การควบคุมระยะไกลปิดเปิดประตูอัตโนมัติ

AUTOMATIC DOOR RF REMOTE CONTROL

โดย

ยากร	กิจลถิตย์สกล	34162222
ศุภชัย	ต้นกำเนิดไทย	34162230
สุรี	อุดมพุทธชาติ	34162241

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบเลือนข้อความนี้ออก ทั้งนี้ ผู้ใช้งานต้องยอมรับตามเงื่อนไขของลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032490

การควบคุมระยะไกลปิดเปิดประตูอัตโนมัติ

AUTOMATIC DOOR RF REMOTE CONTROL SYSTEM

ยากร กิจสถิตย์สกล 34162222

ศุภชัย ต้นกำเนิดไทย 34162230

สุรี อุดมพุทธชาติ 34162241

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภากร หุตะสังกาศ

ADVISOR

PHAKORN HUTASANGKATH

ปริญญานิพนธ์สำหรับอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวะกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032490

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

คณะวิศวะกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมระยะไกลปิดเปิดประตูอัตโนมัติ

AUTOMATIC DOOR RF REMOTE CONTROL SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. ยากร กิจสถิตย์สกล 34162222
2. ศุภชัย ต้นกำเนิดไทย 34162230
3. สุรี อุดมพุทธชาติ 34162241

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ภากร หุตะสังกาศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการนำเอาริโมทคอนโทรล มาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย เพื่ออำนวยความสะดวก สบายให้กับผู้ใช้งาน ดังนั้นในการควบคุม ปิด-เปิด ประตู อัตโนมัติ สามารถที่จะควบคุมได้ โดยใช้ RF ริโมทคอนโทรล (RADIO FREQUENCY REMOTE CONTROL) โดยมีเครื่องส่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุม ไปยังเครื่องรับ โดยในโครงงานนี้ จะใช้วิธีการ MODULATION ในย่านความถี่สูง (ULTRA HIGH FREQUENCY) ส่งออกอากาศไป และที่เครื่องรับเมื่อรับสัญญาณมาได้ จะเอาสัญญาณที่รับได้มาจากเครื่องส่ง นำไปควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ เพื่อทำการปิด-เปิดประตูได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Nowaday remote control is widely use for electrical equipments for comfortable. Thus remote control automatic door can be adapted to used radio frequency. Remote control by having a transmitter to transmit signal to receiver by modulating the ultra high frequency (UHF) to control direction of motor for on-off automatic door

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

ABSTRACT

บทที่ 1 บทนำ 1-2

1.1 ความเป็นมาในการควบคุม

1.2 แนวความคิดในการออกแบบเครื่อง

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีของภาคส่งและภาครับ 3-23

2.1 โครงสร้างของเครื่อง

2.2 การทำงานของภาคเครื่องส่ง

2.3 การทำงานของภาคเครื่องรับ

2.4 การทำงานของภาคควบคุมการปิด-เปิด ประตู

2.5 วงจรเครื่องส่ง (REMOTE CONTROL)

2.6 วงจรเครื่องรับ (RECEIVER)

2.7 วงจรควบคุม (CONTROL SYSTEM)

2.8 วงจร POWER SUPPLY AND CHARGER

บทที่ 3 การคำนวนและการสร้าง 24-31

3.1 วงจรเครื่องส่งที่ใช้ความถี่แบบ LC

3.2 วงจรเครื่องรับ

3.3 วงจรควบคุมการปิด-เปิด ประตู

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 32-35

4.1 การทดลองภาคเครื่องส่ง

4.2 การทดลองภาคเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองภาคควบคุมการปิด-เปิด ประตู

บทที่ 5 สรุปผลของโครงงาน 36-37

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะ

กิตติกรรมประกาศ 38

หนังสืออ้างอิง 39

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาในการควบคุม

ในอดีตที่ผ่านมา เมื่อเริ่มมีเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่ออำนวยความสะดวกต่างๆ ในชีวิตประจำวัน วิธีการที่ใช้ในการเปิด-ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้า ก็คือ การใช้สวิทช์ธรรมดา ที่อยู่กับตัวอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งบางครั้งสวิทช์เปิด-ปิด เหล่านั้นก็อยู่ไกล ทำให้เสียเวลาในการเปิด-ปิดสวิทช์ ทำให้มีผู้คนเริ่มมีการคิดเอาเครื่องมือ ที่สามารถควบคุม การเปิด - ปิดอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ในระยะไกลขึ้นมา การทำโครงงานนี้ ก็เพื่อตอบสนองความต้องการความสะดวกสบาย ของมนุษย์ในการนำเอาริโมทคอนโทรลไปใช้ควบคุมการเปิด-ปิด ประตูในระยะไกล

1.2 แนวความคิดในการออกแบบเครื่อง

ในปัจจุบันนี้ เรามีความต้องการใช้งาน เครื่องควบคุมระยะไกลมากขึ้น ในงานหลายด้าน เช่น การควบคุมเปิด-ปิดประตูบ้าน เพื่อความสะดวกสบายและป้องกันอันตราย , การควบคุมการป้องกันการโจรกรรมรถยนต์ ซึ่งในงานเช่นนี้ ต้องการเครื่องควบคุมที่มีขนาดเล็ก เพื่อความสะดวกในการพกพาติดตัว ก็การออกแบบเครื่องส่งนี้ จึงพยายามออกแบบ ให้มีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ และเนื่องจากการทำงานของเครื่องส่ง เป็นการใช้คลื่นวิทยุเป็นตัวกลาง ในการส่งสัญญาณ และจากคุณสมบัติของการแพร่กระจายคลื่นไปทุกทิศทุกทางในอากาศ หากการส่งสัญญาณเป็นแบบอนาลอก (analog) อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการแทรกซ้อน เป็นผลให้การทำงานผิดพลาดได้ หากมีผู้ใช้อยู่ในบริเวณเดียวกัน ดังนั้นการออกแบบเครื่องส่งในโครงการนี้จึงใช้การรับและส่งสัญญาณแบบดิจิตอล (digital) ซึ่งก็จะเป็นการแก้ปัญหาได้ กล่าวคือ เครื่องรับจะทำงาน เฉพาะเมื่อเครื่องส่ง ส่งรหัสที่ตรงกับรหัส ของเครื่องรับที่กำหนดไว้เท่านั้น (ความถี่ของเครื่องส่งและเครื่องรับตรงกันด้วย)

ริโมทคอนโทรลนี้ใช้ย่านความถี่ UHF (300 MH_z - 3 GH_z) เป็นสัญญาณ Carrier เพื่อ Modulate กับสัญญาณควบคุม แล้วส่งไปยังเครื่องรับ ทางเครื่องรับ เมื่อรับสัญญาณได้ก็จะทำการ Demodulate ขยายและเปรียบเทียบสัญญาณ ให้ได้สัญญาณควบคุม นั้นออกมา แล้วนำเอาสัญญาณไปควบคุมทิศทางการหมุน และการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบหลัก ของโครงการนี้ได้แก่ IC MC 145026 กับ MC 145028 ซึ่งเป็น IC ชนิด CMOS ทำหน้าที่เป็น Encoder / Decoder ตามลำดับ

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อศึกษาลักษณะการทำงานและคุณสมบัติของ IC เบอร์ MC 145026 และ IC เบอร์ MC 145028
- เพื่อศึกษาถึงวิธีการสื่อสารข้อมูลผ่านทางคลื่นวิทยุ
- เพื่อนำคุณสมบัติของ IC MC 145026 และ IC MC 145028 มาประยุกต์เข้ากับการสื่อสารข้อมูลผ่านทางคลื่นวิทยุ
- สามารถนำไปใช้ในงานควบคุมปิด-เปิดประตูอัตโนมัติ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

สร้างชุดรับส่งในย่านความถี่ UHF โดยวิธีการควบคุมระยะไกล โดยใช้ REMOTE CONTROL และสามารถนำไปควบคุมการปิดเปิดประตูได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

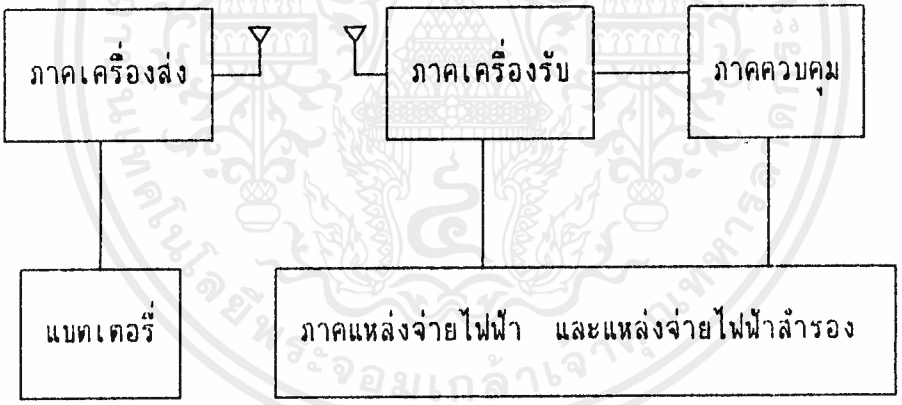
หลักการและทฤษฎีของภาคส่งและภาครับ

2.1 โครงสร้างการทำงาน

จะแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ภาค คือ

- ภาคเครื่องส่ง
- ภาคเครื่องรับ
- ภาคควบคุมเปิด-ปิด ประตู
- ภาคแหล่งจ่ายไฟฟ้า และ แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง

ซึ่งเขียนเป็น BLOCK DIAGRAM ดังนี้



2.2 การทำงานภาคเครื่องส่ง

วงจรเครื่องรีโมทคอนโทรล มิไอซี MC145026 ทำหน้าที่ เป็นตัวสร้าง รหัสไทร์นารี (Trinary Encoder) ส่วน Q1 และอุปกรณ์ร่วมจะทำหน้าที่เป็นตัวออสซิเลท คลื่นความถี่ย่าน UHF (430MHz) ซึ่งใช้เป็นสัญญาณความถี่ RF ที่ส่งออกอากาศ ไปยังเครื่องรับ การสร้างรหัสของ IC สามารถกำหนดรหัสได้จาก การจัดสถานะที่ขาแอสเดรท A1 ถึง A9 การจัดสถานะ แต่ละขาทำได้ 3 แบบ คือ สถานะ 1 (ต่อเข้ากับไฟบวก) ,สถานะ 0 (ต่อเข้ากับกราวด์) และสถานะเปิดวงจร (เว้นว่างไว้)

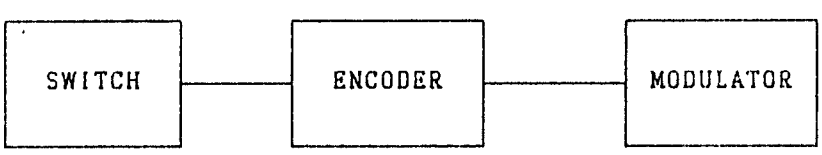
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณรหัสของไอซี MC145026 เป็นสัญญาณพัลซ์ 9 บิท ตามที่ได้ตั้งรหัสไว้ จะปรากฏออกทาง ขา 15 ของไอซี ความถี่ของพัลซ์รหัสที่เป็นสัญญาณออกของไอซี สามารถกำหนดได้จากการจัดค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ (R1,C1,R2) ที่ต่ออยู่ทางขา 13,12 และ 11 ของไอซี MC 145026 เมื่อมีการกดสวิทช์ให้ภาคส่งรีโมททำงาน ชุดรหัส 9 บิท (9 bit code word) จากขา 15 ของไอซี จะส่งผ่าน D1 และ R3 เข้าไปกระตุ้นที่ขา B ของ Q1 เป็นผลให้ Q1 ทำงานผลิตความถี่ 430 MHz เป็นจังหวะตามอัตราความถี่ของขบวนพัลซ์ที่เข้ามา โดย Q1 จะทำงานออสซิเลทความถี่ 430 MHz ในช่วงที่พัลซ์สัญญาณออกทางขา 15 ของไอซีอยู่ในระดับสูง (High) และจะหยุดออสซิเลท เมื่อสัญญาณออกทางขา 15 ของไอซี อยู่ในระดับต่ำ

วงจรออสซิเลทซึ่งทำหน้าที่ผลิตความถี่คลื่นพาห์ 430 MHz มี Q1 เป็นตัวทำหน้าที่หลักโดยมี L1 และทริมเมอร์ C4 ที่ต่อคร่อมขนานอยู่ด้วยกันทำหน้าที่เป็นตัวจูนความถี่ 430MHz LED ซึ่งต่ออนุกรมระหว่างวงจรภาคส่ง และถ่านแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นแหล่งจ่ายกำลังให้กับวงจร ทำหน้าที่เป็นตัวแสดงผลการทำงานของภาคส่ง เมื่อมีการกดสวิทช์ในวงจรให้เครื่องส่งทำงาน LED กระพริบแสดงการทำงานของเครื่องส่ง แรงดันไฟจ่ายจากถ่านแบตเตอรี่ 12 V จะตกคร่อมที่ LED ตัวนี้ประมาณ 2 V เหลือเป็นไฟจ่ายป้อนให้กับวงจรภาคส่งประมาณ 10 V ซึ่งไอซี MC145026 สามารถใช้ได้กับแรงดันไฟจ่ายต่ำสุดที่ 4.5V และสูงสุดไม่เกิน 15 V

โดยที่ภาคเครื่องส่งของรีโมตคอนโทรล จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

- ENCODER
- MODULATOR

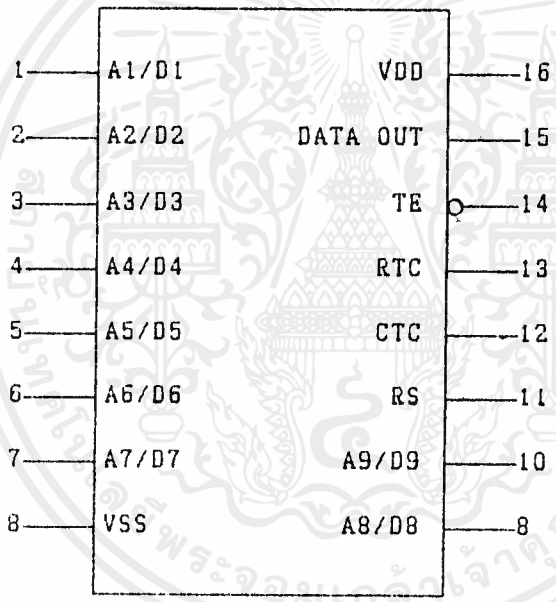


Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค ENCODER

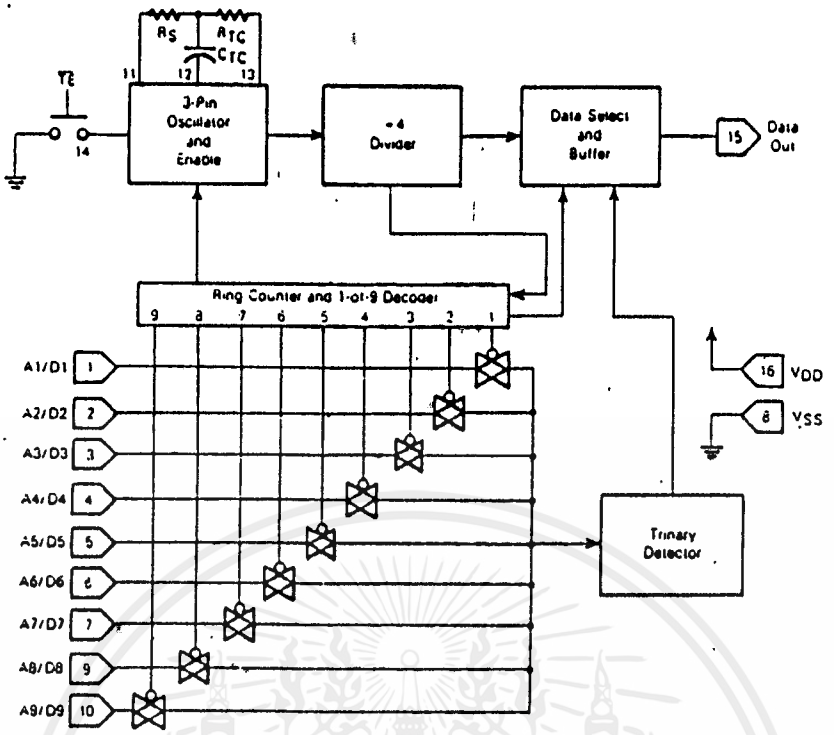
อินพุทของภาคส่งนั้นจะรับเข้ามาที่ขา A1/D1 - A9/D9 ของIC MC145026 ซึ่งมีการรับข้อมูลเข้าแบบขนาน แล้วจะทำการเข้ารหัสข้อมูลแบบ 9 บิทของข้อมูล และ จะส่งข้อมูลนี้ไปเป็นแบบอนุกรม โดยข้อมูลจะสามารถส่งออกไปได้ทันที ที่ขา TRANSMIT ENABLE (TE) ได้รับสภาวะเป็น Low ซึ่งมันจะทำงานที่สภาวะ "Low" เท่านั้น



MC145026 (ENCODER)

ข้อมูลที่ส่งออกมาจาก ขา15 ของ MC145026 จะถูกส่งต่อเข้าไปยังส่วน Modulator เพื่อทำการ Modulate Data เข้ากับสัญญาณ Carrier ความถี่ UHF เมื่อ Data ที่ถูก Modulatate กับสัญญาณ Carrier แล้ว สัญญาณจะถูกส่งออกอากาศไปยังเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ENCODER BLOCK DIAGRAM MC145026

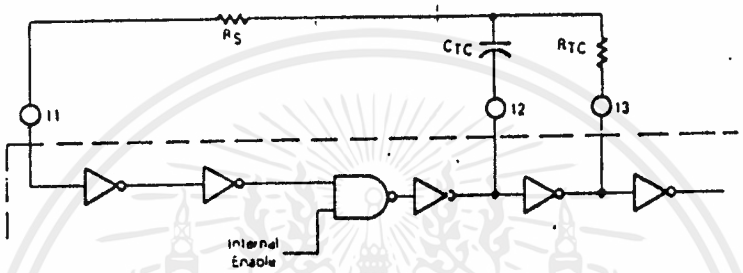
คุณสมบัติ ของ MC145026

- ADDRESS สามารถเป็นไปได้ทั้ง Binary หรือ Trinary
- CODE ของ ADDRESS ที่สูงสุด คือ Trinary
- ใช้ในการ Interfaces กับ RF,Ultrasonic
- จะส่ง 2 data เพื่อสำหรับ Error checking
- ใช้ไฟตั้งแต่ 4.5-18 V.
- ใน chip นั้นจะมี R/C Oscillator
- Input และ Output เป็นแบบอนุกรมมาตรฐาน

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเข้ารหัสหรือเรียกว่า Encoder อาศัยการทำงานของ IC เบอร์ MC145026 ซึ่งมีการรับข้อมูลเข้าแบบขนาน และส่งข้อมูลออกแบบอนุกรม รหัสทางอินพุทของ MC 145026 นี้จะสามารถเข้ารหัสได้ถึง 3 สถานะ คือเป็นได้ทั้งระดับลอจิก "0" ระดับลอจิก "1" และ สภาวะอิมพิแดนซ์สูง คือ ปล่อยลอยไว้ จากคุณสมบัตินี้ เราจึงสามารถ จะเข้ารหัสได้ถึง (3^9) เท่ากับ 19683 ที่ไม่ซ้ำกัน ซึ่งลำดับในการส่งนั้นจะเริ่มต้นที่ "Low Level" ของขา Input TE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Vdd ส่วนมากจะใช้เป็น " Positive Supply " และ Vssส่วนมากจะใช้เป็น " Negative Supply " (GND) แล้วภาค ENCODER นี้ยังมี R_s, R_{Tc}, C_{TC} ขาเหล่านี้ จะเป็นส่วน ของ Oscillator ของการเข้ารหัส สำหรับกำหนดคาบเวลาหรือความถี่ภายใน ถ้าแหล่งจ่ายสัญญาณภายนอกใช้แทน Oscillator ภายในมันจะต่อไปขา R_s, R_{Tc}, C_{TC} จะ " leftopen " ซึ่งจะเห็นได้ว่า Oscillator นี้ ทำงานที่ความถี่กำหนดโดย RC Network



Encoder Oscillator Information

RC Network ภายนอก สามารถคำนวนได้จากสูตร

$$f = 1/(2.3 * R_{TC} * C_{TC}) \quad (Hz)$$

จาก 1 kHz <= f <= 400 kHz

โดยที่ : $C_{TC}' = C_{TC} + C_{layout} + 12$ pF

$R_s = 2R_{TC}$

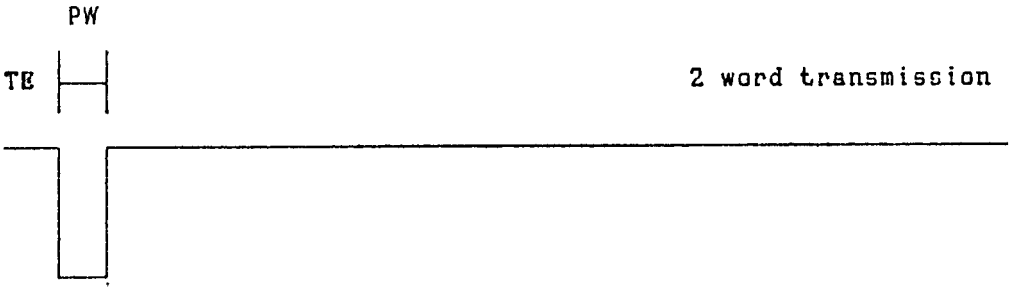
$R_s >= 20K$

$R_{TC} >= 10K$

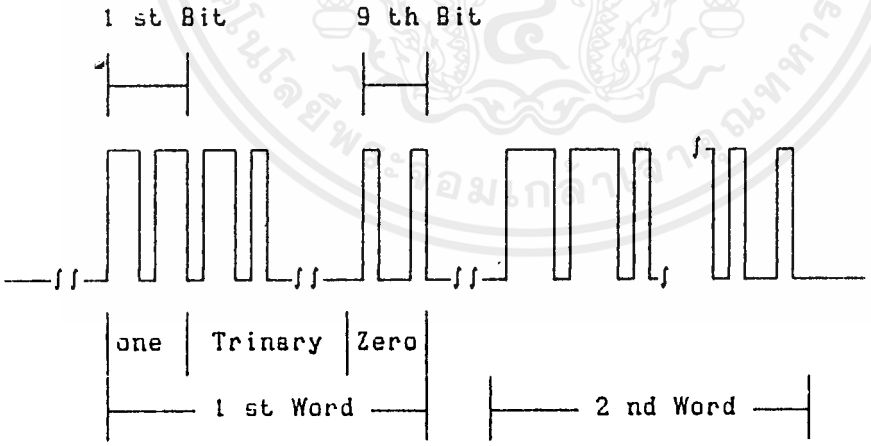
400 pF < C_{TC} < 15 uF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC 145026 ENCODER



ENCODER OSC. (PIN 12)



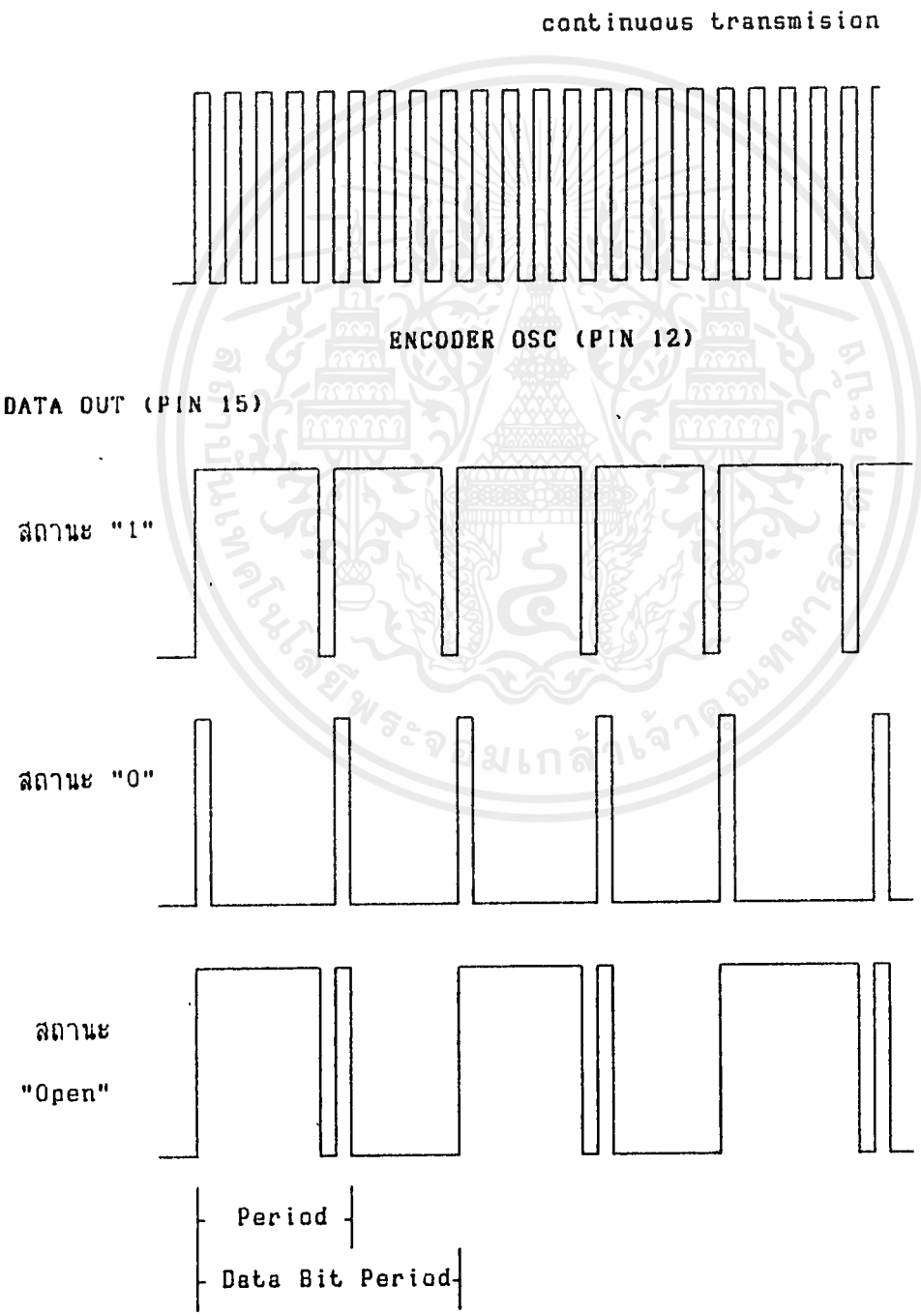
DATA OUT (PIN 15)

ENCODER TIMING DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น DATA OUT ที่ขาของ MC 145026 ที่ส่งออกไปจะส่งไปในลักษณะอนุกรมต่อกันไปขนาด 9 บิท ซึ่งในแต่ละบิทของ DATA ที่ส่งออกไปจะมี สภาวะเป็น 0,1,Open สภาวะใดก็ได้ ซึ่งจะมีสัญญาณเป็นลักษณะ Pulse ที่เข้ารหัสเป็นแบบอนุกรมแล้วดังรูปข้างล่างนี้ และส่งไปยังภาค Modulator

ENCODER DATA WAVEFORMS (MC 145026)



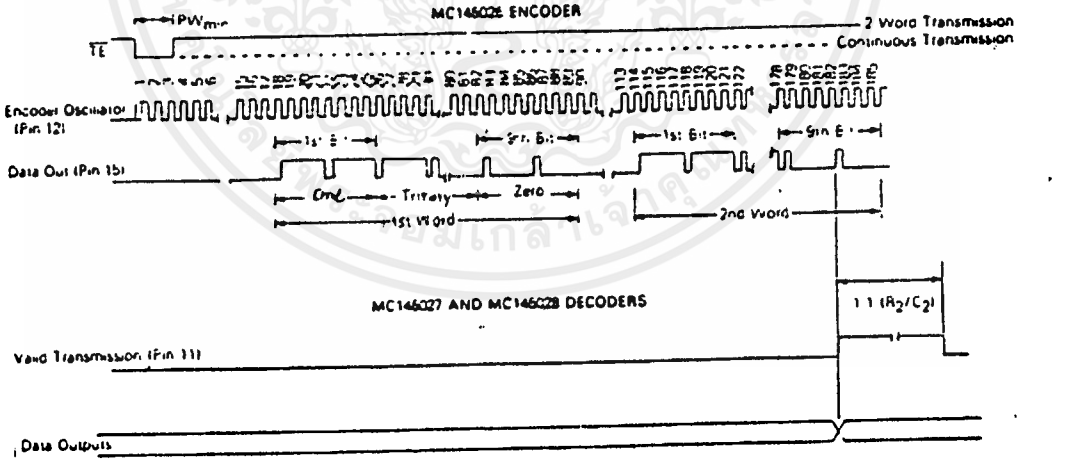
แสดงลักษณะการเข้ารหัสของ Data Bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
032490

ข้อมูลต่างๆ จะเริ่มมีการส่งอนุกรมต่อเนื่องกันไป ก็ต่อเมื่อทันที Switch TE ถูกกด (ที่ขา TE ได้รับ Active LOW) ซึ่งข้อมูลดังกล่าว จะถูกส่งออกไป มีลักษณะเป็น WORD โดยจะถูกส่งออกไปเป็นจำนวน 2 DATA WORDS ทั้งสองนี้เหมือนกันแสดงว่า การส่งและการรับข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดทำให้ทางภาครับผลิตสัญญาณ VT (VAlid Transmission) ออกมาทุกครั้ง

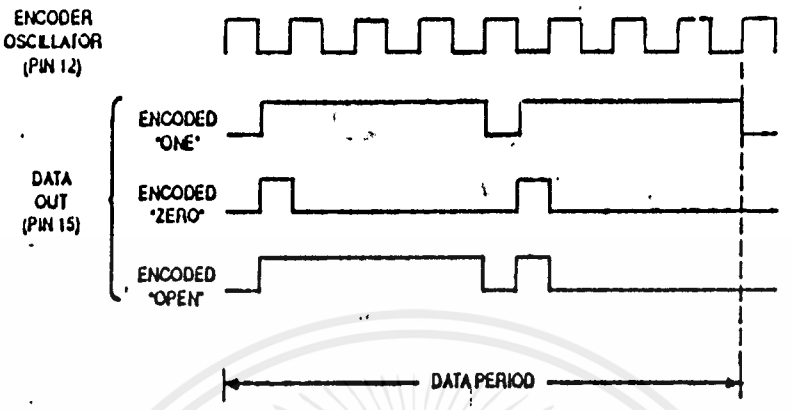
ในการส่งแต่ละครั้ง DATA BIT จะถูกเข้ารหัสแบบ 2 DATA PULSE โดยที่โลจิก "0" จะมีลักษณะเป็นพัลส์สั้นๆ 2 พัลส์ ต่อเนื่องกันไป และโลจิก "1" จะมีลักษณะเป็นพัลส์ยาว ๆ 2 พัลส์ ต่อเนื่องกัน ส่วนสำหรับสภาวะ "Open" จะมีลักษณะการเข้ารหัสเป็นพัลส์ยาว ๆ 1 ครั้งแล้วตามด้วยพัลส์สั้นๆ อีก 1 พัลส์ ดังแสดงการเข้ารหัสของสภาวะต่างๆ ดังกล่าว (0,1,Open) ดังรูป

ดังนั้น DATA OUT ที่ขา 15 ของ MC 145026 ขนาด 9 บิท ซึ่งในแต่ละบิทของ DATA ที่ส่งออกไปจะมีสภาวะเป็น 0,1,Open สภาวะใดก็ได้ ซึ่งจะมีสัญญาณ Pulse ส่งไปยังภาค Modulator



Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



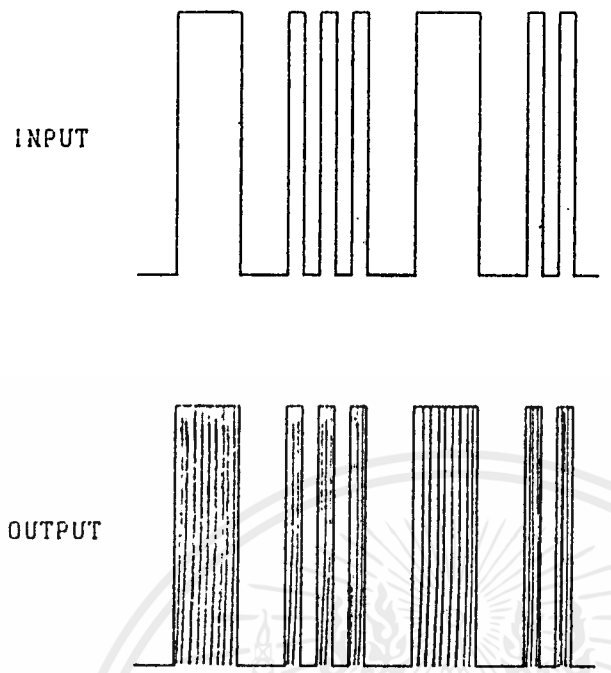
Encoder Data Waveform

การทำงานของภาค Modulator

หน้าที่ของภาค Modulator คือทำการ Modulate สัญญาณ ที่ได้จากภาค Encoder กับสัญญาณพาห์ (Carrier) โดยใช้วงจร Tank Tune เป็นตัวกำเนิดสัญญาณ Carrier ภาค Modulator ทำการผลิต สัญญาณพาหะออกมา ทันทีเมื่อขา Base ของ Transistor มีสภาวะเป็น "High" จึงจะทำให้มีสัญญาณด้วยความถี่ 430 MHz และในขณะเดียวกันนั้นหากระดับที่ขา Base ของ Transistor มีสภาวะเป็น "Low" จะทำให้ภาค Modulator หยุดผลิตสัญญาณพาห์ จึงทำให้ไม่มีสัญญาณใด ๆ ปรากฏออกมา

ดังนั้นเมื่อนำสัญญาณ DATA ที่ได้จากภาค ENCODER ซึ่งจะมีลักษณะเป็น Square Wave แบบ Pulse Width Mod นำมาป้อนแก่ขา Base ของ Transistor จะทำให้มี OUTPUT ปรากฏออกมา เป็นลักษณะเหมือนสัญญาณ DATA ที่ป้อนเข้ามา แต่มีการ Mod สัญญาณ Carrier เข้าไปด้วยกัน ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงสัญญาณ INPUT และ OUTPUT ของภาค Modulator

2.3 การทำงานภาคเครื่องรับ

หลักการทำงานของวงจรภาครับ

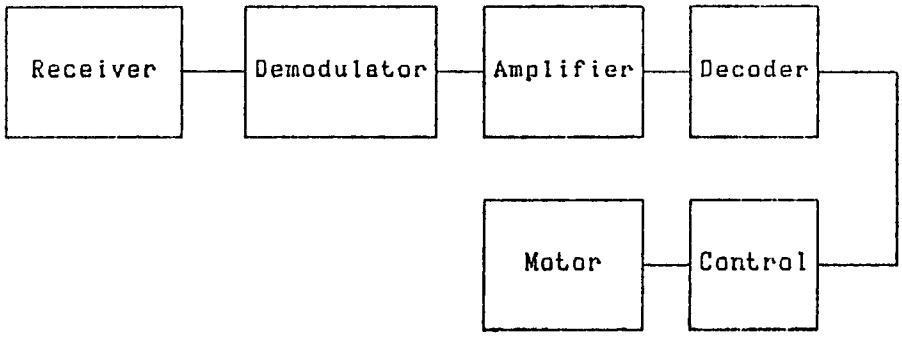
ทางด้านตัวรับจะมีภาค Demodulator ของเครื่องรับ ซึ่งมีวงจรแสดงดังรูป สัญญาณที่ถูกส่งมากับสัญญาณพาหะ โดยผ่านมาทางอากาศ เมื่อเครื่องรับ รับสัญญาณเข้ามาในวงจร หลังจากสัญญาณเข้ามาแล้ว จะทำการจูนความถี่ที่ต้องการออกมา ซึ่งมี ความถี่ Resonance ที่ความถี่ 430 MH_z หลังจากจูนความถี่ ที่ต้องการออกมาแล้ว ความถี่ดังกล่าวจะถูกขยายแล้วป้อนเข้าวงจร Bypass ความถี่สูงทิ้งไป ทำให้เหลือเพียงสัญญาณ Pulse Code เข้ามายังวงจร Schmitt Trigger Comparator ซึ่ง ประกอบด้วย IC4558 ทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่ขา 3 ของ IC 4558 ก็ จะทำให้ Output ของ IC4558 มีลักษณะเป็น "High" ถ้าหากสัญญาณ Pulse Code ที่ได้มีค่าน้อยกว่าที่ขา 3 ของ IC4558 ก็จะทำให้ Output ของ IC 4558 มีลักษณะ เป็น "Low" เพื่อที่จะทำการเปรียบและตกแต่งขอบสัญญาณให้ดีขึ้น สำหรับที่จะนำไป ป้อนให้แก่ IC MC145028 (Decoder) ที่ขา 9 ของ IC MC145028 ซึ่งจะทำการรับ Pulse Code ที่ทาง เครื่องส่งมาเป็น DATA 2 Word แล้วทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเช็คดูว่า Pulse Code ที่เข้ามาตรงกับ Address 9 Bit ที่เรา Set ที่ Dip Switch หรือเปล่า ถ้าตรงก็จะให้ Output ออกมาที่ขา 11 (ขา VT) เป็น "High" เป็นเวลา $11*(R_2/C_2)$ ขา VT Active จะส่งเป็น Pulse ออกมาเพื่อนำไปควบคุมมอเตอร์ให้หมุนซ้าย ขวา หรือหยุด สัญญาณ VT นี้จะเข้ามาขา 3 ของ IC MC 14027 ซึ่งเป็น JK flipflop ที่ทำเป็นวงจร Toggle (T flipflop) ตอนแรกเมื่อจ่ายไฟให้กับวงจร JK flipflop จะอยู่ในสถานะ RESET คือ ขา 1 (ขา Q) จะมีสถานะเป็น LOW ส่วนขา 2 จะมีสถานะเป็น HIGH เมื่อมีสัญญาณส่งมาจากเครื่องส่ง และที่ภาครับของเครื่องรับรับสัญญาณได้ จะทำให้ JK flipflop เปลี่ยนสถานะ (Toggle) คือ ขา 1 จะมีสถานะเป็น HIGH และขา 2 จะมีสถานะเป็น LOW ที่ภาครับนี้ที่ JK flipflop จะมีการเปลี่ยนสถานะ (Toggle) ทุกครั้งที่ภาครับรับสัญญาณที่ส่งมาได้ สัญญาณที่ OUTPUT ของ JK flipflop จะถูกนำมาขยายสัญญาณให้แรงขึ้นเพื่อนำไปขับ Transistor BD 239 กับ BD 240 ที่เป็น Power Transistor ที่ใช้ขับมอเตอร์ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ซึ่งต่อกันแบบ Brigde ที่ขาเบสของ Transistor BC 337 ตัวหนึ่งจะต่อเข้ากับ inverter ขาเบสของ Transistor BC 337 อีกตัวหนึ่งจะต่อเข้ากับ Buffer Transistor ทั้งสองตัวนี้จะใช้ขับ Power Transistor (BD 239 และ BD 240) ที่ใช้ควบคุมทิศทางของมอเตอร์หรือให้มอเตอร์หยุดหมุน

โดยที่ภาคเครื่องรับ แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ

- Demodulator
- Decoder



Block Diagram

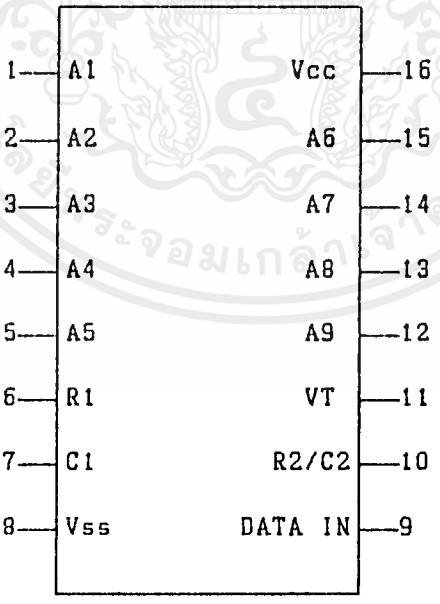
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค DEMODULATOR

ภาค Demodulator นี้จะมีหน้าที่แยก (Detects) สัญญาณพัลซ์ ออกจากสัญญาณวิทยุ (RF. Carrier) เพื่อเอาสัญญาณพัลซ์ ไปใช้งาน ดังนั้น เมื่อทำการ Detects สัญญาณออกมาแล้ว เราก็จะได้สัญญาณ Pulse Code ที่ต้องการออกมา และนำสัญญาณที่ได้ไปเข้าวงจร Amplifier แลวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ และนำสัญญาณนี้ไปเข้าวงจรในภาค Decoder

ภาค DECODER

ภาค DECODER นี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งเข้ามา แล้วทำการถอดรหัส ดูว่าตรงกับค่า Adderss ที่ Set ไว้หรือเปล่า ถ้าตรงก็จะให้ Output ออกมาเพื่อ นำไป Control Load อีกที ในภาคนี้ใช้ IC MC 145028



MC 145028

แสดงขาของ IC # MC 145028

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา A1 - A9

เป็นขา Address Input ที่เราต้อง Set ไว้ในเครื่องรับ เพื่อรับสัญญาณจากตัวส่งตาม Address ของตัวรับนั้นๆ ที่ได้ Set ไว้

ขา R1,C1

เป็นขาสำหรับไว้ต่อเข้ากับ Resistor และ Capacitor เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดความกว้างของ Pulse ที่เป็นรหัส Address ระหว่างตัวรับและตัวส่งค่า Time Constant นี้จะเท่ากับ R1*C1 และจะตั้งค่าไว้ที่ 1.72 ของ Transmit Clock Periods

ดังนั้น $R1*C1 = 3.95\ R_{TC}.C_{TC}$

ขา R2,C2

เป็นขาสำหรับไว้ต่อเข้า Resistor และ Capacitor เข้ากับขา Vss เพื่อแยกการส่งครั้งสุดท้ายกับครั้งใหม่ ซึ่งค่า 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 หรือ ไม่มีสัญญาณเข้ามา เป็นเวลา 4 Data Bit

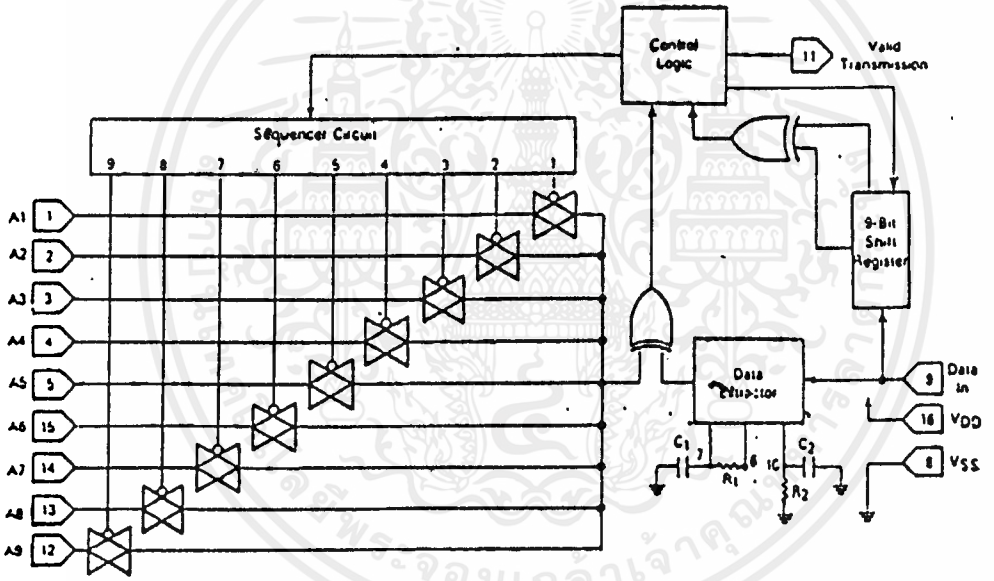
ขา V_{DD}

ขาแหล่งจ่ายไฟบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา V_{SS}

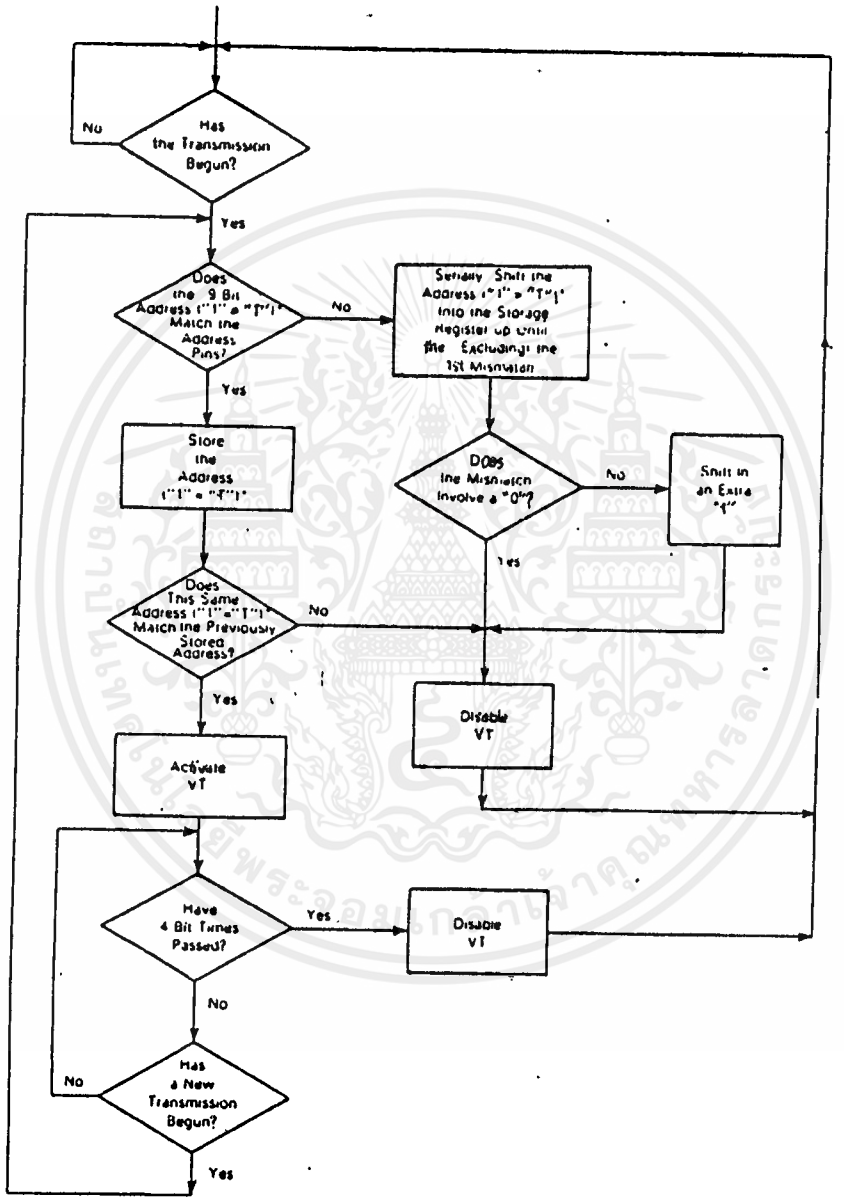
ขาแหล่งจ่ายไฟลบ (ส่วนใหญ่ใช้เป็น Ground)



DECODER BLOCK DIAGRAM MC 145028

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของ IC MC 145028 เป็นไปตาม FLOWCHART ดังรูปข้างล่างนี้



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

FLOW CHART ของ IC MC 145028

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ภาคควบคุมการปิด-เปิด ประตู

ภาคนี้จะประกอบด้วยวงจร JK Flip-Flop ซึ่งทำเป็นวงจร Toggle (T FlipFlop) ,วงจรควบคุม Motor และวงจร Detects การ Overload ดังแสดงในรูป

การทำงานของวงจร

จากภาค Receiver เมื่อจ่ายไฟให้วงจร C_{10} และ R_{13} จะทำการ Reset วงจร Toggle ทำให้ที่ขา 1 (ขา Q) เป็น "0" (Low) เมื่อภาครับรับสัญญาณได้ จะมีสัญญาณ VT จาก IC MC 145028 ส่งออกมา ซึ่งเป็น Pulse หนึ่งลูก เข้ามาที่ขา CK ของวงจร Toggle วงจร Toggle จะให้ OUTPUT ที่ขา 1(ขา Q) เป็น "1" (High) Transistor BC 337 ที่ต่ออยู่กับ Buffer (MC14050) นำกระแส ส่วน Transistor BC 337 ที่ต่ออยู่กับ Inverter (MC14049) จะไม่นำกระแส ทำให้ Power Transistor BD239 (TR1) และ BD240 (TR3) นำกระแส ทำให้มอเตอร์หมุนขวา (ประตูเปิด) ในขณะที่ BD239 (TR1) และ BD240 (TR3) เริ่มนำกระแส วงจร Timer ก็จะทำงาน หน่วงเวลาการทำงานของ Overload Protector ไว้ระยะหนึ่ง เพื่อไม่ให้วงจร Overload Protector ทำงานทันที เมื่อมอเตอร์เริ่ม Start ซึ่งวงจร Overload Protector นี้จะใช้วงจร Comparator และมี R1 0.1 ohm 5W เป็น Detector หลังจากมอเตอร์ ผ่านช่วงเวลา Start ไปแล้ว ถ้าเกิดมีการ Overload ขึ้น เช่น มีอะไรมาขวางประตู วงจร Overload Protector จะส่งสัญญาณมาที่ขา 3 ของ MC14013 ซึ่งทำหน้าที่ Lacth สัญญาณ ก็จะให้ Output "1" (HIGH) ค้างไว้ Transistor C458 ก็จะนำกระแส ทำให้ Relay ตัดไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์ออก มอเตอร์จะหยุดหมุน เมื่อแก้ไขปัญหาจากการ Over load ที่เกิดขึ้นได้แล้ว ถ้าหากต้องการให้มอเตอร์ทำงานต่อไป จะต้องกด SW Reset มอเตอร์จึงจะทำงาน

เมื่อประตูเปิดสุด ประตูจะไปชน Limit SW.จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน ประตูก็จะหยุด เนื่องจาก Relay ตัดไฟเลี้ยงของมอเตอร์ออก

ถ้าต้องการปิดประตู ทำได้โดยการส่งสัญญาณจากเครื่องส่งมาอีกครั้ง โดยการกด Remote 1 ครั้ง สัญญาณ VT จาก IC MC 145028 ก็จะส่ง Pulse มาที่ขา CK ของ JK FlipFlop อีก JK FlipFlop ก็จะเปลี่ยนสถานะ (Toggle) Power Transistor BD239 (TR2) กับ BD240 (TR4) นำกระแสทำให้มอเตอร์หมุนซ้าย ประตูจะปิด เมื่อประตูปิดสุด ประตูจะชน Limit Sw. อีกครั้ง มอเตอร์จะหยุดหมุน ประตูก็จะหยุด การทำงานจะเป็นเช่นนี้ตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ประโยชน์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ D3-D7 จะใช้ในการป้องกัน Collector-Emitter Junction ของ Power Transistor จากแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเมื่อมอเตอร์หยุดหมุน

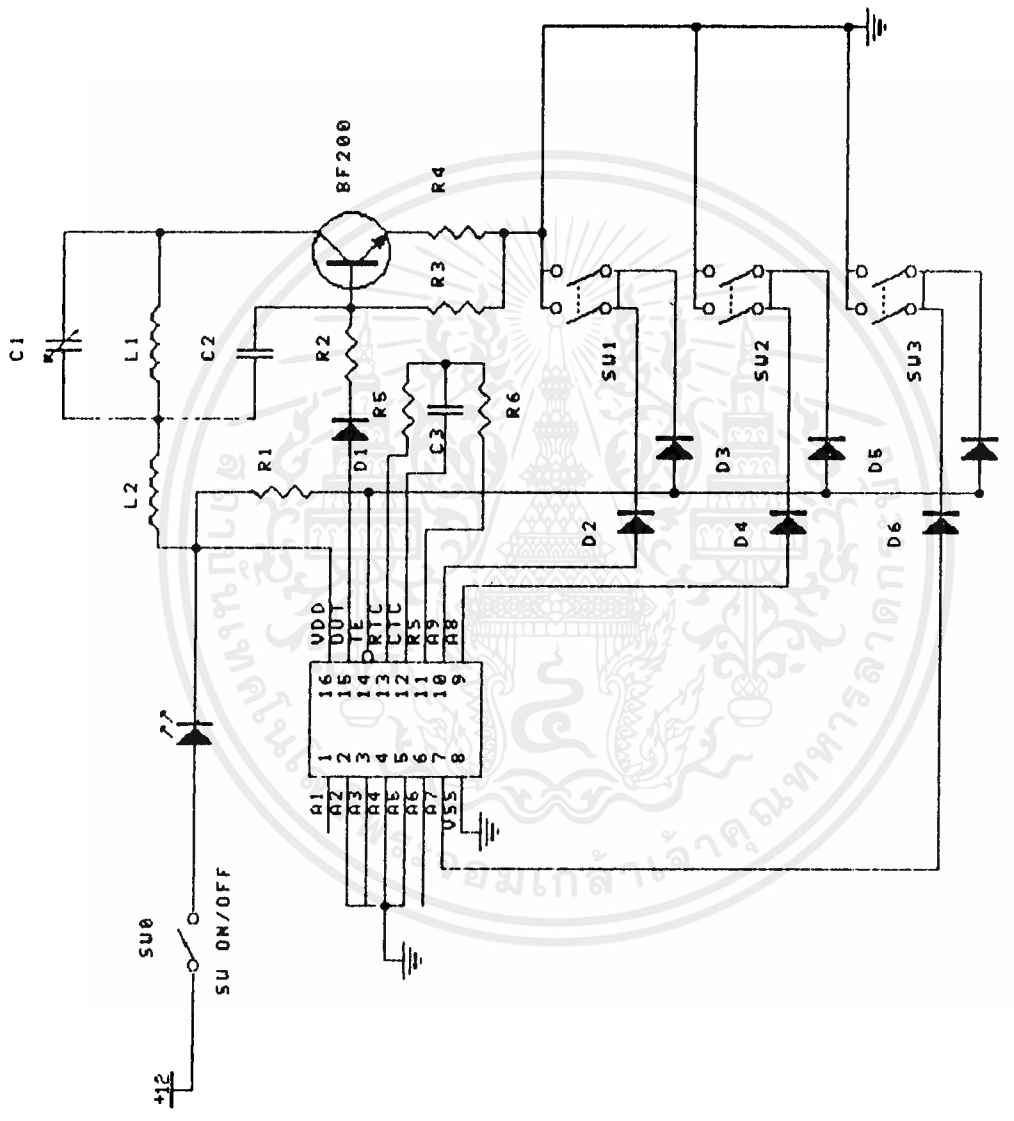
2.5 ภาค POWER SUPPLY และ CHAGER

ภาคนี้นับว่ามีความจำเป็นมาก เพื่อให้การควบคุมเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งถึงแม้ไฟฟ้าจะดับ ก็ยังสามารถควบคุมการเปิดปิดประตูเป็นเหมือนปกติ โดยมีการจ่ายไฟให้กับวงจรได้ไม่ขาดช่วง การทำงานของวงจร ขณะเวลาปกติ Power Supply จะจ่ายไฟให้กับวงจรทั้งระบบ คือ ภาคเครื่องรับ และภาคควบคุม และ Charge ให้กับ Battery Backup ด้วย ถ้า Battery มีแรงดันต่ำกว่าที่กำหนด เมื่อ Charge ให้กับ Battery Backup เต็มแล้ว วงจร Charger ก็จะตัดไฟที่ Charge ให้กับ Battery ออกไป

ถ้าเกิดไฟฟ้าดับ Battery Backup ก็จะจ่ายไฟให้กับวงจรทั้งระบบ ทั้งภาคเครื่องรับและภาคควบคุมทันที โดยไม่มีการขาดช่วง จนกว่าไฟฟ้าจะมา

เมื่อ Battery Backup ถูกใช้ไป และแรงดันต่ำลงกว่าที่กำหนด หลอด Low Battery ก็จะติด Power Supply ก็จะ Charge ให้กับ Battery Backup จนกระทั่งเต็ม จึงจะถูกตัดไฟออกไป สำหรับ C3 จะทำหน้าที่กันไม่ให้ Relay ON-OFF เมื่อทำการปรับ Voltage Referent หรือเมื่อปลด Battery Backup ออกจากวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



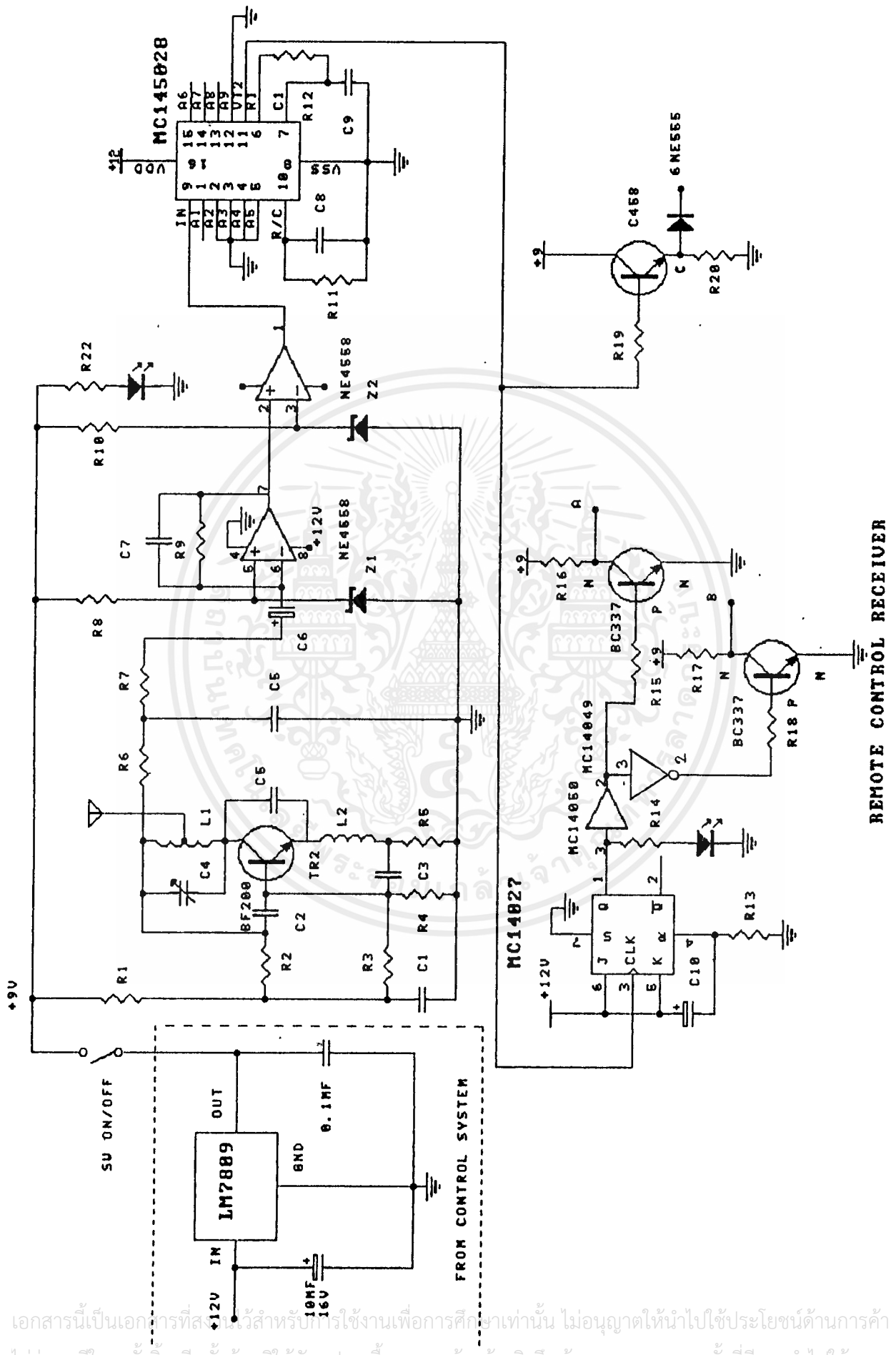
REMOTE CONTROL TRANSMITTER

SW1 DOOR

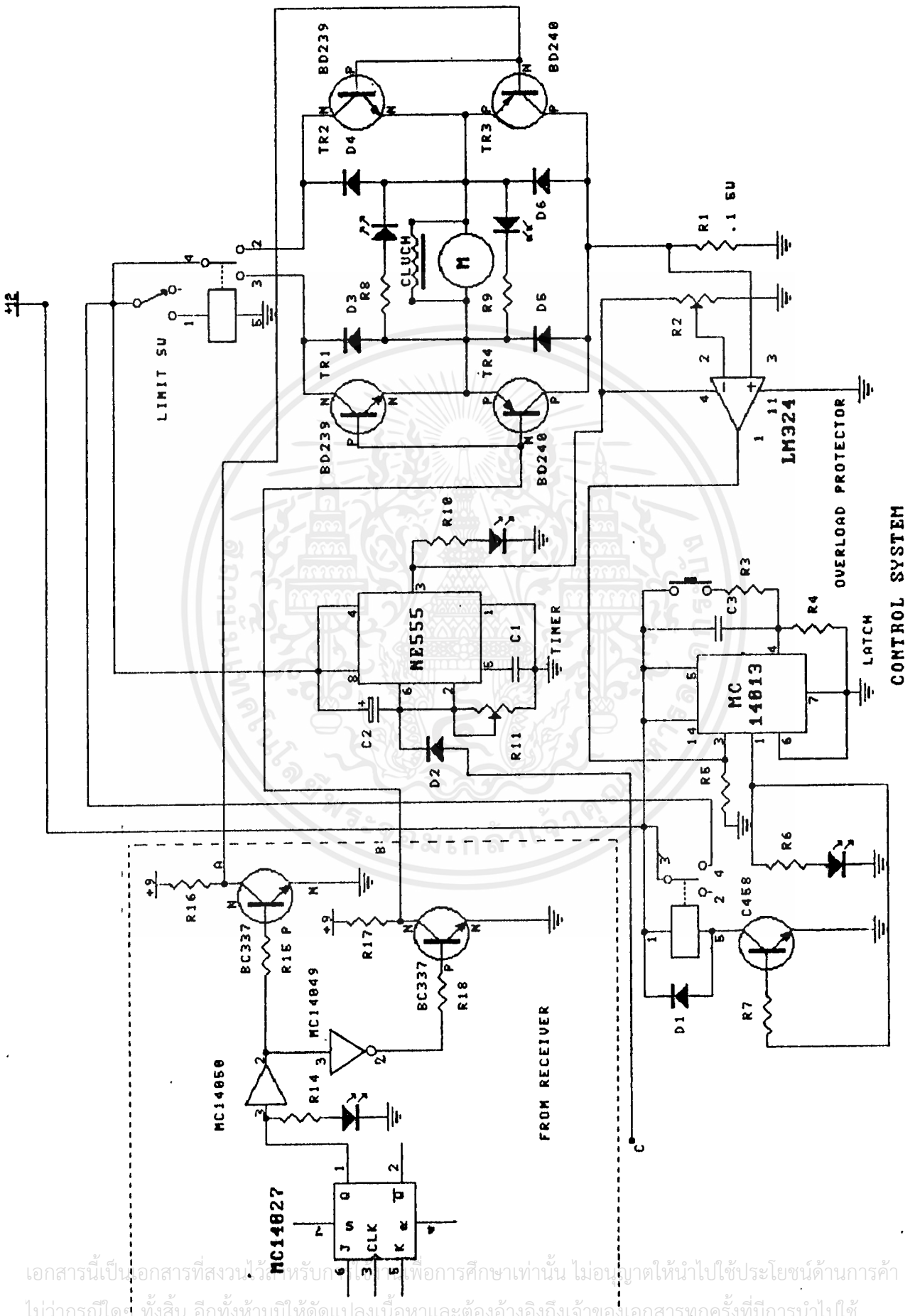
SW2 LIGHT

SW3 BUZZER

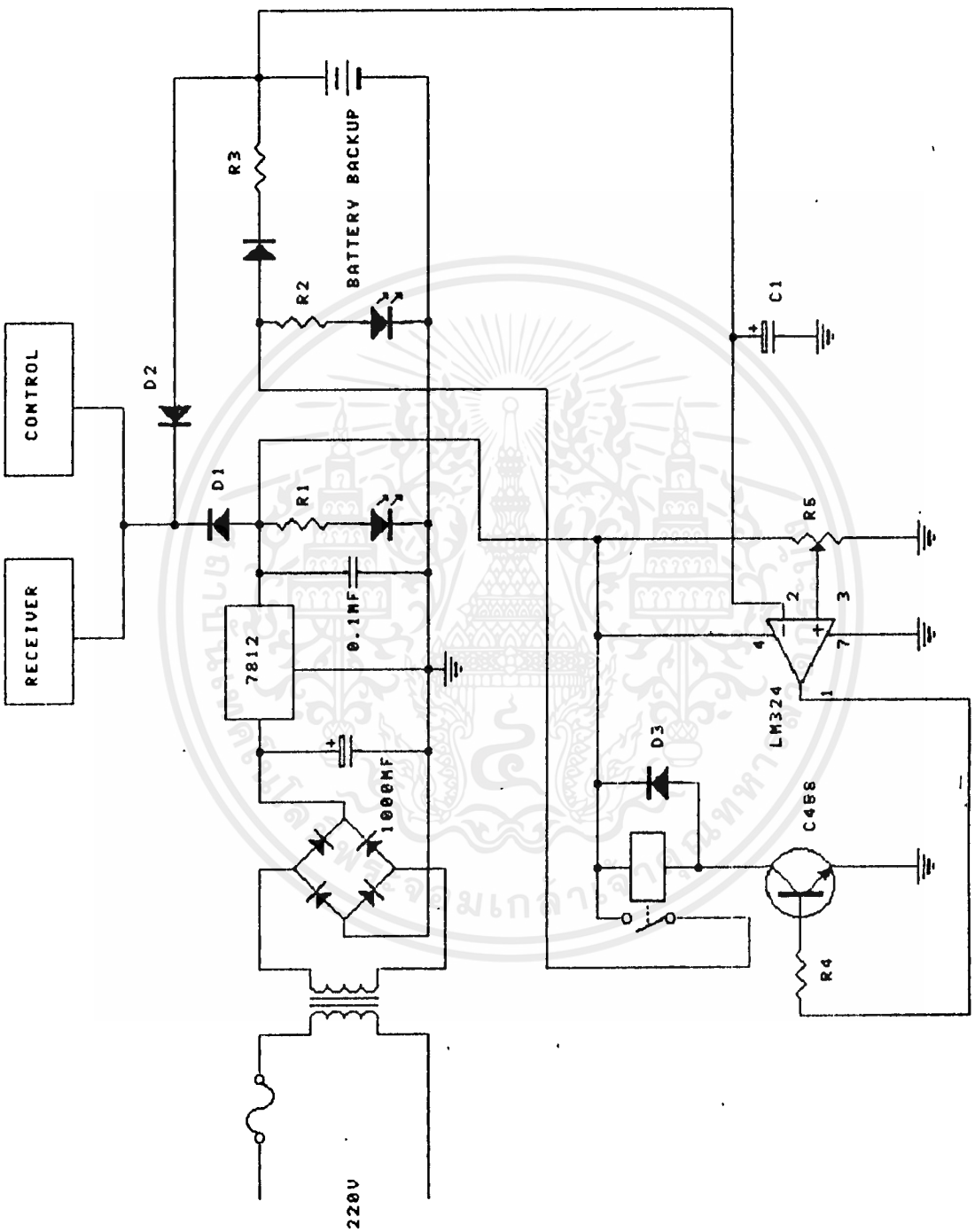
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SUPPLY AND CHARGER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 วงจรเครื่องส่งที่ใช้วงจรกำเนิดความถี่แบบ LC

ในการทำงานของเครื่องส่งนี้เราจะใช้สัญญาณทางออก (Output) ของไอซี MC 145026 เป็นตัวควบคุมการทำงานของวงจร คือ เมื่อสัญญาณทางออกมีระดับสูง (Hihg) วงจรจะกำเหนิดความถี่ (Oscillated) ในย่าน UHF ออก ในทางตรงกันข้ามถ้าไม่มี สัญญาณเอาท์พุท จากไอซี MC 145026 วงจรก็จะหยุดกำเหนิดความถี่

หลักการทำงานของวงจรในส่วนของการผลิตความถี่ ประกอบด้วย Q1,L1,L2,R3,C3,C4 และ C5 โดยที่ R3 เป็นตัวไบอัสให้แก่ทรานซิสเตอร์ Q1 ,ที่ C4 ทำหน้าที่เป็นตัวป้อนกลับของสัญญาณไปที่ขาเบสของ Q1 ,L1 เป็นตัวป้องกันความถี่ RF (Radio Frequency) ไปรบกวนการสร้างรหัสของ ไอซี หรือจะเรียกว่าเป็น RFC (Radio Frequency Cuttof) โดย C5 เป็นตัวส่งผ่าน (bypass) สัญญาณ ให้ออกอากาศไป ขณะที่ L2, C3 เป็นวงจรแท้งก์ ที่ใช้ในการสร้างผลิตความถี่ (Oscillated) สามารถที่คำนวนหาความถี่ของการออสซิเลท ได้จาก

$$f_o = 1/(2 \pi \sqrt{LC}) \quad \text{(Hz)}$$

เมื่อ L เป็นค่าความเหนี่ยวนำของวงจรแท้งก์ (Henry)

C เป็นค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรแท้งก์ (Farad)

วงจรจูน (TUNE)

วงจรจูนของเครื่องส่งนี้เป็น LC ใช้หลักการ Resonant ในการเลือกความถี่ที่เหมาะสม ผ่านตัวมันวงจรนี้ จะเรียกว่า วงจรแท้งค์ (TANK CIRCUIT) มีคุณสมบัติเป็นฟิลเตอร์ เช่นเดียวกับ RF FILTER กล่าวคือ ตัวมันจะเป็นแบนด์พาสฟิลเตอร์ (BAND PASS FILTER) จะยอมให้ความถี่ที่ต้องการผ่านเท่านั้น วงจรแทงค์สามารถจะต่อใช้งานได้หลายลักษณะตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจร Tank มีหลักการดังนี้

- การเลือกค่า Q ของวงจร Tank
- การเลือกค่าความจุของ Capacitor
- การเลือกค่า Henry ของ Coil

การเลือกค่า Q ของวงจร Tank

การสร้างวงจรขยายสัญญาณนั้น นอกจากจะกำหนด Class ของวงจรขยาย เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามความต้องการแล้ว ค่า Q (Quality Factor)ของวงจร Tank ก็เป็นส่วนหนึ่งเป็นตัวกำหนดประสิทธิของวงจรด้วย โดยยึดหลักว่าถ้า Q ของ Tank มีค่าน้อย ประสิทธิภาพของวงจรขยายจะต่ำ และ Output จะให้ Harmonic ออกมามาก แต่ถ้า Q ของวงจร Tank มีค่าสูงก็จะทำให้มีกระแสภายในวงจร Tank สูงมากการสูญเสียภายในวงจร Tank มีค่ามากขึ้น และ Bandwidth แคบลง ฉะนั้น ค่าที่พอเหมาะที่นิยมใช้กันทั่ว ๆ ไป คือ ค่า Q ของวงจร Tank จะใช้ ประมาณ 10 ถึง 20

ในวงจร Tank นั้น ณ. Resonant Frequency ค่า X_L จะเท่ากับ X_C และ Impedance ของวงจรจะมีค่าสูงสุด ส่วนค่า Q ของวงจรจะมีค่าเท่ากับ X_L/R_C เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$Q = X_L / R_w$$

$$X_L = 2\pi FL \quad \text{Ohms}$$

$$X_C = 1/2\pi FC \quad \text{Ohms}$$

$$Z = X_L * Q \quad \text{Ohms}$$

Q = Quality Factor

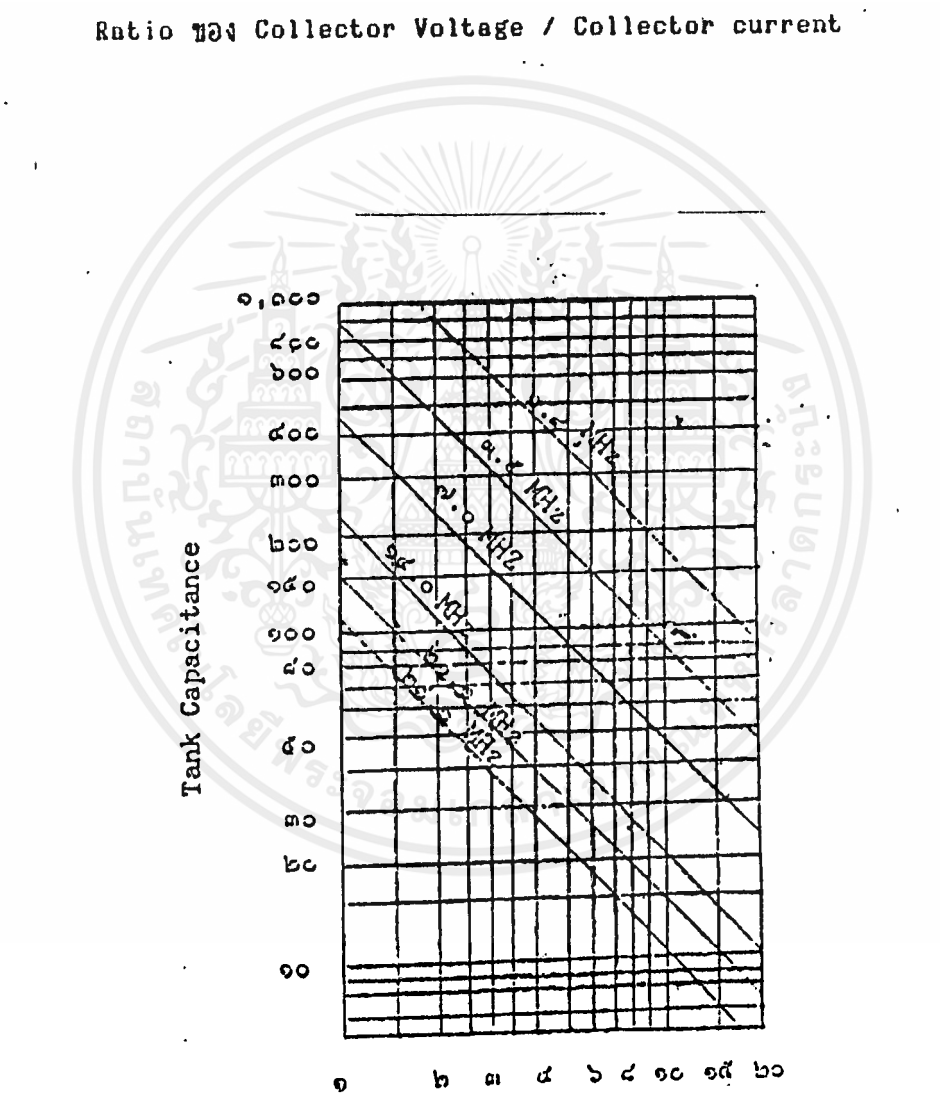
X_L = Reactance of tank coil in ohms

R_w = Series reistance in ohms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกค่าความจุของ Capacitor

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



ตารางสำหรับเทียบค่าความจุของ Capacitor ในวงจร Tank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกค่า Henry ของ Coil

เมื่อได้ค่าของ Capacitor สำหรับวงจร Tank แล้วจากนั้นก็สามารถหาค่าของ Coil ออกมาได้ดังนี้

จากสูตร Resonant Frequency

$$F_r = 1/2\pi\sqrt{LC}$$

หรือเปลี่ยนเป็น $L = 1/C(2\pi F_r)^2$

สำหรับความถี่ที่เป็น MH_z ใช้สูตร

$$L = 10^6/C(2\pi F_r)^2$$

เมื่อ

L = Inductance in uH

C = Capacitance in uF

F_r = Frequency in KH_z

3.2 วงจรทางด้านเครื่องรับ

ภาค DEMODULATOR

ภาค Demodulator นี้จะมีหน้าที่แยก (Detects) สัญญาณเสียง (AF.) ออกจากสัญญาณวิทยุ (RF. Carrier) เพื่อเอาสัญญาณ AF. ไปใช้งาน กรณีนี้เราใช้สัญญาณ Pulse แทนสัญญาณ AF. ดังนั้น เมื่อทำการ Detects สัญญาณออกมาแล้วเราก็จะได้ สัญญาณ Pulse Code ที่ต้องการออกมา เช่นกัน ซึ่งภาค Demodulator นี้จะใช้วงจร Peak Detector เป็นตัว Detects

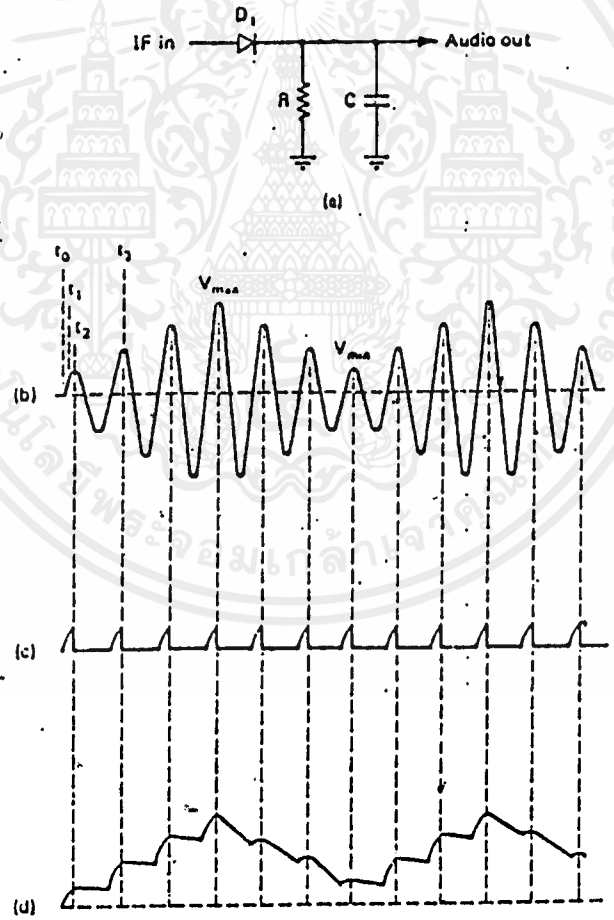
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณออกมา ดังแสดงในรูป ข้อตกต่างระหว่าง AM Modulator และ AM Demodulator คือ ของ Demodulator จะจูนเพื่อให้ความถี่ผลต่างออก การ Demodulator แสดงดังรูป (a) ซึ่งเราเรียกว่า Diode Detector หรือ Peak Detector เพราะว่ามันจะ Detects ค่า Peak ของสัญญาณ Input หรือเรียกว่า Shape (Envelope) Detector เพราะมัน Detects ซองสัญญาณ Input

รูป (b) แสดงสัญญาณ Input ของ AM Modulator

รูป (c) เป็นสัญญาณกระแส ของ Diode

รูป (d) เป็นสัญญาณ Output ที่ผ่านการ Detects แล้ว



วงจร Peak Detector

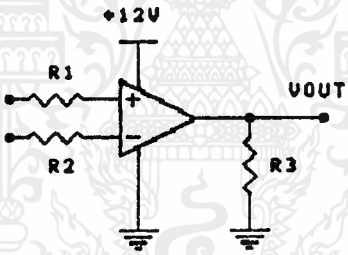
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค WAVE SHAPE

เป็นการปรับแต่งให้รูปสัญญาณที่ผ่านการ Detects ออกมาให้มีความเป็น Square Wave มากยิ่งขึ้น โดยเราใช้วงจร Schmitt Trigger Comparator ซึ่งประยุกต์จากวงจรคอมพาราเตอร์ (Comparator)

หลักการทำงานของวงจร COMPARATOR

จากรูปเป็นวงจร Comparator แบบ Open Loop หลักการก็คือ จะเปรียบเทียบระดับสัญญาณ ที่ขั้ว Input ทั้งสอง (Non-inverting กับ Inverting) ถ้าที่ขา Non-inverting สูงกว่า Output ที่ออกมาจะเป็นบวก (+) มีค่า = V_{cc}



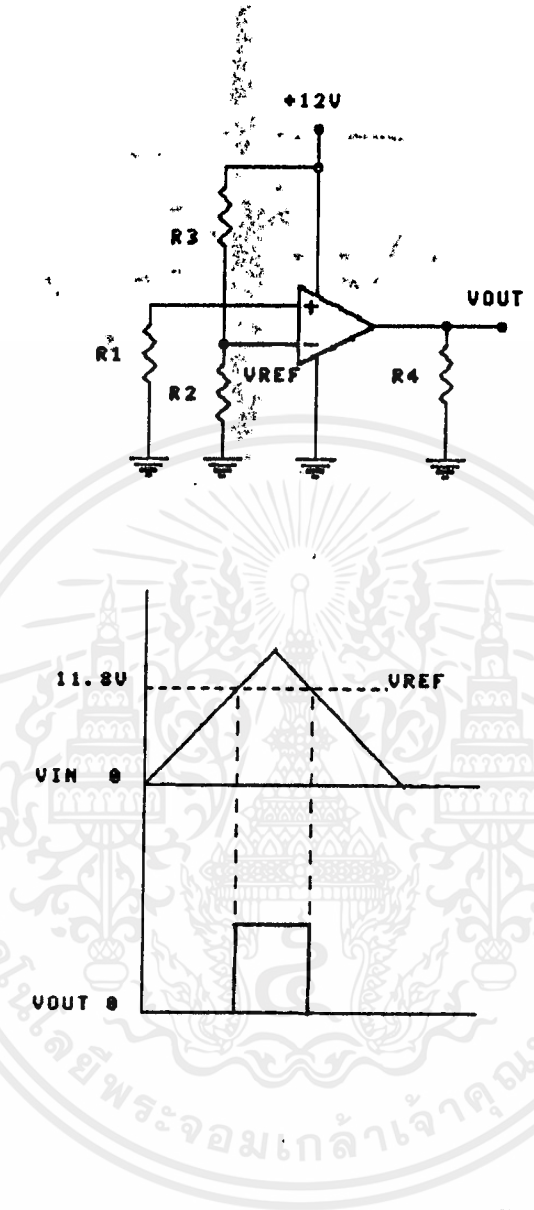
วงจร COMPARATOR

หลักการทำงานของวงจร Schmitt Trigger Comparator

เราน้ำวงจร Comparator มาเป็นวง Schmitt Trigger ดังรูปซึ่งให้แรงดันอ้างอิงแรงดันหนึ่งที่ขั้ว Input ใดขั้วหนึ่งของ OP-AMP (ในรูปใช้ขา Non-inverting)เพื่อที่จะตรวจวัดระดับสัญญาณที่เป็น Input ว่ามีค่ามากกว่า หรือน้อยกว่า ระดับแรงดันอ้างอิง ถ้ามากกว่า แรงดันอ้างอิงจะทำให้ Output ออกมาเป็น $-V_{cc}$ แต่ถ้า Input มีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิงจะทำให้ Output ออกมาเป็น $+V_{cc}$ ซึ่งแรงดันอ้างอิงสามารถ หาได้จาก

$$V_{ref} = [\, R_2 / (R_2 + R_3)] * (+V_{cc})$$

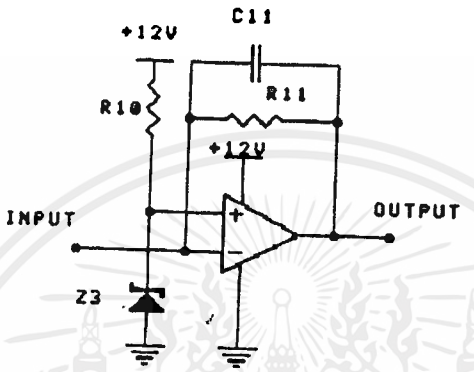
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจร Schmitt Trigger Comparator

ส่วนวงจรที่ใช้จริงดังแสดงในรูป ซึ่งหลักการคล้ายกันต่างกันที่ เราเอาแรงดันอ้างอิงเข้าที่ขา Inverting ส่วน Input ป้อนเข้าขา Non-inverting เพราะฉะนั้น Output ที่ออกมาจะไม่กลับเฟสกับ Input ซึ่ง Input ที่เข้ามา ก็เป็น Square Wave อยู่แล้วเพียงแต่ว่าเราต้องการความเป็น Square Wave มากยิ่งขึ้น เพื่อเข้าวงจร Decoder แล้วรหัสจะไม่ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรใช้งานจริง

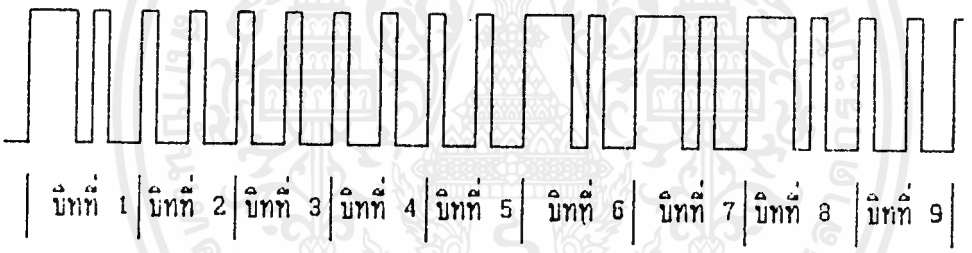
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองทางด้านส่ง

จากการทดลองส่งสัญญาณออก ทางเครื่องส่ง ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณทั้งหมด 9 บิท จะใช้เป็น ADDRESS จำนวน 9 บิท โดย เรากำหนดให้ บิทแรก(A1) มีสถานะเป็น "Open" และสี่บิทต่อมา(A2-A5) กำหนดให้เป็น "0" บิท A6-A8 เป็น "Open" (High Impedance) และบิทสุดท้าย A9 เมื่อกดสวิทช์จะเป็น "0" เราจะได้สัญญาณที่จุดต่างๆของวงจรดังต่อไปนี้

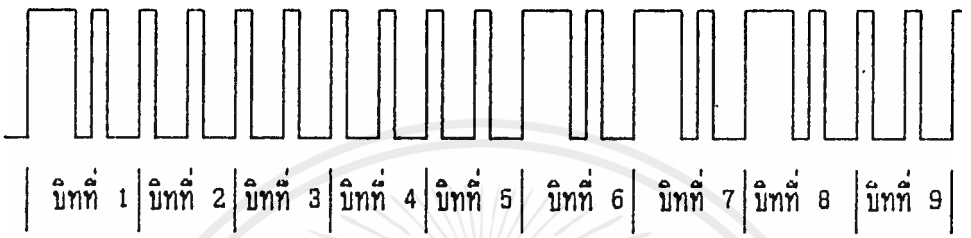


รูปสัญญาณเอาท์พุทจากขา 15 ของ IC MC 145026

จากรูปข้างบนเป็นสัญญาณเอาท์พุทจากวงจร Encoderโดย IC MC 145026 จะเห็นได้ถึงความแตกต่างของสัญญาณ ออกระหว่างสถานะ "Open" (บิทที่ 1และ บิทที่ 6 ถึง บิทที่ 8) สถานะ "0"(บิทที่ 2 ถึงบิทที่ 5 และบิทที่ 9) ที่สถานะ "0" จะได้สัญญาณออกเป็นพัลส์ที่มีช่วงพัลส์ แคบ 2 พัลส์ติดต่อกัน และในสถานะ High Impedance จะได้สัญญาณออก เป็นพัลส์ที่มีช่วงพัลส์กว้าง 1 พัลส์ แล้ว ตามด้วยพัลส์แคบๆ อีก 1 พัลส์ (สถานะ "1" จะได้สัญญาณออกเป็นพัลส์ ที่มีช่วงพัลส์ กว้าง 2 พัลส์ติดต่อกัน) ดังรูปข้างบนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

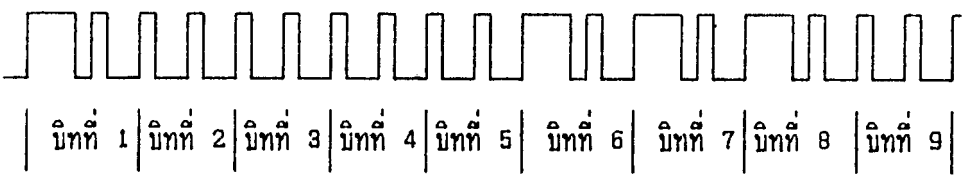
เมื่อเรานำสัญญาณจาก IC :MC 145026 ไปเข้าวงจร Modulation ที่ประกอบด้วยวงจร Tank Tune เพื่อผสมกับสัญญาณพาห์การส่งสัญญาณออกไปตามอากาศจะได้สัญญาณดังนี้



รูปสัญญาณเอาท์พุท

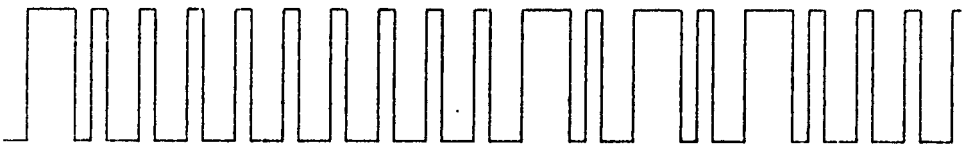
4.2 การทดลองทางด้านรับ

ทางด้านรับจะมีวงจร Tune จะทำหน้าที่จูนเอาเฉพาะสัญญาณความถี่พาห์เข้ามาแต่สัญญาณที่ได้นี้จะมีแอมปลิจูดที่ค่อนข้างต่ำดังนั้นจึงต้องนำมาผ่านวงจรขยายสัญญาณเพื่อ ให้มีแอมปลิจูดที่สูงขึ้น ซึ่งจะได้สัญญาณที่ส่วนต่างๆของวงจรขยาย ดังนี้



รูปสัญญาณที่ได้จะมีแอมปลิจูดต่ำ

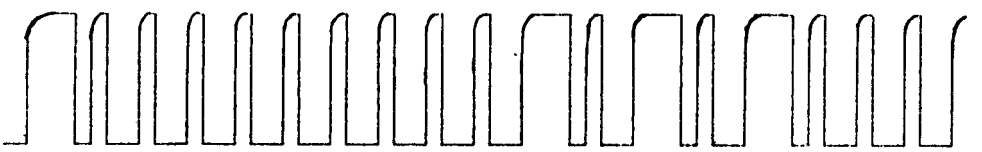
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บิทที่ 1	บิทที่ 2	บิทที่ 3	บิทที่ 4	บิทที่ 5	บิทที่ 6	บิทที่ 7	บิทที่ 8	บิทที่ 9

รูปสัญญาณเอาท์พุทจากวงจรขยาย

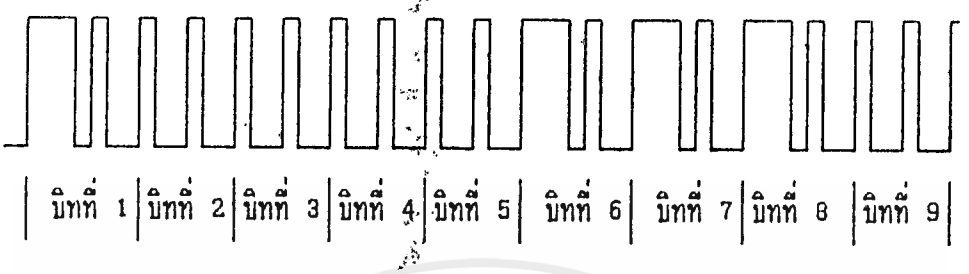
สัญญาณที่ได้จากวงจรขยายในขณะนี้ มีความแรงของสัญญาณพอเพียงแล้ว แต่สัญญาณที่ได้ยังประกอบด้วย สัญญาณ ข่าวสาร และ สัญญาณพาหะ เราจะต้องทำการกำจัดสัญญาณพาหะนี้ออกไป โดยการนำสัญญาณที่ได้ไปผ่านเข้าวงจรดีเท็คเตอร์ สัญญาณที่ออกจากวงจรดีเท็คเตอร์ จะเป็นสัญญาณข่าวสารแล้ว แต่รูปคลื่นที่ได้ยังไม่เป็น SQUAR WAVE ที่แท้จริง และยังอาจมีสัญญาณรบกวนปะปนมาด้วย ดังนั้นจะต้องปรับแต่งรูปคลื่นของสัญญาณ และ กำจัดสัญญาณรบกวนไปพร้อมๆกันด้วยวงจร WAVE SHAPE ที่ประกอบ ด้วย OP AMP เบอร์ 4558 ต่อวงจรเป็นแบบ COMPARATOR ซึ่งจะนำสัญญาณจากวงจรดีเท็คเตอร์ ไปทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง สัญญาณที่ได้เป็นดังนี้



บิทที่ 1	บิทที่ 2	บิทที่ 3	บิทที่ 4	บิทที่ 5	บิทที่ 6	บิทที่ 7	บิทที่ 8	บิทที่ 9

รูปสัญญาณเอาท์พุทจากวงจรดีเท็คเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปสัญญาณเอาท์พุทจากวงจรปรับแต่งรูปคลื่น

จากรูปคลื่นที่ออกจากวงจรปรับแต่งรูปคลื่นจะเห็นว่ามีรูปร่างเหมือนกับสัญญาณที่ออกมาจาก IC MC 145026 ทางเครื่องส่งทุกประการ สัญญาณนี้จะทำการถอดรหัส ด้วย IC MC 145028 ถ้าได้แอดเดรสตรงกับที่ตั้งไว้ ก็จะมีสัญญาณออกไป ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้

4.3 การทดลองการควบคุมปิด-เปิด ประตู

การทดลองใช้มอเตอร์ในการขับประตู จะต้องวางเฟืองของมอเตอร์และรางของประตูให้พอดีได้ฉากกัน และต้องหารางและเฟืองที่มี ฟันเฟืองขบกันได้พอดี และต้องวาง Limit SW. ในตำแหน่งที่เหมาะสม ประตูจึงปิดได้สนิทพอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลของโครงงาน

จากการทำโครงงานนี้ สรุปได้ว่าการทำงาน ในด้านการ ส่ง-รับ สัญญาณดิจิตอล โดยผ่านการผสมสัญญาณความถี่ในย่าน UHF ได้ผลสำเร็จเป็นไปตามความมุ่งหมาย สามารถ ส่ง-รับ กันได้ไกล 30 เมตร ซึ่งไกลพอที่จะใช้ในการควบคุมปิดเปิดประตู และนำเอาสัญญาณที่ได้ไปใช้ควบคุมการหมุนของมอเตอร์เพื่อเปิด-ปิดประตูได้จริง

จึงพอจะกล่าวได้ว่า โครงงานนี้ สามารถใช้งานได้จริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะ

ปัญหาส่วนใหญ่จะอยู่ที่การปรับแต่งวงจร ให้สามารถรับส่งกันได้ โดยจะต้องทำการปรับแต่งอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนของ ภาคส่ง และภาครับ

ภาคส่ง

จะต้องทำการจูนความถี่ให้ได้ความถี่ประมาณ 430 MH_z โดยมีวิธีการปรับแต่ง ดังนี้

- จ่ายไฟ 12 V. ให้กับวงจรเครื่องส่ง
- กด Push bottom switch ON หรือ OFF ของ channelใด channel หนึ่ง
- ใช้ Spectrum analyzer วัดสัญญาณความถี่เอาท์พุท ที่เครื่องส่ง
- ใช้ ไขควงจูนที่ทริมเมอร์ เพื่อให้ได้ความถี่ 430 MH_z

โดยการ Set address ของเครื่องส่ง ที่เครื่องส่งจะใช้ IC MC145026 เป็นตัวเข้ารหัสซึ่งมีขา A1-A9 ในการ Set address เราจะใช้ขา A1-A9 ซึ่งสามารถเป็นได้ 3 สถานะ คือ 0,1 และ Open

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาครับ

ทางด้านภาครับ มีจุดที่ต้องทำการปรับแต่ง เพื่อให้รับสัญญาณที่แรงและถูกต้องที่สุด

- จ่ายไฟให้กับภาครับ
- Set dip switch อยู่ใน channel ที่ต้องการ
- กด Push buttom switch ON ที่เครื่องส่ง
- ใช้ ออสซิโลสโคป วัดสัญญาณที่ ขา 7 ของ IC NE4558 เพื่อจะดูสัญญาณที่รับได้
- ใช้ไขควงจูน ทริมเมอร์ ที่เครื่องรับให้ได้สัญญาณแรงที่สุด

ภาคควบคุมปิด-เปิด ประตู

การทดลองโครงงานนี้ ใช้มอเตอร์ขนาดเล็ก และประตูจำลองซึ่งมีน้ำหนักเบา จึงทำให้ไม่เกิดปัญหา และสำเร็จตามจุดประสงค์ แต่ถ้าใช้ มอเตอร์ขนาดใหญ่ขึ้นและใช้ประตูที่มีน้ำหนักมาก อาจจะเกิดแรงเฉื่อยในการปิดประตูได้ โดยต้องใช้มอเตอร์ที่มีคลัชเพื่อล็อกประตูให้หยุดทันทีที่ต้องการ

ความเหมาะสมของอุปกรณ์และกล่องใส่อุปกรณ์

ในการวางอุปกรณ์และการบรรจุอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องคำนึง เนื่องจากความต้องการที่จะให้เครื่องส่งมีขนาดเล็ก และมีข้อจำกัดเกี่ยวกับกล่องที่ใช้บรรจุวงจร ต้องให้ได้ขนาดเล็กที่สุดแต่หาขนาดที่เหมาะสมได้ยาก ดั้งนั้นควรหาขนาดของกล่องใส่อุปกรณ์ที่เล็กกระทัดรัดกว่านี้ และออกแบบให้วางอุปกรณ์กินพื้นที่ของวงจรพิมพ์น้อยที่สุด และต้องตัดขาของอุปกรณ์ให้สั้นที่สุด เพื่อป้องกันการสูญเสียกำลังในการส่ง และทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ภากร หุตะสังกาศ ที่คอยให้ คำแนะนำ มาโดยตลอด ขอบพระคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่าน ที่ให้คำปรึกษาและสั่งสอน ขอบคุณ คุณสุเทพ (2Q) การสื่อสารแห่งประเทศไทย ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ที่ไม่เคยได้ใช้มาก่อน เช่น Spectrum Analyzer และเครื่องมืออื่น ๆ ที่ให้ใช้ในการทดลองโครงงานนี้อย่างดิเยี่ยม ขอบพระคุณพ่อ-แม่ ที่ให้เงินใช้ อีกทั้ง พี่ๆ เพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือให้ยืมใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ (ทั้งเต็มใจและไม่เต็มใจด้วย แต่ก็ยังให้) แล้วก้อแฟนด้วยที่ไม่บ่นทั้งที่ผิดนัดและไปสายเป็นประจำ ขอบคุณกำลังใจดี ๆ ที่คอยถามไถ่ และ ให้กำลังใจกันมาโดยตลอด ขอบคุณมากนะ สำหรับน้ำใจของทุก ๆ คน โลกเราช่างสวยงามจริง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ทฤษฎีและการใช้งานอีเลคทรอนิค เล่ม 2 โดย ยืน ภู่วรวรรณ

สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น

2. OP-AMP โดย นรินทร์ เนาวประทีป

สำนักพิมพ์ ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

3. DATA HANDBOOK ของ MC145026 และ MC145028

4. คู่มือ ไอซี

5. คู่มือ TRANSISTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ternary data (0, 1, open) allowing 3^9 (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 MC145029 interprets the first four transmitted bits as address and the last five bits as data. The MC145028 treats all nine bits as address. If no errors are received, the MC145027 outputs four data bits, and the MC145029 outputs five data bits, when the transmitter sends address codes that match that of the receiver. A valid transmission will cause the data outputs to 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 Ternary
- Ternary Addressing Maximizes Number of Codes
- Interfaces with RF, Ultrasonic, or Infrared Transmission Medias
- On Chip R-C Oscillator, No Crystal Required
- High External Component Tolerance, Can Use ± 5% Components
- Standard B Series Input and Output Characteristics
- 4.5 to 18 V Operation
- 2.5 V Low Voltage Version Also Available by Special Order

CMOS MSI
(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

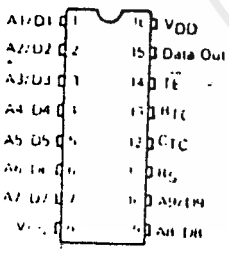
REMOTE CONTROL ENCODER/DECODER PAIRS

L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 620

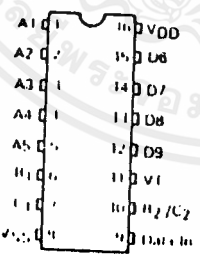
P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

MC14XXXX — Suffix — Denotes
- L — Ceramic Package
- P — Plastic Package

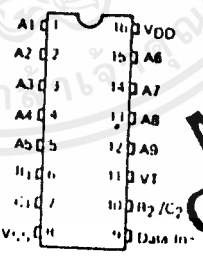
PIN ASSIGNMENTS



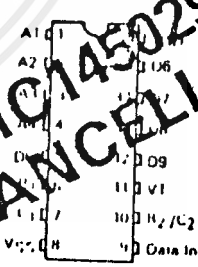
MC14xxx
Encoder



MC14027
Decoder



MC14028
Decoder



MC14029
Decoder

MC14029
CANCELLED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 Min	−40°C Max	25°C Min	25°C Typ	25°C Max	+85°C Min	+85°C Max	Unit
Output Voltage V_{in} = V_{DD} or 0 "0" Level	V_{OL}	5.0 10 15		0.05 0.05 0.05		0 0 0	0.05 0.05 0.05		0.05 0.05 0.05	V
V_{in} = 0 or V_{DD} "1" Level	V_{OH}	5.0 10 15	4.95 9.95 14.95	–	4.95 9.95 14.95	5.0 10 15	–	4.95 9.95 14.95	–	V
Input Voltage "0" Level (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_{IL}	5.0 10 15	– –	1.5 3.0 4.0	– –	2.75 5.50 8.25	1.5 3.0 4.0		1.5 3.0 4.0	V
"1" Level (V_O = 0.5 or 4.5 V) (V_O = 1.0 or 9.0 V) (V_O = 1.5 or 13.5 V)	V_{IH}	5.0 10 15	3.5 7.0 11.0	– –	3.5 7.0 11.0	2.75 5.50 8.25	– –	3.5 7.0 11.0	– –	V
Output Drive Current Source (V_{OH} = 2.5 V) (V_{OH} = 4.6 V) (V_{OH} = 9.5 V) (V_{OH} = 13.5 V)	I_{OH}	5.0 5.0 10 15	−2.5 −0.52 −1.1 −3.6	–	−2.1 −0.44 −1.1 −3.6	−4.2 −0.88 −2.25 −8.8	–	−1.7 −0.36 −0.9 −2.4		mA
Sink (V_{OL} = 0.4 V) (V_{OL} = 0.5 V) (V_{OL} = 1.5 V)	I_{OL}	5.0 10 15	0.52 1.3 3.6		0.44 1.1 3.6	0.88 2.25 8.8		0.36 0.9 2.4		mA
Input Current TE (MC145026, Pullup Device)	I_{in}	5.0 10 15			30 70 110	40 90 140	90 200 300		–	µA
Input Current R_S (MC145026) Data In (MC145027, MC145028, MC145029)	I_{in}	15		±0.1		±0.00001	±0.1		±1.0	µA
Input Current A1, D1 A2 D2 (MC145026) A1 A2 (MC145027) A1 A2 A3 (MC145028) all others (MC145029)	I_{in}	5.0 10 15	–			±25 ±50 ±120	±100 ±200 ±500			µA
Input Capacitance (V_{in} = 0)	C_{in}					5.0	7.5			pF
Quiescent Current MC145026	I_{DD}	5.0 10 15	– – –	– – –		0.0002 0.0004 0.0012	0.10 0.20 0.30	– –	– – –	µA
Quiescent Current MC145027, MC145028, MC145029	I_{DD}	5.0 10 15	– – –	– – –		40 80 120	80 160 240		–	µA
Total Supply Current, – MC145026 (f_C = 20 kHz)	I_T	5.0 10 15		– – –		100 240 440	200 480 720			µA
Total Supply Current – MC145027, MC145028, MC145029 (f_C = 20 kHz)	I_T	5.0 10 15				200 480 840	400 960 1440			µA

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 $V_{SS} \le (V_{in}$ or $V_{out}) \le V_{DD}$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

Characteristic	Symbol	V_{DD}	Min	Typ	Max	Unit
Output Rise and Fall Time	t_{TLH} t_{THL}	5.0 10 15	– – –	100 50 40	200 100 80	ns
Data In Rise and Fall Time (MC145027, MC145028, MC145029)	t_{TLH} t_{THL}	5.0 10 15	– – –	– – –	15 15 15	µs
Encoder Clock Frequency	f_{cl}	5.0 10 15	0 0 0	– – –	2 5 10	MHz
Decoder Frequency (Referenced to Encoder Clock) (See Figure 10)	f_{cl}	5.0 10 15	1 1 1	– – –	240 600 800	kHz
$\overline{TE}$ Pulse Width	t_{WL}	5.0 10 15	60 30 20	– – –	– – –	ns
System Propagation Delay ($\overline{TE}$ to Valid Transmission)	–	–	–	182	–	Clock Cycles
Tolerance on Timing Components ($\Delta R_1/C + \Delta C_1/C + \Delta R_1 + \Delta C_1$) ($\Delta R_2 + \Delta C_2$)	–	– –	– –	– –	±.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 $\overline{TE}$ input pin. Each time the $\overline{TE}$ 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 $\overline{TE}$ 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 $\overline{TE}$ input has an internal pullup device so that a simple switch may be used to force the input low. While $\overline{TE}$ is high the encoder is completely disabled, the oscillator is inhibited, and the current drain is reduced to quiescent current. When $\overline{TE}$ 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 $\overline{TE}$ pin rather than by holding $\overline{TE}$ 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 part, 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 × C1 time constant.

MC145029

This decoder operates like the MC145027, but it assumes the last 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTIONS

MC145026 ENCODER

A1/D1-A9/D9, ADDRESS/DATA INPUTS (PINS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10) – These inputs are encoded and the data is serially output from the encoder.

R_S, C_{TC}, R_{TC}, OSCILLATOR COMPONENTS (PINS 11, 12, 13) – These pins are part of the oscillator section of the encoder. If an external signal source is used instead of the internal oscillator, it should be connected to the R_S input and the R_{TC} and C_{TC} pins should be left open.

$\overline{TE}$, TRANSMIT-ENABLE INPUT (PIN 14) This active low input initiates transmission when forced low. An internal pullup device keeps this input normally high.

Data Out, DATA OUTPUT (PIN 15) – This is the output of the encoder that serially presents the encoded word.

V_{DD}, POSITIVE SUPPLY (PIN 16) – The most positive power supply.

V_{SS}, NEGATIVE SUPPLY (PIN 8) – The most negative supply (usually ground).

MC145027, MC145028, MC145029 DECODERS

A1-A5 (MC145027), A1-A9 (MC145028), A1-A4 (MC145029), ADDRESS INPUTS – These address inputs must match the corresponding encoder inputs in order for the decoder to output data.

D6-D9 (MC145027), D5-D9 (MC145029), DATA OUTPUTS – These outputs present the information that is on the corresponding encoder inputs. Note: only binary data will be acknowledged, a trinary open will be decoded as a logic one.

R_1, C_1, PULSE DISCRIMINATOR (PINS 6, 7) – These pins accept a resistor and capacitor that are used to determine whether a narrow pulse or a wide pulse has been encoded. The time constant $R_1 \times C_1$ should be set to 1.72 encoder (transmitter) clock periods. $R_1C_1 = 1.72\,R_{TC}C_{TC}$.

R_2/C_2, DEAD TIME DISCRIMINATOR (PIN 10) – This pin accepts a resistor and a capacitor to V_{SS} that are used to detect both the end of an encoded word and the end of transmission. The time constant $R_2 \times C_2$ should be 33.5 encoder (transmitter) clock periods (four data bit periods). $R_2C_2 = 77\,R_{TC}C_{TC}$. This time constant is used to determine that Data In has remained low for four data bit times (end of transmission). A separate comparator looks at a voltage-equivalent two data bit times ($0.4\,R_2C_2$) to detect the dead time between transmitted words.

VT, VALID TRANSMISSION (PIN 11) – This output goes high when the following conditions are satisfied:

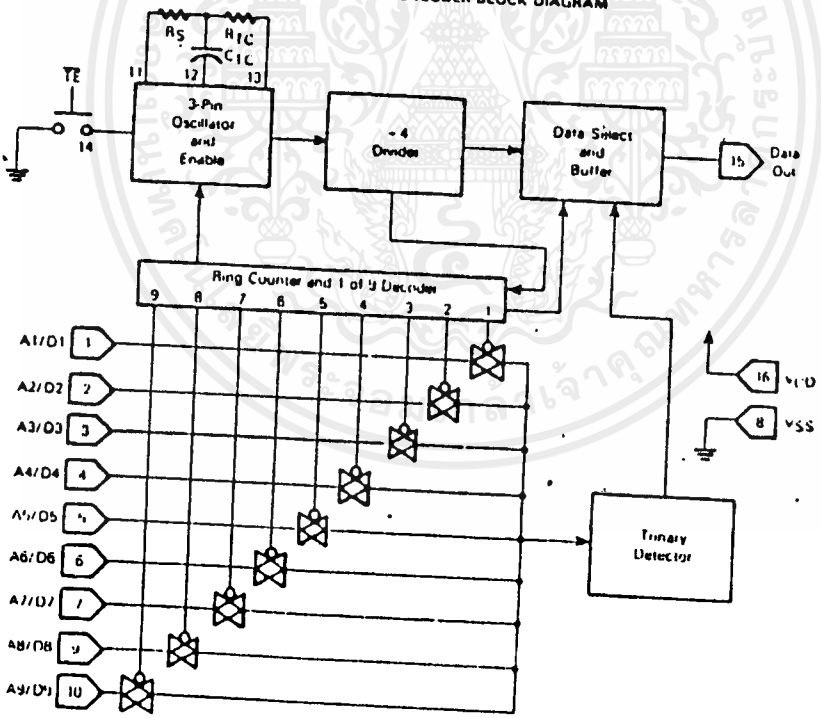
1. the transmitted address matches the receiver address, and
2. the transmitted data matches the last valid data received (MC145027 and MC145029, only).

VT will remain high until a mismatch is received, or no input signal is received for four data bit times.

V_{DD}, POSITIVE SUPPLY (PIN 16) – The most positive power supply.

V_{SS}, NEGATIVE SUPPLY (PIN 8) – The most negative supply (usually ground).

FIGURE 1 – MC145026 ENCODER BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 2 – MC145027 DECODER BLOCK DIAGRAM

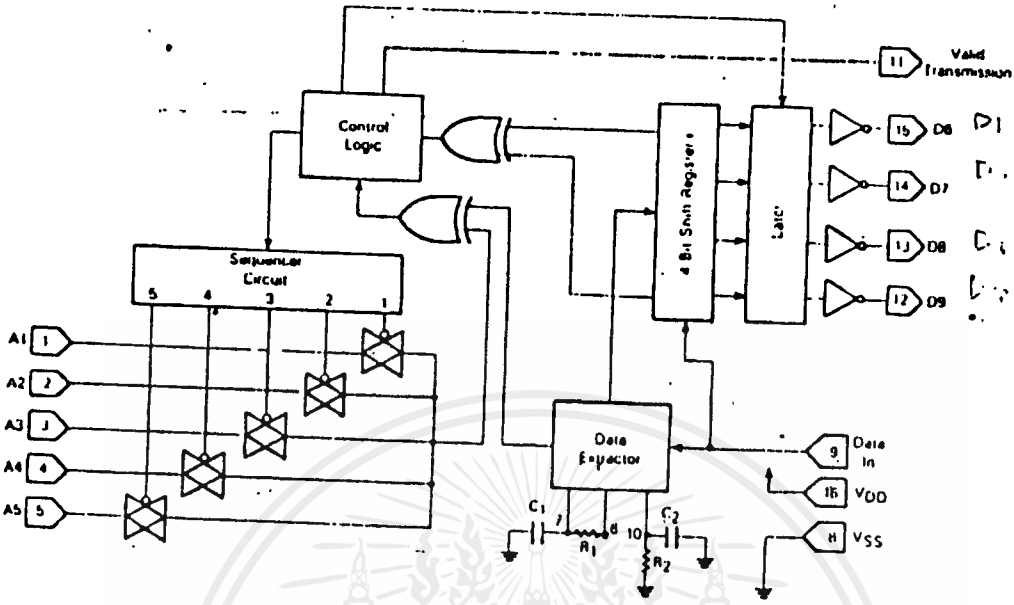
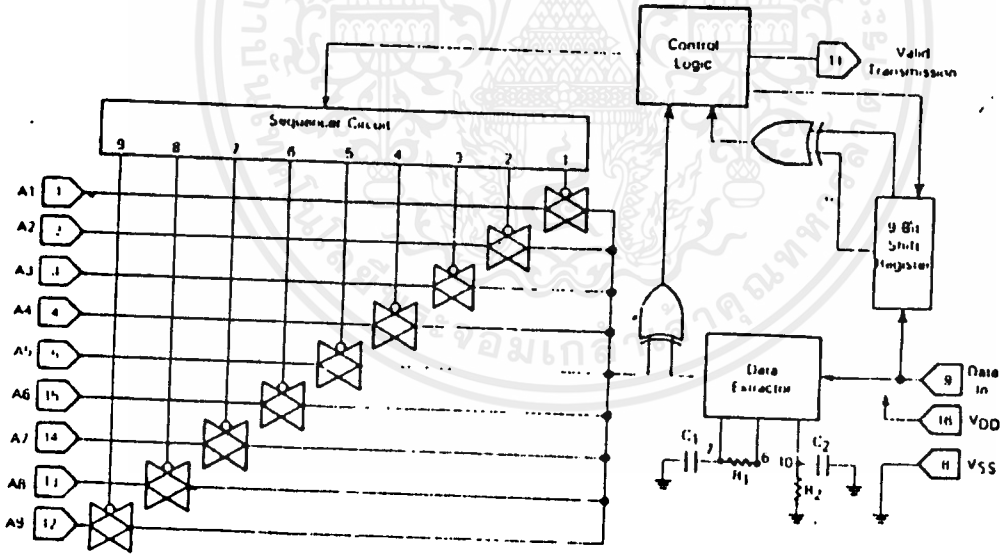


FIGURE 3 – MC145028 DECODER BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 4 – MC145029 DECODER BLOCK DIAGRAM

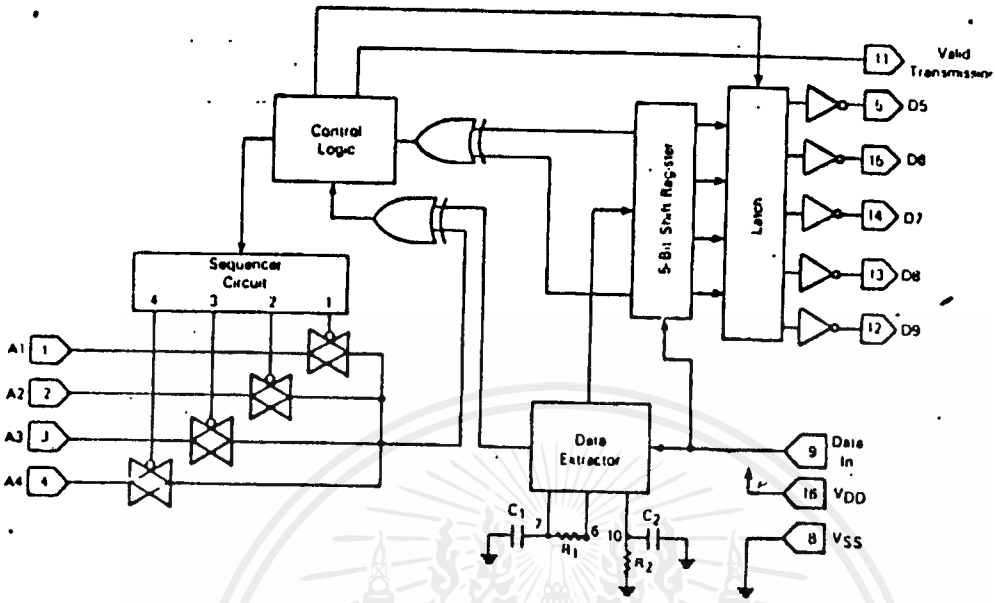
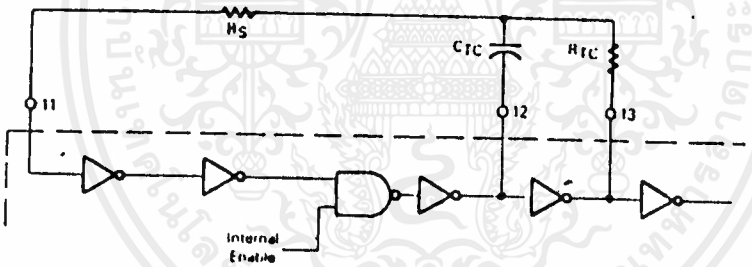


FIGURE 5 – ENCODER OSCILLATOR INFORMATION



This oscillator will operate at a frequency determined by the external RC network, i.e.,

$$f_a \approx \frac{1}{2.3\,R_{TC}\,C_{TC}}\ (Hz)$$

for 1 kHz ≤ f ≤ 400 kHz

where $C_{TC} = C_{TC} + C_{layout} + 12$ pF

$R_S \approx 2 R_{TC}$

$R_S \geq 20$ k

$R_{TC} \geq 10$ k

400 pF < C_{TC} < 15 nF

The value for R_S should be chosen to be ≥ 2 times R_{TC}. The range will assure that current through R_S is insignificant compared to current through R_{TC}. (The upper limit for R_S must ensure that R_S + 5 pF (oscillator input capacitance) is small compared to R_{TC} + C_{TC}.

For frequencies outside the indicated range, the formula will be less accurate. The maximum recommended oscillator frequency in this circuit is 1 kHz. Susceptibility to externally induced noise signals may occur for frequencies below 1 kHz and/or when resistors used are greater than 1 MΩ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 6 – ENCODER/DECODER TIMING DIAGRAM

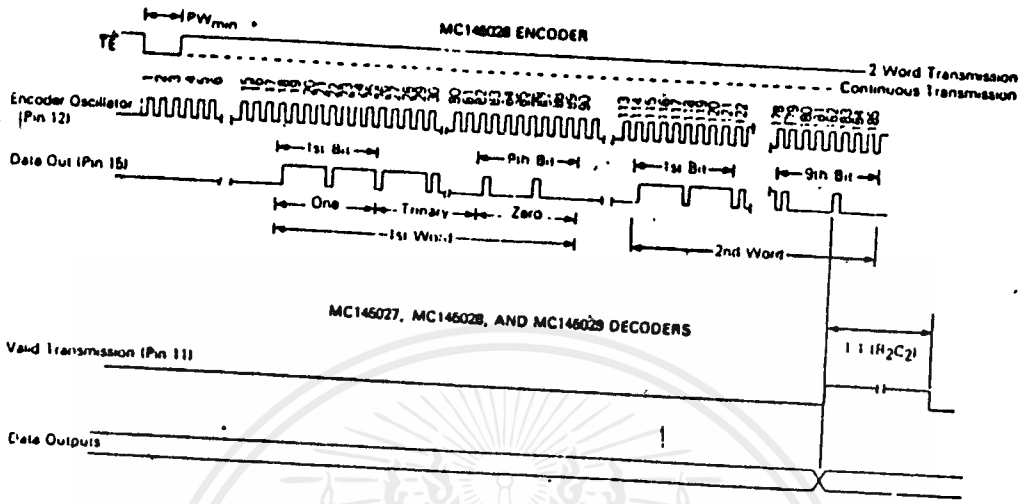
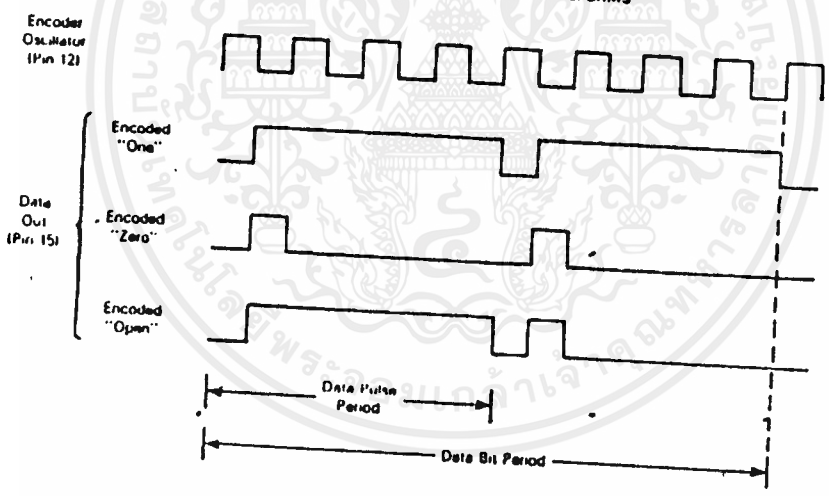
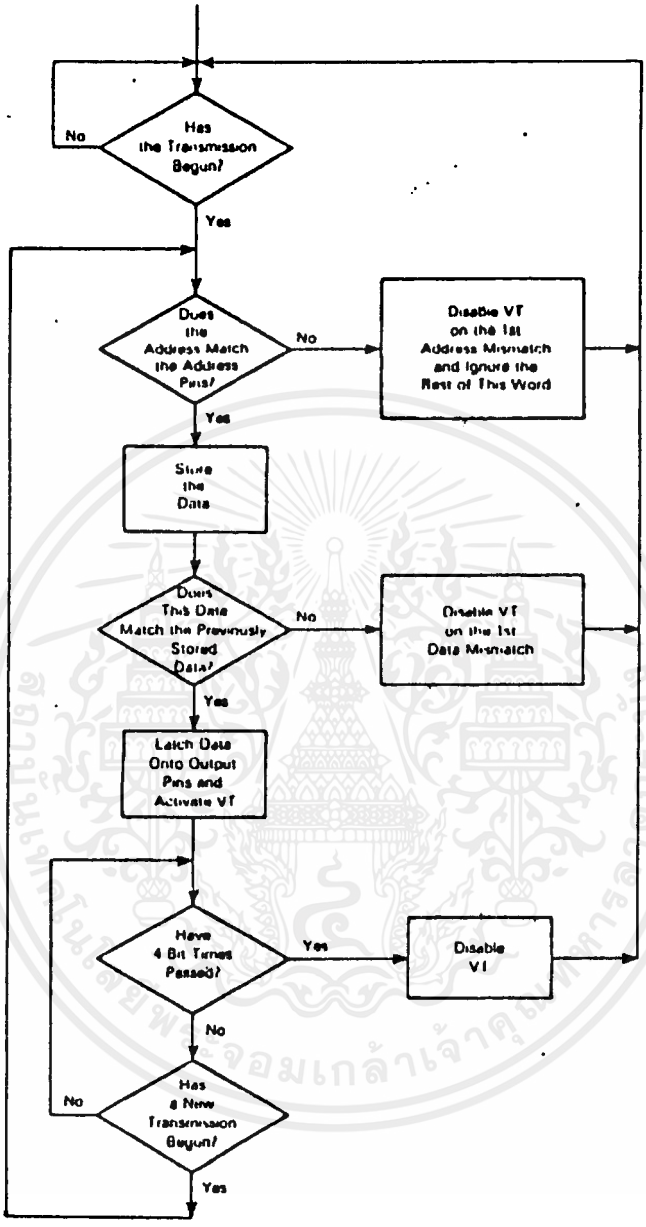


FIGURE 7 – MC145026 ENCODER DATA WAVEFORMS



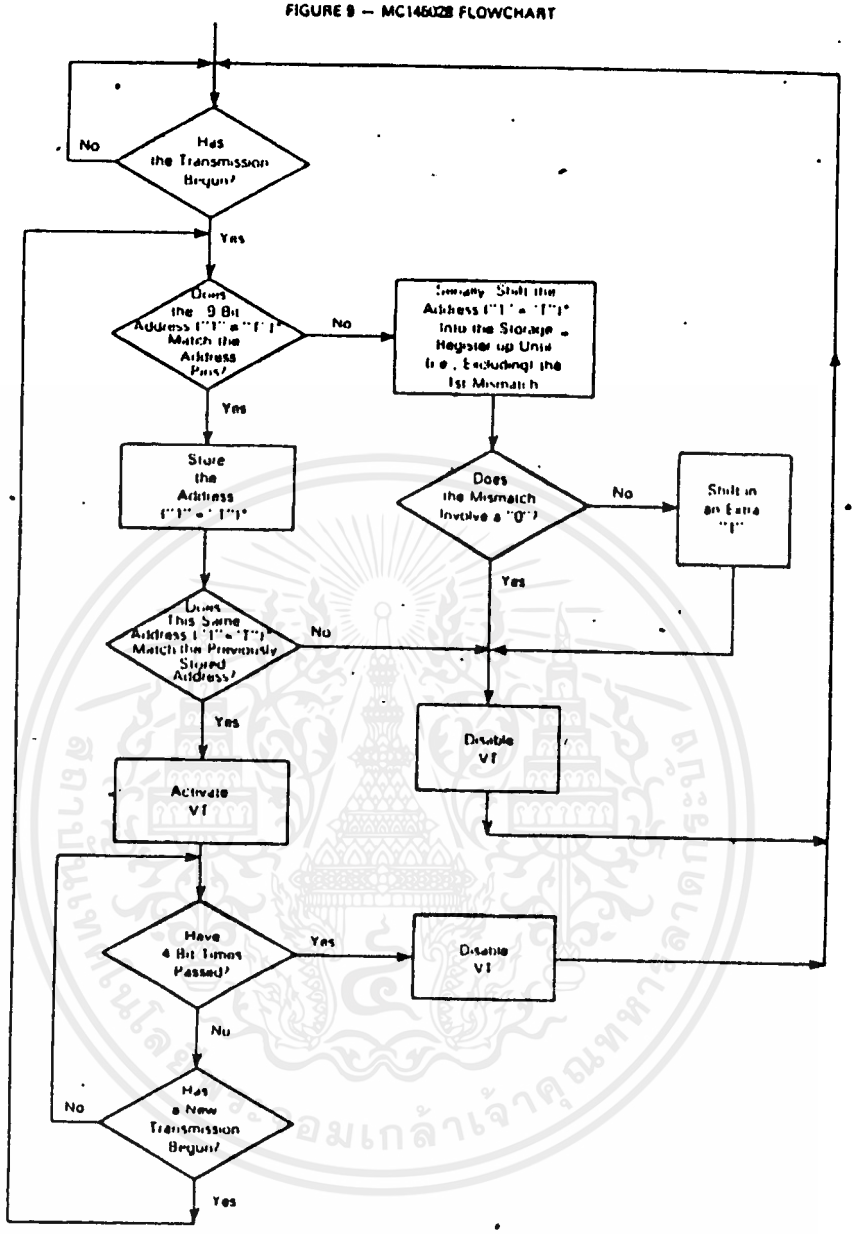
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 8 – MC145027/MC145029 FLOWCHART



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

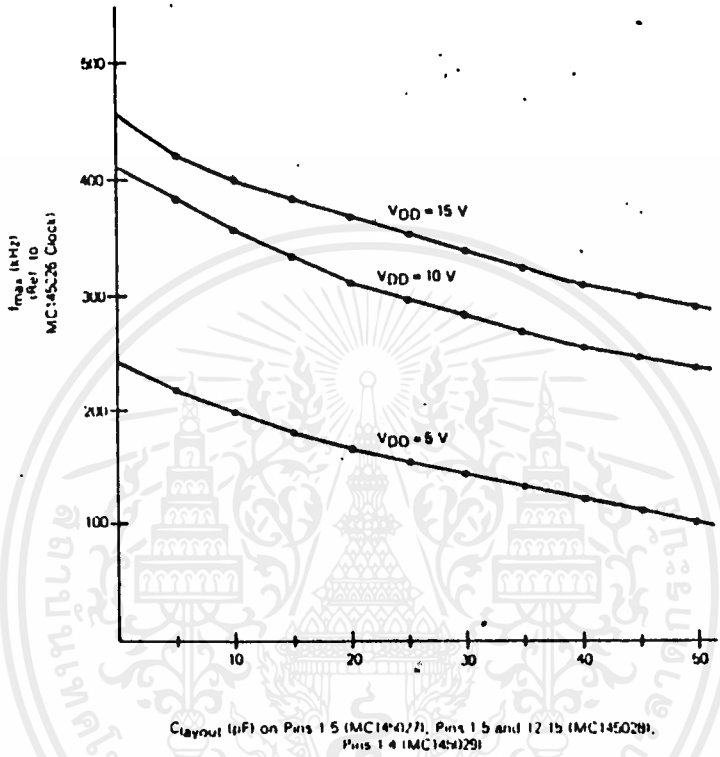
FIGURE 9 — MC145028 FLOWCHART



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 10 — f_{max} vs C_{layout}
MC146027, MC145028, and MC146029



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

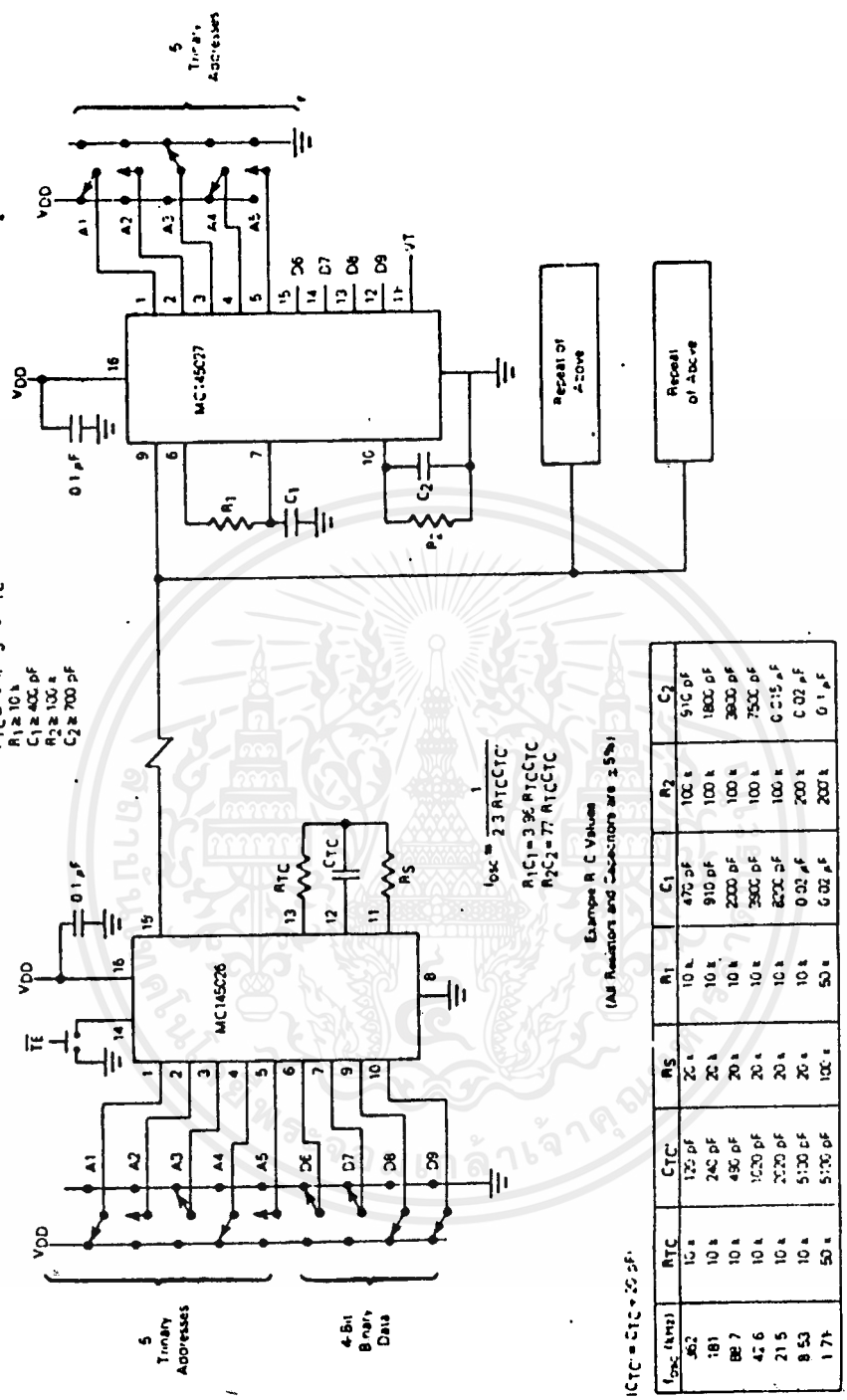


FIGURE 11 – TYPICAL APPLICATION

f_{OSC} (kHz)	RTC	CTC	RS	R1	C1	R2	C2
362	10 k	120 pF	20 k	10 k	470 pF	100 k	910 pF
181	10 k	240 pF	20 k	10 k	910 pF	100 k	1800 pF
88.7	10 k	480 pF	20 k	10 k	2000 pF	100 k	3900 pF
47.6	10 k	1000 pF	20 k	10 k	3900 pF	100 k	7500 pF
21.5	10 k	2200 pF	20 k	10 k	8200 pF	100 k	0.015 μF
8.53	10 k	5100 pF	20 k	10 k	0.02 μF	200 k	0.02 μF
1.71	50 k	5100 pF	100 k	50 k	0.02 μF	200 k	0.1 μF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้