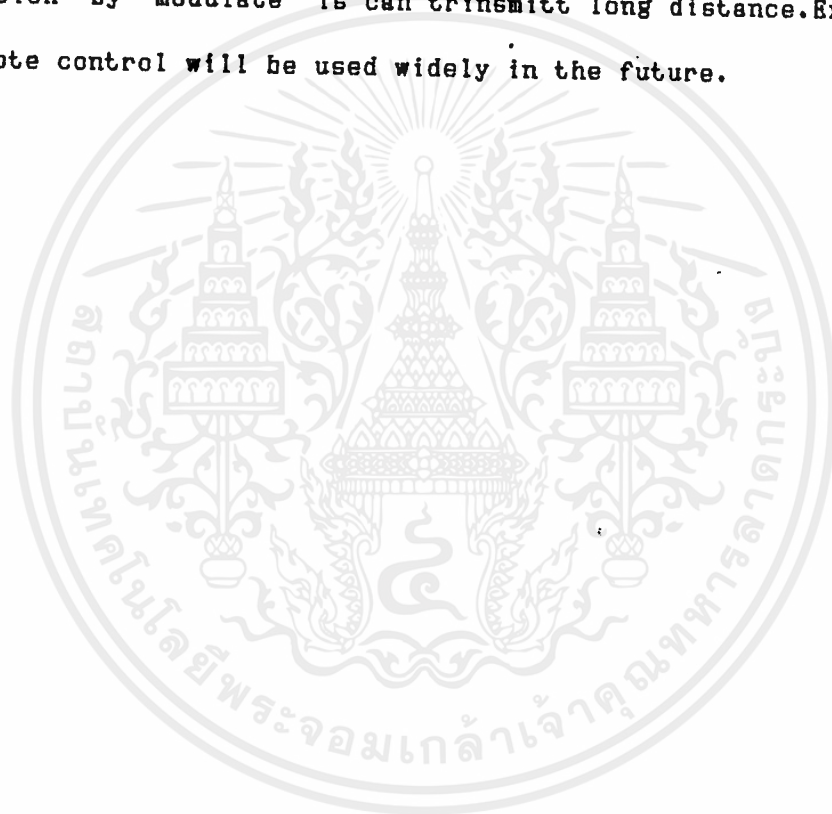
บทคัดย่อ

รีโมทคอนโทรลเป็นการควบคุมจากระยะไกลโดยใช้คลื่นวิทยุเป็นตัวควบคุม คลื่นวิทยุนี้ใช้ความถี่ย่าน UHF (ULTRA HIGH FREQUENCY) เป็นความถี่ที่สูงประมาณ 430 MHz ลักษณะการส่งจะส่งโดยมี Modulate สัญญาณ data ดังนั้นทางด้านเครื่องรับจึงต้องมีภาคจับสัญญาณเพื่อรับสัญญาณความถี่สูงมาทำการ demodulator เพื่อถอดสัญญาณ data ออกจาก carrier แล้วจึงนำ data ไปเข้าวงจร decoder เพื่อถอดรหัสให้ตรงกับ address ที่เครื่องส่งส่งมา อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้คือ IC 145028 ซึ่งเป็น IC decoder ขนาด 9bit ข้อดีของการส่งสัญญาณแบบ demodulate คือสามารถส่งได้ไกลจึงคาดว่ารีโมทคอนโทรลชุดนี้จะถูกใช้อย่างแพร่หลายในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstrac

This remote is controller from long distance by using radio frequency in UHF range (Ultra high frequency) about 430 MHZ. The transmitter is will be transmitted by signal data modulation, then the receiver has demodulation to decoder the data signal. The decoder will decode data signal same as the data from transmitter. The device action is IC MC 145028 (Decoder). Advantage of transmission by modulate is can trnsmitt long distance. Expect, this remote control will be used widely in the future.



บทนำ

ในปัจจุบันนี้ ริโมทคอนโทรลได้เข้ามามีบทบาทในการอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆมากมาย เช่น โทรทัศน์ แอร์ เครื่องเสียง เป็นต้น นอกจากนี้จะนำเอาริโมทคอนโทรลไปควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ดังกล่าวแล้วยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆได้อีกมากมาย เช่น ระบบล้อคนพิการ หรือเป็นเครื่องมือแจ้งสัญญาณเตือนภัย และยังสามารถนำไปติดต่อกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย โดยเพิ่มวงจรรีโมทคอนโทรลเข้าไปอีกเล็กน้อยเท่านั้น

สำหรับย่านความถี่ที่ใช้กับริโมทคอนโทรลจะใช้ย่านความถี่ UHF (300 MHz-3GHz) เป็นสัญญาณcarrier เพื่อ modulate กับสัญญาณควบคุมแล้วส่งไปยังเครื่องรับ ทางเครื่องรับเมื่อรับสัญญาณได้ก็จะทำการดีโมเดอเรชั่น เพื่อให้ได้สัญญาณควบคุมออกมา



วัตถุประสงค์ของปริญญาโท

- เพื่อศึกษาคุณสมบัติและการทำงานของ IC เบอร์ MC 145028
- เพื่อนำ IC เบอร์ MC 145028 มาประยุกต์ใช้งานกับการสื่อสารข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ
- เพื่อปรับปรุงแก้ไขปริญญาโทเดิมให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับจากปริญญาโท

- เพื่อนำไปควบคุมเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆแบบไร้สาย
- เพื่อการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายๆจุดโดยมีตัวควบคุมเพียงตัวเดียว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

Abstract

บทนำ

บทที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับคลื่นวิทยุ.....	1
1.1 การมอดูเลต.....	1
1.2 ระบบวิทยุอย่างง่าย.....	2
บทที่ 2 ภาคเครื่องรับ.....	4
2.1 หลักการทำงานของภาครับ.....	5
2.2 ภาค Demodulator.....	5
2.3 ภาค Wave sharp.....	6
2.4 วงจร Comparator.....	7
2.5 Decoder.....	8
บทที่ 3 การคำนวณค่าอุปกรณ์ภาครับ.....	10
3.1 วงจรจูน.....	10
3.2 การออกแบบวงจร Tank.....	10
3.3 การเลือกค่า Q ของวงจร Tank.....	10
3.4 การเลือกค่าความจุ Capacitor.....	11
3.5 การเลือกค่าเหนี่ยวนำ Coil.....	12
การทดลองและผลการทดลอง.....	13
สรุปผลการทดลอง.....	13
ภาคผนวก.....	

การสื่อสารเบื้องต้น

การมอดูเลต

ในขบวนการมอดูเลตเราใช้คลื่นรูปซายน์ที่มีความถี่สูงเป็นพาหะแล้วเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางอย่างของพาหะด้วยสัญญาณข่าวสาร โดยทั่วไปสัญญาณข่าวสารได้แก่สัญญาณแอนะล็อก (หรือเสียงพูด) สัญญาณภาพหรือข่าวสารอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคลื่นพาหะนี้เราเรียกว่าการมอดูเลต คลื่นรูปซายน์ที่เราใช้เป็นพาหะนั้นเราสามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์แทนได้ดังนี้

$$e = A \sin (wt + \phi)$$

ในที่นี้

e = ค่าแรงดันของคลื่นพาหะใดๆ

A = แอมพลิจูดสูงสุดของคลื่นพาหะ

w = ความถี่เชิงมุม

t = เวลา

ϕ = เฟสหรือมุมทางไฟฟ้า

จากสมการข้างต้นจะเห็นว่าคุณสมบัติประจำตัวของคลื่น (รูปซายน์) ที่สำคัญจะมีอยู่ 3 ประการซึ่งเราสามารถเปลี่ยนแปลงหรือมอดูเลตได้คือ แอมพลิจูด ความถี่เชิงมุม หรือความถี่และเฟส

การมอดูเลตให้กับคลื่นพาหะแบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

1 มอดูเลตทางแอมพลิจูด (Amplitude modulation หรือ AM)

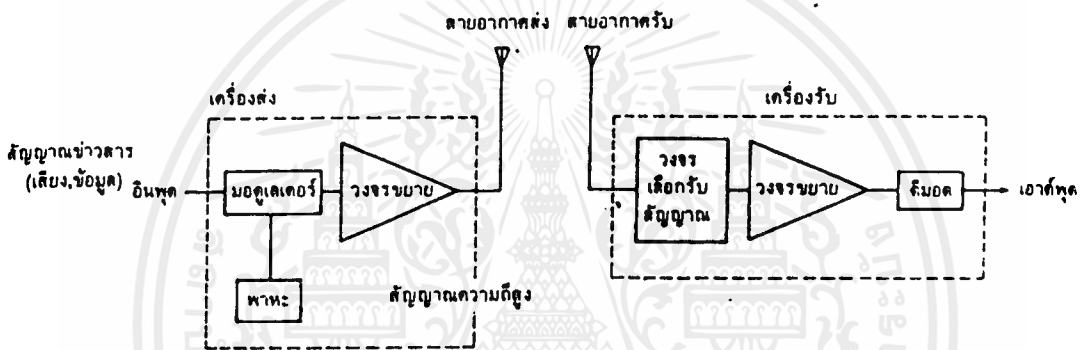
2 มอดูเลตทางความถี่ (Frequency modulation หรือ FM)

3 มอดูเลตทางเฟส (Phase modulation หรือ PM)

ในทางปฏิบัติสัญญาณ FM กับสัญญาณ PM จะคล้ายคลึงกันมากบางที่เราเรียกรวมๆทั้ง FM และ PM ว่า การมอดูเลตเชิงมุม

ระบบวิทยุอย่างง่าย

ระบบวิทยุโดยทั่วไปมักจะมีรูปแบบคล้ายคลึงกับรูปที่แสดง ในที่นี้เราแสดงไว้เฉพาะการติดต่อทางเดียวจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับเท่านั้นจะเห็นว่าประกอบด้วยส่วนสำคัญคือเครื่องส่ง เครื่องรับ และ สายอากาศ สัญญาณข่าวสารจะถูกป้อนเข้าที่ อินพุตทำให้เกิดเอาต์พุตเป็นคลื่นที่ได้รับการมอดูเลต แล้วแผ่ออกจากสายอากาศส่งไปยังเครื่องรับคลื่นที่รับได้จากสายอากาศจะถูกแปลงโดยเครื่องรับที่เครื่องส่ง



รูปที่ 1.1 แผนผังแสดงภาคเครื่องส่งและเครื่องรับ*

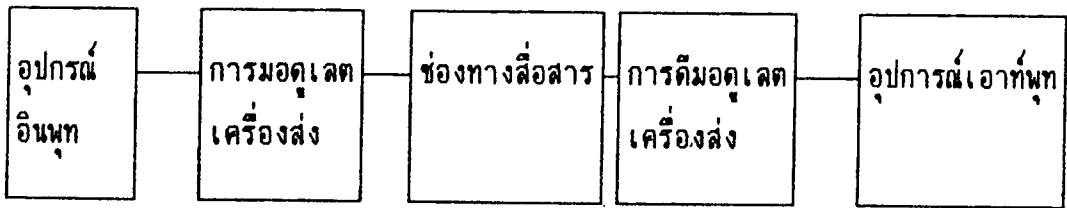
ที่เครื่องส่งสัญญาณข่าวสารและสัญญาณพาหะความถี่สูงจะถูกส่งไปยังวงจรมอดูเลตสัญญาณข่าวสารลงบนสัญญาณพาหะความถี่สูง สัญญาณมอดูเลตที่ถูกมอดูเลตแล้วจะต้องไปผ่านการขยายให้มีความถี่มากขึ้น แล้วจึงป้อนแก่สายอากาศส่งเพื่อให้สามารถส่งไปได้ไกลโดยที่เครื่องรับสามารถรับได้ชัดเจน

ที่เครื่องรับ คลื่นที่ส่งมาจะรับได้โดยสายอากาศรับ เครื่องรับจะเลือกรับเฉพาะคลื่นที่ต้องการเท่านั้น แล้วคลื่นนั้นจะถูกขยายให้มีความถี่มากขึ้นเพื่อป้อนให้วงจรมอดูเลตเพื่อทำหน้าที่แปลงคลื่นพาหะที่ถูกมอดูเลตกลับมากขึ้นเพื่อให้สัญญาณข่าวสารที่ต้องการ

ระบบสื่อสาร

ในระบบสื่อสารไม่ว่าจะเป็นระบบใดก็ตาม แผนผังพื้นฐานจะเหมือนกับรูปที่แสดงโดยพื้นฐานประกอบด้วย อุปกรณ์อินพุต เครื่องส่ง ช่องทางสื่อสาร ซึ่งมักจะมียอนส์มารบกวนเครื่องรับและอุปกรณ์เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ระบบสื่อสารเบื้องต้น

อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต ความจริงอุปกรณ์อินพุตก็คือ อุปกรณ์ที่แปลงข่าวสารเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่วนอุปกรณ์เอาต์พุตก็คือ อุปกรณ์ที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นข่าวสารนั่นเอง โดยที่ข่าวสารที่รับหรือส่งระหว่างกัน แบ่งออกเป็น 3 พวก คือ

1. เสียงหรือออดิโอ (audio) ได้แก่ เสียงพูด เสียงเพลง
2. ภาพ (picture) ได้แก่ ภาพนิ่งในระบบโทรสาร และระบบส่งภาพระยะไกล
3. ข้อมูล (data) ส่วนใหญ่ส่งมาเป็นรหัสให้แก่ คอมพิวเตอร์

เครื่องส่ง ทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์อินพุต แล้วทำการมอดูเลต ลงบนคลื่นพาหะความถี่สูง เครื่องส่งประกอบด้วย ออสซิลเลเตอร์ กับมอดูเลต เครื่องส่งส่วนใหญ่มีภูมิภาคขยายอีกเพื่อให้สัญญาณที่ส่งออกมีกำลังแรง

ช่องทางสื่อสาร ได้แก่ บรรยากาศ หรือ สาย ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบวิทยุเท่านั้น ช่องทางสื่อสารของระบบวิทยุอาศัยการแผ่คลื่นวิทยุออกไป โดยผ่านบรรยากาศซึ่งเป็นตัวกลางซึ่งคลื่นเดินทางจากเครื่องส่งผ่านไปยังเครื่องรับ

ความถี่และความยาวคลื่น เรานิยมแบ่งคลื่นวิทยุออกเป็นย่านความถี่ต่างๆโดยมีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hertz)

ตารางแสดงความถี่และความยาวคลื่น

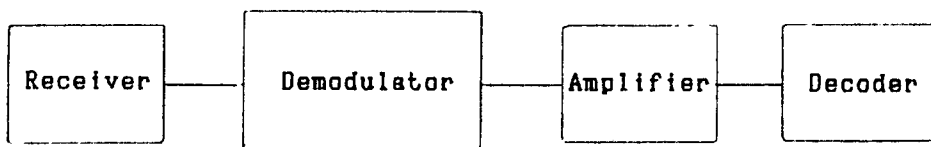
ผ่านความถี่	ความถี่	ความยาวคลื่น
Very low frequency (VLF)	ต่ำกว่า 30 KHz	ยาวกว่า 10 Km
Low frequency (LF)	30-300 KHz	10-1 Km
Medium frequency (MF)	300-3000 KHz	1000-100 m
High frequency (HF)	3-30 MHz	100-10 m
Very high frequency (VHF)	30-300 MHz	10-1 m
Ultra high frequency (UHF)	300-3000 MHz	100-10 cm
Super high frequency (SHF)	3-30 GHz	10-1 cm

นอัสส์ เป็นสัญญาณที่เข้ามาแทรกหรือรบกวน
 เครื่องรับ เมื่อรับสัญญาณจากเครื่องส่งมาถึงเครื่องรับ สัญญาณจะมีกำลังอ่อนลงและยังมีนอัสส์เข้ามาแทรกแซงสัญญาณที่ต้องการจะรับอีกด้วย ดังนั้นการรับสัญญาณอ่อนๆเช่นนี้เครื่องรับจึงต้องมีความสามารถพิเศษในการเลือกรับและขยายเอาเฉพาะสัญญาณความถี่ที่ต้องการ พร้อมทั้งต้องมีกรรมวิธีในการกำจัดนอัสส์ สัญญาณที่รับได้จะผ่านการตีมอดเพื่อแปลงสัญญาณข่าวสารที่เข้ามาออกเลขกลับมา

ภาคเครื่องรับ

ภาคเครื่องรับของรีโมทคอนโทรล แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ

- Decoder
- Demodulator



หลักการการทำงานของวงจรถ่าย

ทางด้านตัวรับจะมีภาค Demodulator ของเครื่องรับ ซึ่งมีวงจรแสดงดังรูป สัญญาณที่ถูกส่งมากับสัญญาณพาหะโดยผ่านมาทางอากาศ เมื่อเครื่องรับรับสัญญาณเข้ามาในวงจร หลังจากสัญญาณเข้ามาแล้วจะทำการจูนความถี่ที่ต้องการออกมา ซึ่งมีความถี่ Resonance ที่ความถี่ 430 MHz หลังจากจูนเอาความถี่ที่ต้องการออกมาแล้ว ความถี่ดังกล่าวจะถูกขยายแล้วป้อนเข้าวงจร Bypass ความถี่สูงทิ้งไป ทำให้เหลือเพียงสัญญาณ pulse code เข้ามายังวงจร schmitt trigger comparator ซึ่งประกอบด้วย IC 4558 ทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่ขา 3 ของ IC 4558 ก็จะทำให้ output ของ IC 4558 มีลักษณะเป็น "High" ถ้าหากสัญญาณ pulse code ที่ได้มีค่าน้อยกว่าที่ขา 3 ของ IC 4558 ก็ทำให้ output มีลักษณะเป็น "Low" เพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบสัญญาณให้ดีขึ้น สำหรับที่จะนำไปป้อนให้แก่ IC mc 145028 (Decoder) ที่ขา 9 ของ IC mc 145028 ซึ่งจะทำการ pulse code ที่ทางเครื่องส่งมาเป็น DATA 2 word แล้วทำการเช็คดูว่า pulse code ที่เข้ามาตรงกับ Address 8 bit ที่เรา set ที่ Dipswitch หรือเปล่า ถ้าตรงนั้นจะให้ output ออกมาที่ขา 1 (ขา VT) เป็น "High" เป็นเวลา $= 11 * (R2/c2)$ ช่วงขา VT Active จะส่งเป็น pulse ให้ภาค Control ON/OFF สัญญาณ VT นี้จะเข้ามาขา 3 ของ IC MC 145027 ซึ่งเป็นวงจร Toggle และขา 1 (ขา Q) ของ IC Mc 145027 ต่อกับวงจรขับ Relay ดังนั้นเมื่อ VT Active ครั้งแรกขา 1 ของ IC MC 145027 มีสถานะเป็น "High" จะทำให้วงจรขับนี้ทำงานทำให้ Relay ทำงาน และเมื่อ VT Active อีกครั้ง ขา 1 ของ IC MC 145027 มีสถานะเป็น "LOW" จะทำให้วงจรขับไม่ทำงาน ทำให้ Relay ไม่ทำงานซึ่ง Relay จะต่อกับ Load ดังนั้นเราสามารถ Control Load ให้ ON/OFF ได้ตามต้องการ ซึ่งตัวรับหนึ่งตัวจะมี Address เดียวเท่านั้น

ภาค Demodulator

ภาค Demodulator นี้จะมีหน้าที่แยก (Detects) สัญญาณเสียง (AF) ออกจากสัญญาณวิทยุ (R.F carrier) เพื่อเอาสัญญาณ AF ไปใช้งาน กรณีนี้เราใช้สัญญาณ pulse สัญญาณ AF ดังนั้น เมื่อทำการ Detects สัญญาณออกมาแล้ว เราก็จะได้สัญญาณ pulse code ที่ต้องการออกมาเช่นนั้น ซึ่งภาค Demodulator นี้จะใช้วงจร Peak Detector เป็นตัว Detects สัญญาณออกมา ข้อแตกต่างระหว่าง Am Modulator และ AM ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุคัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

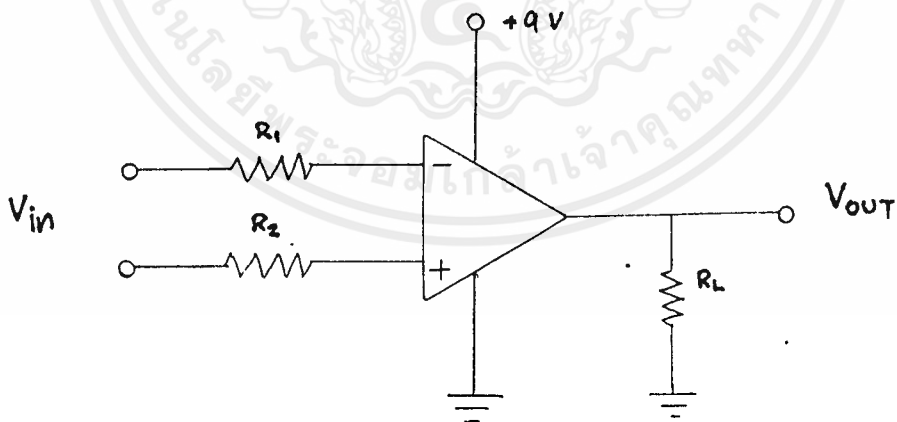
Modulator คือ out put ของ Modulator จะจนเพื่อความถี่ผลบวกผ่าน ส่วนทางด้าน out put ของ Demodulator จะจนเพื่อให้ ความถี่ผลต่างออก การ Demodulator ดัง แสดงดังรูป (a) ซึ่งเราเรียกว่า Diode Detector หรือ Peak Detector เพราะว่ามัน จะ Detects ค่า Peak ของสัญญาณ Input หรือ เรียกว่า Shape Detector เพราะมัน Detects ขอบสัญญาณ Input รูป (b) แสดงสัญญาณ Input ของ AM Mod. รูป (c) เป็นสัญญาณกระแสของ Diode และรูป (d) เป็นสัญญาณ out put ที่ผ่านการ Detector แล้ว

ภาค Wave shape

เป็นการปรับแต่งให้รูปสัญญาณที่ผ่านการ Detects ออกมาให้มีความเป็น Square wave มากยิ่งขึ้น โดยเราใช้วงจร Schmitt Trigger Comparator ซึ่งประยุกต์ จากวงจรคอมพาราเตอร์ (Comparator) อีกทีหนึ่ง

หลักการทำงานของวงจร Comparator

จากรูปเป็นวงจร Comparator แบบ open loop หลักการก็คือจะเปรียบเทียบระดับ สัญญาณที่เข้า Input ทั้งสอง (Non-inverting กับ inverting) ถ้าที่ขา Non-inverting สูงกว่า Out put ที่ออกมาจะเป็น บวก มีค่า = V_{cc}

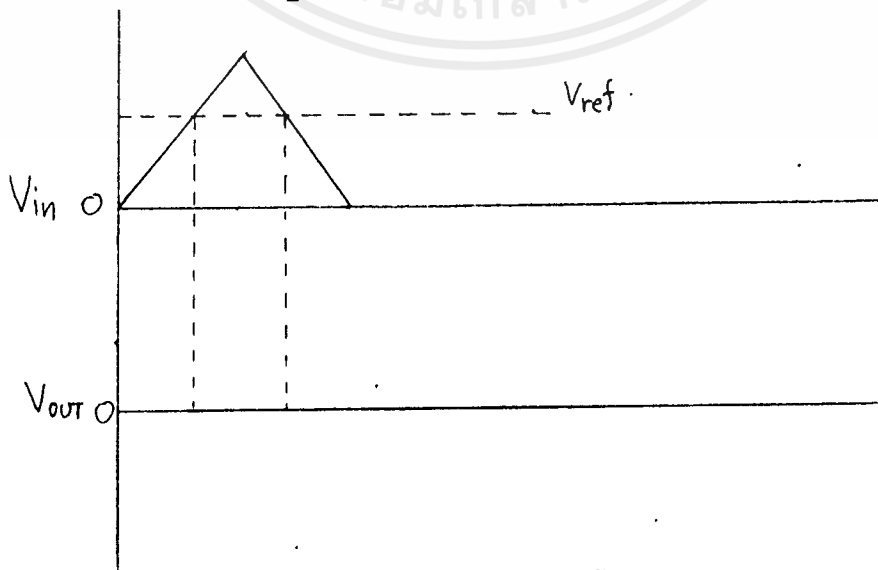
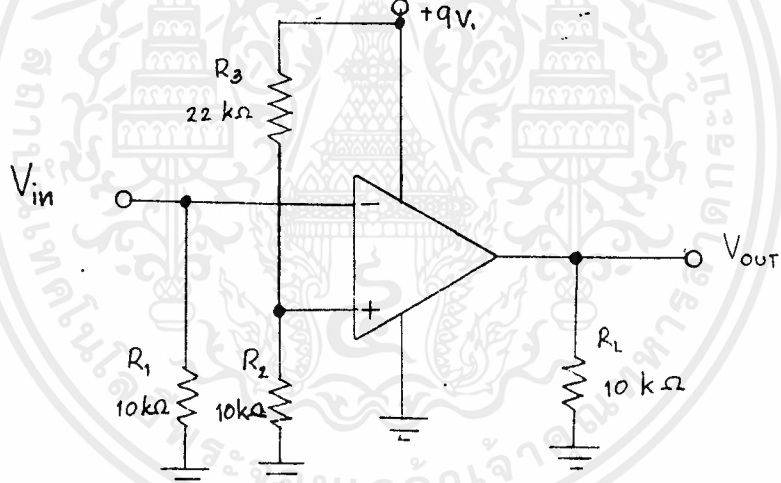


วงจร Comparator

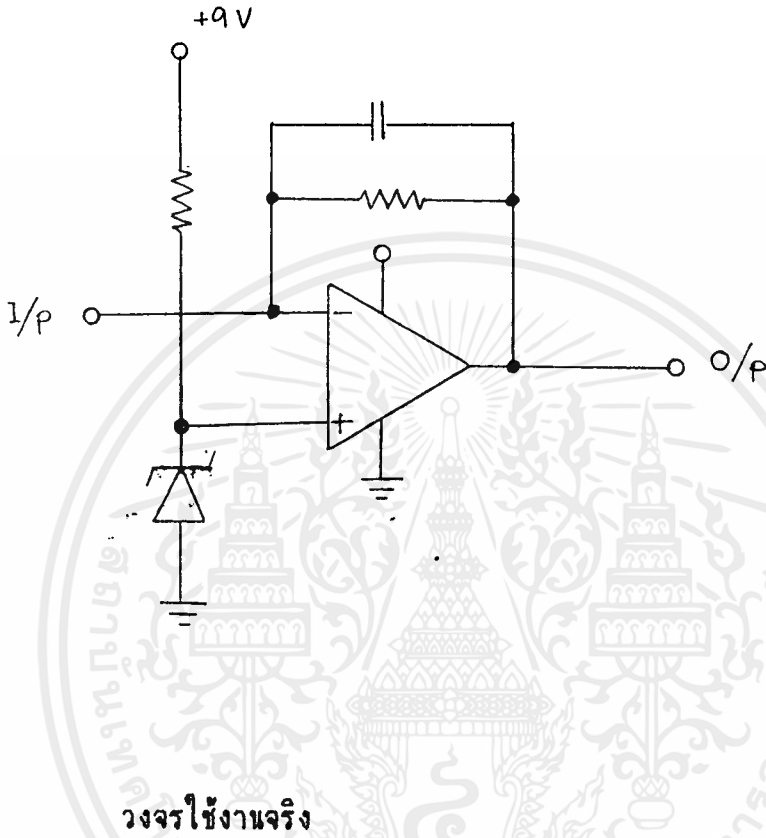
หลักการทํางานของวงจร Schmitt Trigger Comparator

เรานําวงจร Comparator มาเป็นวงจร Schmitt Trigger ดังรูป ซึ่งให้แรงดันอ้างอิงแรงดันหนึ่งที่ยั่ว Input ในขั้วหนึ่งของ Op-amp เพื่อที่จะตรวจวัดระดับสัญญาณที่เป็น Input ว่ามีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระดับแรงดันอ้างอิง ถ้ามากกว่าแรงดันอ้างอิงจะทำให้ Output ออกมาเป็น $-V_{cc}$ แต่ถ้า Input มีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิงจะทำให้ Output ออกมาเป็น $+V_{cc}$ ซึ่งแรงดันอ้างอิงสามารถหาได้จาก

$$V_{ref} = \left[\frac{R_2}{R_2 + R_3} \right] \cdot (+V_{cc})$$

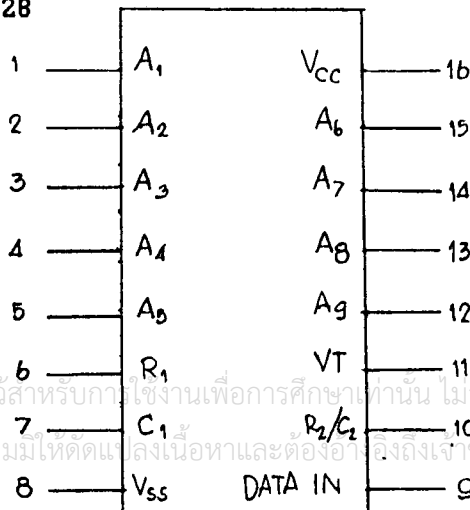


ส่วนวงจรจริงในการใช้งานนั้นจะใช้หลักการคล้ายกันต่างที่เราเอาแรงดันอ้างอิงเข้าที่ขา Inverting ส่วน Input ป้อนเข้าขา Non-inverting เพราะฉะนั้น Output ที่ออกมาจะไม่กลับเฟสกับ Input ซึ่ง Input ที่เข้ามาก็เป็น Square wave อยู่แล้วเพียงแต่ว่าเราต้องการความเป็น Square wave มากยิ่งขึ้นเพื่อเข้าวงจร Decoder แล้วรหัสจะไม่ผิดพลาด



ภาค Decoder

ภาค Decoder จะทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งเข้ามาแล้วทำการถอดรหัสดูว่าตรงกับค่า Address ที่ตั้งไว้หรือเปล่าถ้าตรงก็จะทำให้ Output ออกมาเพื่อนำไปควบคุมหลอดอีกที ในภาคนี้มี IC MC 145028





ขา $A_1 - A_9$

เป็นขา Address input ที่เราต้องการตั้งไว้ในเครื่องรับเพื่อรับสัญญาณจากตัวส่งตาม Address ของตัวรับนั้นๆ

ขา R_1, C_1

เป็นขาไว้ต่อกับ Resistor และ Capacitor เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดความกว้างของ pulse ที่เป็นรหัส Address ระหว่างตัวรับ และตัวส่งค่า Time constant นี้จะเท่ากับ $R_1 * C_1$ และจะตั้งค่าไว้ที่ 1.72 ของ clock periods ดังนั้น $R_1 * C_1 = 3.95 R_{TC} * C_{TC}$

ขา R_2, C_2

เป็นขาสำหรับไว้ต่อเข้ากับ Resistor และ Capacitor เข้ากับขา V_{DD} เพื่อแยกการส่งครั้งสุดท้ายกับครั้งใหม่ ซึ่งถ้า Time constant $R_2 * C_2$ จะเป็น 33.5 ของคาบเวลาการส่ง (4 Data periods) โดย $R_2 * C_2 = 77 R_{TC} * C_{TC}$

ขา Valid Transmission, VT

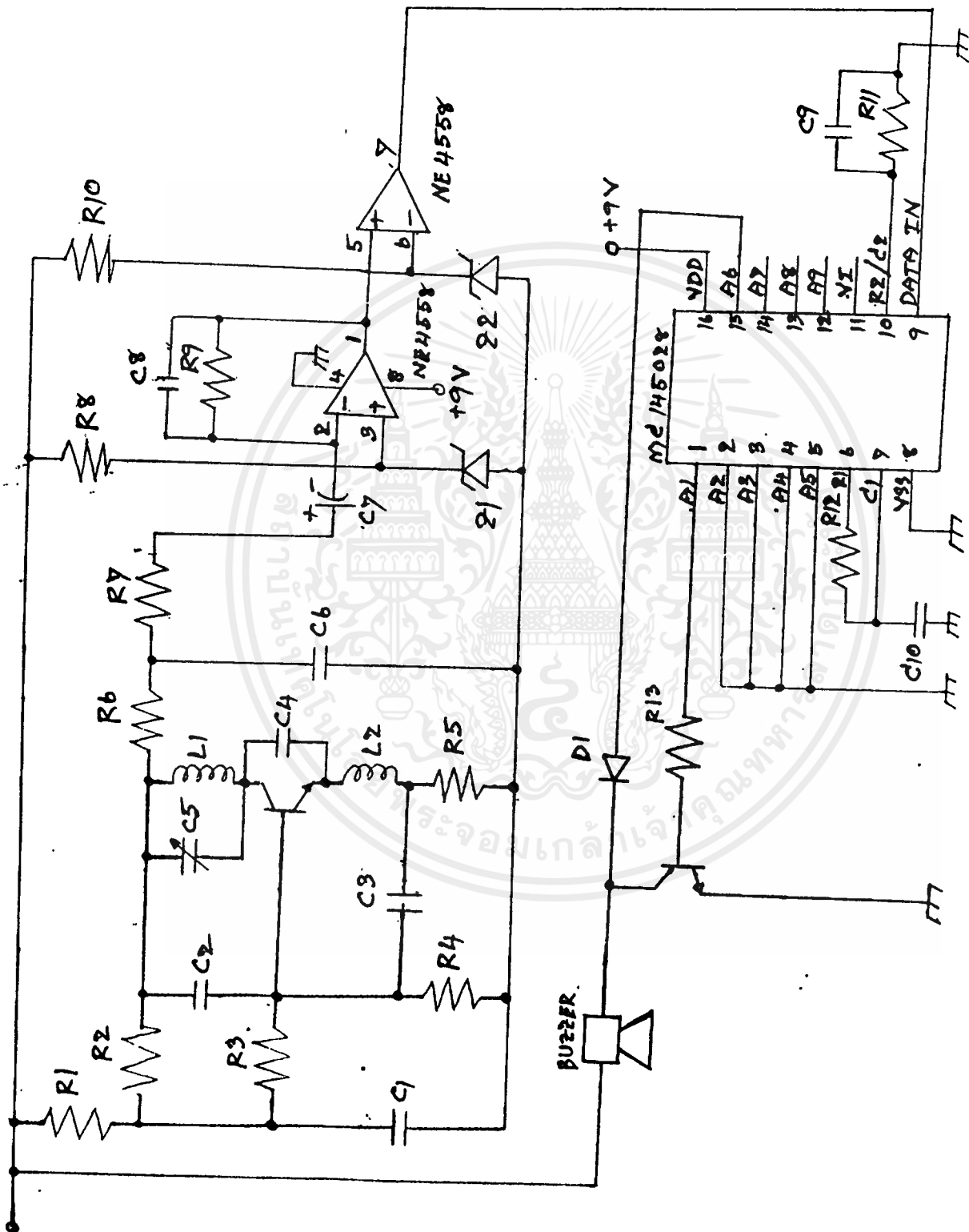
เป็นขา output ซึ่งจะมีสถานะเป็น "1" เมื่อ

1. การส่ง Address ตรงกับ Address ของตัวรับ
2. การส่ง Data word แรกและสอง ต้องเหมือนกัน

ขา VT จะเป็น "1" จนกระทั่งการรับไม่ตรงตามเงื่อนไข หรือไม่มีสัญญาณเข้ามาเป็นเวลา 4 data bit

ขา V_{DD}

เป็นขาแห่งจ่ายไฟบวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรถ่วง (TUNE)

วงจรถ่วงของเครื่องส่งเป็น LC ใช้หลักการ Resonant ในการเลือกความถี่ที่เหมาะสมผ่านตัวมัน วงจรนี้จะเรียกว่า วงจรแทงค์ (TANK CIRCUIT) มีคุณสมบัติเป็นฟิลเตอร์ เช่นเดียวกับ RF, FILTER กล่าวคือ ตัวมันจะเป็นแบนด์พาสฟิลเตอร์ (BAND PASS FILTER) จะยอมให้ความถี่ที่ต้องการผ่านเท่านั้น วงจรแทงค์สามารถจะต่อใช้งานได้หลายลักษณะตามความต้องการ

การออกแบบวงจรถ่วง มีหลักการดังนี้

- การเลือกค่า Q ของวงจรถ่วง Tank
- การเลือกค่าความจุของ Capacitor
- การเลือกค่า Henry ของ coil

การเลือกค่า Q ของวงจรถ่วง Tank

การสร้างวงจรถ่วงสายสัญญาณนั้นนอกจากจะกำหนด class ของวงจรถ่วงสายเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามต้องการแล้ว ค่า Q (Quality Factor) ของวงจรถ่วง Tank ก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่กำหนดประสิทธิภาพของวงจรถ่วง โดยยิ่งหลักกว่า ถ้า Q ของวงจรถ่วง Tank มีค่าน้อย ประสิทธิภาพของวงจรถ่วงสายจะต่ำ และ output จะให้ Harmonic ออกมามาก แต่ถ้า Q ของวงจรถ่วง Tank มีค่าสูงก็จะทำให้มีกระแสภายในวงจรถ่วง Tank สูงมาก การสูญเสียภายในวงจรถ่วง Tank มีค่ามากขึ้น และ Band width แคบลง ฉะนั้น ค่าที่พอเหมาะที่นิยมใช้กันทั่ว ๆ ไป คือ ค่า Q ของวงจรถ่วง Tank จะใช้ประมาณ 10 ถึง 20

ในวงจรถ่วง Tank นั้น ความถี่ รีโซแนนซ์ ค่า X_L จะเท่ากับ X_C และ Impedance ของวงจรถ่วงจะมีค่าสูงสุด ส่วนค่า Q ของวงจรถ่วงจะมีค่าเท่ากับ X_L / R_s เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$Q = X_L / R_s$$

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_C = 1/2\pi fC$$

$$X_C = X_L * Q$$

Q = Quality Factor

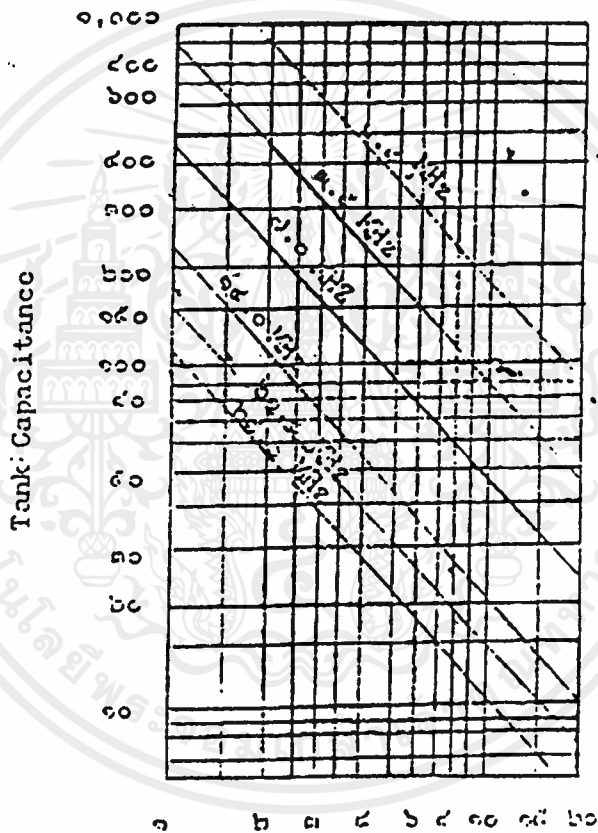
X_L = Reactance of Tank Coil in Ohms.

R_s = Series Resistance in Ohms.

การเลือกค่าความจุของ Capacitor

การเลือกค่าความจุของ Capacitor ของวงจร Tank ที่ใช้กับวงจรขยายนั้น ในทางปฏิบัติ จะใช้สูตรหาอัตราส่วนระหว่าง Collector Voltage กับ Collector Current แล้วเอาค่าที่ได้ไปเปิดหาค่า Capacitor จาก Chart อีกต่อหนึ่งดังนี้

Ratio ของ Collector Voltage / Collector Current



ตารางสำหรับเทียบค่าความจุของ Capacitor ในวงจร Tank

การเลือกค่า Henry ของ Coil

เมื่อได้ค่าของ Capacitor สำหรับวงจร Tank แล้วจากนั้นก็สามารถหาค่าของ Coil ออกมาได้ดังนี้

จากสูตร Resonant Frequency

$$F_r = 1/2\pi/Lc$$

หรือเปลี่ยนเป็น $L = 1/C(2\pi F_r)^2$

สำหรับความถี่ที่เป็น KHz ใช้สูตร $L = 10^9/C(2\pi F_r)^2$

เมื่อ

L = Inductance in uH

C = Capacitance in uF

F_r = Frequency in KHz

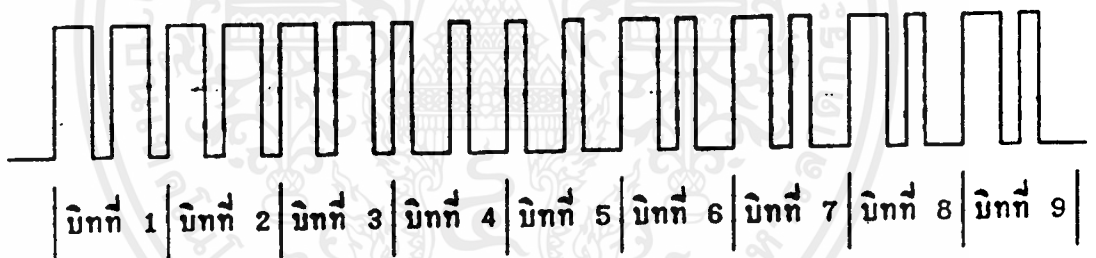
การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองของเครื่องรับ

ทางด้านรับจะมีวงจรถุน (TUNE) จะทำหน้าที่จูนเองเฉพาะสัญญาณความถี่พาหะเข้ามา แต่สัญญาณที่ได้นี้ จะมีแอมพลิจูดค่อนข้างต่ำ ดังนั้น จึงต้องนำมาผ่านวงจรมายาสสัญญาณเพื่อให้มีแอมพลิจูดที่สูงขึ้น จึงจะได้สัญญาณที่ส่วนต่าง ๆ ของวงจรมายาดังนี้

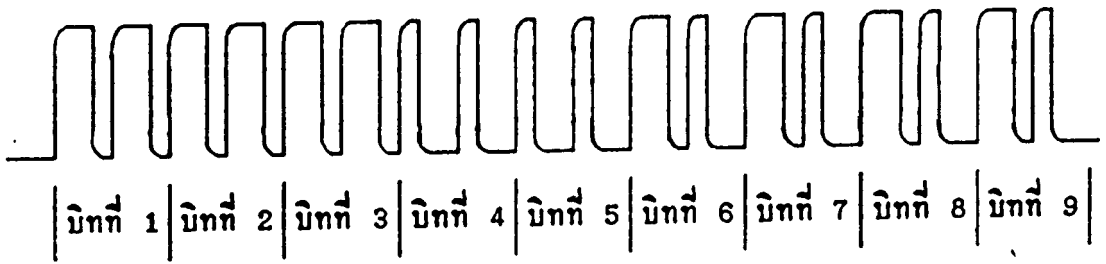


รูปสัญญาณที่ได้จะมีแอมพลิจูดต่ำ

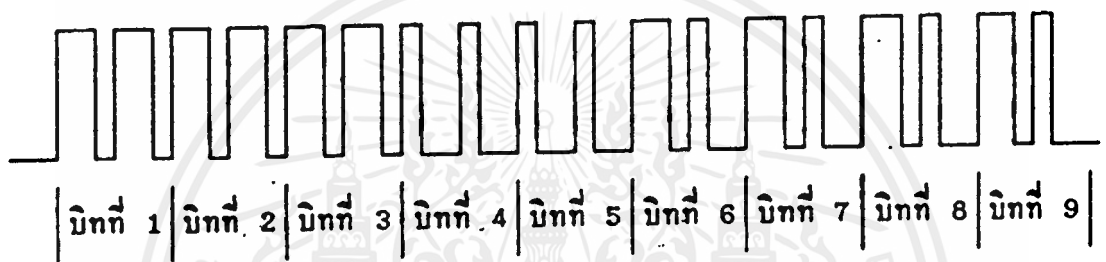


รูปสัญญาณเอากัพจากวงจรมายาส

สัญญาณที่ได้จากวงจรมายาสในขณะนี้มี ความแรงของสัญญาณพอเพียงแล้ว แต่สัญญาณที่ได้ยังประกอบด้วยสัญญาณข่าวสาร และสัญญาณพาหะเราต้องทำการกำจัดสัญญาณพาหะนี้ ออกไป โดยการทำสัญญาณที่ได้นี้ไปผ่านวงจรถิตเทคเตอร์ สัญญาณที่ออกจากวงจรถิตเทคเตอร์ จะเป็นสัญญาณข่าวสารแล้ว แต่รูปคลื่นที่ได้ยังไม่เป็น Square Wave ที่แท้จริงแล้ว และ ยังอาจมีสัญญาณรบกวนไปพร้อมๆ กัน ด้วยวงจร OP AMP เบอร์ 4558 ต่อวงจรเป็นแบบ Comperator ซึ่งจะนำสัญญาณจากวงจรถิตเทคเตอร์ไปทำการเปรียบเทียบกับแรงดัน อ้างอิงสัญญาณที่ได้ดังนี้



รูปสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรถีเค็คเตอร์



รูปสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรรีบแต่งรูปคลื่น

จากรูปคลื่นที่ออกจาก วงจรรีบแต่งรูปคลื่นจะมีรูปร่างเหมือนกับ สัญญาณที่ออกมาจาก IC เบอร์ MC 145026 ทางเครื่องส่งทุกประการ สัญญาณนี้จะทำการถอดรหัสด้วย IC เบอร์ MC 145028 ถ้าได้แอสเคลส ตรงกับที่ตั้งไว้ก็จะมีสัญญาณออกไปควบคุมการทำงานของ Load ที่ต่อไว้

การปรับแต่งวงจร

ภาครับสัญญาณของเครื่องรับ มีจุดที่ต้องทำการปรับแต่ง เพื่อให้รับสัญญาณที่แรงและถูกต้องที่สุด โดยมีจุดที่ต้องทำการปรับแต่งดังนี้

- จ่ายไฟให้กับภาครับ
- กด push button switch on ที่เครื่องส่ง
- ใช้ออสซิลโคป วัดสัญญาณที่ขา 7 ของ IC เบอร์ MC 4558
- ใช้ไขควงจูน ทริมเมอร์ ที่เครื่องรับให้ได้สัญญาณแรงที่สุด

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเกี่ยวกับ การควบคุมระยะไกลด้วยคลื่นวิทยุ (R.F REMOTE CONTROL) ซึ่งเป็นปริศยานิพนธ์ ที่ได้จัดทำขึ้นในเทอมนี้ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถที่พัฒนาวงจรทางด้านเครื่องรับให้มีขนาดเล็กลง ใช้ Battery ที่เป็นแบบ นิเกิลแคดเมียม สามารถชาร์จกระแสไฟฟ้าเพิ่มได้เมื่อกระแสไฟฟ้าหมด เครื่องรับสัญญาณได้โดยมีระยะทางการรับส่งได้ไกลขึ้น

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากโครงงานนี้ เป็นการควบคุมระยะไกลด้วยคลื่นวิทยุ โดยใช้ความถี่คลื่นวิทยุ เป็นพาหะ มีความถี่ประมาณ 430 MHz ซึ่งเป็นความถี่อยู่ในย่าน UHF (ULTRA HIGH FREQUENCY) จึงทำให้เกิดการรบกวนของสัญญาณเกิดขึ้นได้ ดังนั้น การออกแบบ ลวดปรินต์ จึงต้องทำด้วยความปราณีตและรัดกุม และควรใช้น้ำยาไวแสง ในการทำลายวงจร เพื่อไม่ให้เกิดค่า C ที่เกิดจากลายทองแดง ที่ไม่มีความคมชัดพอ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้การทำงานของวงจรผิดเพี้ยนไป

กิติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำปริญญาโทขอขอบพระคุณ อ.ภากร หุตสังภาค อาจารย์ที่ปรึกษาที่ช่วยให้คำแนะนำ และข้อมูลต่าง ๆ ตลอดจนการแก้ปัญหา จนทำให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และขอขอบคุณทางภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมฯ และผู้เกี่ยวข้องในการให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ

คณะผู้จัดทำ



หนังสืออ้างอิง

1. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 2
โดย ฮิน กูวรรณ
สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดเคชั่น
พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2521
พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2525
2. OP-AMP
โดย อ.นรินทร์ เนาวประทีป
สำนักพิมพ์ พลิกลส์เซ็นเตอร์
3. การออกแบบโดยใช้ออปแอมป์
โดย ชูชัย ชนสารตั้งเจริญ
สำนักพิมพ์ พลิกลส์เซ็นเตอร์



MOTOROLA

**MC145026
MC145027
MC145028
MC145029**

Advance Information

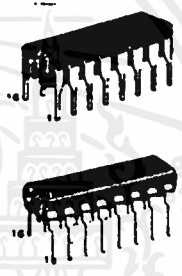
**MC145026 ENCODER,
MC145027/MC145028/MC145029 DECODERS**

The MC145026 will encode nine bits of information and serially transmit this information upon receipt of a transmit enable, \overline{TE} , (active low) signal. Nine inputs may be encoded with binary data (0, 1, open) allowing 39 (19,683) different codes.

Three decoders are presently available; all use the same transmitter — the MC145026. The decoders receive the 9-bit word and interpret some of the bits as address codes and some as data. The MC145027 interprets the first five transmitted bits as address and the last four bits as data. The MC145028 interprets the first four transmitted bits as address and the last five bits as data. The MC145029 interprets the first four transmitted bits as address and the last five bits as data. The MC145027 outputs four data bits, and the MC145028 outputs five data bits, when the transmitter sends address codes that match that of the receiver. A valid transmission output will go high on the decoders when they recognize an address that matches that of the decoder. Other receivers can be produced with different address/data ratios.

- May be Addressed in either Binary or Trinary
- Trinary Addressing Maximizes Number of Codes
- Interfaces with RF, Ultrasonic, or Infrared Transmission Media
- On-Chip R/C Oscillator; No Crystal Required
- High External Component Tolerance. Can Use $\pm 5\%$ Components
- Standard B-Series Input and Output Characteristics
- 4.5 to 18 V Operation
- 2.9 V Low-Voltage Version Also Available by Special Order

CMOS MSI
(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)
**REMOTE CONTROL
ENCODER/DECODER PAIRS**



**L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 830**

**P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648**

MC14XXXX Suffix Denotes

L Ceramic Package
P Plastic Package

PIN ASSIGNMENTS

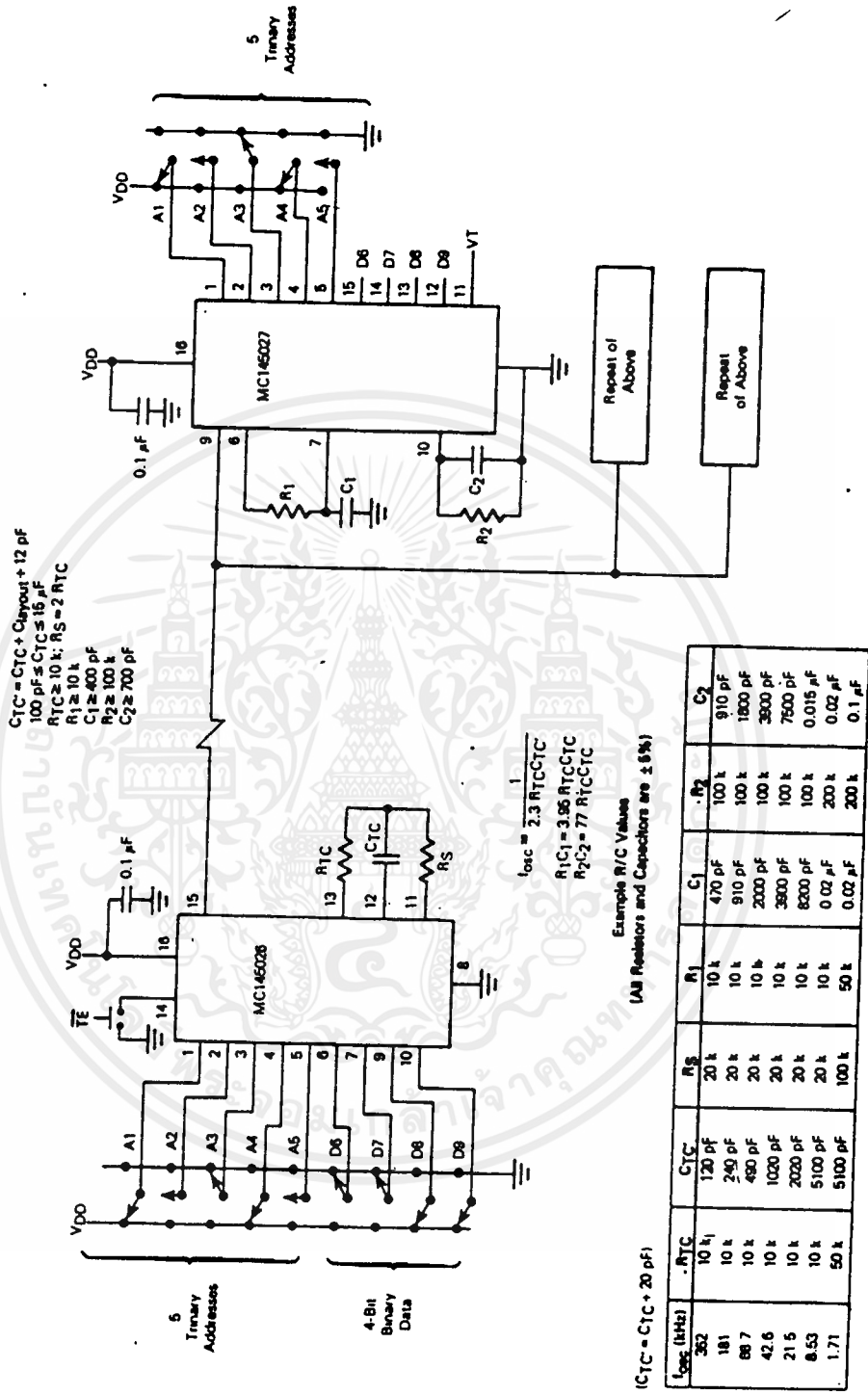
<table border="1"> <tr><td>A1/D1</td><td>1</td><td>16</td><td>VDD</td></tr> <tr><td>A2/D2</td><td>2</td><td>15</td><td>Data Out</td></tr> <tr><td>A3/D3</td><td>3</td><td>14</td><td>\overline{TE}</td></tr> <tr><td>A4/D4</td><td>4</td><td>13</td><td>RTC</td></tr> <tr><td>A5/D5</td><td>5</td><td>12</td><td>CTC</td></tr> <tr><td>A6/D6</td><td>6</td><td>11</td><td>RS</td></tr> <tr><td>A7/D7</td><td>7</td><td>10</td><td>A9/D9</td></tr> <tr><td>VSS</td><td>8</td><td>9</td><td>A8/D8</td></tr> </table> <p>MC145026 Encoder</p>	A1/D1	1	16	VDD	A2/D2	2	15	Data Out	A3/D3	3	14	\overline{TE}	A4/D4	4	13	RTC	A5/D5	5	12	CTC	A6/D6	6	11	RS	A7/D7	7	10	A9/D9	VSS	8	9	A8/D8	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>1</td><td>16</td><td>VDD</td></tr> <tr><td>A2</td><td>2</td><td>15</td><td>D6</td></tr> <tr><td>A3</td><td>3</td><td>14</td><td>D7</td></tr> <tr><td>A4</td><td>4</td><td>13</td><td>D8</td></tr> <tr><td>A5</td><td>5</td><td>12</td><td>D9</td></tr> <tr><td>R1</td><td>6</td><td>11</td><td>VT</td></tr> <tr><td>C1</td><td>7</td><td>10</td><td>R2/C2</td></tr> <tr><td>VSS</td><td>8</td><td>9</td><td>Data In</td></tr> </table> <p>MC145027 Decoder</p>	A1	1	16	VDD	A2	2	15	D6	A3	3	14	D7	A4	4	13	D8	A5	5	12	D9	R1	6	11	VT	C1	7	10	R2/C2	VSS	8	9	Data In	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>1</td><td>16</td><td>VDD</td></tr> <tr><td>A2</td><td>2</td><td>15</td><td>A6</td></tr> <tr><td>A3</td><td>3</td><td>14</td><td>A7</td></tr> <tr><td>A4</td><td>4</td><td>13</td><td>A8</td></tr> <tr><td>A5</td><td>5</td><td>12</td><td>A9</td></tr> <tr><td>R1</td><td>6</td><td>11</td><td>VT</td></tr> <tr><td>C1</td><td>7</td><td>10</td><td>R2/C2</td></tr> <tr><td>VSS</td><td>8</td><td>9</td><td>Data In</td></tr> </table> <p>MC145028 Decoder</p>	A1	1	16	VDD	A2	2	15	A6	A3	3	14	A7	A4	4	13	A8	A5	5	12	A9	R1	6	11	VT	C1	7	10	R2/C2	VSS	8	9	Data In	<table border="1"> <tr><td>A1</td><td>1</td><td>16</td><td>VDD</td></tr> <tr><td>A2</td><td>2</td><td>15</td><td>D6</td></tr> <tr><td>A3</td><td>3</td><td>14</td><td>D7</td></tr> <tr><td>A4</td><td>4</td><td>13</td><td>D8</td></tr> <tr><td>A5</td><td>5</td><td>12</td><td>D9</td></tr> <tr><td>R1</td><td>6</td><td>11</td><td>VT</td></tr> <tr><td>C1</td><td>7</td><td>10</td><td>R2/C2</td></tr> <tr><td>VSS</td><td>8</td><td>9</td><td>Data In</td></tr> </table> <p>MC145029 Decoder</p>	A1	1	16	VDD	A2	2	15	D6	A3	3	14	D7	A4	4	13	D8	A5	5	12	D9	R1	6	11	VT	C1	7	10	R2/C2	VSS	8	9	Data In
A1/D1	1	16	VDD																																																																																																																																
A2/D2	2	15	Data Out																																																																																																																																
A3/D3	3	14	\overline{TE}																																																																																																																																
A4/D4	4	13	RTC																																																																																																																																
A5/D5	5	12	CTC																																																																																																																																
A6/D6	6	11	RS																																																																																																																																
A7/D7	7	10	A9/D9																																																																																																																																
VSS	8	9	A8/D8																																																																																																																																
A1	1	16	VDD																																																																																																																																
A2	2	15	D6																																																																																																																																
A3	3	14	D7																																																																																																																																
A4	4	13	D8																																																																																																																																
A5	5	12	D9																																																																																																																																
R1	6	11	VT																																																																																																																																
C1	7	10	R2/C2																																																																																																																																
VSS	8	9	Data In																																																																																																																																
A1	1	16	VDD																																																																																																																																
A2	2	15	A6																																																																																																																																
A3	3	14	A7																																																																																																																																
A4	4	13	A8																																																																																																																																
A5	5	12	A9																																																																																																																																
R1	6	11	VT																																																																																																																																
C1	7	10	R2/C2																																																																																																																																
VSS	8	9	Data In																																																																																																																																
A1	1	16	VDD																																																																																																																																
A2	2	15	D6																																																																																																																																
A3	3	14	D7																																																																																																																																
A4	4	13	D8																																																																																																																																
A5	5	12	D9																																																																																																																																
R1	6	11	VT																																																																																																																																
C1	7	10	R2/C2																																																																																																																																
VSS	8	9	Data In																																																																																																																																

**MC145029
CANCELLED**

This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

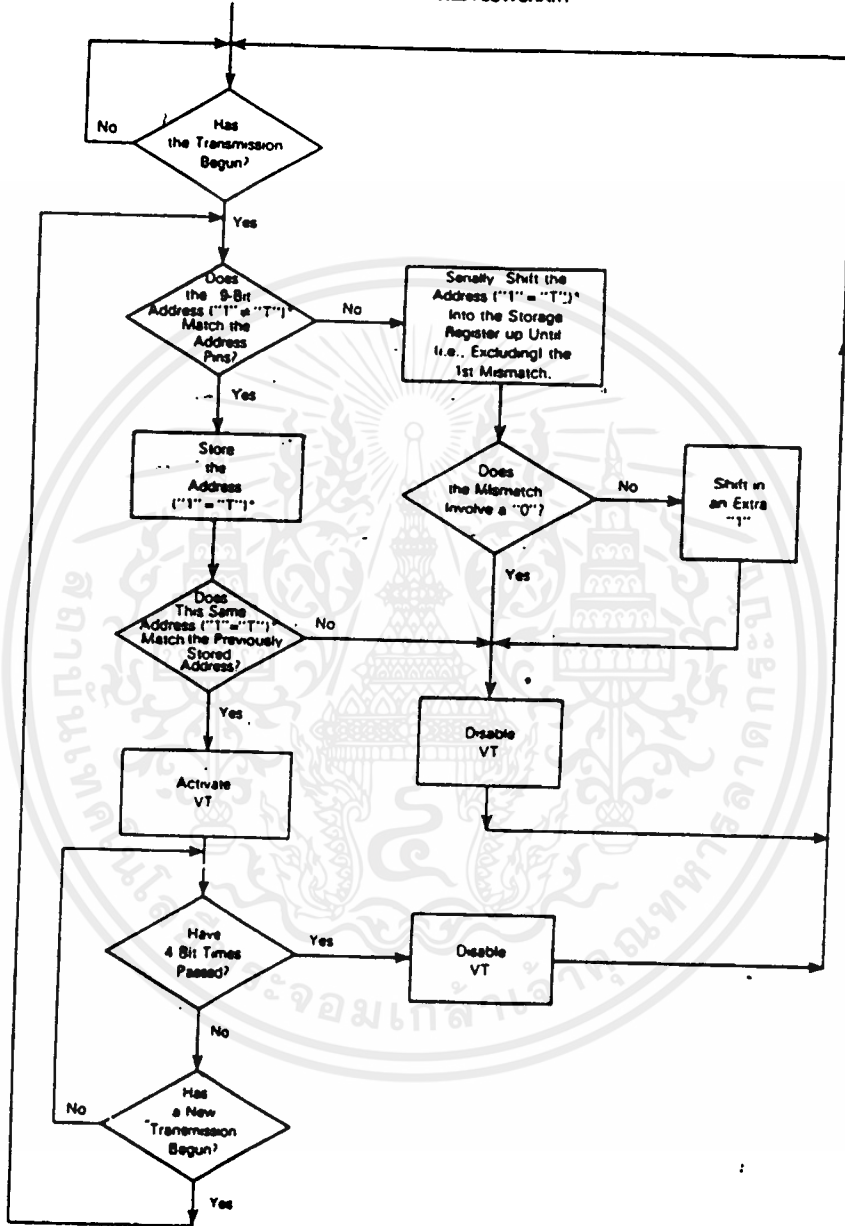
FIGURE 11 - TYPICAL APPLICATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 9 -- MC145028 FLOWCHART



*For shift register comparisons, a "T" is stored as a "1"

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 2 - MC145027 DECODER BLOCK DIAGRAM

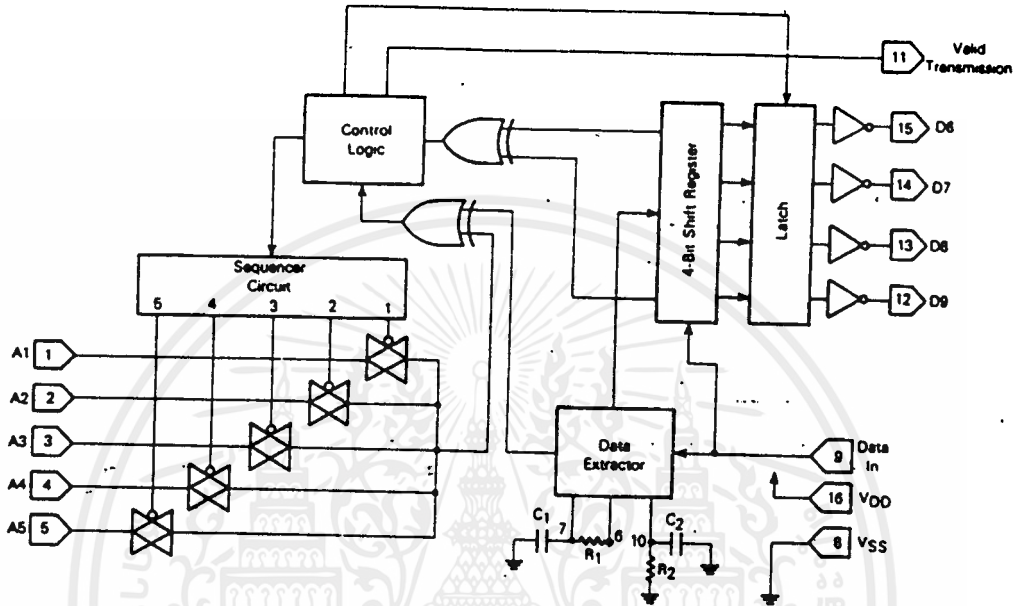
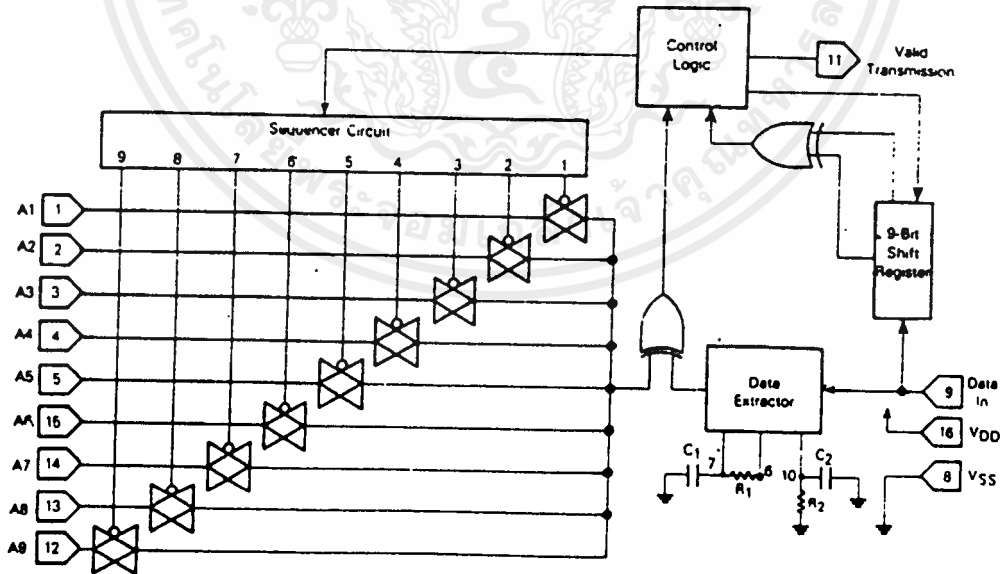


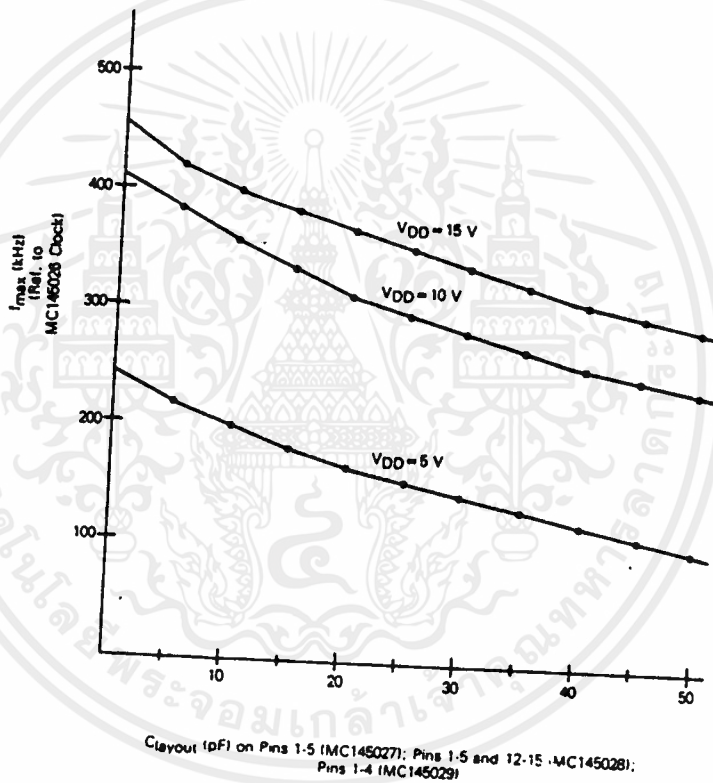
FIGURE 3 - MC145028 DECODER BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 10 — f_{max} vs Clayout
MC145027, MC145028, and MC145029



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

SWITCHING CHARACTERISTICS ($I_{CL} = 50 \mu\text{F}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	V_{DD}	Min	Typ	Max	Unit
Output Rise and Fall Time	t_{rLH} t_{rHL}	5.0	—	100	200	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	
Data In Rise and Fall Time (MC145027, MC145028, MC145029)	t_{rLH} t_{rHL}	5.0	—	—	15	μs
		10	—	—	15	
		15	—	—	15	
Encoder Clock Frequency	f_{cl}	5.0	0	—	2	MHz
		10	0	—	5	
		16	0	—	10	
Decoder Frequency (Referenced to Encoder Clock) (See Figure 10)	f_{cl}	5.0	1	—	240	kHz
		10	1	—	410	
		15	1	—	450	
TE Pulse Width	t_{WL}	5.0	65	—	—	ns
		10	30	—	—	
		15	20	—	—	
System Propagation Delay (TE to Valid Transmission)	—	—	—	182	—	Clock Cycles
Tolerance on Timing Components ($\Delta R_{TC} + \Delta C_{TC} + \Delta R_1 + \Delta C_1$) ($\Delta R_2 + \Delta C_2$)	—	—	—	—	± 25 ± 25	%

OPERATING CHARACTERISTICS

MC145026

The encoder serially transmits nine bits of trinary data as defined by the state of the A1/D1-A9/D9 input pins. These pins may be in either of three states (0, 1, open) allowing $3^9 = 19,683$ possible codes. The transmit sequence is initiated by a low level on the TE input pin. Each time the TE input is forced low the encoder outputs two identical data words. Between the two data words no signal is sent for three data bit times. If the TE input is kept low, the encoder continuously transmits the data word.

Each transmitted data bit is encoded into two data pulses (See Figure 7). A logic zero is encoded as two consecutive short pulses, a logic one as two consecutive long pulses, and an open as a long pulse followed by a short pulse. The input state is determined by using a weak output device to try to force each input first low, then high. If only a high state results from the two tests, the input is assumed to be hard wired to V_{DD} . If only a low state is obtained, the input is assumed to be hard wired to V_{SS} . If both a high and a low can be forced at an input, it is assumed to be open and is encoded as such.

The TE input has an internal pullup device so that a simple switch may be used to force the input low. While TE is high the encoder is completely disabled, the oscillator is inhibited, and the current drain is reduced to quiescent current. When TE is brought low, the oscillator is started, and the transmit sequence begins. The inputs are then sequentially selected, and determinations are made as to the input logic states. This information is serially transmitted via the Data Out output pin.

Transmission must be initiated by using the TE pin rather than by holding TE low and applying power to the device because an internal reset occurs after the first transmit sequence.

MC145027

This decoder receives the serial data from the encoder and outputs the data, if it is valid. The transmitted data, consisting of two identical data words, is examined bit by bit as it is received. The first five bits are assumed to be address

bits and must be encoded to match the address input at the receiver. If the address bits match, the next four (data) bits are stored and compared to the last valid data stored. As the second encoded word is received, the address must again match, and if it does, the data bits are checked against the previously stored data bits. If the two words of data (four bits each) match, the data is transferred to the output data latches by VT and will remain until new data replaces it. At the same time, the Valid Transmission output pin is brought high and will remain high until an error is received or until no input signal is received for four data bit times.

Although the address information is encoded in trinary, the data information must be either a one or a zero. A trinary (open) will be decoded as a logic one.

MC145028

This decoder operates in the same manner as the MC145027 except that nine address bits are used and no data output is available. The Valid Transmission output is used to indicate that a valid address has been received.

Although address information is normally encoded in trinary, the designer should be aware that, for the MC145028, the ninth address bit (A9) must be either a one or a zero. This bit, therefore, can accept only $2 \times 3^8 = 13,122$ different codes. A trinary (open) A9 will be interpreted as a logic 1. However, if the encoder sends a trinary (or logic 1) and the decoder address is a logic 1 (or trinary) respectively, the valid transmission output length will be shortened to the $R1 \times C1$ time constant.

MC145029

This decoder operates like the MC145027, but it assumes the first four received bits to be address bits and the remaining five received bits to be data.

DOUBLE TRANSMISSION DECODING

Although the encoder sends two words for error checking, a decoder does not necessarily wait for two transmitted words to be received before issuing a valid transmission output.

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to V_{SS})

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V _{DD}	-0.5 to +18	V
Input Voltage, All Inputs	V _{in}	-0.5 to V _{DD} +0.5	V
DC Input Current, per Pin	I _{in}	±10	mA
Operating Temperature Range	T _A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 to +150	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	V _{DD} V	-40°C		25°C			+85°C		Unit
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
Output Voltage V _{in} = V _{DD} or 0 V _{in} = 0 or V _{DD}	"0" Level VOL	5.0	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	V
		10	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	
		15	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	
	"1" Level VOH	5.0	4.95	-	4.95	5.0	-	4.95	-	V
		10	9.95	-	9.95	10	-	9.95	-	
		15	14.95	-	14.95	15	-	14.95	-	
Input Voltage (V _O = 4.5 or 0.5 V) (V _O = 9.0 or 1.0 V) (V _O = 13.5 or 1.5 V) (V _O = 0.5 or 4.5 V) (V _O = 1.0 or 9.0 V) (V _O = 1.5 or 13.5 V)	"0" Level V _{IL}	5.0	-	1.5	-	2.25	1.5	-	1.5	V
		10	-	3.0	-	4.50	3.0	-	3.0	
		15	-	4.0	-	6.25	4.0	-	4.0	
	"1" Level V _{IH}	5.0	3.5	-	3.5	2.75	-	3.5	-	V
		10	7.0	-	7.0	5.50	-	7.0	-	
		15	11.0	-	11.0	8.25	-	11.0	-	
Output Drive Current (V _{OH} = 2.5 V) (V _{OH} = 4.6 V) (V _{OH} = 9.5 V) (V _{OH} = 13.5 V) (V _{OL} = 0.4 V) (V _{OL} = 0.5 V) (V _{OL} = 1.5 V)	Source I _{OH}	5.0	-2.5	-	-2.1	-4.2	-	-1.7	-	mA
		10	-0.52	-	-0.44	-0.88	-	-0.36	-	
		15	-1.3	-	-1.1	-2.25	-	-0.9	-	
	Sink I _{OL}	5.0	0.52	-	0.44	0.88	-	0.36	-	mA
		10	1.3	-	1.1	2.25	-	0.9	-	
		15	3.6	-	3.0	8.8	-	2.4	-	
Input Current - TE (MC145026, Pullup Device)	I _{in}	5.0	-	-	3.0	4.0	9.0	-	-	μA
10	-	-	16	20	32	-	-	-	μA	
15	-	-	35	45	70	-	-	-	μA	
Input Current R _S (MC145026) Data In (MC145027, MC145028, MC145029)	I _{in}	15	-	±0.3	-	±0.00001	±0.3	-	±1.0	μA
Input Current A1-D1-A9/D9 (MC145026) A1-A5 (MC145027) A1-A9 (MC145028) A1-A4 (MC145029)	I _{in}	5.0	-	-	-	±55	±110	-	-	μA
		10	-	-	-	±300	±500	-	-	
		15	-	-	-	±650	±1000	-	-	
		-	-	-	-	-	-	-	-	
Input Capacitance (V _{in} = 0)	C _{in}	-	-	-	-	5.0	7.5	-	-	pF
Quiescent Current - MC145026	I _{DD}	5.0	-	-	-	0.0050	0.10	-	-	μA
		10	-	-	-	0.0100	0.20	-	-	
		15	-	-	-	0.0150	0.30	-	-	
Quiescent Current - MC145027, MC145028, MC145029	I _{DD}	5.0	-	-	-	30	50	-	-	μA
		10	-	-	-	60	100	-	-	
		15	-	-	-	90	150	-	-	
Total Supply Current - MC145026 (f _C = 20 kHz)	I _T	5.0	-	-	-	100	200	-	-	μA
		10	-	-	-	200	400	-	-	
		15	-	-	-	300	600	-	-	
Total Supply Current - MC145027, MC145028, MC145029 (f _C = 20 kHz)	I _T	5.0	-	-	-	200	400	-	-	μA
		10	-	-	-	400	800	-	-	
		15	-	-	-	600	1200	-	-	

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields, however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation it is recommended that V_{in} and V_{out} be constrained to the range V_{SS} ± (V_{in} or V_{out}) ± V_{DD}.