สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องรับส่งวิทยุย่านความถี่สูง

HIGH FREQUENCY REMOTE CONTROL

โดย

นายยงยุทธ สิริประภาวรรณ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36851
วัน, เดือน, ปี 29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับส่งวิทยุย่านความถี่สูง

HIGH FREQUENCY REMOTE CONTROL

โดย

นายยงยุทธ สิริประภาวรรณ รหัส 35104333

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2542

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องรับส่งวิทยุย่านความถี่สูง

ผู้จัดทำ นายยงยุทธ สิริประภาวรรณ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับส่งวิทยุย่านความถี่สูง

ยงยุทธ สิริประภาวรรณ
อาจารย์คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้แสดงถึงโครงงาน เครื่องรับส่งวิทยุโดยใช้คลื่นวิทยุย่านความถี่ UHF (ประมาณ 304 เมกะเฮิรตซ์) ไอซี MC 145026 จะทำหน้าที่เป็นตัวเข้ารหัสข้อมูล 9 บิต และส่งค่าข้อมูลนี้ออกมาเป็นอนุกรมเมื่อได้รับสัญญาณให้ส่ง ค่าอินพุต 9 บิตนี้สามารถตั้งค่าสถานะได้ 3 สถานะ (0 , 1 ,ปล่อยลอย) ซึ่งสามารถสร้างรหัสได้ 3^9 (19,683) รหัสโดยไม่ซ้ำกัน ตัวถอดรหัสจะรับค่า 9 บิต ที่ส่งมาจากเครื่องส่ง แล้วแยกค่าบิตที่อยู่ และข้อมูล เมื่อตัวส่งรหัสส่งค่าที่อยู่ที่ตรงกับตัวรับ จะมีสัญญาณบอกให้รู้ว่าค่าที่รับมาสอดคล้องกับตัวส่ง

Abstract

This thesis is present an UHF REMOTE CONTROL by used radio wave UHF band (about 304 Megahertz). The MC 145026 will encode nine bits of information and serially transmit this information upon receipt of a transmit enable . Nine inputs maybe encoded with trinary data (0 , 1 , open) to allow 3^9 (19,683) different codes . The decoders will receive the 9 bit word and will interpret some of the bits as address codes and some as data . When the transmitter sends address codes that match that of the receiver . A valid transmission output will go high on decoder when they recognize an address that matches that of the decoder .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	หลักการและทฤษฎีของระบบควบคุมระยะไกลแบบไร้สาย	3
บทที่ 3	การสื่อสารด้วยพัลซ์	7
บทที่ 4	หลักการของเครื่องควบคุมระยะไกล	12
บทที่ 5	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้ารหัส และ ถอดรหัส	20
บทที่ 6	การทำงานของวงจรภาคส่ง และ ภาครับ	27
ภาคผนวก		34
กิตติกรรมประกาศ		47
เอกสารอ้างอิง		48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

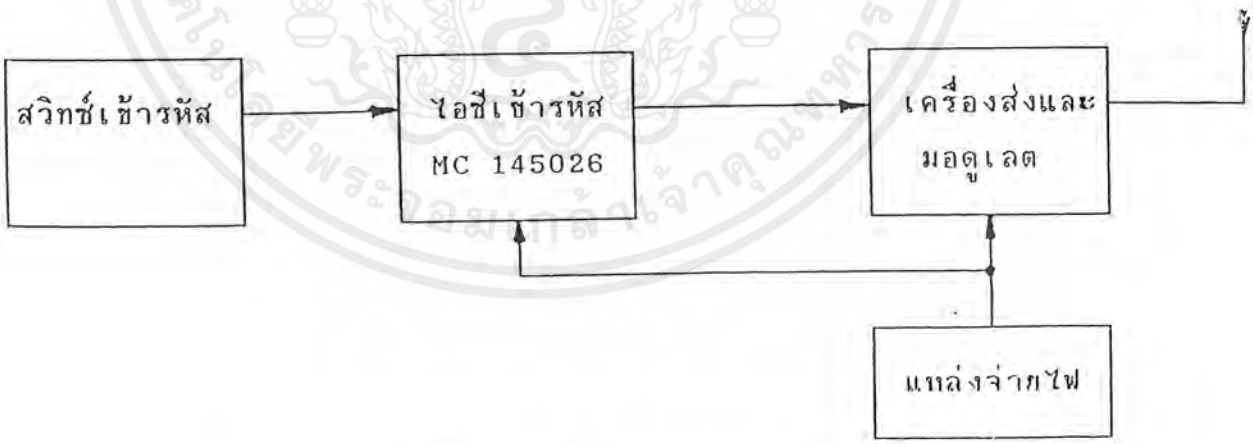
1.1 ความเป็นมาในการควบคุม

ในปัจจุบัน เรามีความต้องการใช้งานเครื่องควบคุมในระยะไกลมากขึ้น ในงานหลายด้าน เช่น การควบคุมการปิดเปิดประตูบ้าน การควบคุมการป้องกันโจรกรรม ซึ่งในลักษณะงานเช่นนี้ ต้องการเครื่องควบคุม ที่มีขนาดเล็ก เพื่อให้สามารถพกพาได้สะดวก การออกแบบเครื่องส่งของตอนนี้จึงออกแบบให้มีขนาดเล็กที่สุด

เนื่องจากการทำงานของเครื่องส่งเป็นการใช้คลื่นวิทยุเป็นหลักในการทำงาน ทำให้การควบคุมไม่มีทิศทางเป็นสาเหตุให้เกิดการแทรกซ้อนการทำงานผิดพลาดได้ ถ้ามีผู้ใช้อื่นอยู่ในบริเวณเดียวกัน ในกรณีที่การทำงานเป็นแบบอนาลอก (Analog) ดังนั้น เราจึงออกแบบให้เครื่องส่งและเครื่องรับทำงานในรูปแบบดิจิตอล (Digital) ซึ่งจะเป็นการแก้ปัญหาการส่งรหัสให้ถูกต้องสอดคล้องกันได้

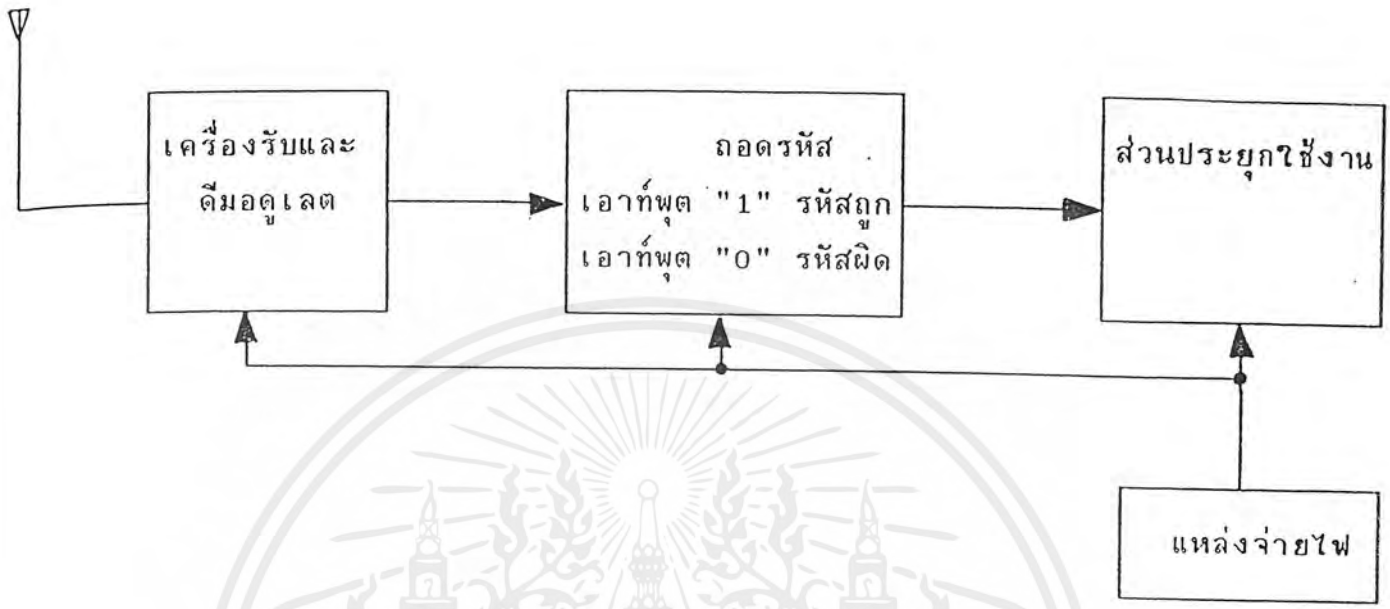
1.2 โครงสร้างการทำงานของเครื่อง

เนื่องจากเราต้องการให้เครื่องส่งและเครื่องรับมีขนาดเล็กที่สุด และรหัสที่ใช้เป็นแบบดิจิตอล เราจึงใช้วงจรรวมที่เรียกว่า ไอซี (IC : Integrated Circuit) เบอร์ MC 145026 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเข้ารหัส และใช้ไอซี เบอร์ MC 145028 เป็นตัวถอดรหัส ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานของเครื่องส่งและเครื่องรับได้ ดังนี้



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 บล็อกไดอะแกรมภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีของระบบควบคุมระยะไกลแบบไร้สาย

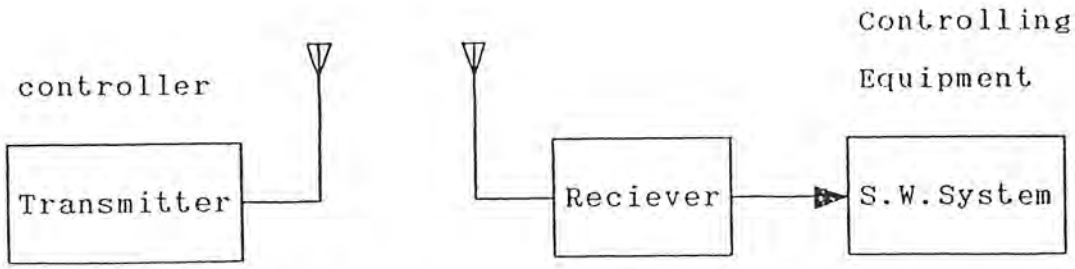
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Remote Control

Remote Control เป็นระบบควบคุมทางไฟฟ้าหรือ Electronic ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมที่อยู่ระยะไกลจากตัวควบคุม ระหว่างตัวควบคุมและตัวถูกควบคุมจะต้องมีตัวกลางเป็นตัวส่งผ่านสัญญาณในการควบคุม เช่นสัญญาณจากคลื่นวิทยุ คลื่นเสียง Microwave หรืออื่น ๆ ซึ่งตัวกลางนี้อาจนะเป็นอากาศ หรือ สายส่งสัญญาณก็ได้

จากรูปที่ 1 เป็นการแสดงถึงระบบของ Remote Control ตัวควบคุม หรือ Controller จะเป็นตัวผลิตสัญญาณที่ใช้ในการบังคับตัวถูกควบคุมหรือ Controlling Equipment โดยมีตัวกลางหรือ Medium เป็นตัวรับสัญญาณจาก Controller ไปยังวงจร Controlling Equipment ในภาพ ตัวสัญญาณที่ถูกส่งออกมาจาก Controller จะเป็นในรูปของ Pulse เมื่อ Pulse นี้เข้าไปในตัว Controlling Equipment แล้ว Pulse จะเป็นตัวกระตุ้นระบบ Switch ของ Controlling Equipment

รูปที่ 2.1 แสดงระบบของ Remote Control

ในทางปฏิบัติตัว controller นี้อาจจะเป็นตัวผลิตสัญญาณ Pulse ที่ตัวเครื่องส่ง (Transmitter) ตัวกลางอาจจะเป็นอากาศและ Controlling Equipment อาจจะเป็นเครื่องรับ (Receiver) และระบบ Switch ดังรูปที่ 2



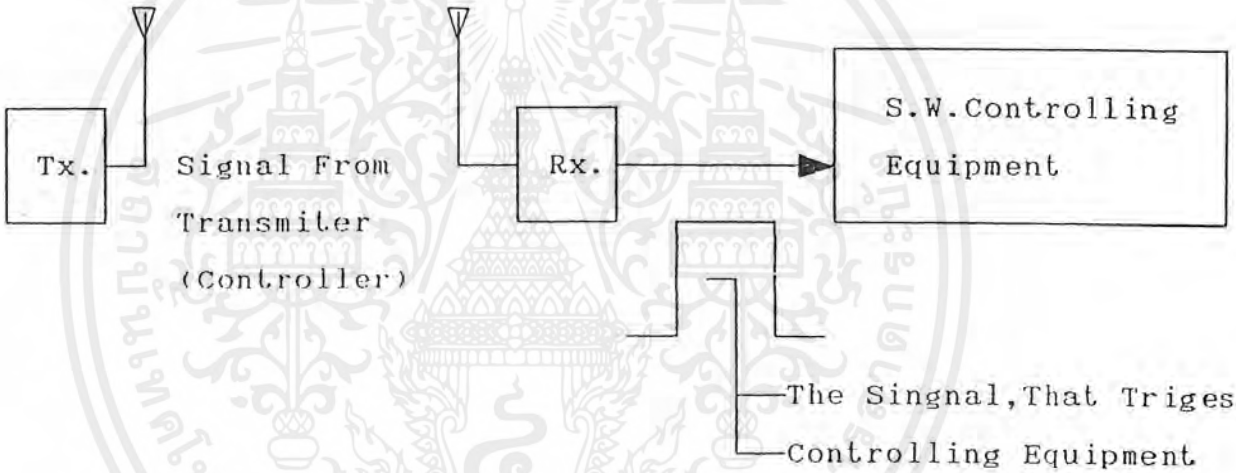
รูปที่ 2.2 Remote Control Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Transmitter

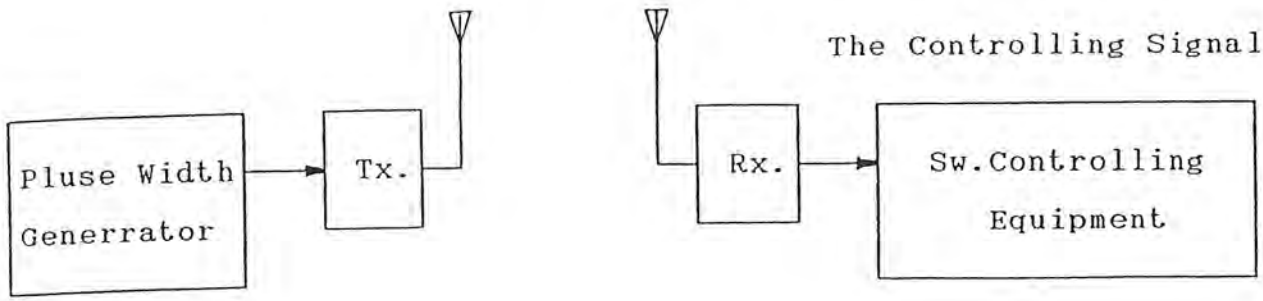
โดยอาศัยหลักการของ เครื่องส่งวิทยุ เราได้ใช้ความถี่บางความถี่ที่สามารถเดินทางในอากาศได้ เช่น ความถี่ย่าน MF , RF , Microwave, Infra – Red เป็นต้น เมื่อเราผลิตความถี่นี้ออกมาแล้ว ส่งให้มันเดินไปในอากาศ ดังนั้นสำหรับตัว Transmitter แล้วจึงต้องมีตัวที่ ผลิตความถี่ที่จะส่งออกอากาศ หรือ ตัวกำหนดแสงอินฟาเรด และที่ตัว Receiver ก็เช่นเดียวกันกับเครื่องรับวิทยุคือ จะรับเอาคลื่นที่อยู่ในอากาศนั้นมา แล้วแปลความหมายซึ่งตัวผลิตความถี่ของ Transmitter จะผลิตความถี่เท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งานของเรา เพราะในย่านความถี่ต่าง ๆ ก็มีข้อดี ข้อเสีย ที่แตกต่างกันออกไป

ในการส่งสัญญาณทางอากาศของ Transmitter สำหรับ Remote Control นั้น เรามีหลักฐานที่สำคัญอยู่ 2 อย่าง คือ



รูปที่ 2.3 อาศัยความถี่จาก Transmitter เป็นตัว Control

อาศัยความถี่ที่เราผลิตได้จาก Transmitter เป็นเพียงคลื่นพาห์ Carrier เพื่อนำเอาสัญญาณ Pulse ไปเป็นตัวกระตุ้นให้ S.W. Controlling Equipment ทำงาน ดูรูปที่ 2.4



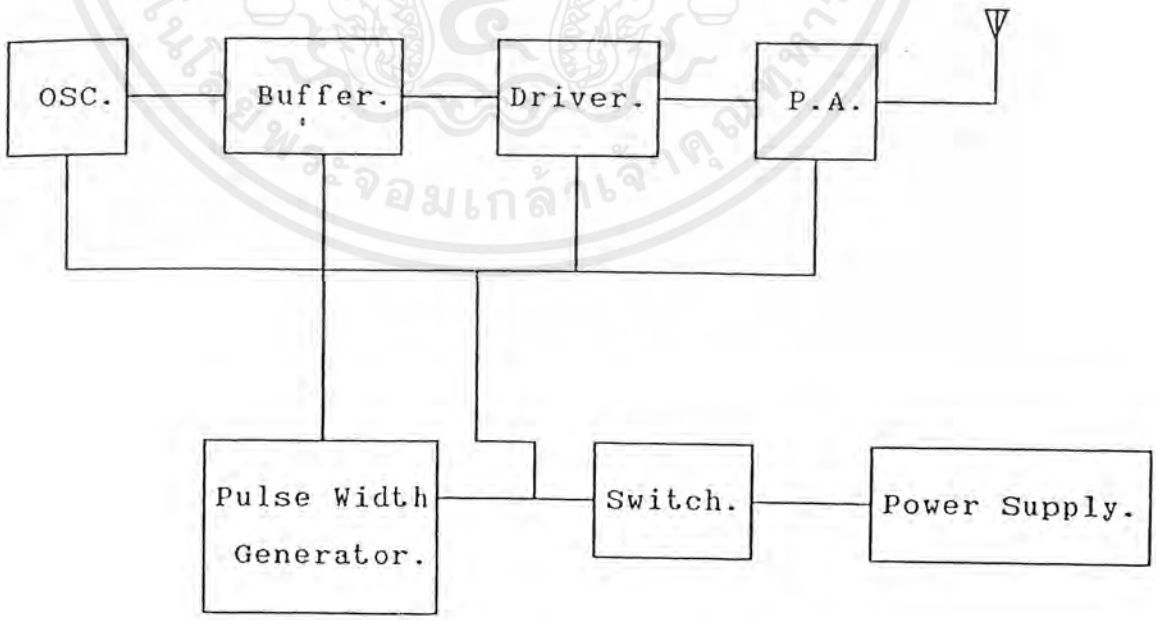
รูปที่ 2.4 Block Diagram ของ Remote Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปแล้วในภาคเครื่องส่งก็สามารถแบ่งลักษณะของ Transmitter ออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีเฉพาะเครื่องส่งอย่างเดียว และ ชนิดที่มีสัญญาณ Pulse กับเครื่องส่งประกอบกันดังรูปที่ 2.3 และ 2.4 ซึ่ง Tx คือ Transmitter และ Rx คือ Receiver และ Pulse Width Generator คือ สัญญาณ Pulse นั้นเอง

สำหรับ Block Diagram ของเครื่องส่งจะประกอบด้วยภาคความถี่ (Oscillator) ภาคที่กั้น OSC d กับ Driver (Buffer), ภาคขับสัญญาณ (Driver) และภาคขยายกำลัง (Power Amplifier) ดังรูปที่ 2.5 ซึ่งเป็นตัวอย่างของเครื่องส่งอย่างง่าย ๆ สำหรับวงจรที่มี Pulse Width ก็เติม Pulse Width Generator เข้ามาอีก เมื่อ OSC ผลิตความถี่ออกมา เพื่อที่จะผสมกับความถี่ Pulse Width เราเรียกการผสมสัญญาณนี้ว่า Modulator แล้วสัญญาณจะผ่านทาง Buffer ภาคขับสัญญาณจนกระทั่งถึงภาคขยายกำลังเพื่อขยายสัญญาณให้มีขนาดสูงขึ้น จากนั้นก็ส่งออกอากาศดังรูป

รูปที่ 2.5 Block Diagram ของเครื่องส่ง



รูปที่ 2.6 เครื่องส่งที่มีการ MOD. ของ Signal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.5 สัญญาณจากวงจรผลิตความถี่ (OSC) จะเป็นตัวกระตุ้นตัวถูกควบคุม (Controlling Equipment) ทำงาน

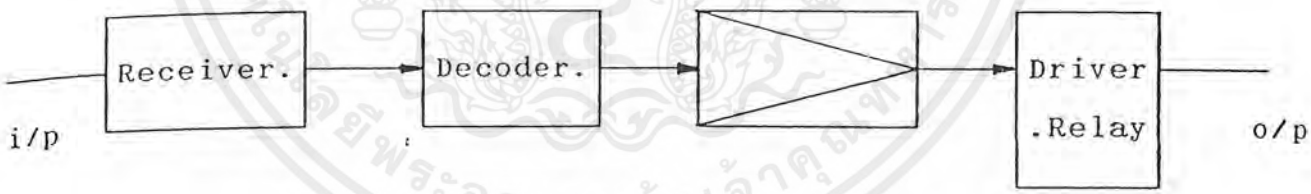
สำหรับรูปที่ 2.6 สัญญาณจากสัญญาณรหัส Pulse Width จะเป็นตัวกระตุ้นให้ตัวถูกควบคุม (Controlling Equipment) ทำงาน

ในทางปฏิบัติสัญญาณจากวงจรผลิตความถี่ และสัญญาณรหัสก็คือ ความถี่ทั้งคู่ แต่อาจจะมีความแตกต่างกันบ้าง โดยทั่วไปแล้วความถี่ของ OSC จะสูงกว่า Pulse Width และความถี่ของภาค Pulse Width Generator จะออกมาในรูปของ Pulse width

2.3 RECEIVER

Receiver ของวงจร Remote Control จะเป็นตัวที่รับสัญญาณจากอากาศที่ถูกส่งมาโดย Transmitter ดังนั้น สำหรับภาครับจึงต้องมีความสามารถในการรับความถี่ที่ถูกส่งโดย Transmitter เท่านั้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันการรบกวน สัญญาณจากที่อื่น

สำหรับ Receiver ส่วนประกอบใหญ่ของวงจรจะประกอบด้วย ภาครับ และ Decoder ภาครับจะรับเอาสัญญาณที่ส่งจาก Transmitter เข้าไปในเครื่องและตัว Decoder จะทำการถอดเอาสัญญาณที่รับได้ออกมาเป็น Pulse เพื่อที่จะใช้งานต่อไป ก่อนที่จะเอาไปใช้งานสัญญาณที่ได้ ควรจะได้รับการขยายก่อน เพื่อให้สัญญาณมีขนาดใหญ่ขึ้น (แรงมากขึ้น)



รูปที่ 2.7 Block Diagram ภาครับ

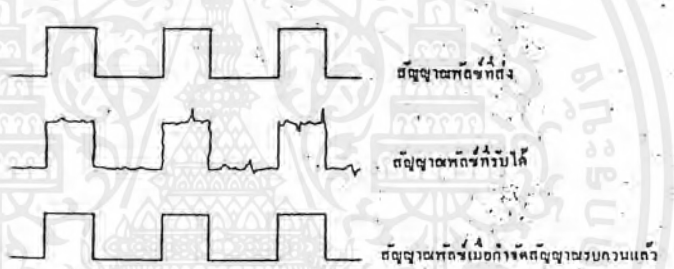
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสื่อสารด้วยพัลซ์

3.1 การสื่อสารด้วยพัลซ์

การสื่อสารด้วยพัลซ์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในกิจการสื่อสารและโทรคมนาคม ตลอดจนการสื่อข้อมูลในรูปโทรเลข โทรพิมพ์ โทรศัพท์ การสื่อสารที่ใช้ในระบบราชการ การทหาร การพาณิชย์ การสื่อสารนี้มักส่งหรือสื่อสารกันด้วยสัญญาณพัลซ์ ในบทนี้เราจะได้กล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับการสื่อสารที่ใช้พัลซ์เป็นหลัก

ข้อดีของการสื่อสารด้วยพัลซ์เห็นได้ชัดในเรื่องความถูกต้องของข้อมูล ทั้งนี้เพราะเราส่งสัญญาณเป็นพัลซ์ เมื่อมีสัญญาณอื่นรบกวนเข้ามาในระบบ การถอดรหัสออกมาเป็นพัลซ์ก็ยังคงเหมือนเดิม ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1

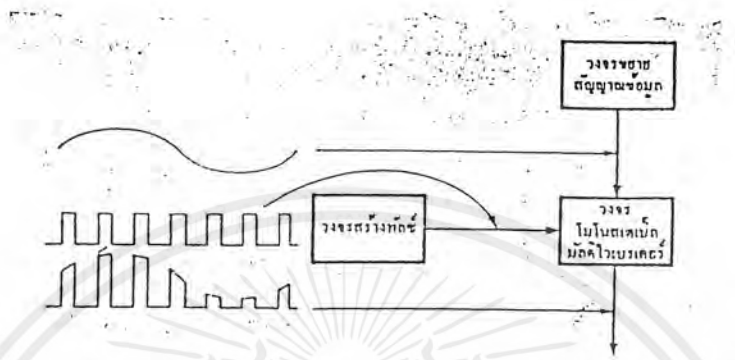
นอกจากนี้การสื่อสารด้วยพัลซ์ยังมีข้อดีในเรื่องประสิทธิภาพของการส่งด้วย เพราะถ้าส่งแบบวิทยุการทำงานของเอาท์พุททรานซิสเตอร์จะอยู่ในลักษณะของสวิทซ์คัทออฟและอิ่มตัว ซึ่งทำให้กำลังงานสูญเสียในตัวเอาท์พุททรานซิสเตอร์มีค่าน้อยกว่า

3.2 วงจรพัลซ์แอมปลิจูดมอดูเลชั่น

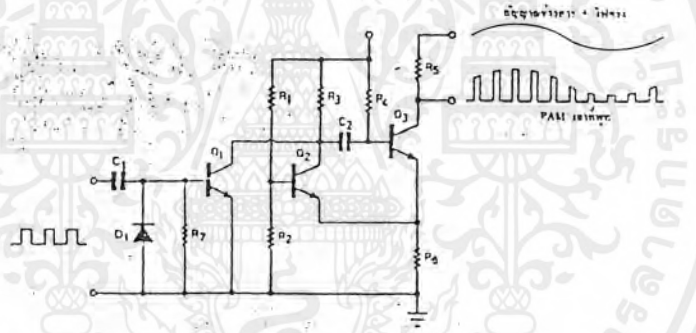
พัลซ์แอมปลิจูดมอดูเลชั่นคือการสื่อสารอย่างหนึ่งที่นำคลื่นสัญญาณข้อมูลมามอดูเลทกับสัญญาพัลซ์ ซึ่งผลที่ได้คือ เอาท์พุทของสัญญาณจะประกอบด้วยสัญญาณพัลซ์ที่มีแอมปลิจูดขึ้นอยู่กับคลื่นสัญญาณข้อมูลข่าวสาร โดยที่ความกว้างของสัญญาณพัลซ์และความถี่ยังมีค่าคงเดิม พัลซ์แอมปลิจูดมอดูเลชั่นมีชื่อเรียกย่อๆ ว่า PAM (Pulse Amplitude Modulation)

บล็อกไดอะเกรมวงจรพัลซ์แอมปลิจูดมอดูเลชั่น แสดงในรูปที่ 3.1 ในรูปประกอบด้วยวงจรแหล่งสัญญาณที่มีความถี่ไม่สูงมากนัก เพื่อนำไปมอดูเลทกับสัญญาณพัลซ์ที่ได้มาจากวงจรสร้างสัญญาณพัลซ์ วงจรมอดูเลทที่ใช้ก็เป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ลที่ได้รับการทริกจากวงจรสร้างพัลซ์นั่นเอง เอาท์พุทที่ได้รับจากวงจรโมโนสเตเบิ้ลจะมีลักษณะแอมปลิจูดของพัลซ์ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับสัญญาณข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 (ก) บล็อกไดอะแกรมของวงจรพัลซ์แอมปลิจูดมอดูเลชั่น

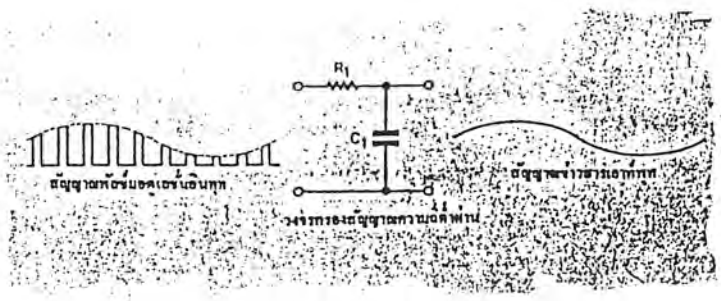


รูปที่ 3.2 (ข) วงจรมอดูเลทแบบพัลซ์แอมปลิจูดมอดูเลชั่น(PAM)

รูปที่ 3.2 ข เป็นการเสดงวงจรที่ใช้แทนบล็อกไดอะแกรมของรูปที่ 3.2 ก ถ้าพิจารณาให้ดีจะเห็นว่าส่วนของ Q1 และ Q2 ต่อเป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ เอาท์พุทของโมโนสเตเบิ้ลจะขับทรานซิสเตอร์ Q3 โดยที่คอลเลคเตอร์ของ Q3 จะป้อนสัญญาณข้อมูลที่มันยกระดับมาทางไฟตรงด้านบวก เมื่อ Q3 นำกระแส แรงดันตรงเอาท์พุทจะมีค่าเท่ากับแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R6 ครั้นเมื่อ Q3 คัทออฟ เอาท์พุทจะได้เท่ากับแรงดันข้อมูลที่ป้อนเข้ามาทางด้านคอลเลคเตอร์

เมื่อมีการส่งข้อมูลออกไปยังผู้รับปลายทาง ผู้รับก็จะต้องทำการดีมอดูเลท การดีมอดูเลทสัญญาณ (PAM) นี้ทำได้โดยการผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำที่ประกอบด้วย RC วงจรก็จะกรองให้ได้แต่สัญญาณส่วนขอบเช่นเดียวกับการดีเทคในการรับสัญญาณ AM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



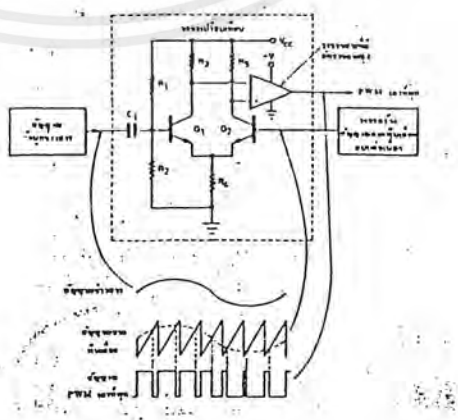
รูปที่ 3.3 วงจรดีมอดูเลทสัญญาณ PAM

โดยปกติความถี่ของสัญญาณพัลซ์จะมีค่าความถี่สูงมาก ตัวต้านทาน R1 และตัวเก็บประจุ C1 ทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งแรงดัน ที่ความถี่ต่ำค่ารีแอคแตนซ์ของ C จะมีค่าสูงกว่าค่าความต้านทานของ R1 มาก ทำให้สัญญาณส่วนใหญ่ตกคร่อมตัวเก็บประจุหมด หรือก็คือสัญญาณข้อมูลที่แฝงมาทางแอมปลิจูดนั้นมีความถี่ต่ำกว่าสัญญาณพัลซ์จึงสามารถตกคร่อมส่วนตัวเก็บประจุได้

3.3 วงจรพัลซ์วิดท์มอดูเลชั่น (PWM)

วงจรมอดูเลททางความกว้างของพัลซ์ ความกว้างของพัลซ์จะแบ่งค่าตามขนาดของสัญญาณข้อมูล นั่นคือถ้าหากว่าสัญญาณข้อมูลมีแอมปลิจูดสูงขึ้น ความกว้างของพัลซ์ก็จะกว้างตามขึ้น วงจรที่ใช้สร้างวงจรมอดูเลททางความกว้างของพัลซ์แบบง่ายวิธีหนึ่งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4

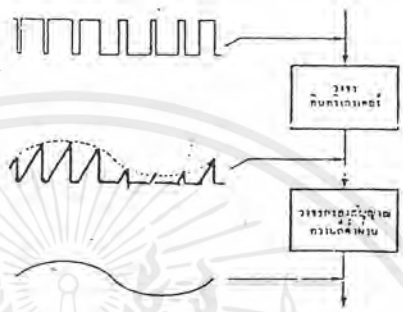
ถ้าพิจารณาเป็นบล็อกๆแล้ว เราสามารถแยกบล็อกการมอดูเลทสัญญาณทางความกว้างของพัลซ์ออกเป็นสามส่วนคือ ส่วนขยายสัญญาณข้อมูล ส่วนวงจรเปรียบเทียบ และส่วนวงจรสร้างสัญญาณฟันเลื่อย เอาท์พุทที่ได้จากการเปรียบเทียบของสัญญาณอินพุทสองส่วนคือสัญญาณข้อมูลและสัญญาณฟันเลื่อย จากรูปสัญญาณเราจะเห็นว่า เมื่อสัญญาณข่าวสารมีค่ามากกว่าสัญญาณลาด เอาท์พุทที่ได้จะมีแรงดัน +V ถ้าหากว่าสัญญาณลาดมีค่ามากกว่าสัญญาณข้อมูล เอาท์พุทที่ได้จะมีแรงดันประมาณกราวด์



รูปที่ 3.4 วงจรมอดูเลทางความกว้างของพัลซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูจากวงจรทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 เป็นทรานซิสเตอร์ที่คัปปลิ้งกันทางอิมิตเตอร์ โดยปกติทรานซิสเตอร์ Q1 จะได้รับการไบแอสให้นำกระแสด้วยความต้านทาน R1 และ R2 สัญญาณข้อมูลจะผ่านตัวเก็บประจุ C1 เข้ามายังขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 จะมีแรงดันที่ประกอบด้วยแรงดันไฟตรงไบแอสกับแรงดันไฟสลับของสัญญาณข้อมูล ส่วนสัญญาณลาดจะป้อนเข้ามายังขาเบสของ Q1 โดยตรง โดย Q1 ,Q2 ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายอีกทีหนึ่ง



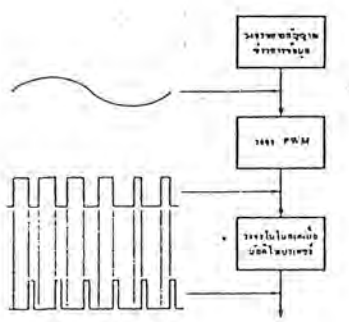
รูปที่ 3.5 บล็อกไดอะแกรมแสดงการดีมอดูเลทสัญญาณ PWM

ในปัจจุบันนี้เรามีไอซีหลายเบอร์ด้วยกันที่สามารถดัดแปลงเป็นวงจรมอดูเลททางความกว้างได้โดยตรงและมีประสิทธิภาพดีมาก การดีมอดูเลทสัญญาณทางความกว้างของพัลซ์กระทำได้โดยการแปลงสัญญาณทางความกว้างนี้ให้เป็นการแปรค่าทางแอมปลิจูดเสียก่อน แล้วจึงใช้วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเป็นตัวดีเทค บล็อคไดอะเกรมของวงจรดีมอดูเลทแสดงดังรูปที่ 3.5

โดยปกติวงจรอินทริเกรเตอร์จะทำหน้าที่แปรสัญญาณพัลซ์ให้เป็นสัญญาณลาด โดยถ้าหากว่าความกว้างของพัลซ์มีค่ามาก ส่วนสูงของสัญญาณลาดก็มีค่ามากด้วย เมื่อนำเอาสัญญาณมอดูเลททางความกว้างผ่านวงจรอินทริเกรเตอร์ เราจะได้สัญญาณลาดที่มีแอมปลิจูดเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณข้อมูลทันที

3.3 การมอดูเลทสัญญาณทางตำแหน่งของพัลซ์ (PPM)

การมอดูเลทสัญญาณทางตำแหน่งของพัลซ์เรามักเรียกว่า PPM (Pulse Position Modulation) รูปแบบของวงจรที่ง่ายที่สุดก็คือวงจรมอดูเลททางความกว้างของพัลซ์ โดยได้เพิ่มเติมส่วนของวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์อีกส่วนหนึ่ง ดังรูปที่ 3.6

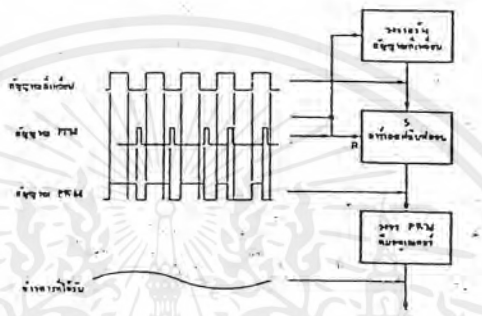


รูปที่ 3.6 วงจรมอดูเลททางตำแหน่งของพัลซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การมอดูเลททางตำแหน่งของพัลซ์ ก็คือตำแหน่งของพัลซ์จะเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของสัญญาณข้อมูลจากรูปที่ 3.6 จะเห็นว่าเมื่อเรานำเอาสัญญาณ PWM มาเป็นสัญญาณทริกวงจรโมโนสเตเบิล โดยทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนระดับลอจิกจาก " 1 " มาเป็น " 0 " วงจรโมโนสเตเบิลก็จะสร้างพัลซ์เล็กๆมาให้หนึ่งพัลซ์ นั่นคือในหนึ่งคาบของพัลซ์ ตำแหน่งเอาท์พุทของพัลซ์จะอยู่ที่ใดก็ได้ตามลักษณะสัญญาณข้อมูล

สำหรับการดีมอดูเลทสัญญาณทางตำแหน่งของพัลซ์นี้ เราต้องกำกับให้ได้สัญญาณ PWM เสียก่อน วิธีการจะดีมอดูเลทแสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การดีมอดูเลทสัญญาณ PPM

เราใช้อาร์เอสฟลิปฟลอปเปลี่ยนสัญญาณ PPM มาเป็นสัญญาณ PWM จะเห็นว่าฟลิปฟลอปจะได้รับการเซตให้เอาท์พุทมีค่าลอจิกเป็น " 1 " ด้วยสัญญาณสี่เหลี่ยม นั่นคือทุกๆครั้งที่สัญญาณสี่เหลี่ยมเปลี่ยนลอจิกจาก " 0 " ไปเป็น " 1 " ก็จะเซตฟลิปฟลอป และในทำนองเดียวกันฟลิปฟลอปจะได้รับการรีเซตด้วยสัญญาณ PWM นั่นคือเมื่อขารีเซตเปลี่ยนระดับจากลอจิก " 1 " เอาท์พุทที่ได้รับจากอาร์เอสฟลิปฟลอปก็คือสัญญาณ PWM ซึ่งเมื่อได้รับการดีมอดูเลทแบบสัญญาณ PWM แล้วเราก็จะได้สัญญาณข้อมูลตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

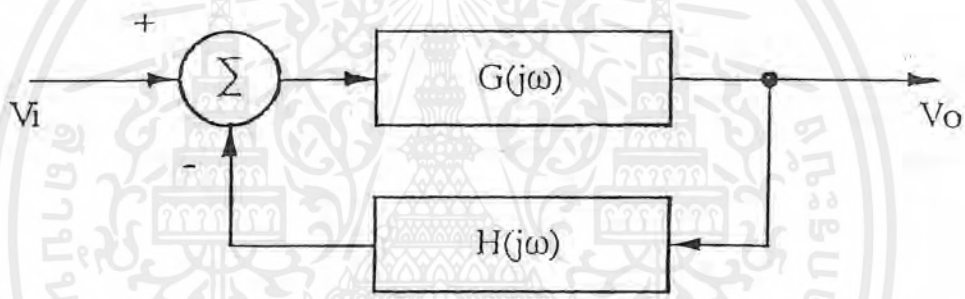
บทที่ 4
หลักการของเครื่องควบคุมระยะไกล

4.1 วงจรกำเนิดความถี่วิทยุ [RF (Radio Frequency) OSCILATOR]

หลักการสำคัญในการเกิดการออสซิลเลเตอร์ มี 2 ประการ คือ

1. เฟสชิฟท์ (phase shift) รอบลูป (loop) ของระบบมีค่ารวมกันเป็น 0° หรือ $2n\pi$ radian พอดี

2. อัตราขยายครอบรอบลูป (loop gain) มีค่าเป็น 1 พอดี ถ้าต้องการให้ขนาดของสัญญาณที่ได้จากการออสซิลเลตมีขนาดคงที่



รูปที่ 4.1 ผังการทำงานของวงจรขยายทั่วไป ซึ่งสามารถนำมาสร้างเป็นวงจรออสซิลเตอร์ได้โดยดัดแปลงเล็กน้อย

จากผังของวงจรดังในรูปที่ 1 ส่วนของวงจรขยายซึ่งมีอัตราขยายเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ G (jw) และมีอัตราการป้อนกลับเปลี่ยนแปลงความถี่เป็น H (jw) เช่นเดียวกัน ดังนั้น เราจะได้อัตราขยายครบรอบเป็น

$$\frac{Vo}{Vi} = \frac{G(jw)}{1+G(jw)\,H(jw)}$$

สำหรับวงจรออสซิเลเตอร์โดยทั่วไป สัญญาณเอาต์พุต Vo ต้องมีค่าไม่เป็นศูนย์ แม้เมื่อสัญญาณอินพุตมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งหมายความว่า G (jw) ต้องมีค่าเป็นอนันต์ หรือตัวหาร 1+ G(jw) H (jw) มีค่าเป็นศูนย์ โดยในกรณีแรกเป็นไปไม่ได้ จึงต้องพิจารณาในกรณีที่สอง คือ

$$1+G(jw)\,H(jw) = 0$$

ที่สำหรับบางความถี่ ; W_o จะทำให้สมการข้างบนนี้เป็นจริง ซึ่งก็คือความถี่ของการออสซิเลตนั่นเอง

$$G(jw_o)\,H(jw_o) = 1$$

นั่น คือ ขนาดของทรานเฟอร์ฟังก์ชั่นแบบลูปปิด (open – loop transfer function) มีค่าเป็น

$$\left|G(jw_o)\,H(jw_o)\right| = 1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีเฟสชิฟท์เป็น 180° นั่นคือ

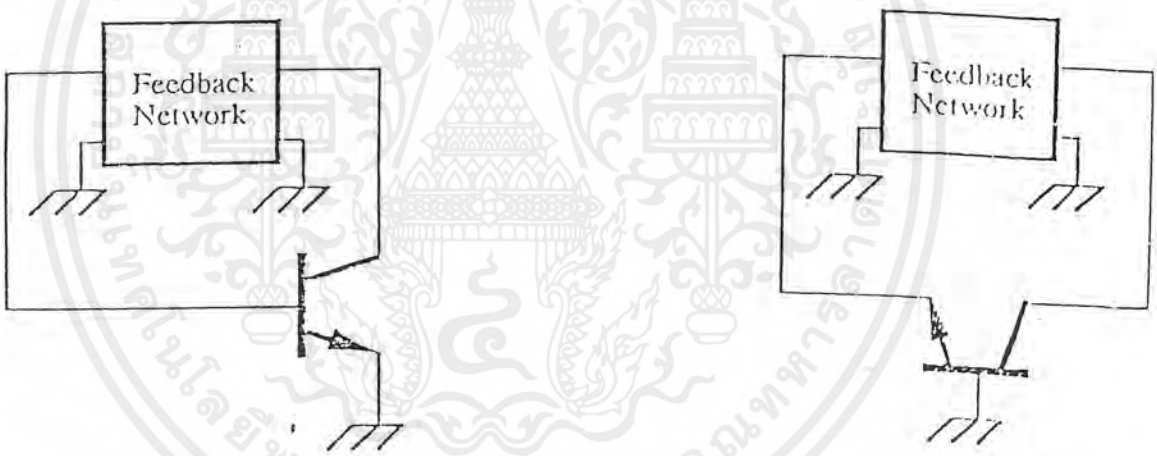
$$\arg G(jw_{o}) H(jw_{o}) = 180^{\circ}$$

จากข้างบนนี้ เราสามารถกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ในระบบหรือวงจรขยายที่มีการป้อนกลับแบบลบ ถ้าเฟสชิฟท์ของวงจรป้อนกลับมีค่าเป็น 180° ที่บางความถี่ วงจรจะออสซิลเลตที่ความถี่นั้น และสำหรับวงจรที่มีการป้อนกลับแบบบวก เฟสชิฟท์ของวงจรป้อนกลับต้องมีค่าเป็น 0° เพื่อทำให้วงจรเกิดการออสซิลเลต

เราอาจอธิบายการทำงานของวงจรออสซิลเลเตอร์ โดยใช้เงื่อนไขบาร์คฮูเสน (Barkhausen criterian) ซึ่งมีทรานเฟอร์ฟังก์ชั่นแบบลูปปิด (closed – loop transferfunction) เป็น

$$\frac{Vo}{Vi} = \frac{u}{1 - uB}$$

จะเห็นได้ว่า จะเกิดการออสซิลเลตขึ้นได้เมื่อ $uB = 1$ ซึ่งเหมือนกับในกรณีของข้างบน เพียงแต่เป็นสมการที่เขียนจากวงจรที่เป็นแบบป้อนกลับบวกนั่นเอง



(ก) (ข)

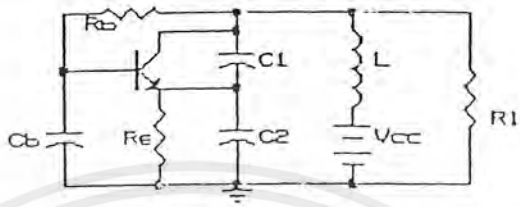
รูปที่ 4.2 แสดงโครงสร้างของวงจรออสซิเลเตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์

พิจารณารูปที่ 4.2 (ก) ซึ่งเป็นวงจรแบบอิมิตเตอร์ร่วม (common emitter) จะเห็นได้ว่าเฟสชิฟท์ของวงจรป้อนกลับต้องมีค่าเป็น 180° เพราะตัววงจรขยายแบบคอมมอนอีมิตเตอร์เองก็มีเฟสที่ต่างกันอยู่ 180° จากอินพุตไปเอาต์พุตอยู่แล้ว ซึ่งจะทำให้เฟสชิฟท์รอบลูปมีค่าเป็น 360° พอดี แต่ถ้าในกรณีที่เราใช้วงจรแบบเบสร่วม (common base) แล้ว ต้องไม่มีเฟสชิฟท์ระหว่างเอาต์พุตกับอินพุต เพื่อให้เกิดการออสซิลเลตอย่างต่อเนื่องได้ แต่ถ้ามีเฟสชิฟท์เกิดขึ้น ก็จะถูกชดเชยให้เป็นศูนย์ วงจรป้อนกลับดังในรูปที่ 4.2 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

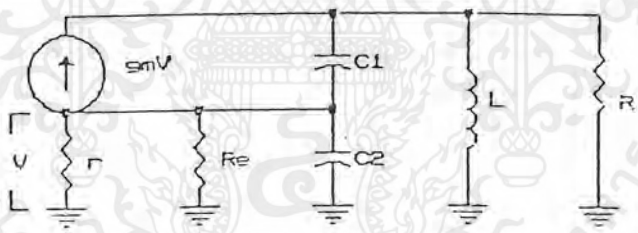
4.2 วงจรออสซิเลเตอร์แบบเบสร่วม

พิจารณาวงจรในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วงจรออสซิเลเตอร์ที่ใช้วงจรแบบเบสร่วม

ถ้าเราสมมติให้ C_B มีค่ามากพอแล้ว เราจะสามารถเขียนวงจรในรูปที่ 4.3 ในลักษณะการทำงานทางกระแสสลับ (Alternating Current : AC) ได้เป็นรูปที่ 4.4 และสามารถยุบไปเป็นรูปที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 วงจรสมมูลย์ทางกระแสสลับ

เงื่อนไขสองประการที่ทำให้วงจรนี้ออสซิลเลตได้ คือ

$$\left| G(jw_o)H(jw_o) \right| = 1$$

และ $$\arg\, G(jw_o)H(jw_o) = 0^o$$

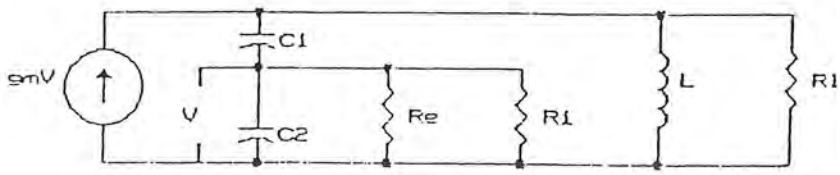
r_1 เป็นอิมพีแดนซ์ทางขาเข้าของวงจรขยายแบบเบสร่วม ซึ่ง

$$r_1 = r_\pi / B$$

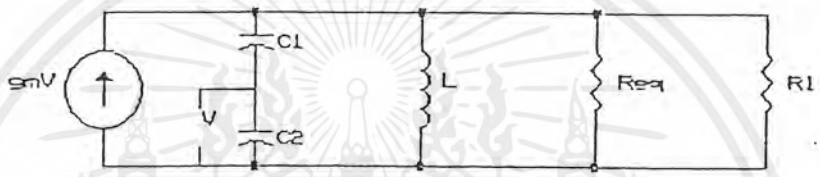
ซึ่งจะทำให้เราสามารถยุบรูปที่ 4.4 เป็นรูปที่ 4.5 ได้ โดยการสมมติว่า

$$\frac{1}{[w(C_1 + C_2)]^2} = \left| \frac{r \quad R}{r \quad + R} \right|^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5



รูปที่ 4.6

เราจะสามารถลดวงจรมาเป็นรูปที่ 2.11 ได้โดยที่

$$V = \frac{V_o C_1}{C_1+C_2}$$

$$R_{eq} = \frac{r_1 R_E}{r_1+R_E}\left|\frac{C_1+C_2}{C_1}\right|^2$$

อัตราขยายไปข้างหน้ามีค่าเป็น

$$\frac{V_o}{V_1} = G(jw) = g_m Z_L$$

โดยที่ $Z_L = \frac{R_{eq}R_L}{R_{eq}+R_L}$

$$Y_L = Z_L^{-1}$$

$$= (jwL)^{-1}+R_{eq}^{-1}+R_L^{-1}+jwC$$

เมื่อ $C = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนการป้อนกลับมีค่าเป็น

$$\frac{V}{V_o} = H(jw) = \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

เงื่อนไขที่จำเป็นในการออสซิลเลต เป็น

$$\arg G(jw)H(jw) = 0^\circ$$

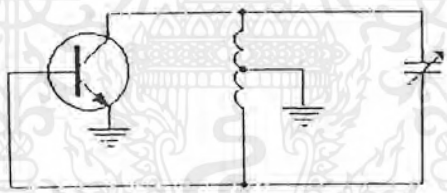
เพราะว่า $H(jw)$ ไม่ได้มีค่าขึ้นกับความถี่ในกรณีนี้ ถ้า GH ต้องมีค่าเป็นศูนย์ นั่น คือ เฟสชิฟท์ของอิมพีแดนซ์โหลด (load impedance) ต้องมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งจะเกิดขึ้นเฉพาะความถี่ใดความถี่หนึ่งเท่านั้น คือ

$$w = \left[\left| L \frac{C \quad C}{C + C} \right|^{1/2} \right]^{-1}$$

ซึ่งเป็นความถี่ของการออสซิลเลตนั่นเอง

4.3 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบอิมิตเตอร์ร่วม

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวงจรกำเนิดความถี่แบบ LC ซึ่งใช้งานร่วมกับวงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม โดยจะกล่าวถึงเฉพาะวงจรแบบฮาร์ทเล่ย์ (Hartley Oscillator) เท่านั้น



รูปที่ 4.7 วงจรสมมูลย์ทางกระแสสลับของวงจรกำเนิดความถี่แบบฮาร์ทเลย์

จากรูปที่ 4.7 เราสามารถอธิบายการทำงานได้อย่างง่าย ๆ คือ เมื่อตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุเกิดการเรโซแนนท์ (resonance) จะเปรียบเสมือนเป็นความต้านทานค่าหนึ่งต่ออยู่ทางด้านคอลเล็คเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ดังนั้น จะเกิดการป้อนกลับ กลับทางเบสจากคอลเล็คเตอร์ โดยมีเฟสชิฟท์เป็น 180° เนื่องจากวงจรแบบอิมิตเตอร์ร่วมนี้เป็นวงจรขยายแบบกลับเฟส นอกจากนี้ยังมีเฟสชิสท์อีก 180° เนื่องจากจุดแท็ป (tap point) ของตัวเหนี่ยวนำ จึงทำให้เกิดเฟสชิสท์รอบลูปเป็น 0° พอดี ซึ่งทำให้เกิดการออสซิลเลตได้

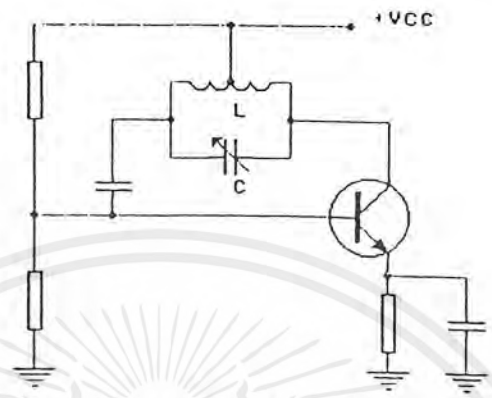
เมื่อค่า Q ของวงจรเรโซแนนซ์แบบขนานมีค่ามากพอ เราสามารถประมาณความถี่จากการออสซิลเลตได้เป็น

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

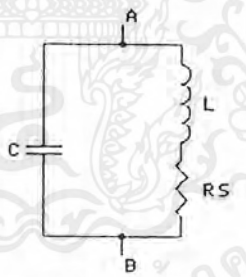
โดยวงจรจริงที่เราใช้งานจะมีลักษณะดังรูปที่ 8 ซึ่งแสดงวงจรไบแอส (bias) และตัวเก็บประจุบายพาส (bypass capacitor) ที่อิมิตเตอร์ด้วย



รูปที่ 4.8 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบฮาร์ทเล่ย์

4.4 วงจรเรโซแนนท์แบบใช้ตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุต่อกันอย่างขนาน (Parallel LC Resonance Circuits)

ในงานบางประเภทเรามีความจำเป็นต้องใช้วงจรขยายแบบเลือกความถี่ซึ่งหัวใจสำคัญของวงจรประเภทนี้คือ วงจรแท็งก์ (tank circuit) ซึ่งประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุอย่างละหนึ่งตัวต่อกันอยู่อย่างขนาน ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วงจรแท็งก์

ที่ความถี่เรโซแนนท์ของวงจรแท็งก์ซึ่งทำหน้าที่ X มีค่าเท่ากับ X ซึ่งคำนวณได้ จากสูตร

$$W_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad ; \ r_s \text{ มีค่าต่ำมาก}$$

จะทำให้อิมพีแดนซ์ระหว่างจุด AB มีค่าสูงสุด นั่นคือ ทำให้กระแสไหลผ่านได้น้อยที่สุด ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ถ้าเราสมมติให้อิมพีแดนซ์รวมของวงจรแท็งก์ที่ความถี่กำทอนมีค่าเป็น Z_T และ X_L ที่ความถี่เรโซแนนท์นั้นมีค่าเป็น X_L เราจะได้

$$Q = \frac{Z_T}{X_L}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36851

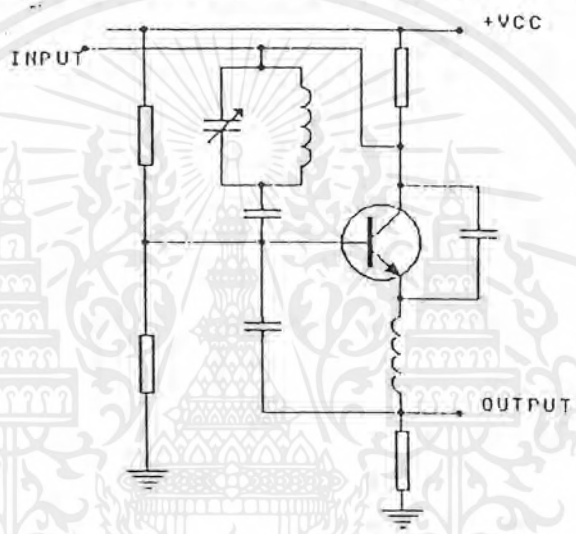
4.5 วงจรขยายแบบเลือกความถี่

เป็นวงจรขยายที่เราสามารถเลือกความถี่ที่เราต้องการได้ โดยมันจะสามารถขยายสัญญาณที่มีความถี่ตรงกับที่เราต้องการได้มากที่สุด และขยายสัญญาณที่มีความถี่ต่างไปจากที่กำหนดได้น้อยลง

จากรูปที่ 4.10 เราสามารถตั้งความถี่ที่เราต้องการได้โดยสูตร

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{Hz}$$

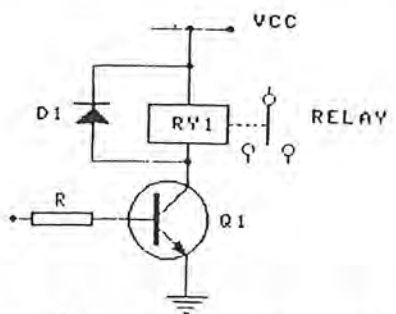
เมื่อเราป้อนความถี่ f_o เข้าที่อินพุตของวงจร สัญญาณที่เอาต์พุตจะมีระดับสูงขึ้น (ศักดาทางไฟตรงเฉลี่ย ; average DC voltage) แต่เมื่อมีความถี่อื่นเข้ามาทางอินพุตของวงจรนี้ ศักดาเฉลี่ยของไฟตรงก็จะลดลง



รูปที่ 4.10 วงจรขยายเลือกความถี่

4.6 วงจรขับรีเลย์ (Relay Driving Circuit)

ในบางครั้งเราต้องการใช้งานวงจรอิเลคทรอนิคส์ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด ซึ่งวงจรโดยลำพังเองไม่สามารถจ่ายกระแสได้มากเพียงพอต่อความต้องการของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น จึงจำเป็นที่เราต้องใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า รีเลย์ (Relay) มาช่วยในการทำงาน



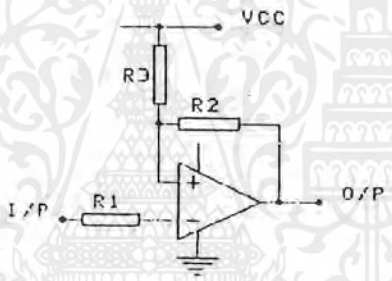
รูปที่ 4.11 วงจรขับรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์มีค่าเกือบเป็น 0 โวลท์ ทำให้รีเลย์ทำงานในทางตรงกันข้าม หากศักดาที่อินพุทมีค่าต่ำใกล้เคียงกราวด์ ทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงาน ซึ่งจะไม่มีกระแสไหลผ่านขาคอลเลคเตอร์ (กระแสคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์มีค่าใกล้ศูนย์) จึงทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน ข้อดีของวงจรนี้ก็คือ กระแสที่ไหลเข้าทางอินพุทของวงจรจะมีค่าต่ำกว่ากระแสที่รีเลย์ต้องการถึง B0 เท่า (B0 เป็นอัตราขยายทางไฟฟ้าของทรานซิสเตอร์)

4.7 วงจรชมิตต์ทริกเกอร์

วงจรชมิตต์ทริกเกอร์เป็นวงจรที่จะรับ สัญญาณอนาลอกทางอินพุต และจะใช้สัญญาณดิจิตอลทางด้านเอาท์พุต เมื่อแรงดันของสัญญาณค่อย ๆ เพิ่มจาก 0 โวลต์ จนถึงระดับแรงดันหนึ่งที่กำหนดไว้ ชมิตต์ทริกเกอร์จะให้เอาท์พุตเป็น " 1 " ทันทีต่อมาเมื่อแรงดันค่อย ๆ ลดลงจนต่ำถึงแรงดันอีกระดับหนึ่ง ชมิตต์ทริกเกอร์ก็จะให้เอาท์พุตเป็น " 0 " ระดับแรงดันสูงกับแรงดันต่ำที่ใช้เปรียบเทียบ นี้จะมีค่าไม่เท่ากัน ช่วงห่างระหว่างแรงดันทั้งสองนี้เรียกว่า ฮีสเตอร์ซิส (Hysterisis)



รูปที่ 4.12 วงจรชมิตต์ทริกเกอร์

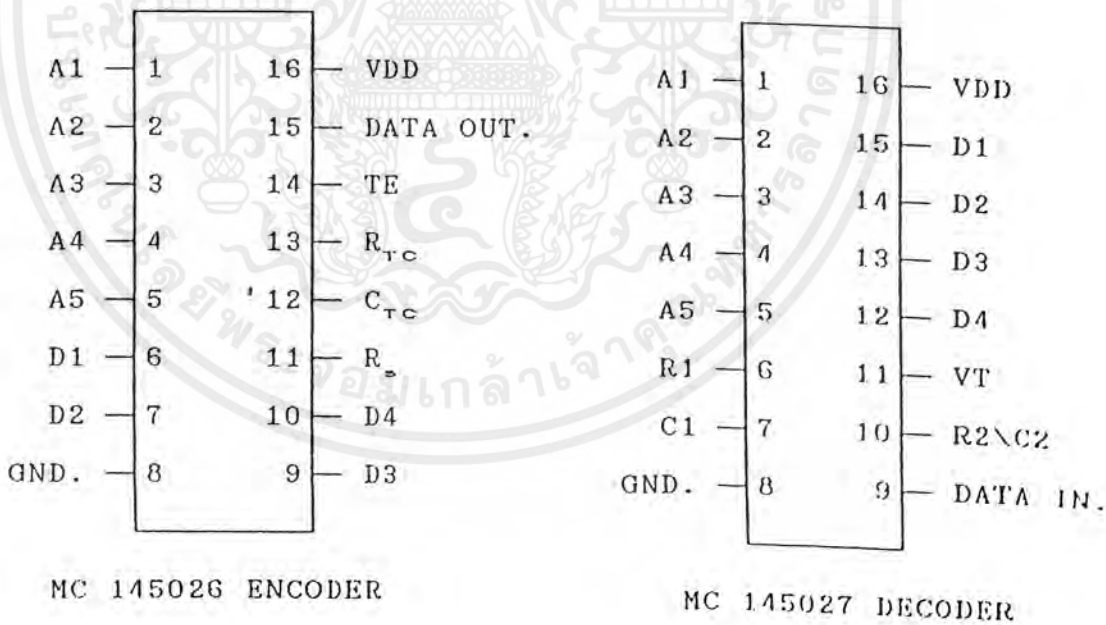
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัส

5.1 การทำงานของไอซีเข้ารหัสและไอซีถอดรหัส

ไอซีเบอร์ MC 145026 นี้มีหน้าที่ในการเข้ารหัส (Encoder) ข้อมูล โดยมีคุณสมบัติเด่นคือจะให้ข้อมูลทางเอาท์พุทออกมา 9 บิต โดยใน 9 บิตนี้จะแบ่งเป็น ที่อยู่จำนวน 5 บิต และเป็นข้อมูล 4 บิต โดยเอาท์พุทที่ได้จะอยู่ในรูปอนุกรม และที่สำคัญคือสถานะของข้อมูลจะมี 3 สถานะคือ 0, 1, และปล่อยลอย ดังนั้น จำนวนรหัสที่สามารถมีได้คือ 3 กำลัง 5 = 243 แอดเดรส โดยในหนึ่งแอดเดรสจะมีข้อมูล 4 บิต ซึ่งมีข้อมูลได้แตกต่างกัน 3 กำลัง 4 = 81 ข้อมูล ดังนั้นเราสามารถกำหนดรหัสคำสั่งแตกต่างกันได้ถึง 243 * 81 = 19683 คำสั่ง และรหัสคำสั่งเหล่านี้จะอยู่ในรูปของสัญญาณ PWM

ลักษณะการจัดขาของ MC 145026 และ MC 145027



MC 145026 ENCODER

MC 145027 DECODER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1 การทำงานของ MC 145026

อันดับแรกเราต้องจ่ายไฟเลี้ยงที่ขา Vdd ซึ่งสามารถที่จะจ่ายได้ 3 ขนาดคือ 5 V , 10 V และ15 V โครงงานนี้เลือกใช้ Vdd ที่ 5 V ขา A1 – A5 คือขาแอดเดรสที่เราต้องการใส่ข้อมูลเข้าไปที่ขานี้โดยป้อนได้ 3 ค่า (0,1,ปล่อยลอย) ขา D1 – D4 เป็นข้อมูลที่เราจะบรรจุลงในแอดเดรส ขา Rs , Rtc , Ctc เป็นขาที่ต้องจัดค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุเพื่อให้เกิดการออสซิเลทขึ้นภายในตัวไอซีและจะเป็นตัวกำหนดความถี่ทางเอาท์พุทด้วย โดยค่าความต้านทานและค่าของตัวเก็บประจุนี้ต้องสัมพันธ์กับทางด้านตัวรับด้วย ขา TE นั้นจะเป็นขาที่กำหนดการส่งรหัสข้อมูลออกที่ขา 15 โดยถ้าเราต้องการส่งข้อมูลจะต้องป้อนค่า " 0 " ที่ขานี้ ความถี่ที่ต้องการทางเอาท์พุทนั้นสามารถกำหนดได้จากสมการดังนี้

$$Fosc = \frac{1}{2.3\ Rtc\ Ctc}$$

R1C1 = 3.95 Rtc Ctc ; R2C2 = 77 Rtc Ctc

Ctc = Ctc + Clayout + 12 PF ; 100 PF < Ctc < 15 uF

Rtc > 10 K ; Rs = 2 Rtc ; R1 > 10 K

C1 > 400 PF ; R2 > 100 K ; C2 > 700 PF

ขาดาต้าเอาท์ (Data out) คือขาเอาท์พุทของไอซี สัญญาณที่ออกจากขานี้จะเป็นข้อมูลอนุกรมแบบ PWM ที่ได้จากการนำข้อมูลที่ขา A1 – A5 / D1 – D4 มาเข้ารหัส โดยที่สัญญาณ PWM ส่งออกมาเป็นช่วงๆ คือทุก 150 นาโนเซค และที่ขา TE ต้องเป็น " 0 " ด้วย

5.1.2 การทำงานของ MC 145027

เริ่มจากการรับข้อมูลที่เข้ามายังขาดาต้าอิน (Data in) โดยที่ข้อมูลที่เข้ามาจะมีรูปแบบเป็น PWM เมื่อได้รับข้อมูลใดๆเข้ามาก็จะเริ่มนับข้อมูลที่ได้รับเป็นตัวแรกเป็นบิตที่ 1 และเรียงต่อไปเรื่อยๆ จนครบ 9 บิต อย่าลืมว่าที่ตัว Encoder นั้นเรามีแอดเดรสอยู่ 5 บิตคือขา A1 – A5 ฉนั้นที่ ดีโคดเดอร์ ก็จะถือว่าข้อมูลที่รับได้และนำมาเรียงกันจนครบ 9 บิตนั้น 5 บิตแรกจะเป็นแอดเดรสและอีก 4 บิตข้างหลังจะเป็นข้อมูล ค่าความถี่ของสัญญาณนั้นจะต้องสัมพันธ์กันทั้งด้านส่งและด้านรับตามสมการข้างต้น

และจากรูปของการจัดขานั้นจะเห็นว่ามีขาอินพุท A1 – A5 เหมือนกับ MC 145026 มีไว้เพื่อช่วยให้การรับข้อมูลถูกต้องที่สุด เช่น เราส่งข้อมูลเป็น 111110001 ซึ่ง 5 บิตแรกจะเป็นสภาวะที่เราป้อนไว้ที่ขา A1-A5 ของ MC 145026 และ 4 บิตหลังเป็นสภาวะที่ขา D1 – D4 ข้อมูลนี้จะอนุกรมเข้ามาที่ขาดาต้าอินของ MC 145027 ฉนั้นเราต้องการข้อมูลตัวนี้ทางเอาท์พุท D1 – D4 ของ MC 145027 แล้วเราต้องกำหนดสภาวะที่ขา A1 – A5 ของ MC 145027 นั้นให้เหมือนทาง ตัวเข้ารหัสทุกประการไว้ก่อน เมื่อข้อมูล 111110001 นี้ถูกส่งออกมาเราต้องกำหนดให้ขา A1 – A5 ของ MC 145027 เป็น 11111 ด้วย จากนั้นวงจรภายในจะนำเอาข้อมูลที่ได้รับนั้นมาทำการเปรียบเทียบกันโดยนำเอา 5 บิตแรกของข้อมูลที่รับได้มาถอดรหัส และนำมาเปรียบเทียบกับสภาวะที่ขา A1 – A5 ของตัวมันเองว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงกันมันจะส่งสัญญาณ " 1 " ออกมาที่ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

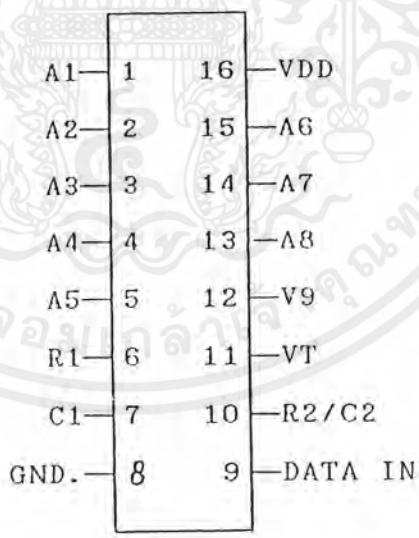
VT (Valid Transmission) เพื่อบอกให้เราทราบว่าขณะนี้ แอดเดรสที่ส่งมานั้นตรงกับแอดเดรสด้านรับ และพร้อมๆกันนั้นมันจะส่งข้อมูลที่เหลืออีก 4 บิตจากที่รับเข้ามาออกมาที่ขา D1 – D4 โดยเรียงลำดับความสำคัญของแต่ละบิตเหมือนกับทางด้านส่งทุกประการ

5.1.3 การทำงานของ MC 145028

การทำงานของไอซี MC 145028 จะทำงานเหมือนกับไอซี MC 145027 สำหรับไอซี MC 145028 นั้นจะมีขาแอดเดรส 9 ขา ใช้เป็นตัวเข้ารหัส ซึ่งสามารถตั้งรหัสแตกต่างกันได้ถึง $2 * 3^8 = 13,122$ รหัส มีขา 6 , 7 และ 10 ตั้งความถี่ออสซิเลตและคาบความถี่ภายในตัวมันเองเช่นเดียวกับไอซี MC 145027 ขา VT เป็นขาที่มีหน้าที่บอกสภาวะการทำงานว่าค่าแอดเดรสที่รับเข้ามานั้นเท่ากับที่กำหนดที่ขา A1 – A5 หรือไม่ ถ้าเท่ากันสัญญาณที่ขานี้จะเป็น " 1 " ถ้าไม่เท่าจะเป็น " 0 "

ในโครงงานนี้เราจะใช้ VT นำสัญญาณไปควบคุมการทำงานของ JK ฟลิปฟลอป ซึ่ง JL ฟลิปฟลอปจะนำสัญญาณไปควบคุมรีเลย์อีกทีหนึ่ง

ลักษะการจัดขาของ MC 145028

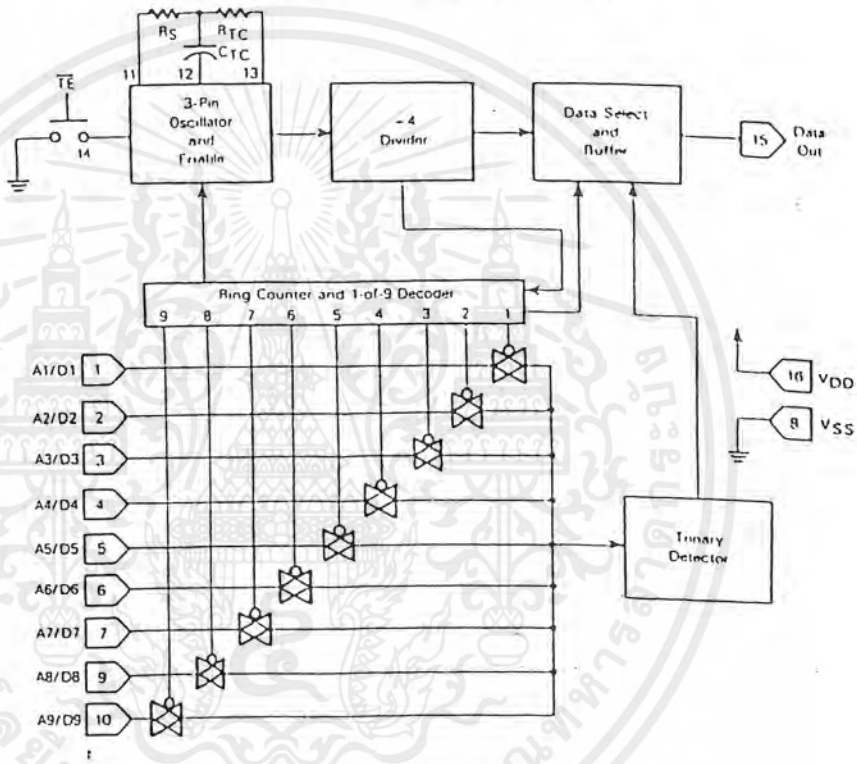


MC 145028 DECODER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block DiaGram ของ MC 145026

FIGURE 1 — ENCODER BLOCK DIAGRAM MC145026



ขา A1 – A5 / D1 – D4 ขาอินพุทของเลขฐานสองที่จะนำมาเข้ารหัสคำสั่งเพื่อให้เกิดเป็นข้อมูลแบบอนุกรมที่ขา Data out

ขา Vss ขากราวด์

ขา Vdd ขาแหล่งจ่ายไฟตรงด้านบวก

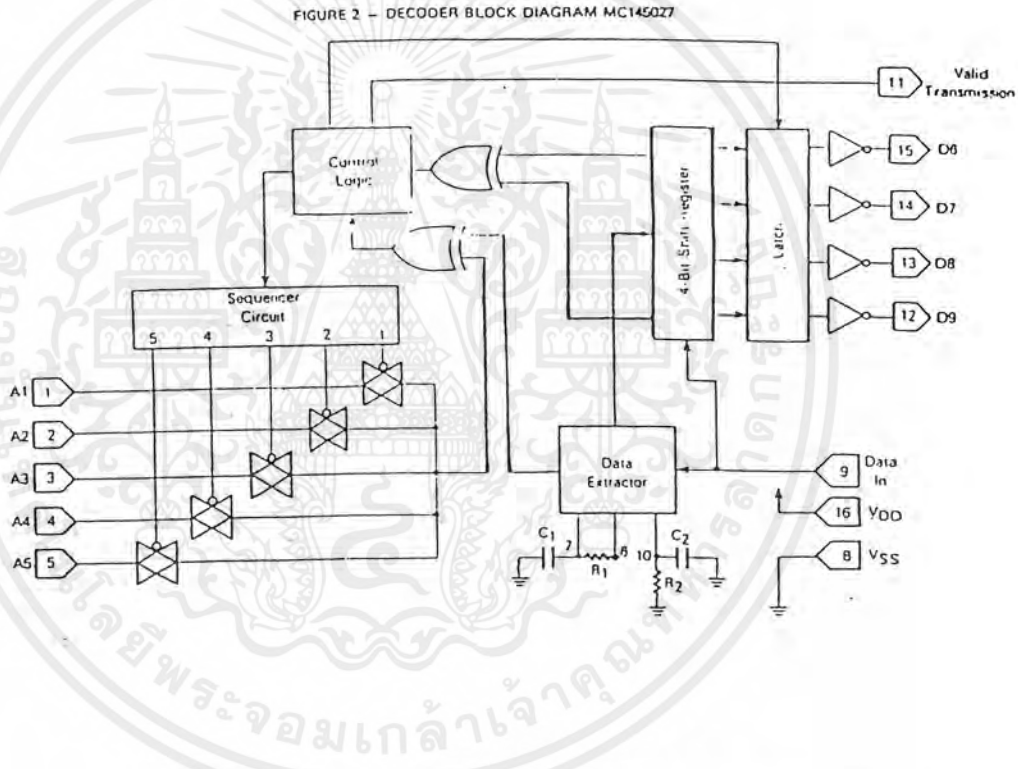
ขา Rs , Rtc , Ctc ขาที่มีสำหรับใส่ค่า R และค่า C ที่คำนวณได้เพื่อให้เกิดการออสซิลเลทความถี่ขึ้นภายในตัวไอซี

ขา TE ขา Transmit enable เป็นขาที่ทำงานที่ " 0 " ทำหน้าที่กำหนดการส่งข้อมูลออกทางขา Data out

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram ของ MC 145027

FIGURE 2 – DECODER BLOCK DIAGRAM MC145027



ขา A1 – A5	ขาอินพุทของแอดเดรสที่เราต้องการข้อมูล
ขา D1 –D4	ขาเอาท์พุทของข้อมูลที่อยู่ในแอดเดรสที่เรากำหนดไว้
ขา R1/C1 , R2/C2	ขาที่เราต้องใส่ค่า R , C ตามที่คำนวณได้และต้องให้สัมพันธ์กับทางด้านเครื่องส่งด้วย
ขา Vdd	ขาแหล่งจ่ายไฟตรงด้านบวก
ขา Vss	ขาแหล่งจ่ายไฟตรงด้านลบ
ขา VT	ขาที่ทำหน้าที่บอกสภาวะการทำงานว่าค่าของแอดเดรสที่ได้รับนั้นตรงกับที่กำหนดที่ขา A1 – A5 หรือไม่ ถ้าตรงขานี้จะเป็น "1" ถ้าไม่ตรงเป็น "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดง Timing Diagram ของ MC 145026, MC 145027

MC 145026 Encoder

FIGURE 5 — ENCODER/DECODER TIMING DIAGRAM

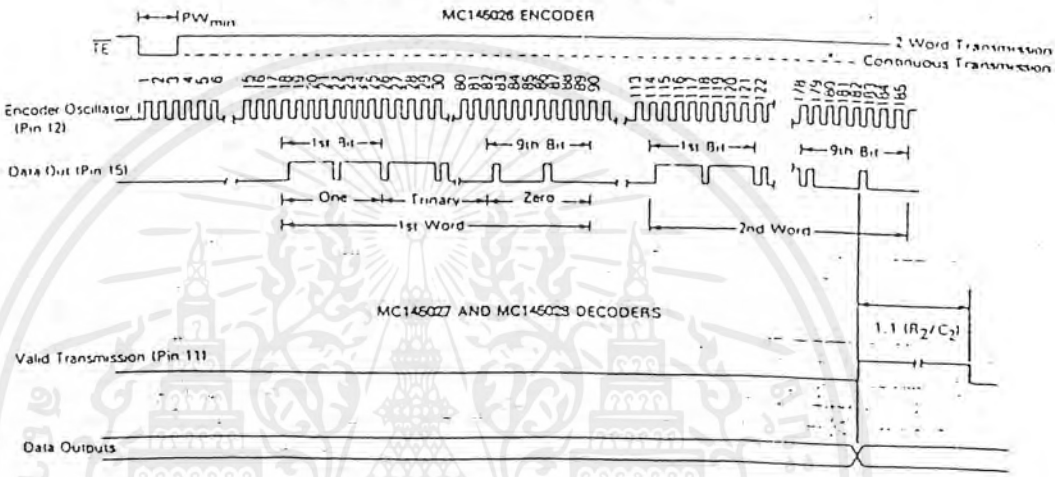
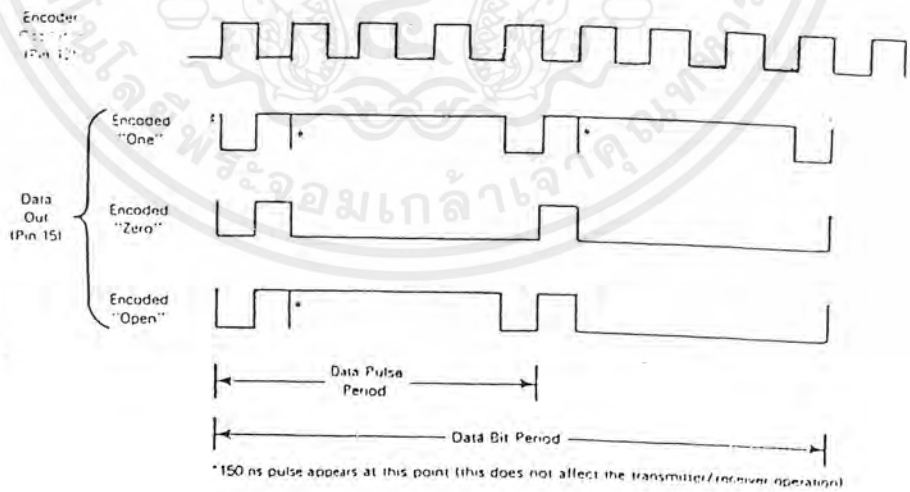


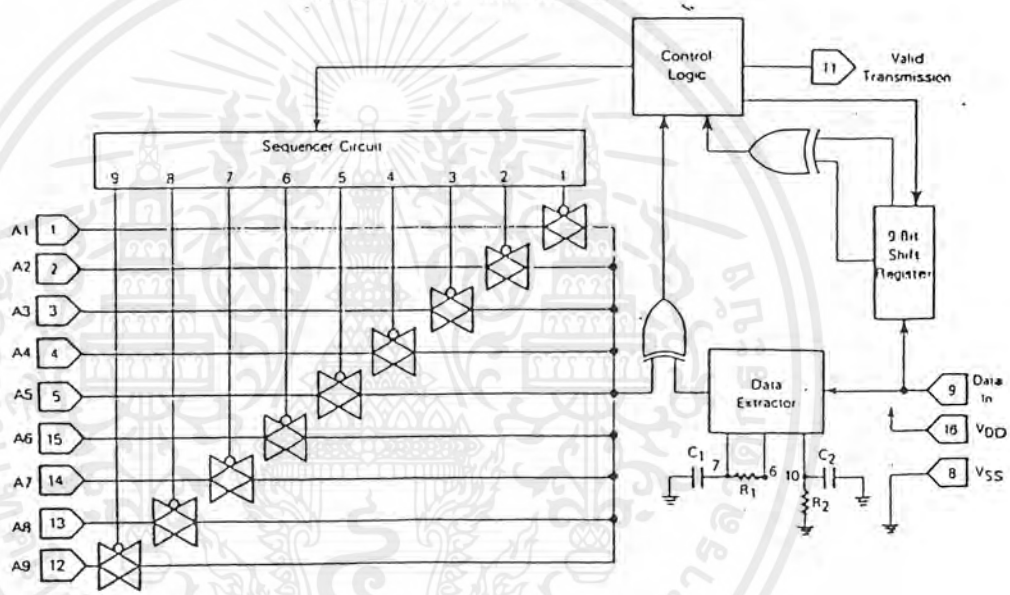
FIGURE 6 — ENCODER DATA WAVEFORMS (MC145026)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram ของ MC 145028

FIGURE 3 — DECODER BLOCK DIAGRAM MC145028



ขา A1 – A9	ขาอินพุทของแอดเดรสที่เราต้องการข้อมูล
ขา R1/C1 , R2/C2	ขาที่เราต้องใส่ค่า R , C ตามที่คำนวณได้และต้องให้สัมพันธ์กับทางด้านเครื่องส่งด้วย
ขา Vdd	ขาแหล่งจ่ายไฟตรงด้านบวก
ขา Vss	ขาแหล่งจ่ายไฟตรงด้านลบ
ขา VT	ขาที่ทำหน้าที่บอกสภาวะการทำงานว่าค่าของแอดเดรสที่ได้รับนั้นตรงกับที่กำหนดที่ขา A1 – A5 หรือไม่ ถ้าตรงขานี้จะเป็น " 1 " ถ้าไม่ตรงเป็น " 0 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การทำงานของวงจรภาคส่งและภาครับ

6.1 การทำงานของวงจรเครื่องส่ง

การทำงานของเครื่องส่งเราสามารถแยกการทำงานได้ออกเป็น 2 ส่วน คือ ภาคเข้ารหัสและอีกส่วนคือภาคส่งซึ่งใช้ความถี่วิทยุ (RF)

ภาคเข้ารหัสเราใช้ไอซีเข้ารหัสเบอร์ MC 145026 เป็นไอซีที่มีการรับข้อมูลเข้าแบบขนานและส่งข้อมูลออกแบบอนุกรม รายละเอียดไอซีตัวนี้ได้กล่าวไว้อีกส่วนของโครงงานเล่มนี้ จะขอกล่าวเพียงคร่าว ๆ ในที่ตรงนี้อีกครั้ง ไอซีตัวนี้มีขาแอดเดรส 9 ขา คือ A1 – A9 ใช้สำหรับเข้ารหัส ซึ่งเราสามารถป้อน " 0 " , " 1 " และ Open หรือปล่อยลอย ขา TE จะควบคุมการทำงานของไอซีตัวนี้เราต้องการให้ " 0 " แก่มัน แล้วมันจะส่งรหัสข้อมูลออกที่ขา 15 ซึ่งขา 15 นี้ จะส่งรหัสที่เราตั้งรหัสไว้ที่ขา A1 – A9 ออกมาแบบอนุกรม ไปยังวงจรภายนอก

ที่ขา 11 , 12 และขา 13 จะต่ออยู่กับ R1 , C3 และ VR1 อุปกรณ์เหล่านี้ใช้สำหรับเป็นตัวกำหนดความถี่ออสซิลเลต และคาบเวลาในตัวไอซี โดยการปรับ VR1 จะทำให้ความถี่และคาบเวลาเปลี่ยนไป

สัญญาณดิจิตอลที่ส่งมาจากไอซีที่ขา 15 ผ่านความต้านทาน R2 และ R3 ซึ่งเป็นตัวแบ่งแรงดัน (voltage divider) ให้แก่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ให้กับทรานซิสเตอร์ Q1 ซึ่งเป็นตัวกำเนิดความถี่วิทยุ จะเห็นได้ว่าความถี่วิทยุ ของวงจรออสซิลเลเตอร์ จะถูกส่งออกไปตามจังหวะของการปิดและเปิดของทรานซิสเตอร์ Q1 ตามสัญญาณดิจิตอล ที่ป้อนเข้าขาเบสของ Q2 นั่นเอง

วงจรออสซิลเลเตอร์ Q1 จัดวงจรให้ทำงาน แบบวงจรฮาร์ตเล่ย์ออสซิสเลเตอร์ ความถี่ของวงจรกำหนดด้วยวงจรแท็งค์ ซึ่งประกอบด้วย ตัวเก็บประจุ C6 , C7 , CV1 และขดลวด L2 ปรับความถี่ได้โดยตัวทริบเมอร์คาปาซิเตอร์ CV1 ปรับไว้ที่ประมาณ 304 MHz ตัวเก็บประจุ C8 เป็นตัวป้อนกลับให้กับวงจรออสซิลเลเตอร์ คอยล์ RFC L1 จะเป็นตัวแยกการทำงาน ของวงจรออสซิลเลเตอร์ ออกจากแหล่งจ่ายไฟ

6.2 การทำงานของภาครับ

วงจรภาครับ จะรับสัญญาณแบบรีเจนเนอเรทีฟ (Self detecting regenerative) ความถี่รีโซแนนท์ของวงจรกำหนดโดยตัวเหนี่ยวนำ L2 ที่เราสร้างจากลายแผ่นวงจรพิมพ์ และตัวเก็บประจุปรับค่า VC1 ซึ่งจะต่อกันแบบขนานเป็นวงจรจูน เอาท์พุต ของวงจรดีเท็กเตอร์จะต่อฝ่ายไปยังวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน โดยประกอบด้วยความต้านทาน R6 และตัวเก็บประจุ C7 และผ่านไปยังวงจรขยายแบบอินเวอร์ติ้งอัตราขยายสูง IC1 / 1 โดยจุด TP1 เป็นจุดทดสอบสัญญาณดิจิตอลและถูกขยายด้วยวงจรอินเวอร์ติ้ง IC1 / 2 อีกครั้ง และเข้าไปยังวงจร IC1 / 3 ซึ่งเป็นวงจรชมิตต์ทริกเกอร์ ซึ่งทำหน้าที่แยกสัญญาณรบกวนออกจากสัญญาณดิจิตอล และช่วยแต่งให้รูปคลื่นเป็นสัญญาณพัลซ์ที่ถูกต้องด้วยผ่านวงจรนี้เข้าไปยังวงจรอินเวอร์เตอร์ เพื่อกลับเฟสของสัญญาณโดยใช้ IC1 / 4

สัญญาณที่ผ่านการกลับเฟสแล้วส่งมายังภาคดีโค้ดเดอร์สัญญาณดิจิตอลจะถูกส่งไปยัง IC1 ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• ไอซีถอดรหัส ไอซีตัวนี้ จะนำสัญญาณดิจิตอลที่ได้รับเข้ามาเปรียบเทียบรหัสคาบเวลาหรือความถี่ เราสามารถตั้งรหัสของไอซีตัวนี้ได้ที่ขอ A1 – A9 โดยให้ " 0 " , " 1 " หรือเวลา หรือ Open เหมือนในกรณีของตัวส่ง และไอซีตัวรับนี้มีการตั้งความถี่ออสซิลเลตที่ขา 10 , 7 และขา 6 โดยตัวความต้านทาน R21 R23 และตัวเก็บประจุ C13 กับ C14 หากว่าตัวไอซีถอดรหัสกับตัวไอซีเข้ารหัสของภาคส่ง สัมพันธ์กัน โดยมีขา A1 – A9 เหมือนกัน และความถี่ภายใน ไอซีทั้งสองสัมพันธ์กันจะทำให้ไอซีตัวถอดรหัสส่งลอจิก " 1 " ออกมาที่ขา 21 มาผ่านตัว T ฟลิบฟลอบ ซึ่งตัวไอซีฟลิบฟลอบนี้ทำจาก JK ฟลิบฟลอบ โดยการให้ " 1 " แก่ขั้ว J และ K และป้อน " 0 " ให้แก่ขั้ว R และ S ใช้ขั้น CK มาเป็นขั้น T การทำงานของ T ฟลิบฟลอบเราจ่าย " 1 " มันจะให้เอาต์พุตขา Q เป็น " 1 " และป้อน " 1 " อีกครั้ง จะทำให้เอาต์พุตขา Q เป็น " 0 " จะสลับกันไปเรื่อย ๆ เอาต์พุตของ T ฟลิบฟลอบ จะส่งสัญญาณไปกระตุ้น ให้ทรานซิสเตอร์ Q2 ซึ่งทำหน้าที่ขับรีเลย์ RY1 โดยมี R 23 ลดแรงดันลง

เราจะนำคอนแท็กซ์ของรีเลย์ ไปใช้งานเป็นสวิทซ์ตัดต่อวงจรภายนอกได้ โดยเอาคอนแทคนี้ไปใช้เป็นสวิทซ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถควบคุมการทำงานเปิดปิดได้ตลอดเวลา

6.3 รายการอุปกรณ์ของภาคส่ง

ความต้านทาน ¼ w + 5%

R1 – 47K	1 ตัว
R2 , R3 , R4 – 33K	3 ตัว
VR1 – 150K	1 ตัว

ตัวเก็บประจุแบบเซรามิก

C1 – 10 uF 6 V แบบอิเลคทรอไลต์	1 ตัว
C2 , C4 ,C8 – 680 pF	1 ตัว
C3 – 4.7 nF	1 ตัว
C5 – 22 pF	1 ตัว
C6 – 3 pF	1 ตัว
C7 – 20 pF	1 ตัว
Cv1 – 0-20 pF ทริมเมอร์	1 ตัว

สารกึ่งตัวนำ

MC 145026	1 ตัว
Q1 – MPSH 11	1 ตัว
Q2 – BC 548	1 ตัว

อื่นๆ

L1 – คอยล์ RFC ใช้ลวดเบอร์ 24 SWG พันบนแกนเฟอร์ไรท์ขนาดเล็กประมาณ 10 รอบ

L2 - อยู่บนลายวงจร

SW 1 - สวิตซ์กดติดปล่อยดับ

แบตเตอรี่ 9 V พร้อมขั้วใส่ถ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 รายการอุปกรณ์ภาครับ

ตัวต้านทาน ¼ w + 5%

R1, R19 – 100	2 ตัว
R2 , R12 , R15 , R18 , R22 – 220 K	5 ตัว
R3 – 39 K	1 ตัว
R4 – 33K	1 ตัว
R5 – 6.8K	1 ตัว
R6 – 2.2K	1 ตัว
R7 – 22K	1 ตัว
R8 – 470K	1 ตัว
R9 – 4.7M	1 ตัว
R10 , R20 – 4.7K	1 ตัว
R11 – 2.2M	1 ตัว
R13 , R14 – 47K	2 ตัว
R16 – 1M	1 ตัว
R20 – 10K	1 ตัว
R21 – 680K	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ (หากไม่บอกเป็นเซรามิก)

C1 – 0.001 uF	1 ตัว
C2 – 33 pF	1 ตัว
C3 – 330 pF	1 ตัว
C4 – 10 uF 16 V อิเลคทรอไลท์	1 ตัว
C5 – 3.3 pF	1 ตัว
C6 – 4.7 uF อิเลคทรอไลท์	1 ตัว
C7 – 470 pF	1 ตัว
C8 – 15 pF	1 ตัว
C10 – 220 pF	1 ตัว
C11 , C13 – 0.1 uF	1 ตัว
C12 – 0.001 uF	1 ตัว
C14 – 0.022 uF	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

D1 – 1N4148	1 ตัว
D2 – 1N4004	1 ตัว
Q1 – MPSH11	1 ตัว
Q2 – BC548	1 ตัว
IC1 – CA3401	1 ตัว
IC2 – MC145028	1 ตัว

อื่นๆ

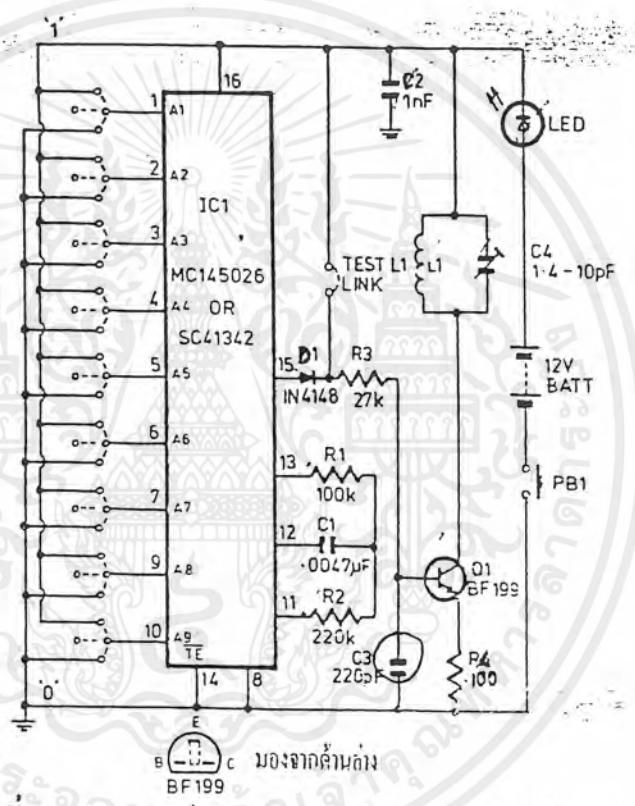
L1 , L2 – ทำจากลายวงจร

L3 – 5.6 uH

RY1 – รีเลย์ 9 V

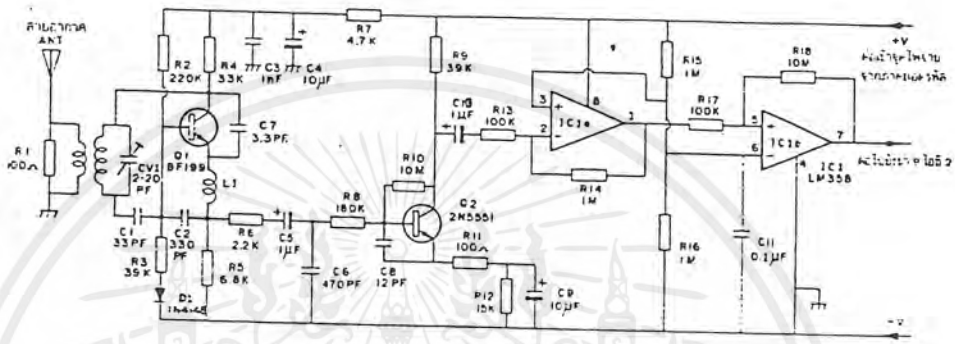
สายไฟยาวประมาณ 1 เมตรเพื่อใช้ทำเป็นสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

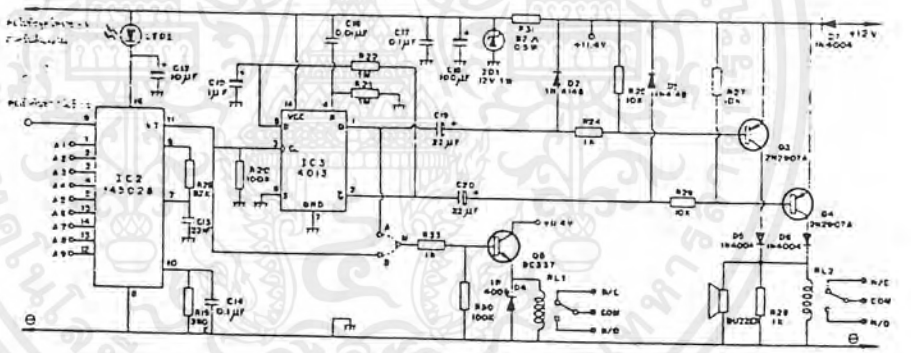


รูปที่ 6.1 วงจรเครื่องส่งรีโมตคอนโทรล UHF. ช่องเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



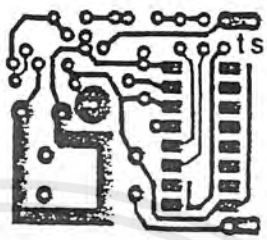
ภาครับสัญญาณวิทยุ



ภาคถอดรหัส

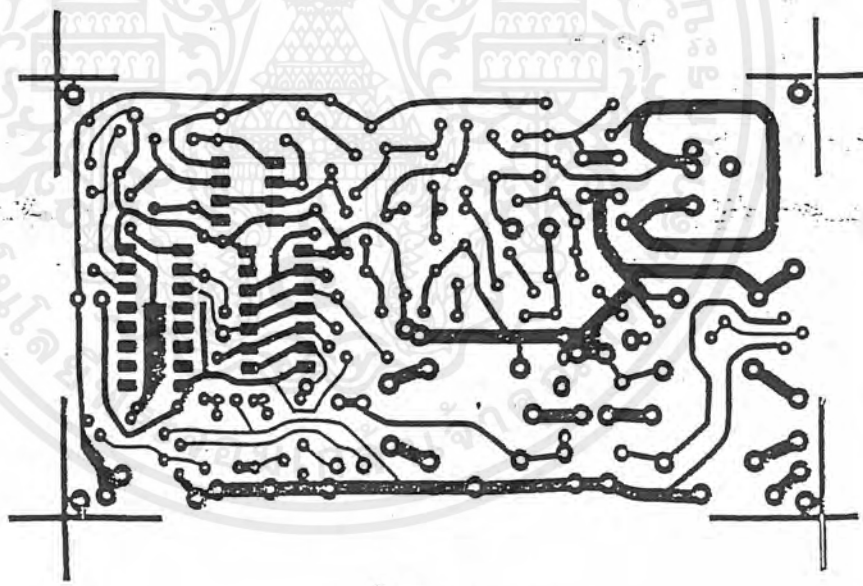
รูปที่ 6.2 วงจรสมบูรณ์ของเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.3

ภาพแสดงลายปริ้นท์, ตำแหน่งอุปกรณ์บนปริ้นท์และตำแหน่งจุดต่อตั้งรหัสเครื่องส่งรีโมตคอนโทรล



ลายปริ้นท์ด้านลายทองแดง

รูปที่ 6.4 ลายวงจรพิมพ์ของภาครับ (ด้านลงอุปกรณ์) ขนาดเท่าของจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MC145026
MC145027
MC145028

Advance Information

CMOS MSI
(LOW POWER COMPLEMENTARY MOS)

REMOTE CONTROL
ENCODER/DECODER PAIRS

MC145026 ENCODER, MC145027/MC145028 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) to allow 3^9 (19,683) different codes.

Two decoders are presently available. Both use the same transmitter — the MC145025. The decoders will receive the 9 bit word and will interpret some of the bits as address codes and some as data. The MC145027 will interpret the first five transmitted bits as address and the last four bits as data. The MC145028 will treat all nine bits as address. If no errors are received, the MC145027 will output the four data bits when the transmitter sends address codes that match that of the receiver. A valid transmission output will go high on both decoders when they recognize an address that matches that of the decoder. Other receivers can be produced with different address/data ratios.

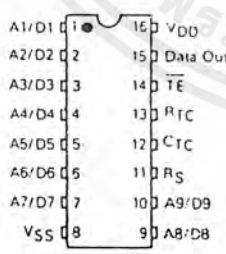
- May be Addressed in either Binary or Trinary
- Trinary Addressing Maximizes Number of Codes
- Interfaces with RF, Ultrasonic, or Infrared Transmission Medias
- Double Transmissions for Error Checking
- 4.5 V to 16 V Operation
- On Chip R-C Oscillator, No Crystal Required
- High External Component Tolerance, Can use 5% Components
- Standard Inverting Input and Output Characteristics

L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 620

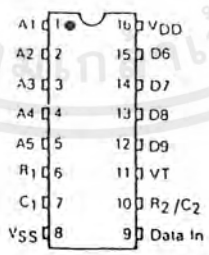
P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

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

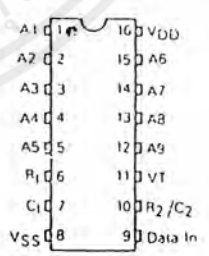
PIN ASSIGNMENTS



MC145026
Encoder



MC145027
Decoder



MC145028
Decoder

This is advance information and specifications are subject to change without notice.

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 Current Drain per Pin	I	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 "0" Level V_{in} = V_{DD} or 0	V_{OL}	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 V_{in} = 0 or V_{DD}	V_{OH}	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 "0" Level (V_O = 4.5 or 0.5 V)	V_{IL}	5.0	–	1.5	–	2.25	1.5	–	1.5	V
(V_O = 9.0 or 1.0 V)		10	–	3.0	–	4.50	3.0	–	3.0	
(V_O = 13.5 or 1.5 V)		15	–	4.0	–	6.25	4.0	–	4.0	
"1" Level (V_O = 0.5 or 4.5 V)	V_{IH}	5.0	3.5	–	3.5	2.75	–	3.5	–	V
(V_O = 1.0 or 9.0 V)		10	7.0	–	7.0	5.50	–	7.0	–	
(V_O = 1.5 or 13.5 V)		15	11.0	–	11.0	8.25	–	11.0	–	
Output Drive Current Source (V_{OH} = 2.5 V)	I_{OH}	5.0	−2.5	–	−2.1	−4.2	–	−1.7	–	mA
(V_{OH} = 4.6 V)		5.0	−0.52	–	−0.44	−0.88	–	−0.36	–	
(V_{OH} = 9.5 V)		10	−1.3	–	−1.1	−2.25	–	−0.9	–	
(V_{OH} = 13.5 V)		15	−3.6	–	−3.0	−8.8	–	−2.4	–	
Sink (V_{OL} = 0.4 V)	I_{OL}	5.0	0.52	–	0.44	0.88	–	0.36	–	mA
(V_{OL} = 0.5 V)		10	1.3	–	1.1	2.25	–	0.9	–	
(V_{OL} = 1.5 V)		15	3.6	–	3.0	8.8	–	2.4	–	
Input Current – TE (MC145026, Pullup Device)	I_{in}	5.0	–	–	3.0	4.0	7.0	–	–	μA
		10	–	–	16	20	26	–	–	
		15	–	–	35	45	55	–	–	
Input Current R_S (MC145026) Data In (MC145027, MC145028)	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)	I_{in}	5.0	–	–	–	±55	±80	–	–	μA
		10	–	–	–	±300	±340	–	–	
		15	–	–	–	±650	±725	–	–	
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	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 (f_c = 20 kHz)	I_T	5.0	–	–	–	200	400	–	–	μA
		10	–	–	–	400	800	–	–	
		15	–	–	–	600	1200	–	–	

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)	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
Maximum Decoder Frequency (Referenced to Encoder Clock) (See Figure 9)	f_{cl}	5.0 10 15	– – –	– – –	240 410 450	kHz
$\overline{TE}$ Pulse Width	t_{WL}	5.0 10 15	65 30 20	– – –	– – –	ns
System Propagation Delay ($\overline{TE}$ to Valid Transmission)		–	–	182	–	Clock Cycles
Tolerance on Timing Components (ΔR_{1C} = ΔC_{1C} = ΔR_1 = ΔC_1) (ΔR_2 = ΔC_2)			–	–	± 25 ± 25	%

OPERATING CHARACTERISTICS

MC145026

The encoder will serially transmit nine bits of trinary data as defined by the state of the A1/D1–A9/D9 input pins. These pins can be in either of three states (0, 1, open) allowing 3^9 = 19683 possible codes. The transmit sequence will be initiated by a low level on the $\overline{TE}$ input pin. Each time the $\overline{TE}$ input is forced low the encoder will output two identical data words. This redundant information is used by the receiver to reduce errors. If the $\overline{TE}$ input is kept low, the encoder will continuously transmit the data words. The transmitted word (one self complete) two words will be transmitted for each $\overline{TE}$ pulse).

Each transmitted data bit is encoded into two data pulses. A logic zero will be encoded as two consecutive short pulses, a logic one by 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 transmit sequence is enabled by a logic zero on the $\overline{TE}$ input. This 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 an internal reset is generated to initialize the transmit sequence. Each input is then sequentially selected and a determination is made as to input logic state. This information is serially transmitted via the Data Out output pin.

MC145027

The decoder will receive the serial data from the encoder, check it for errors and output data if 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 inputs at the receiver. If the address bits match, the next four (data) bits are stored and compared to the last valid data stored. If this data matches, the VT pin will go high on the 2nd rising edge of the 9th bit of the first word. Between the two data words no signal is sent for three data bit times. 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 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 fashion, the data information must be either a one or a zero. A trinary (open) will be decoded as a logic one.

MC145028

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

Although address information normally is 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 2×3^8 = 13,122 different codes. A trinary (open) A9 will be interpreted as a logic 1. However if the transmitter sends a trinary for logic 11 and the receiver address is a logic 1 (or trinary) respectively, the valid transmission output will be shortened to the R1 × C1 time constant.

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. Refer to the flowcharts in Figures 7 and 8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION

MC145026 Encoder

A1/D1-A9/D9 — These inputs will be encoded and the data serially output from the encoder.

V_{SS} — The most negative supply (usually ground).

R_S, C_{TC}, R_{TC} — 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.

$\overline{TE}$ — This Transmit-Enable (active low) input will initiate transmission when forced low. A pullup device will keep this input high normally.

Data Out — This is the output of the encoder that will present the serially encoded signals.

V_{DD} — The most positive supply.

MC145027 Decoder

A1-A5 — These are the address inputs that must match the encoder inputs A1/D1-A5/D5 in order for the decoder to output data.

D6-D9 — These outputs will give the information that is presented to the encoder inputs A6/D6-A9/D9. Note: only binary data will be acknowledged, a trinary open will be decoded as logic one.

R_1, C_1 — 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 transmit clock periods. $R_1C_1 = 3.95\ R_{TC}C_{TC}$.

R_2/C_2 — This pin accepts a resistor to V_{SS} 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 32.5 transmit clock periods (four data bit periods). The time constant is used to detect that the Data In input 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. $R_2C_2 = 77\ R_{TC}C_{TC}$.

Valid Transmission, VT — This output will go high when the following conditions are satisfied:

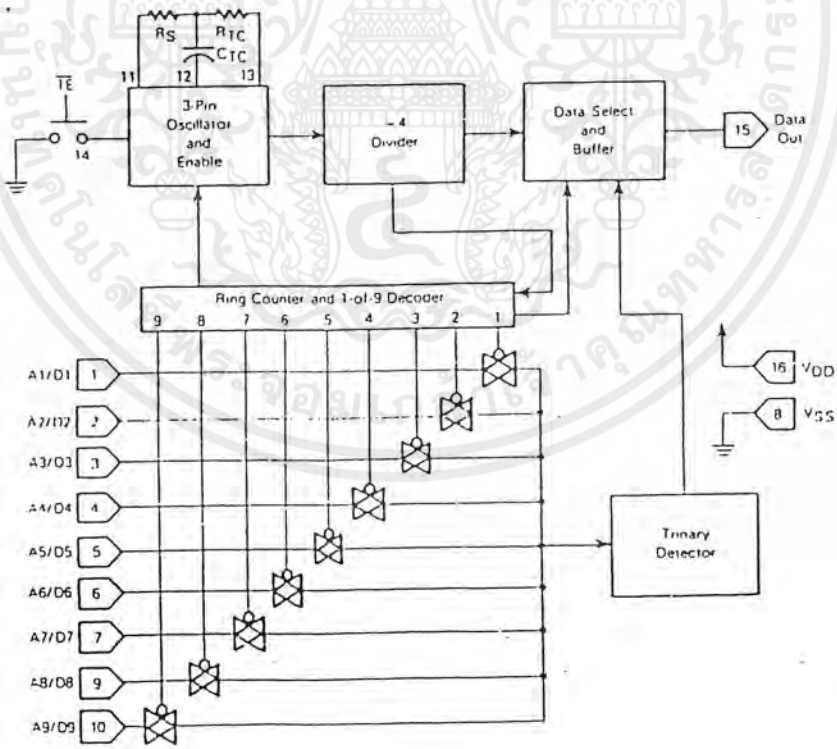
1. the transmitted address matches the receiver address, and
2. the transmitted data matches the last valid data received.

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

V_{DD} — The most positive supply.

V_{SS} — The most negative supply (usually ground).

FIGURE 1 — ENCODER BLOCK DIAGRAM MC145028



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 2 – DECODER BLOCK DIAGRAM MC145027

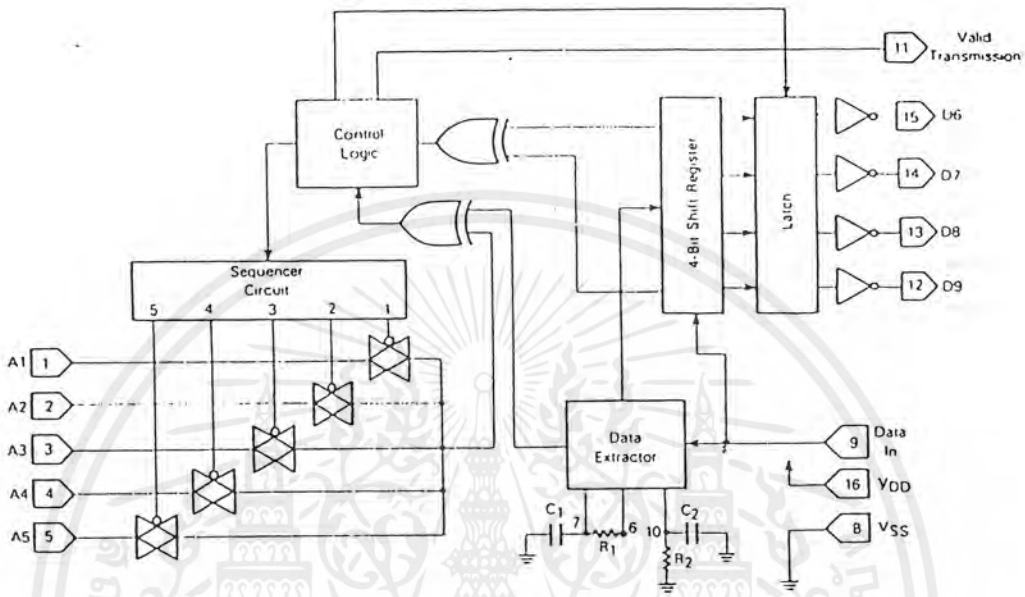
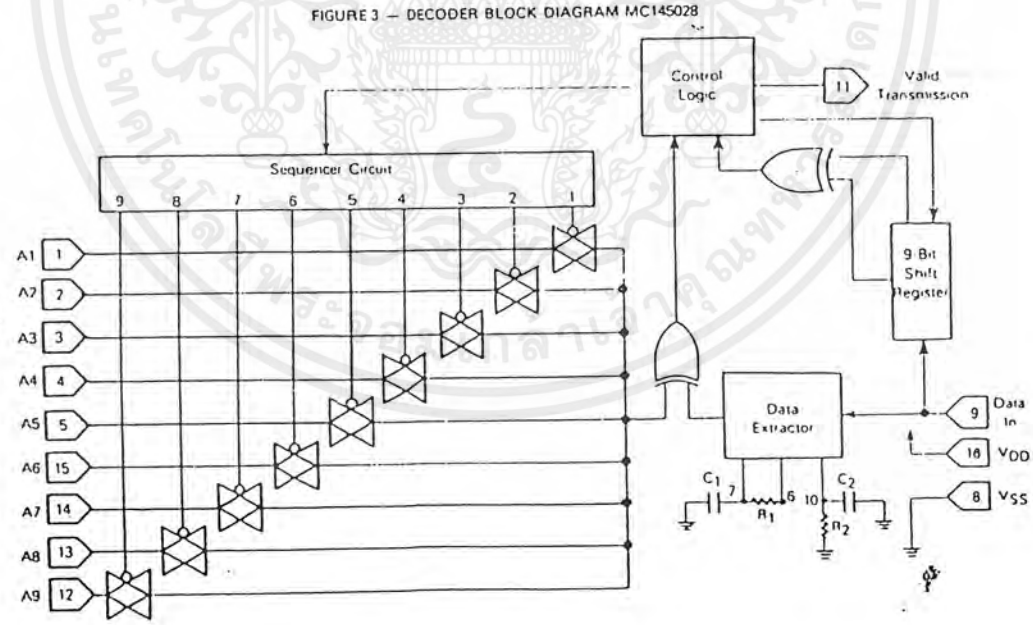
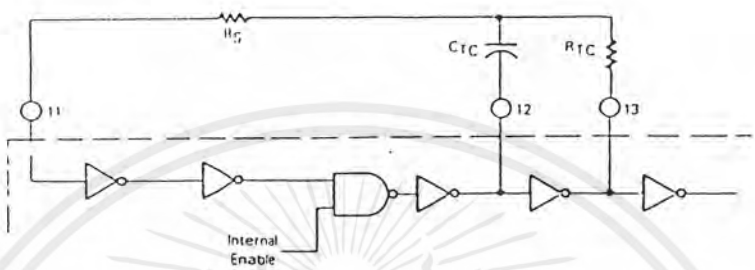


FIGURE 3 – DECODER BLOCK DIAGRAM MC145028



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 4 — ENCODER OSCILLATOR INFORMATION



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

$$f \approx \frac{1}{2.3\, R_{TC}\, C_{TC}'} \text{ (Hz)}$$

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

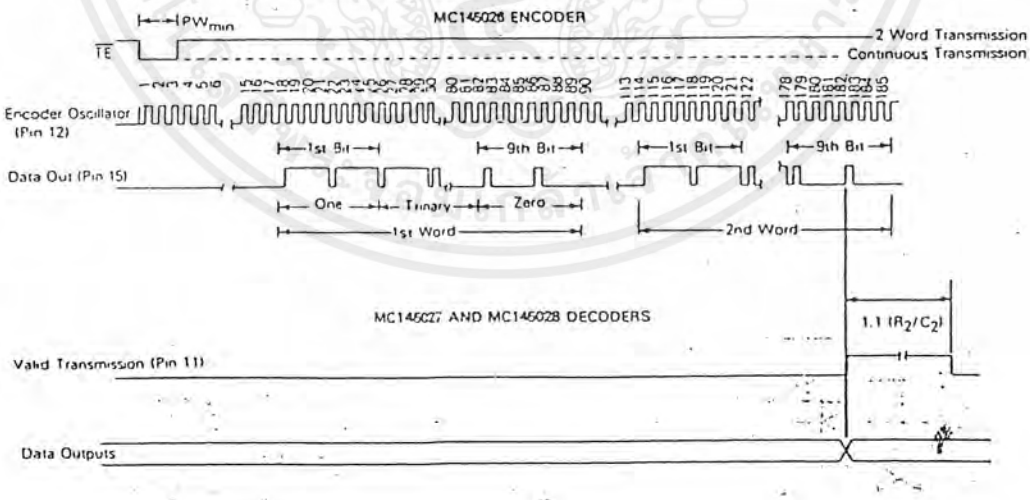
$R_{TC} \geq 10$ k

400 pF < C_{TC} < 15 μF

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

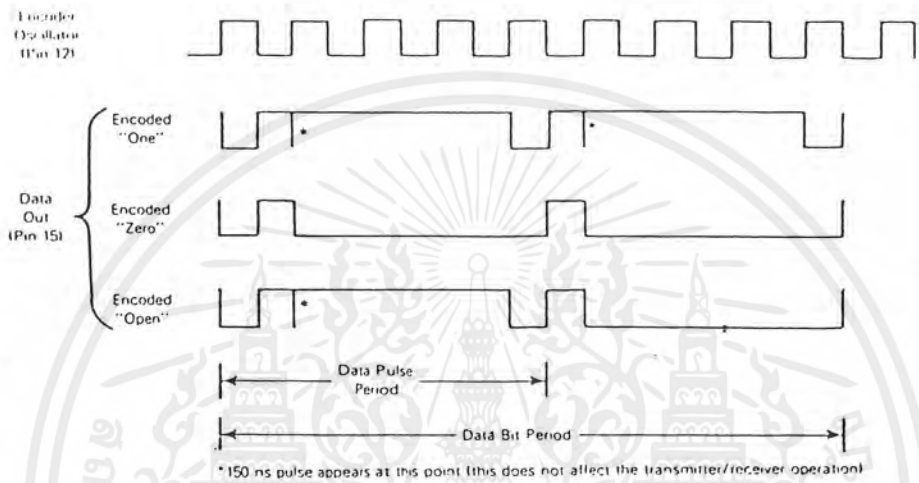
For frequencies outside the indicated range, the formula will be less accurate. The actual oscillation range of this circuit is from less than 1 Hz to over 1 MHz.

FIGURE 5 — ENCODER/DECODER TIMING DIAGRAM



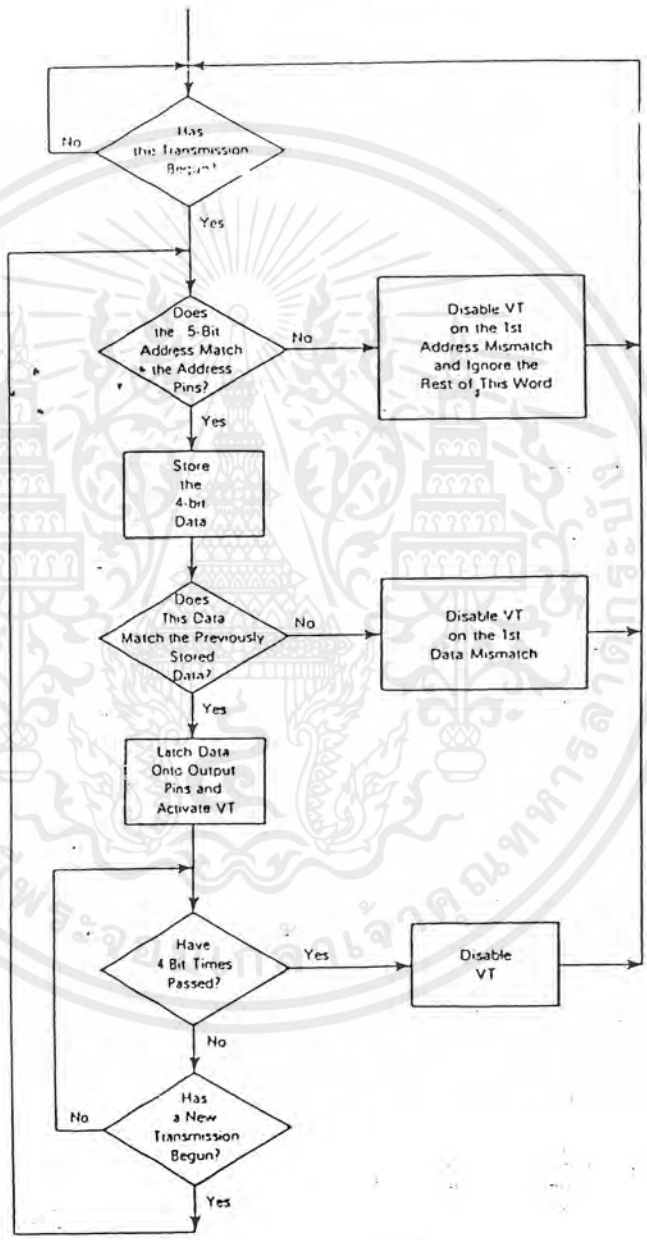
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE A — ENCODER DATA WAVEFORMS (MC145026)



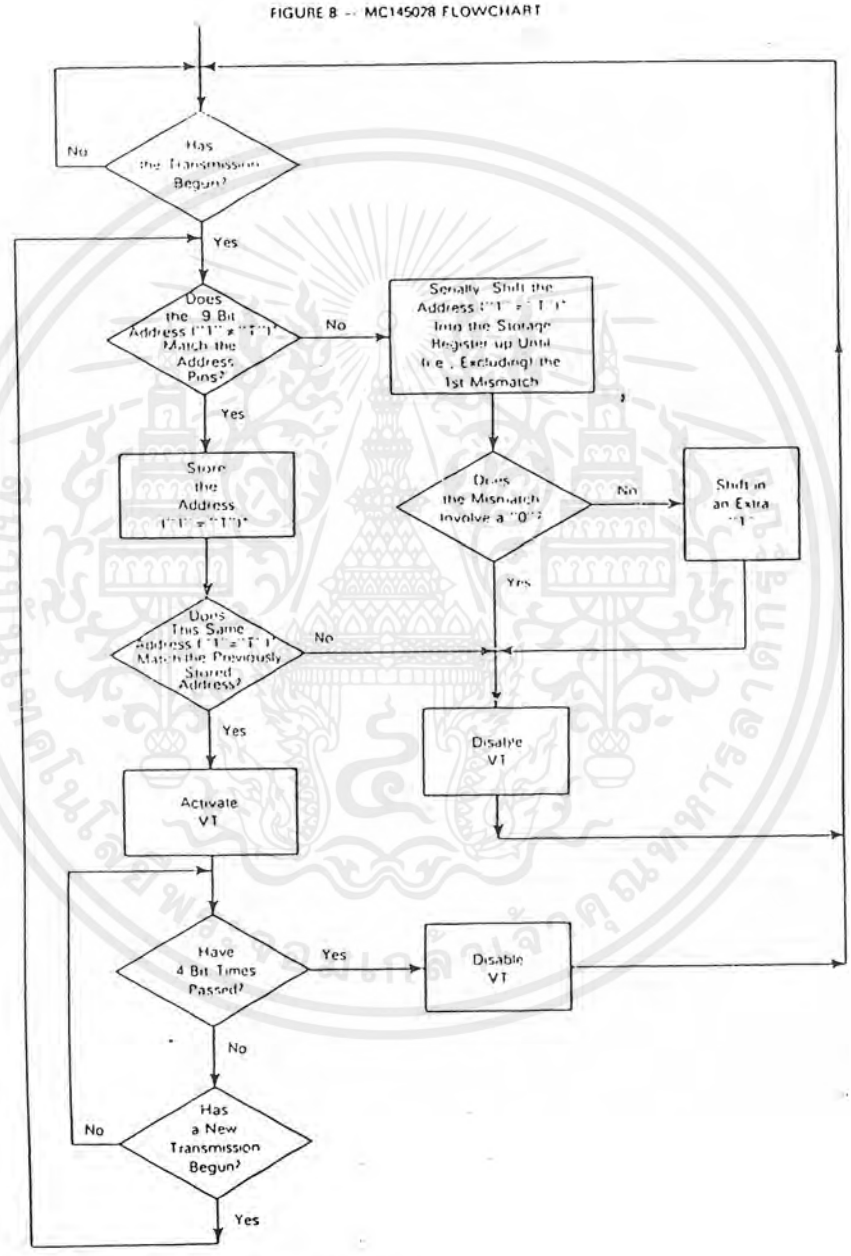
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 7 – MC145027 FLOWCHART



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

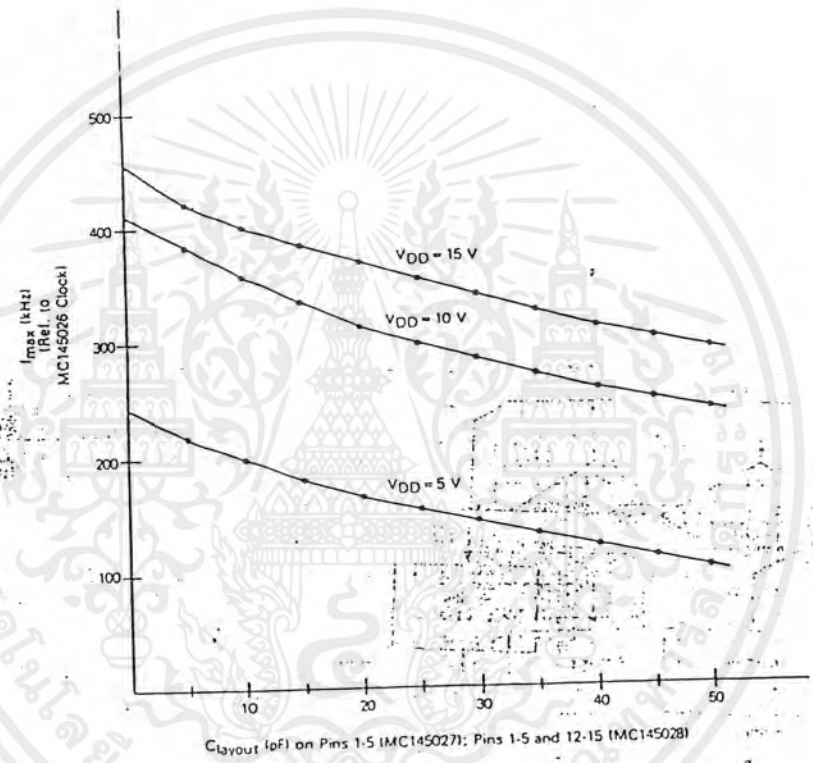
FIGURE 8 – MC145028 FLOWCHART



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 9 — MC145027/MC145028
f_{max} vs C_{layout}



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

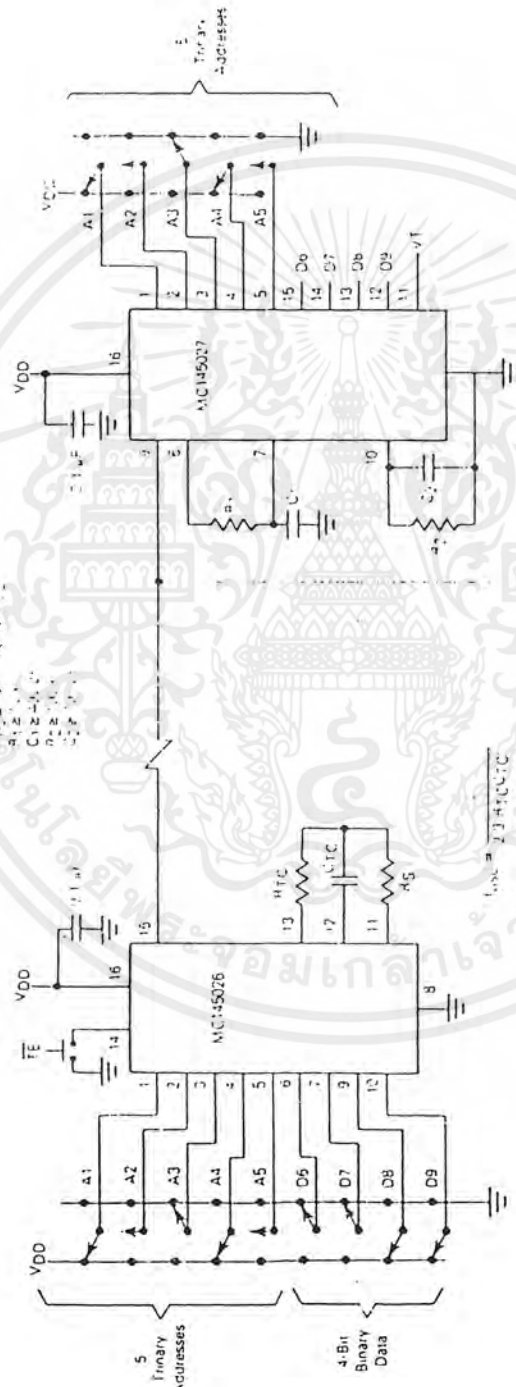


FIGURE 10 – TYPICAL APPLICATION

Example R/C Values
(All Resistors and Capacitors are ±5%)

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	493 pF	20 k	10 k	2000 pF	100 k	3900 pF
42.5	10 k	1020 pF	20 k	10 k	3900 pF	100 k	7500 pF
21.5	10 k	2030 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	0.033 µF
1.71	50 k	5100 pF	100 k	50 k	0.02 µF	200 k	0.01 µF

*CTC = CTC + 20 pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MPS-H10 (SILICON)
MPS-H11

NPN SILICON EPITAXIAL TRANSISTORS

. . . designed for use in VHF/UHF common base oscillator applications.

- High Current-Gain–Bandwidth Product –
  f_T = 650 MHz (Min) @ I_C = 4.0 mAdc
- Low Collector-Base Time Constant –
  $r_b'C_c$ = 9.0 ps (Max) @ I_C = 4.0 mAdc
- Feedback Capacitance –
  C_{fb} = 0.35–0.65 pF – MPS-H10
  0.6–0.9 pF – MPS-H11

NPN SILICON
VHF/UHF TRANSISTORS

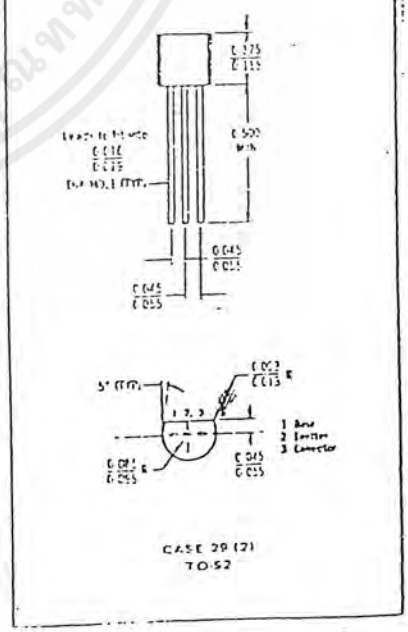
MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	25	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CB}	30	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EB}	3.0	Vdc
Total Device Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D [1]	310 2.81	mW mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg} [1]	−55 to +135	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	θ_{JA} [1]	0.357	°C/mW

[1] Continuous package operation may be above the guaranteed Maximum Ratings as follows: P_D = 1.0 W @ T_C = 25°C, Derate above 25°C = 5.0 mW/°C, T_J = −65 to +150°C, θ_{JC} = 125°C/W.



CASE 29 (2)
TO-52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้คงจะไม่ประสบความสำเร็จ ถ้าไม่ได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์ ตลอดจนต้องขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม และอาจารย์ประจำภาควิชาทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาด้วยดีตลอดมา

ทางผู้จัดทำขอขอบคุณทุกท่านทั้งที่กล่าวนาม และมิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ด้วยใจจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ยืน ภู่วรวรรณ " ทฤษฎีและการใช้งานอิเลคทรอนิคส์ เล่ม 3 " บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด พิมพ์ครั้งที่ 6 พ.ศ. 2528
2. นายจิตรยุทธ จุณภาค และนายต่อพงษ์ ธรรมะโร ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2531 " เครื่องควบคุมระยะไกลด้วยคลื่นวิทยุความถี่สูง " ภาควิชาอิเลคทรอนิคส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้