

การควบคุมไร้สาย
WIRELESS CONTROL VHF



ปริญญาโทนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาคเทคนิคอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2536
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033300

หัวข้อปริญญานิพนธ์

WIRELESS CONTROL VHF

โดย นายสันติพงษ์ สิทธิกุล 35102033

นายอนุรักษ์ ทองสตาช 35102042

ภาควิชา เทคโนโลยีการสื่อสาร

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชวลิต เญวจางคประเสริฐ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติ
ให้แนบปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์




.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(.....)

.....กรรมการ
(.....)

.....กรรมการ
(.....)

.....กรรมการ
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
.....กรรมการ
(.....)

การควบคุมไร้สาย

WIRELESS CONTROL VHF

โดย

นาย สันติพงษ์ สิทธิกุล 35102033

นาย อนุรักษ์ ทองสตาย์ 35102042

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชวลิต เญจจางคประเสริฐ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้ เกี่ยวกับ WIRELESS CONTROL ย่าน VHF ซึ่งได้นำเอา DIGITAL CODE และ FREQUENCY CARRIER ย่าน VHF มาเป็นชุดส่งและส่วนชุดรับเพื่อการสื่อสารได้ระยะไกลขึ้น โดยช่วงความถี่ที่ใช้จะไม่เข้าไปกวนระบบสื่อสารใด ลักษณะของปริญญานี้เพื่อควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยการ ON/OFF และควบคุมความสว่างของหลอดไฟ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้งานทางด้านอื่น ๆ ได้เช่น การควบคุมอุปกรณ์ D.C. ระบบนิรภัยและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน

ABSTRACT

WIRELESS CONTROL VHF IS A PART OF PROJECT WHICH HAS BEEN BROUGHT DIGITAL CODE AND VHF FREQUENCY CARRIER FOR LONG DISTANCE COMMUNICATION. IT USE TO CONTROL EQUIPMENT OF HOME BY ON/OFF AND CONTROL A LIGHT OF LAMP. IT YETS SOME PURPOSE SUCH CONTROL DC EQUIPMENT AND SECURITY SYSTEM AND ETC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก ท่านอาจารย์ที่
ปรึกษา อาจารย์ ชวลิต เบนจางคประเสริฐ ซึ่งท่าน ได้กรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำข้อคิดเห็น
ต่างๆ ด้วยดีมาตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ. ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ ภาคเทคนิคอุตสาหกรรม ที่สนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมงานตลอดจนเพื่อนร่วมห้องที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆมาตลอด
สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ท่านให้การสนับสนุนด้านการเงิน และ
เป็นกำลังใจให้ กระผมมาตลอดจน สำเร็จการศึกษา

ขอบคุณมากครับ

คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบัน REMOTE CONTROL มีบทบาทมากในชีวิตประจำวันซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกสบายในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆซึ่งใน PROJECT นี้พวกเรา ก็ได้สร้าง REMOTE ขึ้นมาชุดหนึ่งแต่ใช้ชื่อว่า WIRELESS CONTROL ซึ่งสามารถควบคุมการปิดและเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกประเภทและส่วนพิเศษที่พวกเราตั้งใจสร้าง อีกส่วนก็คือควบคุมความสว่างของหลอดไฟได้ แล้วการทำงานในครั้งนี้ก็ทำให้พวกเรา ได้เรียนรู้้อะไรอีกมากมาย ซึ่งจะเป็นประสบการณ์และเป็น การเพิ่มพูนความรู้อีกแบบหนึ่ง

สุดท้ายนี้พวกเราขอขอบคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และคำปรึกษา แก่พวกเรา กระผมด้วยดีตลอดมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	ง
กิจกรรมประกาศ.....	จ
บทที่ 1 VHF TRANSMITTER.....	
การทำงานของ BLOCK DIAGRAM VHF TRANSMITTER.....	1
BLOCK DIAGRAM VHF TRANSMITTER.....	2
การทำงานของ VHF TRANSMITTER CIRCUIT.....	3
VHF TRANSMITTER CIRCUIT.....	5
บทที่ 2 VHF RECIEVER.....	
การทำงานของ BLOCK DIAGRAM VHF RECIEVER.....	6
BLOCK DIAGRAM VHF RECIEVER.....	7
การทำงานของ VHF RECIEVER CIRCUIT.....	8
VHF RECIEVER CIRCUIT.....	10
การทำงานของ BLOCK DIAGRAM INTERFACE CIRCUIT.....	11
BLOCK DIAGRAM INTERFACE CIRCUIT.....	12
การทำงานของ INTERFACE CIRCUIT.....	13
INTERFACE CIRCUIT.....	14
การทำงานของ BLOCK DIAGRAM ภาครีไฟ.....	15
BLOCK DIAGRAM ภาครีไฟ.....	16
การทำงานของวงจร ภาครีไฟ.....	17
ลักษณะวงจรภาครีไฟ.....	19
ล่ายวงจรของภาครีไฟ.....	20
บทที่ 3 แนวการใช้งาน.....	21
สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	21
ภาคผนวก.....	22
หนังสืออ้างอิง.....	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSMITTER

BLOCK DIAGRAM OF TRANSMITTER

การทำงานของ BLOCK DIAGRAM

DATA INPUT ทำหน้าที่สร้าง data channel เพื่อจะป้อน binary code ให้กับ first encoder และในขณะเดียวกันก็จะ display channel ออกทาง seven-segment

FIRST ENCODER จะทำการ encoder data input ซึ่งเป็น binary code ที่ได้จาก data input และสร้างสัญญาณ output เป็น serial pulse แล้วป้อนไปยังภาค oscillator

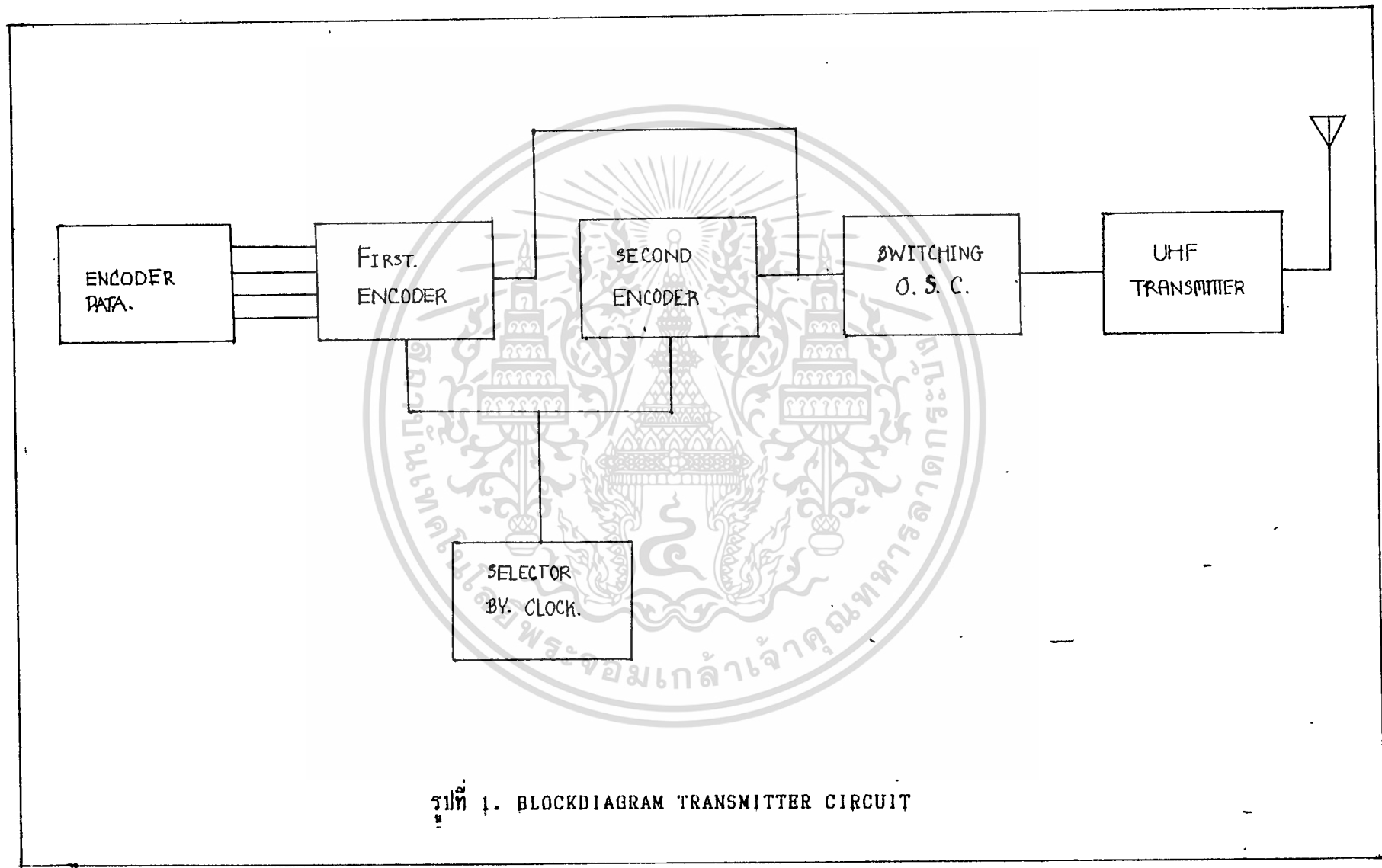
SELECTER ทำหน้าที่ control first encoder และ second encoder เพื่อที่จะเลือก pulse code ทางด้าน output encoder ที่ใช้เป็นตัวส่ง pulse code โดยการสลับการส่งกันคนละครั้ง ป้อนไปยัง oscillator

SECOND ENCODER ทำหน้าที่ encoder address ของ receiver เพื่อที่จะนำไป control receiver address นั้นๆ หากให้ receiver หากใช้ภาครับหลายชุดจะต้องกำหนด address แต่ละชุด โดยกำหนด address ที่ขา address ของไอซี

SWITCHING OSCILLATOR ทำหน้าที่ on/off ภาค oscillate ตามพัลส์ที่รับเข้ามา

OSCILLATOR AND TRANSMITTER ทำหน้าที่ oscillate ความถี่และทำการส่ง carrier นั้นออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1. BLOCKDIAGRAM TRANSMITTER CIRCUIT

การทำงานของวงจรเครื่องส่ง

การทำงานของวงจรมุ่งได้เป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ภาคเข้ารหัส และภาคส่งซึ่งใช้ความถี่วิทยุ

ในส่วนของการเข้ารหัสจะใช้ IC MC145026 2 ตัวคือ IC_1, IC_2 ซึ่งจะรับข้อมูลเข้าแบบขนาน และส่งออก Output แบบอนุกรม

โครงสร้างของ MC145026 นี้จะมีขา address input อยู่ 9 ขาคือ A_1-A_9 และมีขา output 1 ขาคือขา 15 ขาคอมพิวเตอร์การทำงานของมันเป็นคือ ขา ET สัญญาณจาก input จะถูกส่งไปที่ output ได้ก็ต่อเมื่อขา ET นี้ เป็น 0 เท่านั้น

จากคุณสมบัติที่สามารถเข้ารหัสได้ 3 สถานะนั้น จึงสามารถเข้าควบคุม output ได้ถึง $2^3 = 8$ ช่อง แต่ใน project นี้เราใช้เพียง 16 ช่องเท่านั้น จึงปล่อย A_1-A_9 ลอยไว้ส่วน A_8-A_9 ใช้เป็นขาเข้ารหัสซึ่งสามารถควบคุมได้ถึง $2^4 = 16$ รหัส แต่ในวงจรนี้จะใช้เพียง 2 สถานะนั้นคือ สถานะ 0 และ 1 จึงทำให้เข้ารหัสได้เพียง $2^2 = 4$ รหัสเท่านั้น

s_1-s_4 จะทำหน้าที่เข้ารหัสให้ IC_1 โดยการทำงานของ switch นั้นจะต่อ +vcc เมื่อต้องการลอจิก 1 และจะต่อกับกราวด์เมื่อต้องการลอจิก 0

จากวงจรที่ขา 11, 12, 13 ของ IC_1 จะถูกต่อเข้ากับ R_5, C_3, R_6 ตามลำดับ อุปกรณ์ดังกล่าวนี้เป็นตัวกำหนดคาบเวลา และคัมมูล์ภายในของตัวมัน ซึ่งค่าพวกนี้ จะมีสูตรในการคำนวณ อยู่ใน data sheet ในภาคผนวก

เนื่องจากวงจรนี้ ต้องการความปลอดภัย และความถี่สูง จึงใช้ตัวเข้ารหัส 2 ตัว ซึ่งจะเห็นได้ว่าขา A_1-A_9 ของ IC_2 นี้จะปล่อยลอยไว้ เพราะไม่ใช่ตัวควบคุมรหัสการติดต่อ แต่เป็นตัวกำหนดการเข้าถึงการติดต่อกับเครื่องรับ ถ้าส่วนไม่สามารถเข้าถึงได้ รหัสควบคุมจาก IC_1 ก็ไม่สามารถติดต่อกันได้

ในการส่งรหัสออกไป IC_1 และ IC_2 จะผลัดกันส่งรหัสสลับกันต่อกันไป ตามจังหวะ on และ off ของ pulse ของวงจร astable กำหนด pulse on = 300 ms, pulse off = 300 ms และมี LED เป็นตัวแสดงสถานะ on, off

สัญญาณจาก output IC_1, IC_2 จะถูกส่งผ่าน diode D_1, D_2 มาที่ตัวต้านทาน R_7 เพื่อไปยังขา base ของ Q_1 ทำหน้าที่เป็น switch ให้กับ Q_1 ซึ่งไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยึดทั้งห้ามมิให้ตัดเปลี่ยนเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ เป็น ภาค oscillate ความถี่ เพราะฉะนั้นความถี่จะถูกส่งออกไป ตามจังหวะการ on และ off ของพัลสนั้นเอง

ส่วนของวงจร *oscillate* จะมีการทำงานแบบฮาร์ตเลสส์ ความถี่กำหนดโดย วงจรทางค้ประกอบด้วย L_2 และ C_9, C_{10} และ VC_1 ในที่นี้ ปรับความถี่ไว้ในย่าน VHF โดยการปรับทริมเมอร์ และ C_8 เป็นตัวป้อนกลับให้วงจร ส่วน L_1 เป็นตัวแยกการทำงานของวงจร *oscillate* ออกจากระดับคิซี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RECEIVER

BLOCK DIAGRAM OF RECEIVER

การทำงานของเครื่องรับ จะประกอบไปด้วย ภาค frontend ซึ่งจะทำหน้าที่ receiver carrier สัญญาณ pulse ที่จะส่งมาจากเครื่องส่ง และจะถูกทำการ decode pulse เพื่อป้อนไปใช้งานด้าน output ต่อไป จะประกอบด้วยภาคดังนี้

REGENERATIVE DETECTOR ทำหน้าที่ receiver code pulse carrier จากเครื่องส่งและทำการ detect carrier ออกไปและจะเหลือ pulse code เท่านั้นเพื่อป้อนไปให้กับ input amplifier

AMPLIFIER STAGE 1 & STAGE 2 ทำหน้าที่ amplifier code pulse จากภาค regenerative detector เพื่อนำสัญญาณไปเป็น input แก่ schmitt trigger

SCHMITT TRIGGER ทำหน้าที่กำจัด noise และปรับแต่ง pulse code ให้มีสถานะทาง logic ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อนำ pulse นี้ไปทำการ decode เพื่อ control output อีกทีหนึ่ง

INVERTER ทำหน้าที่กลับสัญญาณที่ภาครับรับเข้ามาให้ตรงกับภาคส่งถ้าสัญญาณไม่ตรงกับที่ส่งมา decoder ทั้งสองก็ทำงานไม่ได้

10 SECOND TIME EXTENCODER ทำหน้าที่เปิดเกท เพื่อให้สัญญาณ ผ่านไปที่ตัว decode ที่ 2

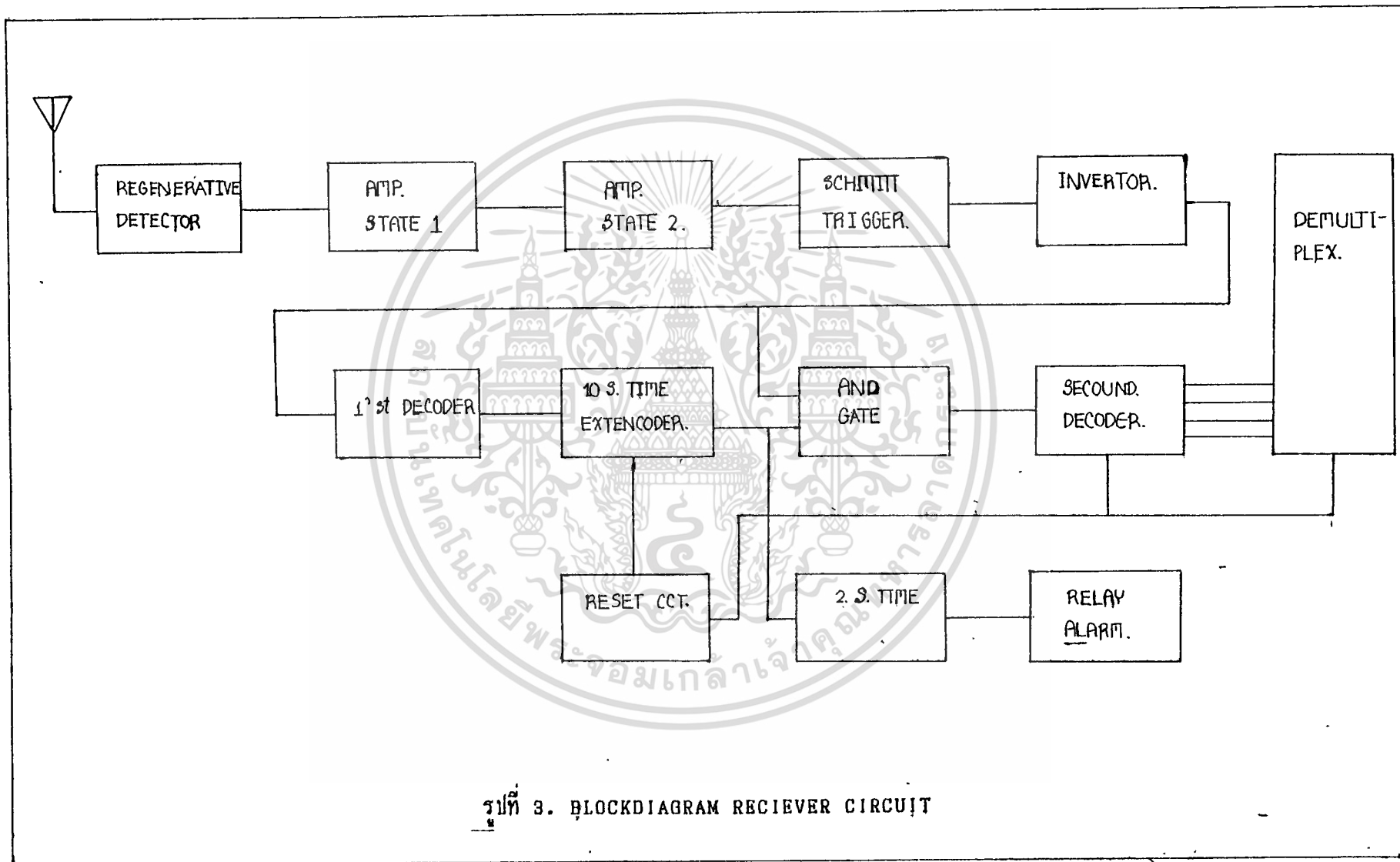
FIRST DECODER นี้จะถูกถอดรหัสออกมาถ้า A1-A9 ตรงกับตัวส่งแล้ว output ที่ได้จะส่งไปวงจรหน่วง 10 sec

SECONDE DECODER ทำหน้าที่ถอดรหัส 4 bit สุดท้ายซึ่งเป็นรหัสข้อมูล และส่ง ไปยัง decoder 16 channel ส่วน 5 bit แรกนั้นทางด้านรับและส่งจะต้องตรงกัน

RESET CIRCUIT รับ output จากตัว decoder ตัวที่สองมา reset วงจรหน่วง 10 sec

SECONDE TIME EXTENCODER นี้รับ output จากวงจรหน่วง 10 sec มาป้อนให้วงจรรับ relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3. BLOCKDIAGRAM RECIEVER CIRCUIT

การทำงานของวงจรเครื่องรับ

ในภาครับส่วนแรกเป็นวงจร self detecting regenerative ความถี่ resonance ของวงจรจะถูกกำหนดโดย L_1 ที่สร้างจากวงจรพีมน์ และตัวเก็บประจุ $VC_{1,1}$ ซึ่งจะต่อขนานเป็นวงจรจูน output จากวงจร detect จะส่งต่อไปวงจร lowpassfilter คือ $R_{6,1}$ $C_{1,7}$ และผ่านไปยังวงจรขยาย จะได้สัญญาณทดสอบที่จุด TP_1 เป็นสัญญาณ digital และจะถูกขยายต่อด้วย $IC_{1,1/2}$ ส่วน $IC_{1,1/3}$ นั้นเป็นวงจรชนิดตรีกริกเกอร์ ทำหน้าที่แต่งรูป สัญญาณให้ถูกต้องยิ่งขึ้น และจากนั้นจะถูกกลับเฟสโดยวงจร inverter คือ $IC_{1,1/4}$

เมื่อสัญญาณเข้าสู่ภาค decoder สัญญาณจะถูกส่งไปยัง IC_2 ซึ่งเป็นตัวถอดรหัสตัวแรกและส่วนหนึ่งส่งไปยัง andgate ซึ่งวงจรนี้ประกอบไปด้วย $R_{2,1}, D_4, IC_{3,1/1}$ เพื่อผ่านไปยัง IC_4 ส่วนที่จำเป็นสำหรับตัวถอดรหัสนี้จะต้องตรงกับตัวส่งด้วย กำหนดโดย $R_{2,1}, C_{1,3}, R_{2,3}$ และ $C_{1,4}$ สำหรับตัวถอดรหัสตัวแรก ส่วน $R_{2,2}, R_{2,3}, C_{1,3}, C_{1,4}$ สำหรับตัวถอดรหัสตัวที่สอง เมื่อตัวถอดรหัสตัวแรกได้รับสัญญาณที่ถูกต้อง ก็จะส่งลอจิก "1" ไปยังขา output VT_1 ตัวเก็บประจุ $C_{1,5}$ จะ charge อย่างรวดเร็ว ผ่าน $R_{2,2}, D_2$ และเมื่อ VT_1 กลับมาเป็น 0 $C_{1,5}$ จะคายประจุผ่าน $R_{2,3}$ อย่างช้าๆ จะใช้เวลาประมาณ 10 sec เป็นวงจร delay

การหน่วงเวลานี้ เพื่อคงลอจิก 1 ที่ input ของ $IC_{3,1/1}$ ซึ่งจะให้ output ลอจิก 0 เพื่ออินเวิร์ตสัญญาณส่งไปยัง input ของตัวถอดรหัสตัวที่สองคือ IC_4 โดยผ่าน $R_{2,3}$ ซึ่งขณะนั้น D_4 จะถูก bias กลับ

ถ้า VT_1 ของ IC_2 ไม่เป็น 1 output ของ $IC_{3,1/1}$ จะเป็น 1 ทำให้ input ตัวถอดรหัสตัวที่สองเป็น 1 เนื่องจาก D_4 ได้ bias ตรง สัญญาณภาครับก็จะไปไม่ถึงตัวถอดรหัสตัวที่สอง

ในขณะวงจรหน่วง 10 sec ถูกกระตุ้นให้ทำงาน output ของ $IC_{3,1/2}$ เป็น 1 และ $C_{1,7}$ จะประจุผ่าน $R_{2,7}$ โดยมีค่าคงตัว ประมาณ 2 sec แรงดันที่ $C_{1,7}$ จะสูงกว่า $IC_{3,1/3}$ ทำให้ output ของ $IC_{3,1/3}$ เป็น 0 และ output $IC_{3,1/4}, IC_{3,1/5}$ เป็น 1 ทำให้ transistor ทำงาน และ RY_1 ก็ทำงาน

แต่ถ้าการรับสัญญาณถูกต้องก่อน 2 sec การเก็บประจุจะถูกขัดจังหวะ ทำให้รี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ถ้าตัวถอดรหัสตัวสองรับสัญญาณถูกต้อง รหัส 4 บิต จะถูกแลตที่ไว้ที่ output ทำให้ VT_2 เป็น 1 และส่งไปที่ $IC_{3,7}$ โดยผ่านวงจรวางเวลา D_5, C_{20}, R_{24} ทำให้ output ของ $IC_{3,7}$ เป็น 0 ทำให้ C_{18} คายประจุกอย่างเร็ว ผ่าน D_5, R_{24} ผลก็คือไป reset วงจรวางเวลา 10 sec

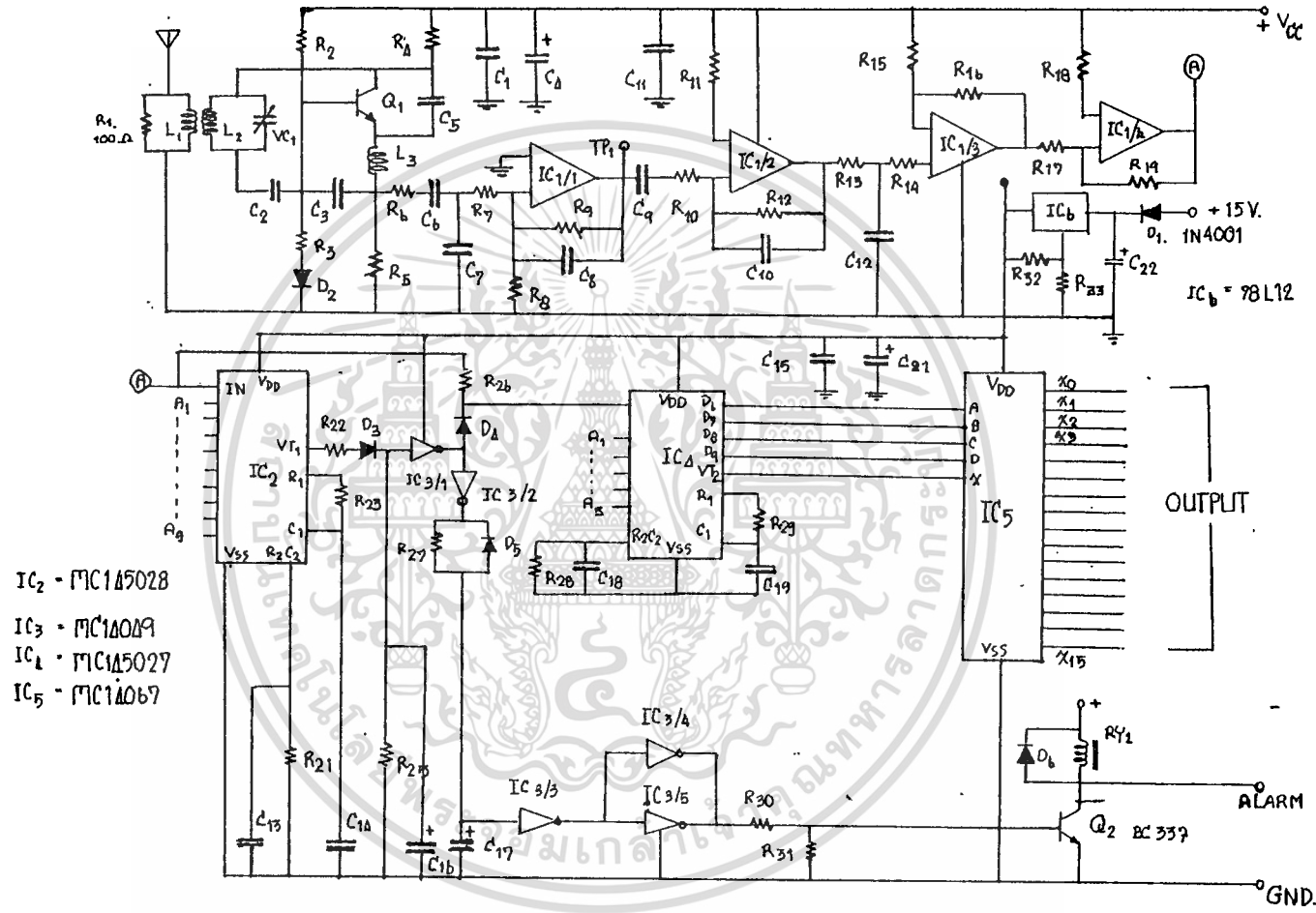
ด้วยเหตุนี้ output ของ $IC_{3,2}$ จะถูก set ให้เป็น 0 แล้ว C_{17} จะคายประจุกอย่างรวดเร็วผ่าน D_5 ไป reset วงจรวางเวลา 2 sec อีกต่อหนึ่ง

สุดท้ายรหัสข้อมูล 4 bit จาก IC_4 จะส่งไป IC_5 ซึ่งเป็น demultiplex 1 to 16 line ซึ่ง output จะเป็น "1" เพียงเส้นเดียวตามรหัสข้อมูล 4 bit ที่ได้รับมา ส่วนเส้นอื่นจะเป็น high impedance



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC₁ = LM 5401



- IC₂ - 74C1A5028
- IC₃ - 74C1A029
- IC₄ - 74C1A5027
- IC₅ - 74C1A067

รูปที่ 4. RECEIVER CIRCUIT

BLOCKDIAGRAM OF INTERFACE CIRCUIT

การทำงานของ BLOCKDIAGRAM

FLIPFLOP จะทำงานใน toggle mode คือ เมื่อได้รับสัญญาณ input จาก ภาครับ 1 ครั้งจะให้ output ออกมาแบบตรงกันข้ามกับสถานะปัจจุบันที่มันแสดงอยู่

COMPARATOR ทำหน้าที่เปรียบเทียบแรงดันระหว่าง input ทั้งสองที่รับจากภาค flipflop และภาค voltage reference และจะให้ output ออกมาตาม input นั้นๆ

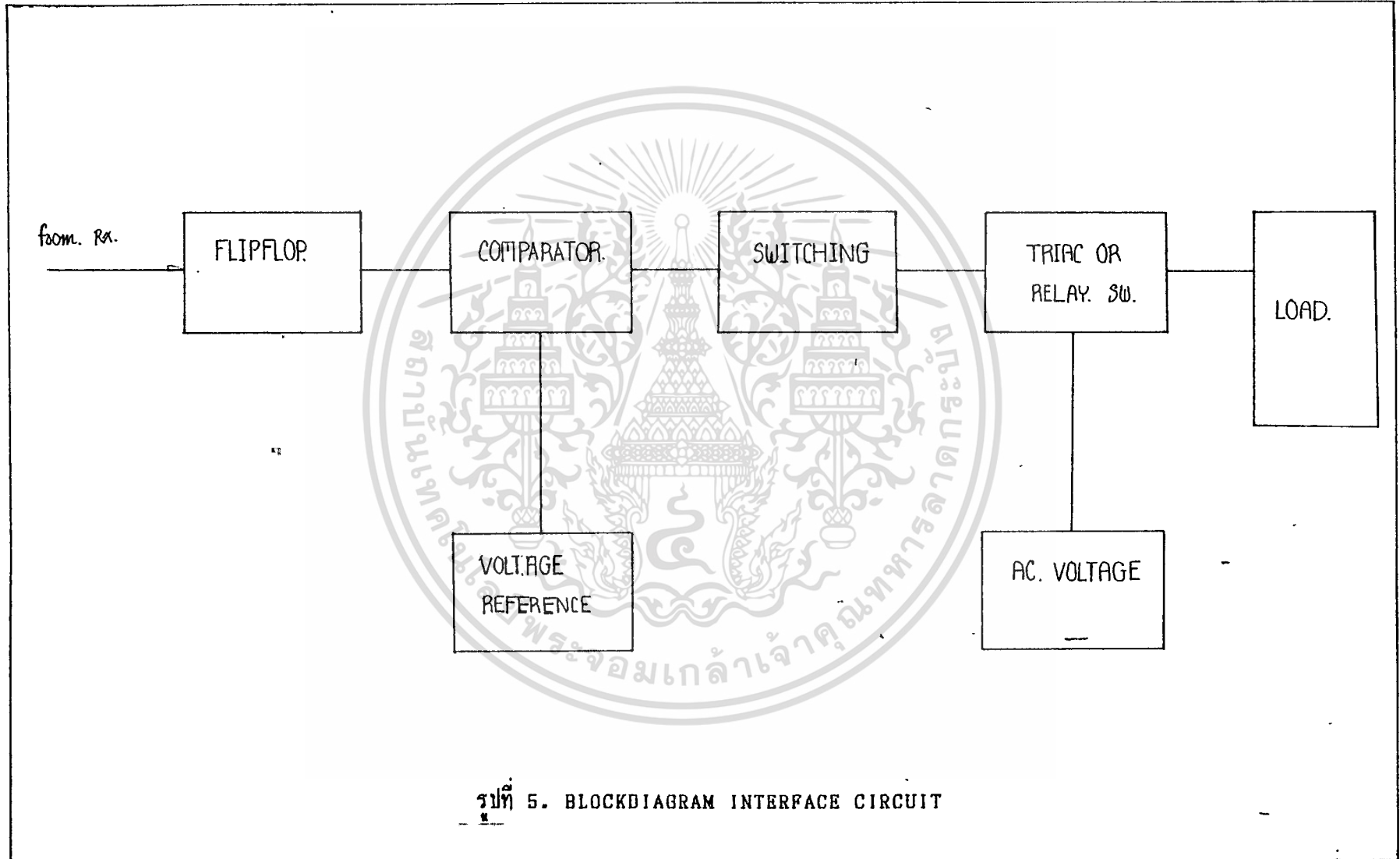
VOLTAGE REFERENCE สร้างแรงดันอ้างอิง เพื่อให้เป็นแรงดันเปรียบเทียบกับระดับ output ของ flipflop

SWITCHING ทำหน้าที่ on/off และตัวมันจะอยู่ในสถานะ on ได้ก็ต่อเมื่อได้รับอินพุตเป็นบวกและถ้าภาคนี้ on จะทำให้ภาคต่อไป ทำงานได้

TRIAC OR RELAY SWITCH ทำหน้าที่เป็น switch on/off load โดยภาคนี้จะถูกควบคุมโดยภาค switching คือในขณะที่ภาค switching on จะมีกระแสไปทริกให้กับ gate ของ triac ทำให้ triac สามารถนำกระแสได้ load ก็จะมีกระแส on และถ้าต้องการทำให้ load off ก็ควบคุมโดยการหยุดทริกเกตคือ ภาค switch ต้อง off ไม่มีกระแสไหลไปทริกเกต แต่จากคุณสมบัติของ triac นั้นเมื่อหยุดทริกเกต มันก็สามารถนำกระแสต่อไปได้ จนกว่าระดับกระแสที่ไหลผ่านตัวมันจะต่ำกว่า ระดับกระแส holding ของตัวมัน เหตุผลนี้เองที่ทำให้ triac ในวงจรนี้ off ได้คือ จากลักษณะของสัญญาณกระแสสลับจะมีอยู่ช่วงเวลาหนึ่งที่ ระดับสัญญาณตกลงสู่ศูนย์ ช่วงเวลานั้นๆนั้นเองที่ทำให้ triac ในวงจร ac off โดยอัตโนมัติ

LOAD อาจจะเป็น dc load หรือ ac load ถ้าเป็น ac load ก็จะใช้ triac เป็น switch แต่ถ้าเป็น dc load ก็จะใช้ relay เป็น switch เพื่อความเหมาะสม

AC VOLTAGE เป็น ac supply สำหรับจ่ายให้กับ load



รูปที่ 5. BLOCKDIAGRAM INTERFACE CIRCUIT

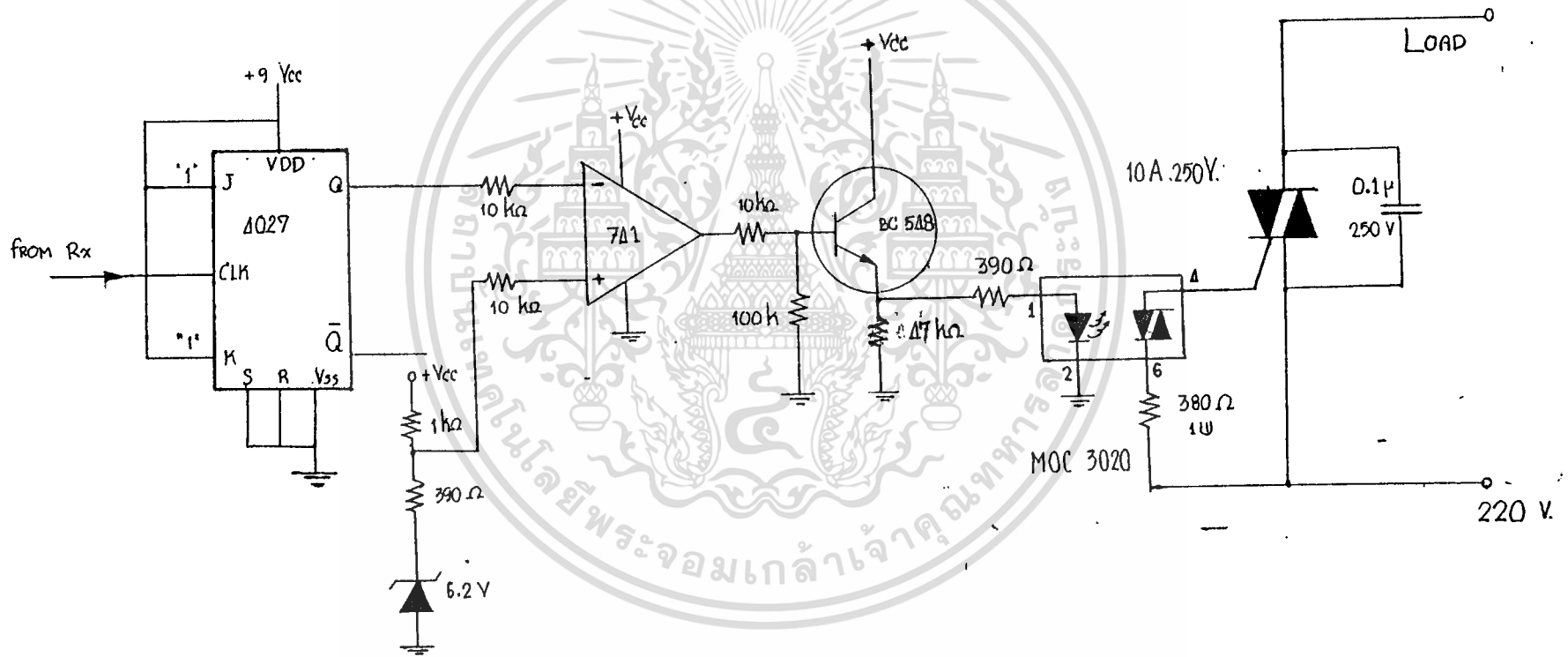
การทำงานของวงจร

วงจรอินเวอร์เตอร์เฟส

จาก output ของ receiver จะถูกป้อนให้กับขา clock ของ JK flipflop 4027 ส่วนขา J และขา K ถูกต่อไว้กับ VCC (12V) เพื่อให้ JK flipflop ทำงานใน mode toggle จากคุณสมบัติของ CMOS สถานะ logic จะแตกต่างจาก TTL คือ เมื่ออยู่ในสถานะ logic "0" ค่าแรงไฟจะอยู่ประมาณ $0-1/2 V_{CC}$ แต่ถ้าเป็น "1" ค่าแรงไฟจะต้องมากกว่า $1/2 V_{CC}$ จากเหตุนี้เองจึงต้องใช้ วงจร comparator ซึ่งใช้ opamp 741 เพื่อเปรียบเทียบแรงไฟจาก output ของ flipflop 4027 กับ reference ที่สร้างโดย zener diode 6 v กับ resistor จะได้ระดับอ้างอิงประมาณ 8.2 v เมื่อ output ของ flipflop มีระดับ "0" [6v] output comparator จะมีค่าเท่ากับ $V_{CC}-1$ แต่ถ้า output เป็นระดับ "1" output ของ comparator จะเท่ากับ $-V_{CC}+1$ (โดยที่ขา 2 inverting เป็น input ต่อกับ flipflop 4027 และขา 3 non inverting เป็น reference จาก comparator) ก็จะทำกับ LED เพื่อแสดงว่าขณะนี้ช่องไหนทำงานต่อจากนั้นก็เป็น transistor switch Bc548 ซึ่งจะ ON ก็ต่อเมื่อ output ของ comparator เท่ากับ $V_{CC}-1$ และจะ OFF ก็ต่อเมื่อ output ของ comparator เท่ากับ $-V_{CC}+1$ และการ ON/OFF ของ transistor นี้จะเป็นไปตามจังหวะของ clock ถ้าส่ง clock 1 ลูก transistor ON ,clock ลูกต่อไปที่ส่งตามมาก็จะเป็นการ OFF และจาก output transistor ก็ส่งต่อไปยัง optoMOC3020 เพื่อควบคุมการทริกที่ขาเกตของ TRIAC ขนาด 500 v 15 A เมื่อไทรแอดถูกทริกก็เหมือนกับ switch OFF ดังนั้น LOAD ที่ต่ออยู่ก็จะ ON จนกว่าเครื่องส่งจะส่งรหัสอีกครั้งหนึ่งมา OFF ลักษณะของวงจรแสดงดังรูปหน้าถัดไป

วงจรขับอีเรย์

การทำงานในส่วนแรกจะเหมือนกัน [ส่วน flipflop และ comparator] ถัดจากนั้นจะต่อเข้า transistor ซึ่งทำหน้าที่ drive relay ขนาด 2-5 A ซึ่งต่ออยู่กับขา collector โหลดที่เข้ากับวงจรนี้สามารถใช้ได้ทั้งโหลด AC และ DC ลักษณะวงจรดังรูปหน้าถัดไป

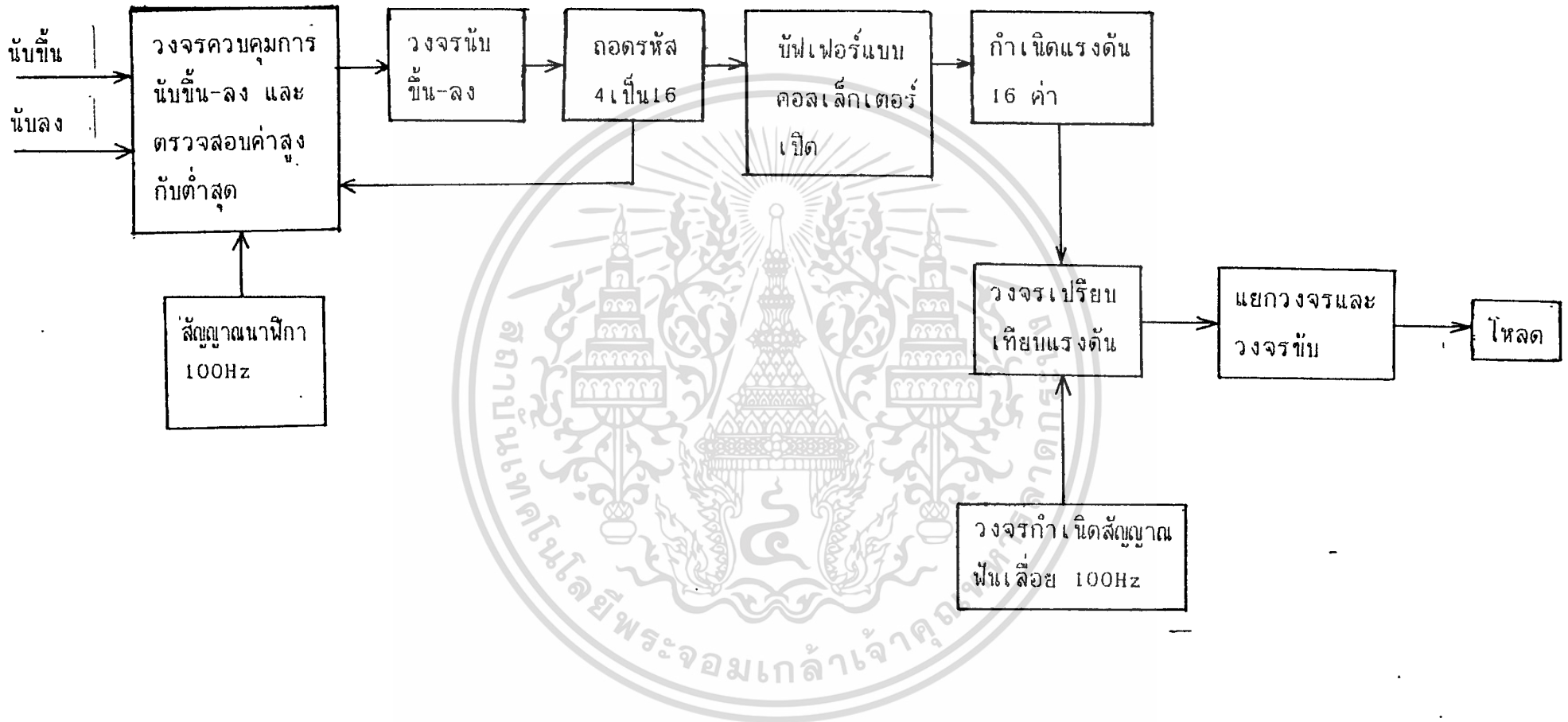


รูปที่ 6. INTERFACE CIRCUIT

หลักการทํางานของ BLOCK DIAGRAM

การทํางานของภาครีไฟน์ อาศัยการนำสัญญาณฟันเลื่อยที่มีความถี่ 100Hz เปรียบเทียบกับระดับแรงดันที่ตั้งไว้ 16ค่า เพื่อที่จะสามารถควบคุมหรือกำหนดมุมทริกของแรงดันที่จะจ่ายให้กับโหลดได้ภาคควบคุมนับขึ้น-ลง จะเป็นตัวควบคุมเพื่อเลือกระดับแรงดัน เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณฟันเลื่อย โดยจะเป็นตัวควบคุมว่าจะให้นับขึ้นหรือนับลง ภายในจะประกอบไปด้วยแอนเกททำหน้าที่เป็นสวิตช์ เพื่อที่จะควบคุมให้สัญญาณนาฬิกาออกไปที่ขานับขึ้นหรือขานับลงของภาคนับขึ้น-ลง และจะตรวจจับค่าที่นับว่าสูงสุดหรือว่าต่ำสุดหรือเปล่า ถ้าเป็นค่าสูงสุด ที่อินพุตนับขึ้นก็ไม่สามารถที่จะควบคุมได้ จะควบคุมได้เฉพาะอินพุตนับลง ส่วนถ้าตรวจจับเป็นค่าต่ำก็จะควบคุมได้เฉพาะอินพุตนับขึ้นเท่านั้น การที่จะควบคุมให้นับขึ้นหรือนับลงนั้น จะต้องป้อนสัญญาณเข้า ที่อินพุตนับขึ้นหรืออินพุตนับลงตามลำดับ ภาคกำเนิดสัญญาณนาฬิกา จะออกแบบโดยใช้วงจระสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ โดยออกแบบให้กำเนิดความถี่ต่างๆ เพื่อเป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับวงจรรับ ในที่นี้จะใช้ไอซี 555 มาทำหน้าที่นี้ ภาคนับขึ้น-ลง เนื่องจากเราต้องการให้วงจรถูกออกแบบสามารถปรับตั้งแรงดันที่ จะนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณฟันเลื่อย ดังนั้นจึงเลือกไอซีภาคนับขึ้น-ลง แบบBCD เบอร์ 74LS193 โดยไอซีเบอร์นี้จะมีอินพุตที่เป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับนับขึ้นและนับลงแยกกันอิสระ และให้รหัสเอาต์พุตเป็น รหัส BCD ภาคถอดรหัสได้เลือกใช้อิซีเบอร์ 74LS154 ซึ่งเป็น ไอซีถอดรหัสจากรหัสBCDไปเป็น รหัสฐานสิบ มีเอาต์พุตจำนวนสิบหกเอาต์พุตโดยแอกติฟที่ลอจิก "0" ภาคขับเฟ้อร์แบบคอลเล็กเตอร์เปิด ภายในจะคล้ายกับสวิตช์เพื่อที่จะแยกขาทั้งสิบหก ขาของภาคถอดรหัสออกจากกัน เพื่อที่จะใช้ในการเชื่อมต่อกับภาคกำเนิดแรงดัน ภาคกำเนิดแรงดันสิบหกค่า จะเลือกใช้อิซีเรกูเลเตอร์ เบอร์ LM317T เป็นตัวกำเนิดแรงดัน ซึ่งสามารถที่จะกำหนดค่าแรงดันที่เอาต์พุตได้โดยการปรับ VR ภาคกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อย การที่จะควบคุมการทริกมุมของ แรงดัน 220 Vac ได้นั้นจะต้องสร้างสัญญาณที่มีความถี่เดียวกันกับแรงดัน 220Vac . และเวลาที่จะกำเนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 แรงดันนั้นจะต้องตรงกันด้วย
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7. BLOCKDIAGRAM ภาครีไฟ

ภาคเปรียบเทียบแรงดัน จะทำหน้าที่เปรียบเทียบแรงดัน ระหว่างภาคกำเนิดแรงดัน กับภาคกำเนิดสัญญาณพื้นเลี้ยง ถ้าระดับแรงดันของสัญญาณพื้นเลี้ยงมีค่ามากกว่าแรงดันของภาคกำเนิดแรงดัน ก็จะส่งสัญญาณออกที่เอาต์พุต ภาคเปรียบเทียบแรงดันนี้ภายในจะใช้อปแอมป์ ในการ ออกแบบ

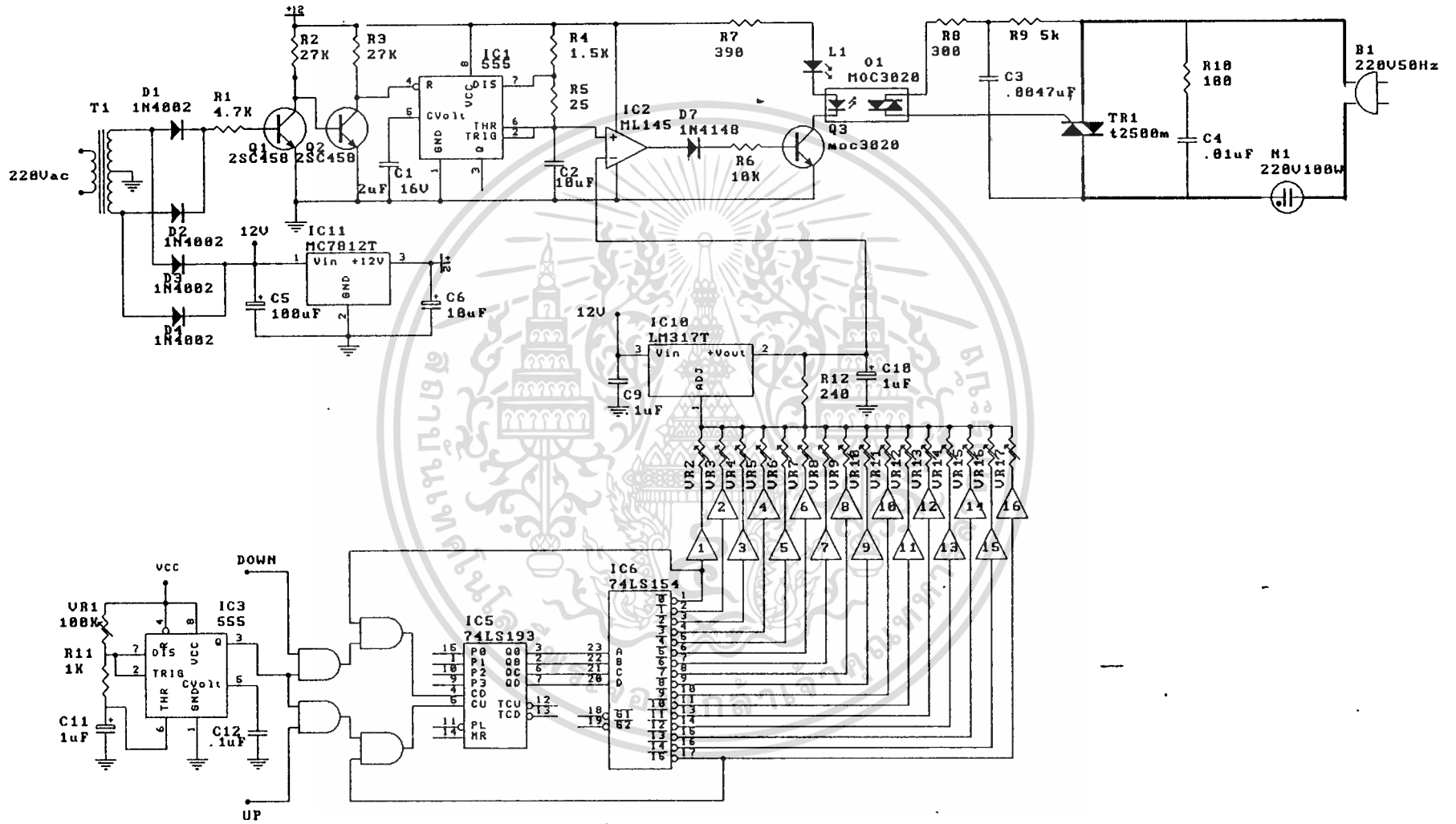
ภาคแยกวงจรและภาคขับ ภาคแยกวงจรจะทำการแยกภาคคอนโทล ออกจากภาคขับ โหลด โดยใช้ไอซีMOC3020 ออปโตคัปเปลอร์ ส่วนภาคขับจะใช้ไทรแอดทำหน้าที่คล้ายกับสวิทช์เพื่อที่จะควบคุมให้โหลดทำงาน ภาคโหลด ในที่นี้คือหลอดไฟหรือจะใช้เป็นพัดลมก็ได้(แต่จะต้อง ออกแบบภาคขับใหม่)

รายละเอียดการทำงานของวงจร

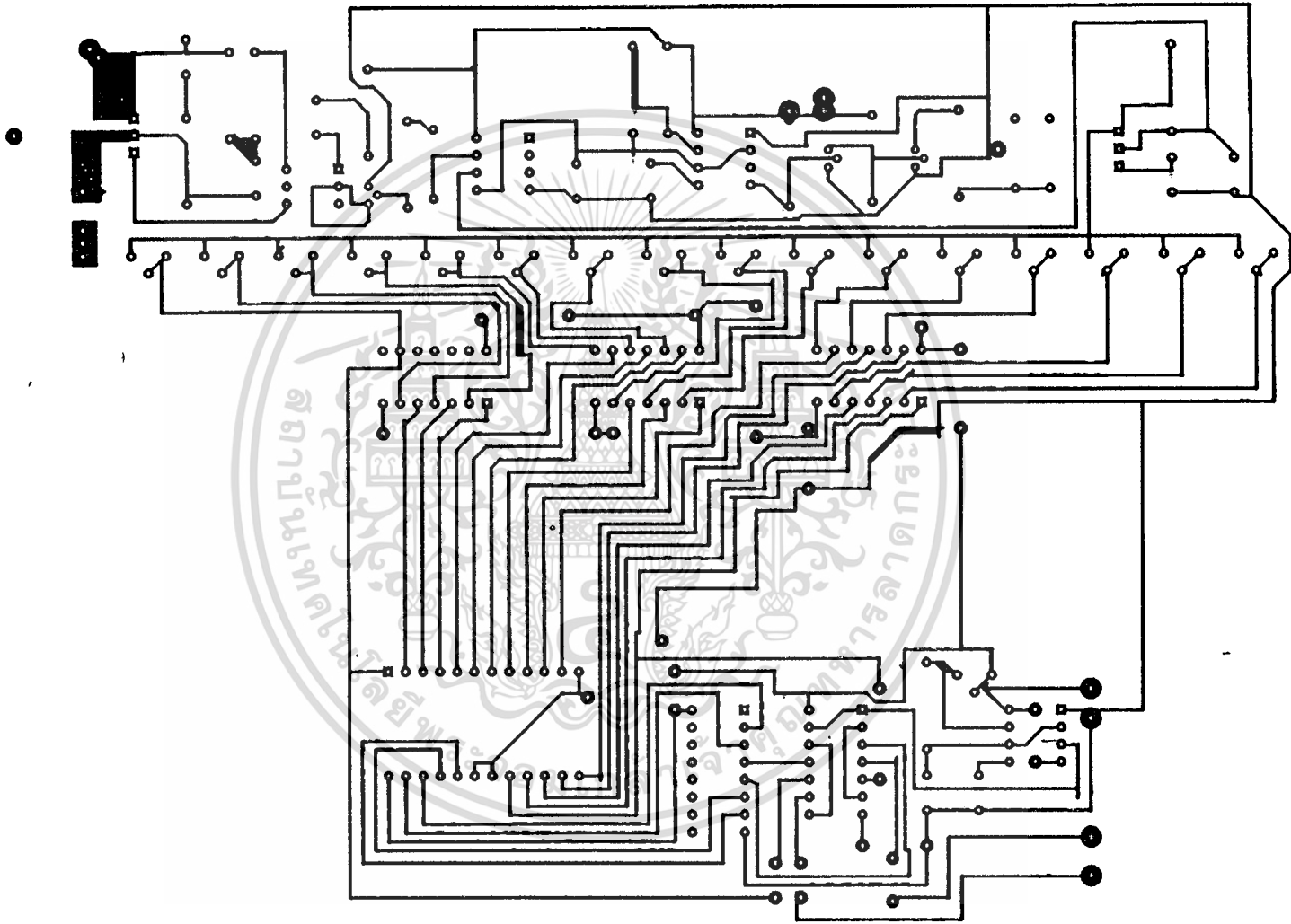
จากรูปแสดงวงจรหรือหลอดไฟ 01 และ 02 ทำหน้าที่แปลงไฟสลับให้เป็นไฟตรง และนำสัญญาณที่ได้นี้ส่งไปยังQ1 และ Q2 โดยสัญญาณที่ป้อนนี้จะไม่ผ่านวงจรฟิลเตอร์ ดังนั้นเอาต์พุตที่ขา C ของ Q2 จะมีความถี่ 100Hz ป้อนเข้าที่ขา 4 ของ IC₁ ซึ่งเป็นขารีเซตทำให้เอาต์พุตเปลี่ยนจากสถานะใด ๆ มาสู่สถานะ "0" Q2 จึงมีโอกาสดับและคายประจุในช่วงเวลาที่ แตกต่างกันก่อให้เกิดสัญญาณที่มีความลาดชันที่แตกต่างกันด้วย ถ้ากำหนดให้ช่วงเวลาการคายประจุสั้นมากๆ รูปคลื่นก็จะคล้ายกับฟันเลื่อยมากขึ้น ดังนั้น R5 จึงควรมีค่าน้อยเพื่อให้ Q2 คายประจุได้อย่างรวดเร็ว IC₁, VR₁, R_{1,2}, C₁ และ C₂ เป็นวงจรอะลเตเบิลมีสติไวเบเตออร์จะผลิตสัญญาณนาฬิกาออกมาที่ขา 3 ที่ขา DOWN ของแอนเกตต์วี่ 1 เป็นอินพุตที่ใช้ในการเพิ่มความสว่างของหลอดไฟ ถ้าขา DOWN นี้เป็น "1" ก็แสดงว่าเพิ่มความสว่างของหลอดไฟ ส่วนที่ ขา UP ของแอนเกตต์วี่ 2 เป็นอินพุตที่ใช้ในการลดความสว่างของหลอดไฟ ถ้าขา UP นี้เป็น "1" ก็แสดงว่าลดความสว่างของหลอดไฟ สัญญาณที่เข้าขา DOWN กับ UP นี้จะได้อาจมาจากไอซีดีโคเดออร์ของ ภาครับของรีโมท ส่วนแอนเกตต์วี่ 3 และตัวที่ 4 จะเป็นตัวตรวจจับว่าตอนนี้ ขา 1 และขา 17 ของไอซี 6 เป็น "0" หรือเปล่า ถ้าขา 1 เป็น "0" สัญญาณนาฬิกาจะไม่สามารถเข้าไปที่ ขา 4 ของไอซี 5 ได้ แต่ถ้า ขา 1 เป็น "1" สัญญาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาฬิกาจะสามารถผ่านเข้าไปยัง ขา 4 ของไอซี 5 ได้ ส่วนถ้า ขา 17 ของไอซี 6 เป็น "0" สัญญาณนาฬิกา ก็ไม่สามารถเข้าที่ขา 5 ของไอซี 5 ได้ แต่ถ้าขา 17 เป็น "1" สัญญาณนาฬิกา ก็จะสามารถผ่านเข้าไปยังขา 5 ของไอซี 5 ได้ ไอซี 5 เป็นไอซีวงจรรุ่นขึ้น-ลงแบบ BCD โดยมีขาอินพุตเป็นสัญญาณนาฬิกาอยู่สองขา คือขา 4 กับขา 5 ที่ขา 4 เป็นขานับลงส่วนขา 5 เป็นขานับขึ้นและให้รหัสเอาต์พุตเป็นรหัสฐานสอง ออกที่ขา 2, 3, 6 และ 7 แล้วป้อนเข้าขา 20, 21, 22 และ 23 ของไอซี 6 ซึ่งเป็นไอซีถอดรหัสจาก BCD ไปเป็น รหัสฐานสิบมีเอาต์พุตจำนวน 16 เอาต์พุต (ขา 1-11, ขา 13-17) แยกที่ลอจิก "0" เอาต์พุตทั้ง 16 ขา ที่ได้จะต่อผ่านบัฟเฟอร์ ถ้าเอาต์พุตขาใดของไอซี 6 เป็นลอจิก "0" ก็จะทำให้เอาต์พุตของบัฟเฟอร์เป็นลอจิก "0" แต่ถ้าเอาต์พุตของไอซี 6 เป็นลอจิก "1" ก็จะทำให้เอาต์พุตของบัฟเฟอร์เป็นไฮอิมพีแดนซ์ ไอซี 10 เป็นไอซีเรกูเลเตอร์ที่สามารถจะควบคุมแรงดันทางด้านเอาต์พุตได้โดยอาศัย R12 กับ VR2 ถึง VR17 เป็นตัวตั้งค่าแรงดันเอาต์พุตที่ต้องการ C9 ลดริบเบิล จากวงจรกรองแรงดัน จากแรงดันที่ได้จากเอาต์พุตที่ขา 2 ของไอซี 10 จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณพื้นเลี้ยงที่ได้จากไอซี 1 ที่ตกคร่อม C2 ที่ไอซี 2 ซึ่งจะเป็วงจรเปิด-ปิดสัญญาณที่จะนำไปทริกไตรแอก TR1 คือถ้าระดับของสัญญาณพื้นเลี้ยงน้อยกว่าระดับแรงดันอ้างอิง ก็จะทำให้เอาต์พุตของออปแอมป์ไม่มีสัญญาณไปป้อนให้กับ Q3 ทำให้ Q3 ไม่นำกระแส ดังนั้นออปโตคัปเปิลอร์ไม่ทำงาน ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไปทริกให้กับ TR1 ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไหลในหลอดไฟ แต่ถ้าสัญญาณพื้นเลี้ยง มีระดับของสัญญาณมากกว่าระดับแรงดันที่ตั้งไว้ ก็จะทำให้มีสัญญาณไปป้อนให้ Q3 ทำงาน ดังนั้นออปโตคัปเปิลอร์จึงนำกระแส จึงทำให้มีกระแสไฟไปทริกให้กับ TR1 ทำให้ TR1 นำกระแสจึงทำให้หลอดไฟสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8. วงจรภาคหรีไฟ



A2 Bottom Layer

รูปที่ 9. ลายวงจรภาคหน้าไฟ

แนวการใช้งาน

จาก project ธรรมดาได้สร้าง output ไว้ทั้งหมด 6 ช่องเป็นการ ปิดและเปิด เครื่องใช้ตามปกติ และอีกหนึ่งช่องเป็นการหรีไฟ รวมทั้งหมดก็เท่ากับ 7 ช่อง การใช้งานก็สะดวกคือ เมื่อเราต้องการ เปิดเครื่องใช้ก็กด switch 1 ครั้ง สังเกตสัญญาณไฟที่ LED ที่ตัวส่งต้องติด 1 ครั้งและถ้ากด 1 ครั้ง เครื่องใช้ยังไม่เปิดก็สามารถกด ต่ออีกจนเครื่องใช้เปิด และ ถ้าต้องการปิด ก็กด switch ตัวเดิม ก็จะเป็นการปิด

โดยเราสามารถกดเปิดและกดปิด switch ได้ หรือตัวใดก่อนก็ได้โดยไม่ต้อง เรียงลำดับของ ตำแหน่งหมายเลข switch และการหรีไฟเราจะใช้ switch ควบคุมการทำงาน 2 ตัว คือ switch ตัวแรกเป็นการเพิ่มความสว่าง และ switch ตัวสองเป็นการลดความสว่าง เพราะฉะนั้นเราจะใช้ switch ทั้งหมด 8 ตัว จาก output 7 ช่อง ซึ่ง เป็นการใช้งานที่ง่ายมาก เพียงกด switch เท่านั้น เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกอย่างที่เราต้องการ ควบคุมก็จะทำงาน ตามที่เราต้องการ

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการทำงานมาทั้งหมด 1 ปีเราได้เจอปัญหามากมายเดิมที่เราต้องการสร้าง ใน ระดับความถี่ BHF แต่ผลการทำงานของเราออกมาใน ระดับความถี่ VHF เท่านั้น ซึ่งความถี่ ย่านนี้ อาจจะมีผลกระทบต่อช่องความถี่ข้างเคียงทำให้เกิดการรบกวนกันได้ แต่เราก็ไม่สามารถปรับปรุง หรือเพิ่มความถี่ได้ เพราะค่า L ที่สร้างจากสายปรี้นั้นเราไม่สามารถเพิ่มหรือ ลดได้ แต่ก็เป็นการดีไปอีกลักษณะหนึ่งคือ เป็น project ที่ไม่มีใครเคยใช้ช่วงความถี่นี้มาก่อนถึง จะมีการรบกวนช่องข้างเคียง แต่การใช้งานของ project นี้เราไม่ได้ใช้งานแบบต่อเนื่องคือ เรา จะใช้งานแบบชั่วคราวระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นผลการรบกวนคงไม่สร้างปัญหาเท่าไรนัก ต่อ ช่องข้างเคียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน IC ENCODER/DECODER

MC145026 MC145027 MC145028

-การคำนวณค่า R และ C ให้กับวงจร

1. จะต้องคำนวณค่าความถี่ให้กับ MC145026 (ENCODER) เสียก่อนโดยใช้
สูตรใน DATA SHEET

$$F_{osc} = (1/2 \cdot 3R_{tc}C_{tc})$$

จาก DATA SHEET กำหนดให้ $C_{tc} = C_{tc} + 20pF$

และให้ค่า $R_s = 2R_{tc}$

C_{tc} มีค่าอยู่ระหว่าง 100pF-15μF

R_{tc} มีค่าไม่ต่ำกว่า 10K

การกำหนดความถี่ก็ควรกำหนดให้เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้

2. การคำนวณค่าให้กับ MC145027 MC145028 (ENCODER)

คำนวณได้จากสูตร $R1C1 = 3.95R_{tc}C_{tc}$

และ $R2C2 = 77R_{tc}C_{tc}$

โดยจากวงจร ตัวอย่างนี้จะใช้เบอร์ MC145026 คู่กับเบอร์ MC145027 สำหรับ
MC145028 นั้นก็คำนวณเช่นเดียวกับ MC145027

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณจากการใช้งานจริง

TRANSMITTER

IC1 กำหนดให้ $R_{tc} = 47K = R5$

$C_{tc} = 0.0047\mu F = C3$

$R_s = 100K = R6$

จะได้ $F_{osc} = 1.968KHz$

IC2 กำหนดให้ $R_{tc} = 150K = R12$

$C_{tc} = 0.0047\mu F = C3$

$R5 = 270K = R13$

จะได้ $F_{osc} = 2.78MHz$

RECEIVER

IC3 ซึ่งจะต้อง MATCH กับค่าที่กำหนดไว้ที่ IC2

จาก $R_{IC1} = 3.95R_{tc}C_{tc}$ จะได้

$R1 = 150K = R23$ ในวงจร

$C1 = 0.022\mu F = C14$

และ $R_{2C2} = 77R_{tc}C_{tc}$ จะได้

$R2 = 180K = R21$ ในวงจร

$C2 = 0.9\mu F = C13$ ในวงจร

IC4 ซึ่งจะต้องมีความถี่ MATCH กับ IC1

คือ $R1 = 20K = R29$

$C1 = 0.047\mu F = C19$

$R2 = 180K = R28$

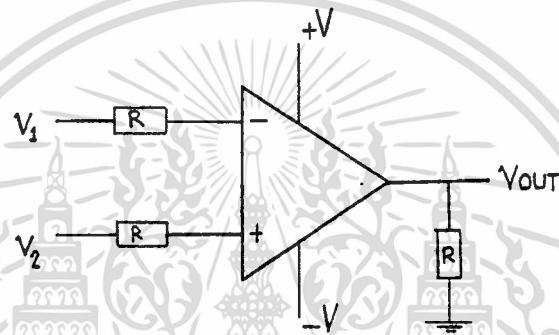
$C2 = 0.1\mu F = C18$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (COMPARATOR)

โดยอาศัย IC OPAMP ดังรูป ทำการเปรียบเทียบแรงดันทางด้านอินพุททั้งสองคือ ขา inverting และ non inverting ถ้าขาไหนมีแรงดันที่เป็นบวกมากกว่า ระดับแรงดัน output จะได้ตามขานั้น เช่น ถ้าขา inverting มีระดับแรงดันเป็นบวกมากกว่าขา non inverting ระดับแรงดัน output ก็จะได้เท่ากับ $-V_{EE}+1$ แต่ถ้าขา non inverting มีระดับแรงดันที่เป็นบวกมากกว่าขา inverting ระดับแรงดัน output จะได้เท่ากับ $V_{CC}-1$

การทำงานแสดงดังตาราง

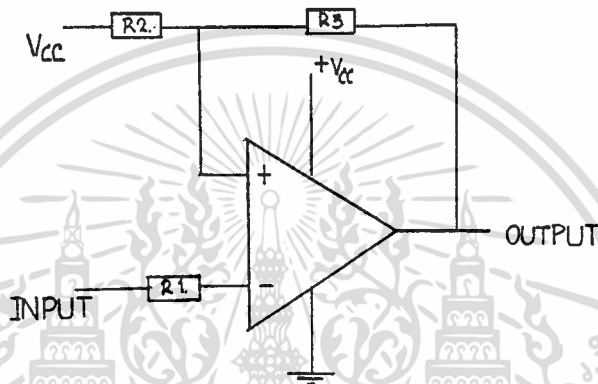


รูปวงจร comparator

แรงดันอินพุท		แรงดันเอาท์พุท
V1	V2	Vout
+1	+2	+B
+2	+1	-B
0	0	0
+1	-1	-B
-1	+1	+B
-1	-2	-B
-2	-1	+B

วงจรขั้วตรึงเกอร์

วงจรขั้วตรึงเกอร์เป็นวงจรที่จะรับสัญญาณอนาล็อกทางอินพุต และจะใช้สัญญาณดิจิตอลทางด้านเอาต์พุต เมื่อแรงดันของสัญญาณค้อย ๆ เพิ่มจาก 0 โวลต์ จนถึงระดับแรงดันหนึ่งที่กำหนดไว้ ขั้วตรึงเกอร์จะให้เอาต์พุตเป็น "1" ทันทีต่อมาเมื่อแรงดันค้อย ๆ ลดลงจนต่ำถึงแรงดันอีกระดับหนึ่ง ขั้วตรึงเกอร์จะให้เอาต์พุตเป็น "0" ระดับแรงดันสูงกับระดับแรงดันต่ำที่ให้เปรียบเทียบนี้จะมีค่าไม่เท่ากัน ช่วงห่างระหว่างแรงดันทั้งสองนี้ เรียกว่า ฮิสเตอร์ริซิสต์ (hysteresis)



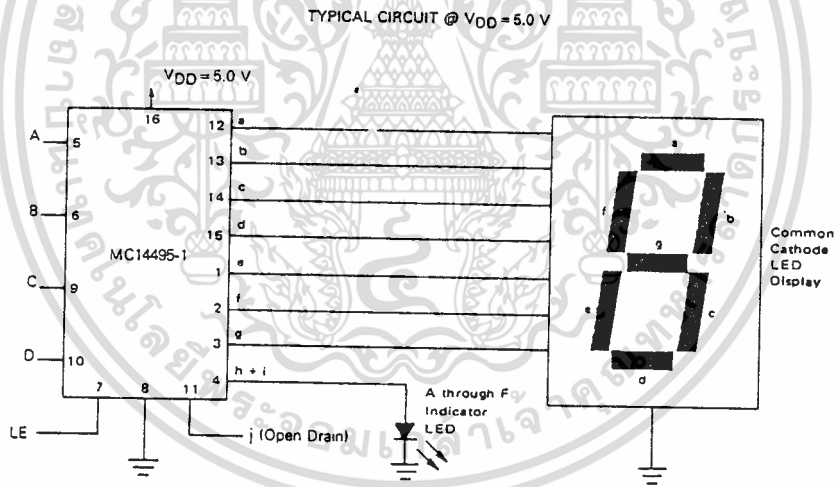
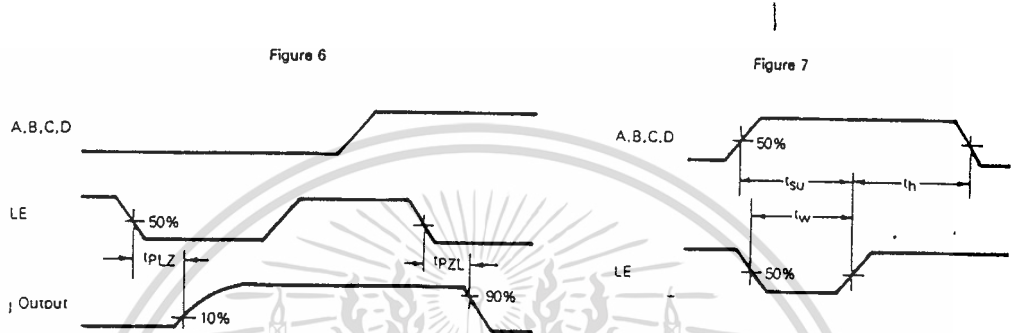
รูปวงจรขั้วตรึงเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร DISPLAY

ส่วนของวงจร display นี้เราใช้ IC เบอร์ MC14495-1 เป็น IC CMOS HEXADACIMAL TO SEVEN SEGMENT /LATCH /DECODER ROM /DRIVER ซึ่งมีสามารถ display ได้ตั้งแต่ 0-F ทั้งหมด 15 ช่อง การทำงาน และการต่อขาต่างๆ ดูได้ในภาคผนวกใน data sheet

SWITCHING WAVEFORMS

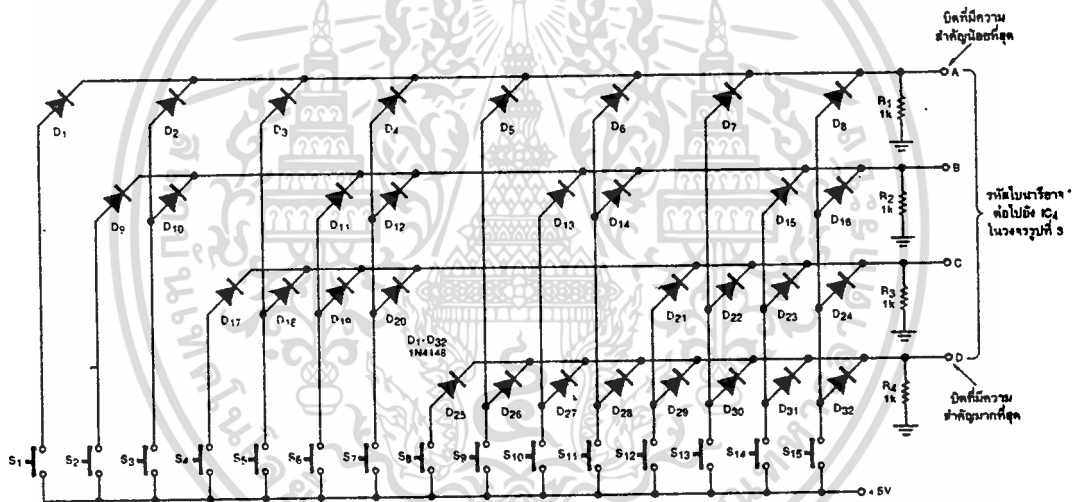


รูป. วงจร DISPLAY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร KEY SWITCH

การออกแบบวงจรนี้ เพื่อสะดวกกับการใช้งานและสามารถแก้ไขปรับปรุงง่ายจึงนำเอาวงจร encoder แบบใช้ diode ดังแสดงดังรูป ซึ่งโดยทั่วไปเราอาจคิดว่าเราสามารถต่อวงจรได้เลยโดยไม่จำเป็นต้องใช้ diode มาต่อ แต่เราอาจลืมนึกไปว่าอาจมีแรงดันบางส่วนย้อนกลับไปรบกวน key switch อื่น ๆ ทำให้การทำงานผิดพลาดไป ดังนั้นวงจรนี้จึงใช้ตัว diode มาต่อเพื่อป้องกัน bias ย้อนกลับไปรบกวน key switch อื่นนั่นเอง เช่น เรากดสวิทช์หมายเลข 1 จะทำให้ diode (D_1) นำกระแส output จะเป็น 0001 และ $D_2 - D_8$ จะได้ bias ย้อนกลับนั่นเอง และวงจรนี้สามารถลดจำนวนช่องได้ตามต้องการอีกด้วย



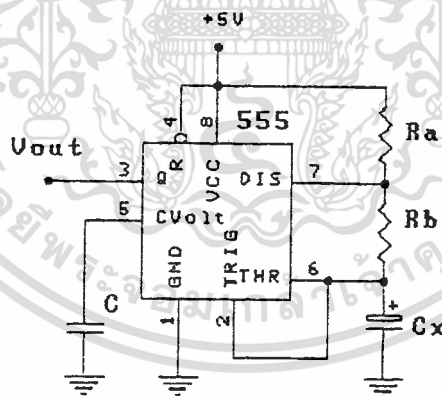
รูป. 5 วงจรพื้นฐานของการเข้ารหัสดิจิทัลแบบไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรอะอสเตเบิล

ในที่นี้เราใช้ IC 555 เป็นการสร้างวงจรที่สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน

การทำงานของวงจร อธิบายได้ดังรูป ตัวเก็บประจุ ภายนอก C จะรับประจุจนมีแรงดันตกคร่อมตัวมัน $2/3 V_{cc}$ โดยการประจุผ่าน R_a และ R_b มันจะคายประจุทันที จนกระทั่งแรงดันคร่อม C เหลือเพียง $1/3 V_{cc}$ โดยการคายประจุผ่าน R_b นั่นคือ แรงดันตกคร่อม C จะ oscillate อยู่ระหว่าง $1/3 V_{cc}$ และ $2/3 V_{cc}$ สัญญาณ output จะอยู่ในสภาวะ high ในขณะที่ C ได้รับการประจุ และอยู่ในสภาวะ low เมื่อ C คายประจุ การเก็บประจุและคายประจุ จะไม่ขึ้นกับแหล่งจ่าย แต่จะขึ้นกับ R และ C เท่านั้น



รูป. วงจรอะอสเตเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาของการประจุ หรือ output high หาได้โดย

$$t_1 = 0.695CR_A + R_B IC$$

ช่วงเวลาของการคายประจุ หรือ output low หาได้โดย

$$t_2 = 0.695CR_B IC$$

คาบเวลาหาได้โดย

$$T = t_1 + t_2 = 0.695CR_A + R_B IC$$

ความถี่ของการ oscillate หาได้จาก

$$f = 1/T = 1.44 / [CR_A + 2R_B IC]$$

สูตรการคำนวณหา ค่า R_A , R_B และ C ของวงจรกำเนิดสัญญาณ sawtooth ที่

ความถี่ 100 Hz โดยใช้ IC 555

$$T = 1/100 = 10 \text{ ms}$$

จากสูตร

$$T_2 = 0.695R_B C$$

กำหนดให้ $R_B = 25 \text{ Ohm}$, $C = 10 \text{ microfarad}$ จะได้

$$T_2 = 0.695 * 25 * 10 * 10^{-6}$$

$$= 173.75 \text{ ms}$$

$$T_1 = [10 * 10^{-3}] - [173.75 * 10^{-6}]$$

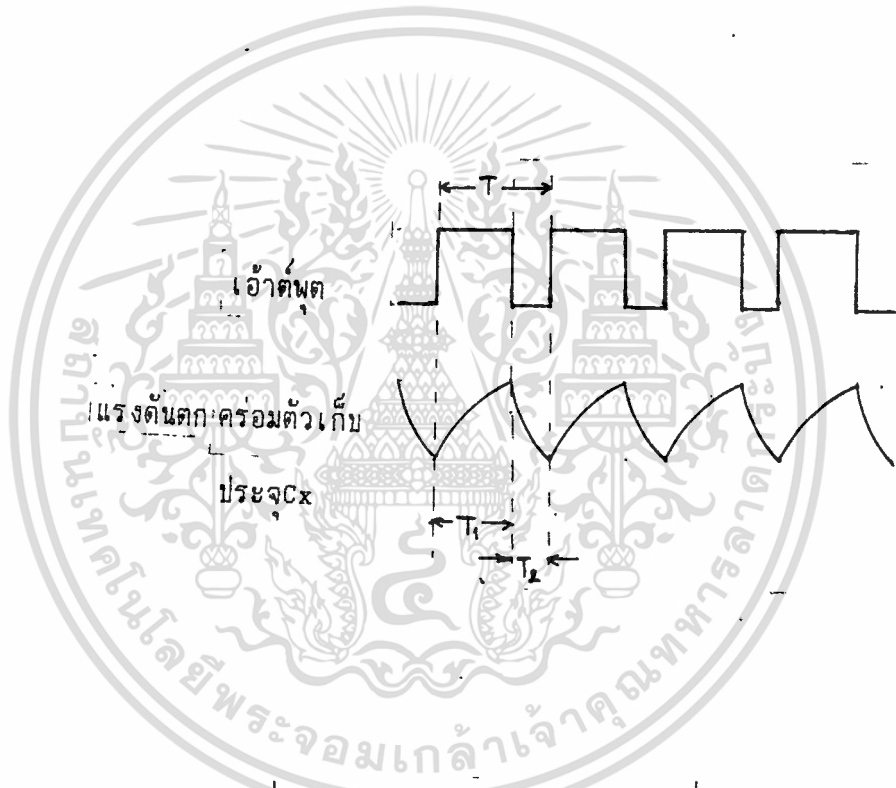
$$= 9.82625 * 10^{-3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T_1 = 0.695CR_A + R_B IC$$

จะได้

$$\begin{aligned}R_A &= [T_1 / 0.695C] - R_B \\ &= [9.82625 * 10^{-3} / 0.965 * 10 * 10^{-5}] - 25 \\ &= 1388.848921 \text{ Ohm} \\ &= \text{ประมาณ } 1.4 \text{ Kohm}\end{aligned}$$

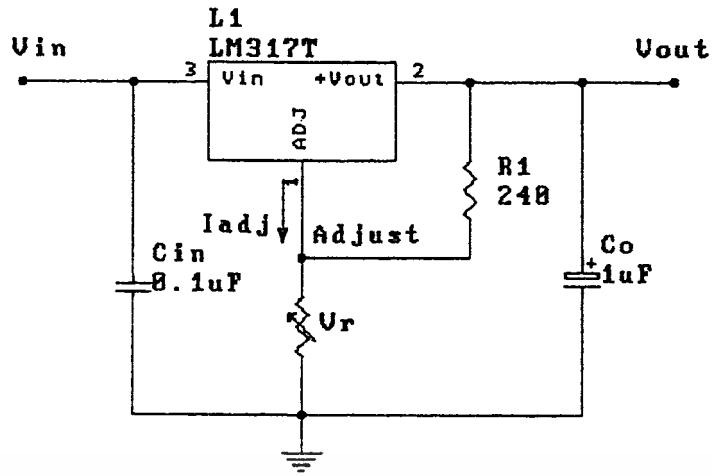


ป. แสดงการเปรียบเทียบของสัญญาณที่มาจากไอซี 555

วงจรกำเนิดแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จะเห็นได้ว่าค่าแรงดันที่ output ถูกกำหนดด้วยค่าของ R_1, R_2 และ I_{ref} ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ซึ่งสามารถหาค่าแรงดัน output ได้จากสมการ

$$V = 1.25V \left[1 + \frac{R_2}{R_1} \right] + I_{ref} * R_2$$

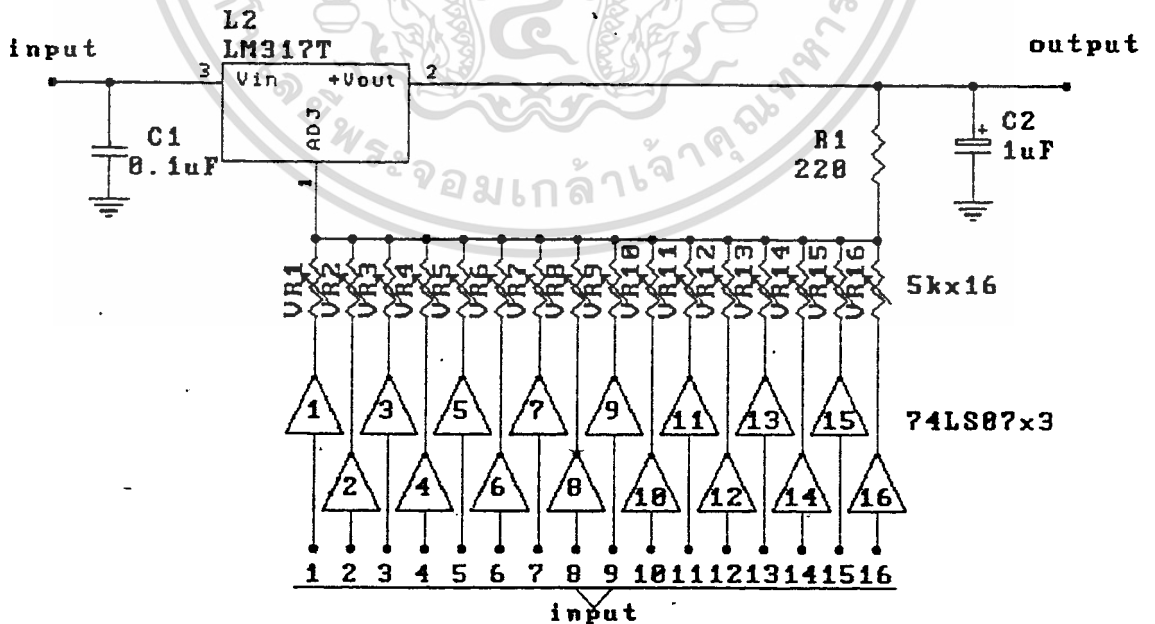


รูปวงจรถ้าเนิดแรงดัน

ในที่นี้เราจะต้องใช้ค่าของ R_2 และ I_{adj} ที่กำหนดไว้ในคู่มือ R_1 เท่ากับ 240 ohm

$I_{adj} = 50 \text{ microAmp}$ ในการออกแบบ ดังนั้นเราจึงคำนวณค่าของ R_2 ได้จากสมการ

$$R_2 = [V_o - 1.25] R_1 / [I_{adj} + 1.25]$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปวงจรถ้าเนิดแรงดันสามารถตั้งค่าแรงดัน OUTPUT ได้ 16 ค่า

จากความต้องการเราต้องการให้แรงดัน `output` สามารถปรับแรงดันได้ตั้งแต่ ต่ำสุด 4 โวลต์ ถึง 8 โวลต์ ดังนั้นจากการคำนวณจะได้ค่า $R_2 = 528 \text{ ohm}$ ที่แรงดัน 4 โวลต์ และ $R_2 = 1.28 \text{ kohm}$ ที่แรงดัน 8 โวลต์ แต่ต้องให้สามารถปรับค่าแรงดัน `output` ได้เพื่อที่จะให้ได้ค่าตามต้องการ จึงแทน R_2 ด้วย R ปรับค่าได้ 5 kohm 10 ตัว และ R ปรับค่าได้ แต่ละตัวนี้จะต่ออยู่กับ `buffer gate` ที่เป็นแบบ `collector` เปิดเพื่อทำการเลือก R_2 เพียงตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น

วงจรกำเนิดแรงดันที่ออกแบบนั้นแสดงดังรูปด้านล่าง โดยมีการเลือกค่าของแรงดัน `output` โดยการให้ `logic "0"` แก่ `buffer gate` ตัวใดตัวหนึ่ง โดยเมื่อ `input` ของ `buffer gate` มี `logic "0"` `transistor` ภายใน `buffer gate` ก็จะอยู่ในสภาวะ `on` เสมือนต่อ R_2 ลงกราวด์ทำให้เราสามารถควบคุมแรงดัน `output` ที่ตำแหน่งดังกล่าวได้ [ด้วยการปรับ R_2 ไว้ที่ตำแหน่งแรงดันที่ต้องการ]

หลักการของวงจรรอสซิลเลเตอร์

วงจรรอสซิลเลเตอร์ก็คือวงจรขยายชนิดหนึ่งนั่นเอง แต่เป็นวงจรชนิดป้อนกลับและที่สำคัญคือการป้อนกลับของสัญญาณจะมีได้ป้อนกลับในลักษณะลบเหมือนกับวงจรรขยายป้อนกลับแต่เป็นการป้อนกลับแบบบวก

สิ่งหนึ่งที่จะอธิบายในเรื่องของการป้อนกลับแบบบวกให้เข้าใจก็คือ การพิจารณาในรูปของเฟสกับการป้อนกลับ สัญญาณป้อนกลับจากเอาต์พุตจะกลับเฟส 180 องศา แล้วป้อนผ่านเข้ามาทางอินพุตใหม่ ดังนั้นสัญญาณที่เข้ามาจะมีทิศทางเสริมกับสัญญาณป้อนกลับ ซึ่งถ้าเฟสที่ป้อนกลับเข้ามาไม่ตรงกับวงจรรขยายก็จะไม่ออสซิลเลท (โดยปกติในวงจรรขยายทั่วไปสัญญาณเอาต์พุตจะมีเฟสต่างจากอินพุต 180 องศา อยู่แล้ว)

เพื่อให้เข้าใจว่าวงจรรอสซิลเลเตอร์ทำงานได้อย่างไร ลองมาตักกันว่าถ้าหากให้สัญญาณเล็ก ๆ ป้อนเข้ามาทางอินพุตของวงจรรขยาย สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จะกลับเฟสและมาเสริมกับอินพุตของวงจรรขยายทำให้อินพุตมีขนาดเพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้เอาต์พุตที่ได้มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย เมื่อป้อนกลับเข้ามาเสริมอีกก็จะทำให้อาต์พุตที่ได้ใหญ่ขึ้นอย่างไม่มีที่สิ้นสุด โดยปกติการเพิ่มขึ้นของสัญญาณจะถูกจำกัดที่ค่าแรงดันค่าหนึ่ง ดังนั้นเมื่อกลับมาแล้วก็เสมือนกับการป้อนกลับด้วยค่าแรงดันคงที่ วงจรจึงให้อาต์พุตได้ที่ระดับแรงดันเสมือนกับคงที่คือการออสซิลเลทนั่นเอง

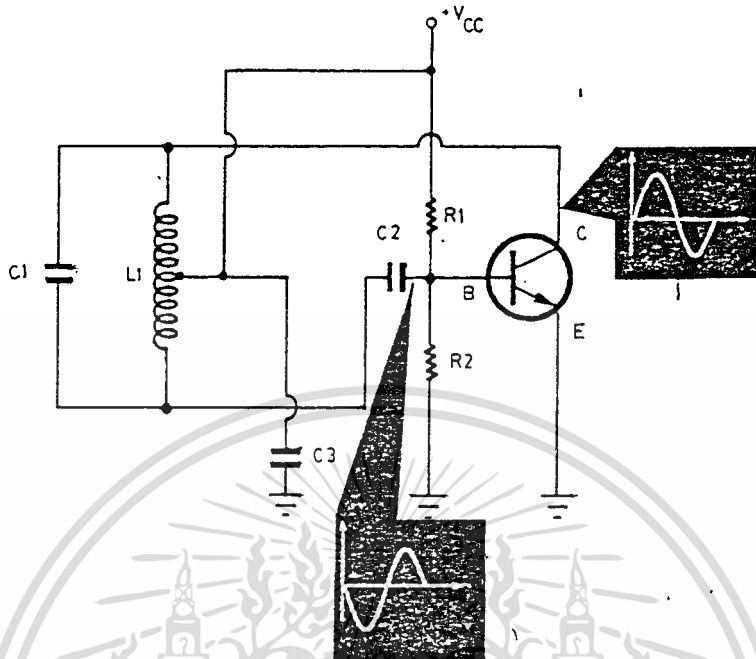
การออสซิลเลทหรือการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันเอาต์พุตจากค่าต่ำสุดจนถึงค่าสูงสุดมักจะเกิดการเปลี่ยนในลักษณะคลื่นรูปไซน์ ความถี่ของรูปคลื่นสามารถคำนวณได้จากค่าคงตัวของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในวงจร

วงจรรอสซิลเลเตอร์ทั่วไปมักจะมีการออสซิลเลทที่ความถี่เดียว ทั้งนี้เพราะวงจรป้อนกลับที่สัญญาณจากเอาต์พุตมักจะเป็นวงจรที่ประกอบด้วยอุปกรณ์จำนวน R, L และ C ซึ่งก็เป็นที่แน่นอนว่าอุปกรณ์ L และ C ส่อมให้ผลทางด้านเฟส นั่นคือจะมีความถี่ที่เป็นผลทำให้เฟสที่ได้กลับมาเสริมกับอินพุตเกิดการออสซิลเลทหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือสัญญาณเอาต์พุตเมื่อผ่านวงจรป้อนกลับแล้วจะเป็นผลทำให้ผลคูณของ A_v เดิมกับค่า β ของวงจรป้อนกลับมีค่าเป็น 1 พอดี

วงจรรอสซิลเลเตอร์เบื้องต้น

วงจรรอสซิลเลเตอร์เบื้องต้นที่ใช้ทรานซิสเตอร์แสดงให้เห็นดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป. วงจรฮาร์ทลีย์ ออสซิลเลเตอร์

วงจรออสซิลเลเตอร์นี้มีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า วงจรฮาร์ทลีย์ออสซิลเลเตอร์ การทำงานของวงจรอาศัยหลักการป้อนกลับด้วยวงจรรีโซแนนซ์ที่ประกอบด้วยตัวเก็บประจุ C_1 และตัวเหนี่ยวนำ L_1 สัญญาณป้อนกลับจากเอาต์พุตทางขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์จะป้อนกลับผ่านวงจรจูน เมื่อกลับเฟส 180 องศา ป้อนเข้ามาทางเบสของทรานซิสเตอร์

สำหรับทรานซิสเตอร์ตัวต้านทาน R_1 และ R_2 จะเป็นตัวไบแอสทรานซิสเตอร์ให้ทำงานในลักษณะของวงจรขยายสัญญาณ ส่วนตัวเก็บประจุ C_2 เปรียบเสมือนเป็นตัวคัปปลิงสัญญาณเข้ามาทางอินพุต โดยปกติวงจรขยายชนิดขาคีมิตเตอร์ร่วมนั้นสัญญาณเอาต์พุตที่ได้ทางขาคอลเลคเตอร์ จะมีทิศเฟสตรงข้ามกับสัญญาณทางอินพุตอยู่แล้วคือมีทิศทางเฟสต่างกัน 180 องศา ผลของสัญญาณป้อนกลับจะมีทิศทางในทางเสริมกับสัญญาณอินพุตทันที วงจรก็จะออสซิลเลตได้

การทำงานในแต่ละรอบของการออสซิลเลตพอจะอธิบายได้ดังนี้ ในขณะที่เริ่มแรกของการออสซิลเลตจะมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสคอลเลคเตอร์ ซึ่งเป็นผลป้อนกลับมาจากด้านอินพุตทางเบสกระตุ้นที่เบส โดยถ้ากระแสคอลเลคเตอร์เพิ่มขึ้นทางค่ามากจะทำให้แรงดันที่คอลเลคเตอร์

เอกสาลต์สิ่งเอกการป้อนกลับจะกระตุ้นเข้ามาที่เบสด้วยค่าแรงดันน้อยลงเป็นผลทำให้กระแสลดลง และไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์จะสูงขึ้นเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

ตัวเก็บประจุ C_2 ของวงจรตามรูปเป็นทางผ่าน (bypass) ของสัญญาณไฟสลับและในทำนองเดียวกันก็จะเป็นตัวกั้นแรงดันไฟตรงเพื่อไม่ให้ลัดลงกราวด์ ความถี่ของวงจรได้จากความถี่รีโซแนนซ์ของ L_1 และ C_1 ซึ่งเราสามารถปรับค่าความถี่รีโซแนนซ์ได้ด้วยการปรับค่าของ L_1 หรือ C_1 นั้นเอง

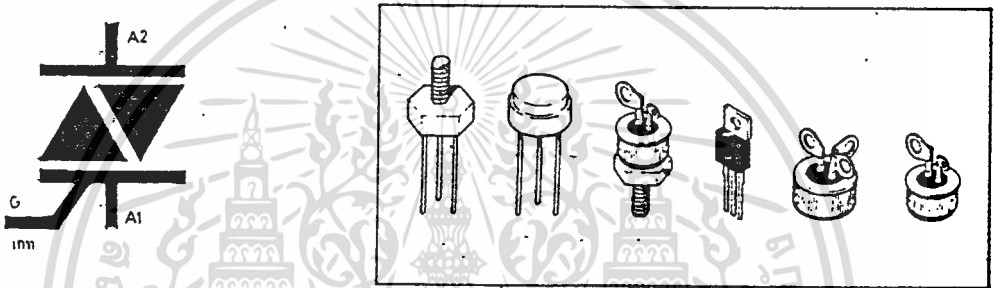


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทั่วไปของ ไตรแอค

ไตรแอคเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่รู้จักกันแพร่หลายและเรารู้จักกันว่า ไตรแอคสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ทรีไฟหรือใช้ควบคุมกระแสไฟฟ้าสลับได้

ไตรแอคเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีขั้วต่อ 3 ขั้ว เรียกแต่ละขั้วว่า A_2 , A_1 และเกท โดยมีสัญลักษณ์และรูปร่างของไตรแอคดังแสดงในรูป ไตรแอคจะเป็นตัวทำหน้าที่คล้าย ๆ กับ สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับกระแสสลับแต่มีของดีกว่าสวิตช์ธรรมดาคือ



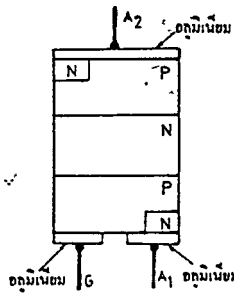
รูป. สัญลักษณ์และรูปร่างของ ไตรแอค

1. การเปิดปิดวงจรไฟฟ้าของไตรแอคควบคุมได้ง่ายโดยให้กำลังงานเพียงเล็กน้อยเข้าทางขั้วเกทเท่านั้น
2. ไม่มีการกระทบกระทั้งของหน้าสัมผัสที่เป็นโลหะเหมือนสวิตช์ธรรมดาเพราะไตรแอคอาศัยหลักการนำกระแสของสารกึ่งตัวนำ
3. จังหวะการเปิดเปิดวงจรของไตรแอคเร็วกว่าสวิตช์ธรรมดาหลายเท่าจึงทำให้สามารถควบคุมวงจรได้ด้วย หลักการของการสวิตซ์ซึ่งที่สวิตช์ธรรมดาทำไม่ได้

โครงสร้างของไตรแอค

โครงสร้างของไตรแอคประกอบด้วยรอสต่อสามรอสต่อเช่นเดียวกับเอสซีอาร์ แต่มี

ลักษณะทางโครงสร้างบางอย่างที่แตกต่างกับเอสซีอาร์คือ ส่วนของขาเกทจะเป็นชั้นของสารกึ่งตัวนำที่ต่อออสโดยมีบางส่วนของสารกึ่งตัวนำร่วมกับขา A_1 ดังแสดงในรูป
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



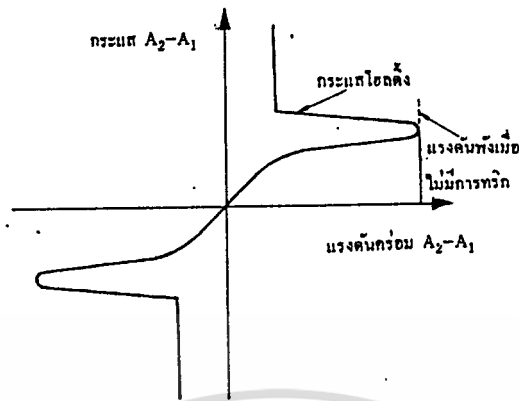
รูป. โครงสร้างของไทรแอก

ถ้าพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของไทรแอกเมื่อเปรียบเทียบกับเอสซีอาร์แล้ว จะเห็นว่ามีส่วนที่ต่างกันอย่างยิ่งส่วนของสารกึ่งตัวนำทางด้านปลายที่จะต่อกับขั้ว A_2 A_1 หรือเกท ดังตัวอย่างเช่นที่ขั้ว A_2 ส่วนของขา A_2 จะสัมผัสกับเนื้อสารทั้งส่วนของ P และ N โดยส่วนของ N จะยังแบ่งอยู่ในส่วนของ P เช่นเดียวกับขา A_1 และขาเกทก็ต่อสัมผัสกับส่วนของสารกึ่งตัวนำทั้งชนิด P และชนิด N ที่ฝังอยู่ในส่วนของเนื้อสาร P การที่เราต้องทำเช่นนี้เพื่อให้ไทรแอกทำงานได้ทั้งทางด้านบวกและลบของไฟสลับ เพราะจะทำให้ลักษณะของไทรแอกเหมือนกับเป็นเอสซีอาร์สองตัวหันหน้าข้างละตัว และจะสามารถทริกการทำงานด้วยกระแสบวกหรือลบก็ได้

ลักษณะสมบัติของไทรแอก

จากหลักการการทำงานจะเห็นว่าไทรแอกนำกระแสระหว่าง A_2 และ A_1 ได้สองทาง โดยทางการทริกให้ไทรแอกทำงานเป็นไปได้อีกทั้งกระแสเกทที่เป็นบวกและกระแสเกทที่ลบ ลักษณะสมบัติของไทรแอกแสดงให้เห็นดังรูป

จากกราฟลักษณะสมบัติของ ไทรแอกที่แสดงความสัมพันธ์ของกระแสที่ไหล ระหว่าง A_2-A_1 ที่ให้ได้อีกทั้งบวกและลบกับแรงดันคร่อมตัวมัน ในขณะที่ให้แรงดันคร่อม A_2-A_1 มีค่าเป็นบวกเทียบกับ A_1 และถ้ายังไม่มีการทริกแล้วจะมีแรงดันระหว่าง A_2-A_1 ค่า ๆ หนึ่งที่ทำให้มันนำกระแสเองได้แรงดันนี้คือแรงดันพัง (breakover voltage) เช่นเดียวกับ SCR แต่ถ้าให้แรงดัน A_2-A_1 นี้มีค่าน้อยกว่าแรงดันพังแล้ว การทำงานโดยทริกกระแสเกทไม่ว่าจะเป็นกระแสบวกหรือลบก็ทำได้ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดเปลี่ยนเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป. ลักษณะสมบัติของไตรแอก

เกทที่มีค่าเป็นบวกหรือลบก็ตาม ไตรแอกจะนำกระแสทันที ในทำนองเดียวกันถ้าให้แรงดันที่ A_1 มีค่าเป็นบวกเมื่อเทียบกับ A_2 ส่วนของกราฟคือ x ทางด้านลบถ้าเพิ่มแรงดันนี้มีค่ามากขึ้นจนถึงค่าแรงดันหนึ่งก็จะทำให้ไตรแอกนำกระแสเองได้ และถ้าหากว่าไม่มีการจำกัดกระแสในตัวไตรแอกแล้ว ไตรแอกก็จะเกิดการเลืยหายได้ ครั้นถ้าแรงดัน $A_2 - A_1$ นี้มีค่าน้อยกว่าแรงดันหนึ่งแล้วทำการทรักด้วยกระแสเกท ซึ่งอาจจะเป็นกระแสบวกหรือลบก็ได้จะทำให้ไตรแอกนำกระแสทั้งที่ส่วนของกราฟลักษณะสมบัติจะแสดงได้ตั้งส่วนข้างล่างเพราะกระแสจะไหลจาก A_1 ไปยัง A_2 นั่นเอง

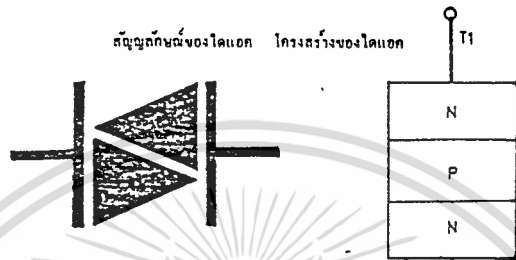
ในขณะที่ไตรแอกนำกระแสและเราลดค่ากระแสลง จนถึงภาวะสุดท้ายที่ยังคงทำให้ไตรแอกนำกระแสได้ค่ากระแสสุดท้ายนี้เรียกว่า กระแสไฮดิ่ง (holding current) และทำนองเดียวกันถ้าไตรแอกยังไม่นำกระแสมันจะมีกระแสรั่วไหล (leakage current) เกิดขึ้น ค่ากระแสนี้มีค่าน้อยมาก

เนื่องจากไตรแอกสามารถให้กระแสไปไหลผ่านได้ทั้งสองทาง และสำหรับกระแสไหลกลับ (เป็นคลื่นรูปซายน์) จะมีช่วงเวลาหนึ่งที่กระแสตกต่ำกว่ากระแสไฮดิ่ง ดังนั้นจึงทำให้ไตรแอกหยุดนำกระแสและจะรอการทรักใหม่อีกครั้ง และถ้าหากเกิดการทรักในขณะที่ครึ่งลบของคลื่นกระแสไหลกลับมันจะนำกระแสได้อีกเช่นเคยและมันจะหยุดเมื่อค่ากระแสลดลงต่ำกว่ากระแสไฮดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดโอด

ไดโอดเป็นอุปกรณ์ที่มีสองขั้วแต่ประกอบด้วยชิ้นของสารกึ่งตัวนำสามชั้น จุดมุ่งหมายของการสร้างตัวไดโอดขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวทริกให้กับไทรแอด หรือเป็นตัวป้องกันไม่ให้แรงดันที่ตกคร่อมตัวไทรแอดที่เกทมีค่าสูงจนถึงกับการเสียหาย



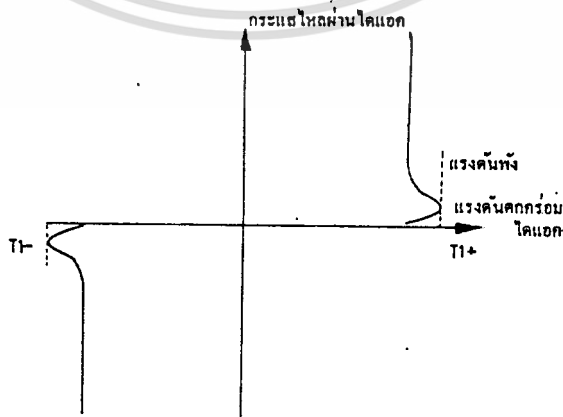
รูป. ลักษณะ โครงสร้างของไดโอด

ลักษณะ โครงสร้างของ ไดโอดแสดงให้ เห็นดังรูป

ลักษณะการทำงานของ ไดโอดแตกต่างจากอุปกรณ์อื่นคือ

เป็นส่วนของการทำงาน เมื่อป้อนแรงดันบวกเข้าที่ขั้ว T_1 และลบเข้าที่ขั้ว T_2 รอยต่อ N และ

อาศัยช่วงแรงดันพัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานรูป. กราฟลักษณะสมบัติของไดโอดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P ตรงบริเวณขั้ว T_1 จะอยู่ในลักษณะไบแอสกลับ ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไหลผ่านจาก T_1 ไปยัง T_2 ได้ แต่ครั้นเพิ่มแรงดันระหว่าง T_1 และ T_2 ขึ้นไปอีกจนถึงค่าแรงดันค่าหนึ่งจะทำให้กระแสไหลทะลุข้ามรอยต่อมาได้ ส่วนรอยต่อ P-N ตรง T_2 นั้นอยู่ในสภาวะไบแอสตรงอยู่แล้ว กระแสที่ไหลผ่านไดโอดก็จะมีได้ ในทำนองเดียวกันถ้าให้แรงดันบวกเข้าที่ขั้ว T_2 และแรงดันลบเข้าที่ขั้ว T_1 ลักษณะการทำงานของไดโอดก็เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว ถ้าหากว่าเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันตกคร่อมตัวไดโอดและกระแสที่ไหลผ่านไดโอดจะเขียนเป็นกราฟได้ดังรูป จะเห็นว่าเมื่อไดโอดนำกระแสแรงดันตกคร่อมตัวไดโอดจะลดค่าลงอีกเล็กน้อย โดยปกติจะลดลงจากค่าแรงดันนิ่งประมาณ 5 โวลต์

จากลักษณะสมบัติของไดโอดจึงเห็นได้ว่าไดโอดเหมาะจะนำไปใช้เป็นตัวป้องกันกระแสทริกให้กับอุปกรณ์ไทรแอด เพราะให้กระแสได้ทั้งสองด้านและให้ค่าแรงดันตกคร่อมตัวมันสูงพอควร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานอินฟิวดิโพล

อินฟิวดิโพลมีคุณสมบัติเด่นหลายประการคือ

1. การไอโซเลชันสูงมาก
2. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอินพุทและเอาต์พุทเป็นเชิงเส้น
3. ความเร็วสูง (ใช้เป็นคัปปลิงสัญญาณความถี่สูงได้ดี)
4. อายุการใช้งานยาวนาน
5. อัตราการส่งผ่านกระแสสูง

อินฟิวดิโพลจะใช้ลำแสงอินฟราเรดเป็นตัวกลางส่งผ่านสัญญาณจากส่วนหนึ่งไปยังส่วนหนึ่งโดยไม่ต้องมีการเชื่อมโยงทางไฟฟ้า ส่วนประกอบของมันจะมีสองส่วน ส่วนหนึ่งเป็นตัวกำเนิดแสงโดยความเข้มของแสงจะควบคุมโดยกระแสที่ผ่านตัวมัน อีกส่วนหนึ่งเป็นตัวรับแสงเพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามความเข้มของแสงทั้งสองส่วนบรรจุอยู่ใน

ในส่วนของตัวกำเนิดแสงเป็น LED และส่วนของตัวรับทำจากซิลิกอนอาจจะมีอยู่ในรูปต่าง ๆ แต่ในที่นี้เลือกใช้แบบไตรแอดเพื่อนำไปใช้กับไตรแอดภายนอก

อินฟิวดิโพล MOC 3020 มีไตรแอดขนาดเล็กเป็นเอาต์พุทสามารถทนกระแสผ่านได้ 100 mA ซึ่งก็น้อยเกินไปสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า แต่เหมาะสมที่จะนำไปสร้างสัญญาณตรีกกับไตรแอดกำลังสูงภายนอก ในกรณีที่ใช้กับโหลดที่มีความต้านทานไตรแอดภายในอินฟิวดิโพลจะนำกระแสเมื่อไฟสลับผ่านจุดศูนย์โวลต์และโหลดที่เป็นอินดักทีฟ เช่น มอเตอร์ มักจะมีพัลส์ของ แบค.อี.เอ็ม.เอฟ. เกิดขึ้นเมื่อกระแสผ่านขดลวด พัลส์นี้สามารถทำให้การทำงานของไตรแอดภายในทำงานผิดพลาดได้ ปัญหาอาจแก้ไขโดยใช้วงจร SNUBBER ต่อกับโหลดคร่อมไตรแอดภายนอก ขนาดของวงจร RC-SNUBBER ขึ้นอยู่กับค่าอินดักแตนซ์และความต้านทานโหลด

การใช้งานรีเลย์

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่เร็วกว่าสวิทช์แม่เหล็กไฟฟ้า โดยทั่วไปแล้วจะให้สนามแม่เหล็กจากขดลวดไปควบคุมหน้าสัมผัสอาจเป็น 1 ชุดหรือหลายชุดก็ได้ ลักษณะของรีเลย์พื้นฐานมี 4 แบบ แต่ในการใช้งานในที่นี้จะใช้แบบปกติเปิด (NORMALLY OPEN, NO)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ชนิดและลักษณะของรีเลย์ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ห้ามมิให้เปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแสดงตามตารางข้างล่างนี้

STYLE	DIMENSIONS (INCHES)	CONTACT RATINGS	COIL, VOLTAGE AND POWER	SWITCHING TIMES
General Purpose Plug-in	1.2 to 2.0 H 0.9 to 1.5 W 0.9 to 1.4 D	3 to 10 A 28 VDC 120 or 240 VAC	6, 12, 24, 120 V 1.2 W DC 2 VA AC	15 to 30 msec
General Purpose Miniature	0.4 to 0.7 H 0.6 to 1.2 W 0.4 to 0.75 D	1 to 5 VA 28 VDC 120 or 240 VAC	5, 6, 12, 24, 48 VDC 0.5 to 1 W	5 to 10 msec
Reed	0.3 to 0.5 H 0.9 to 1.2 W 0.3 to 0.8 D Also available in DIP format	0.5 to 2 A 5 to 50 W 28 to 250 VDC & AC	5, 6, 12, 24 VDC 50 to 400 mW (Coils to 1 V available)	0.2 to 1 msec
Hermetic TO-5	0.3 to 0.9 H 0.6 to 1 W 0.3 to 0.5 D	0.5 to 5 A 28 VDC 115 VAC	4 to 32 VDC 120 mW	5 msec
Hermetic and other sealed	0.3 to 0.9 H 0.6 to 1 W 0.3 to 0.5 D	0.5 to 2 A 28 VDC 115 VAC	5 to 115 VDC 100 to 400 mW	5 msec
RF	0.4 to 1 H 0.8 to 1 W 0.4 to 1 D	10 to 25 W RF hot To 150 W RF dry	5 to 50 VDC 250 mW	5 to 10 msec
Power	Dimensions typically 2 to 4 inches	10 to 40 A 120, 240 VAC & higher	6, 12, 24, 120, 208, 240 V 2 to 5 W DC 6 to 20 VA AC	15 to 50 msec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นให้เผยแพร่แบบสงวนเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใบใช้

การเลือกหน้าสัมผัส

หลักการเลือกหน้าสัมผัสแสดงดังตาราง ซึ่งหากมีหน้าสัมผัสที่ดีจะทำให้การทำงานได้ง่าย ปกติหน้าสัมผัสจะต้องทนการอาร์กและการออกซิเดชันหรือการทำให้สกปรก ซึ่งจะมีผลต่อสัญญาณระดับต่ำ

CONTACT	APPLICATIONS	TYPICAL RATINGS	COMMENTS
Bifurcated, gold plated, or gold overlay	"Dry" and low current. Measurement and signal switching.	0 to 0.2 A. Rated to 120 VAC, but best for 24 V or less.	Low, steady contact resistance.
Silver	Communications	2 to 5 A	Oxidizes easily. Should be gold-flashed of storage protection.
Silver cadmium oxide	Power, inductive and capacitive loads. High in-rush current.	5 A to up	Resist welding. Good arc-extinguishing characteristics. Less suited below 12 V.
Mercury wetted	"Dry" and low current, long life, no contact bounce.	2 to 5 A	Position sensitive. (Typ. vertical +/- 30 degrees.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถทำซ้ำหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามมิให้นำไปใช้ในการค้าและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้องกันหน้าสัมผัส

เมื่อโหลดเป็นอินดักทีฟจะทำให้เกิดปัญหาขึ้นมาคือกระแสที่ไหลผ่านอินดักเตอร์ไม่สามารถที่จะหยุดได้ในทันทีที่คอสส์เปิดออก ทำให้กระแสที่ไหลส่งผลทำให้สนามแม่เหล็กขยับตัวลงทันที ผลทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันมากขึ้น หากเกิดการอาร์กจะทำให้หน้าสัมผัสเสียหายได้ เมื่อโหลดเป็นอินดักเตอร์ถูกสวิตช์แรงดันเสิร์คจะเกิดขึ้น เรามีวิธีลดโดยทำให้มีทางเดินของกระแสอีกทางหนึ่งเมื่อหน้าสัมผัสเปิด

สำหรับกรณี DC จะต่อ DIODE (ไดโอด) ลักษณะรีเวิร์สไบอัสทำให้กระแสไหลกลับผ่านไดโอดจนเป็นศูนย์ ค่า PIV ของไดโอดควรจะมากกว่าแรงดันแหล่งจ่ายและควรรทนกระแสเสิร์คได้มากกว่าปกติ

ส่วนในการใช้งานด้าน AC รีเลย์ส่วนใหญ่จะมี BLOWOFF MAGNET ติดไว้ที่คอนแท็ค ซึ่งแม่เหล็กนี้จะเป็นตัวหักเหการอาร์กเหมือนในหลอดภาพทีวี ลำอิเล็กตรอนจะถูกหักเหโดยขดลวดแม่เหล็ก ดังนั้นเส้นทางการอาร์คก็ไม่สามารถไปหาหน้าสัมผัสได้เพราะฉะนั้นการอาร์คก็หมดไป



MOTOROLA

**MC145026
MC145027
MC145028
MC145029**

Advance Information

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

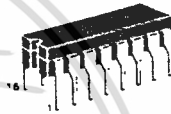
The MC145026 will encode nine bits of information and serially transmit this information upon receipt of a transmit enable, \overline{TE} , (active low) signal. Nine inputs may be encoded with trinary data (0, 1, open) allowing 3^9 (19,683) different codes.

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 output will go high on the decoders when they recognize an address that matches that of the decoder. Other receivers can be produced with different address/data ratios.

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

CMOS MSI
(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

**REMOTE CONTROL
ENCODER/DECODER PAIRS**



**L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 620**

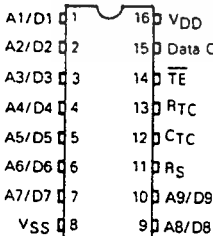


**P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648**

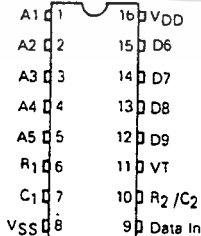
MC14XXXX Suffix Denotes

L Ceramic Package
P Plastic Package

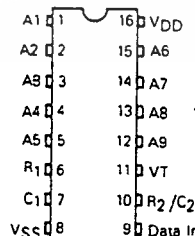
PIN ASSIGNMENTS



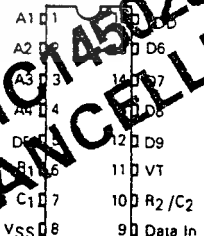
**MC145026
Encoder**



**MC145027
Decoder**



**MC145028
Decoder**



**MC145029
Decoder**

**MC145029
CANCELLED**

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

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to V_{SS})

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V _{DD}	-0.5 to +16	V
Input Voltage, All Inputs	V _{in}	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
DC Input Current, per Pin	I _{in}	± 10	mA
Operating Temperature Range	T _A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 to +150	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

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

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

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

SWITCHING CHARACTERISTICS ($C_L = 50$ pF, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

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

OPERATING CHARACTERISTICS

MC145026

The encoder serially transmits nine bits of trinary data as defined by the state of the A1/D1-A9/D9 input pins. These pins may be in either of three states (0, 1, open) allowing $3^9 = 19,683$ possible codes. The transmit sequence is initiated by a low level on the $\overline{\text{TE}}$ input pin. Each time the $\overline{\text{TE}}$ 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 $\overline{\text{TE}}$ 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 $\overline{\text{TE}}$ input has an internal pullup device so that a simple switch may be used to force the input low. While $\overline{\text{TE}}$ is high the encoder is completely disabled, the oscillator is inhibited, and the current drain is reduced to quiescent current. When $\overline{\text{TE}}$ 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 $\overline{\text{TE}}$ pin rather than by holding $\overline{\text{TE}}$ 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 $R1 \times C1$ time constant.

MC145029

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

DOUBLE TRANSMISSION DECODING

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

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

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

RS, CTC, RTC, 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 RS input and the RTC and CTC pins should be left open

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

VDD, POSITIVE SUPPLY (PIN 16) – The most positive power supply

VSS, 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.

R1, C1, 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. $R_1 C_1 = 3.95 RT_{CTC}$

R2/C2, DEAD TIME DISCRIMINATOR (PIN 10) – This pin accepts a resistor and a capacitor to VSS 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). $R_2 C_2 = 77 RT_{CTC}$. 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 ($0.4 R_2 C_2$) to detect the dead time between transmitted words

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

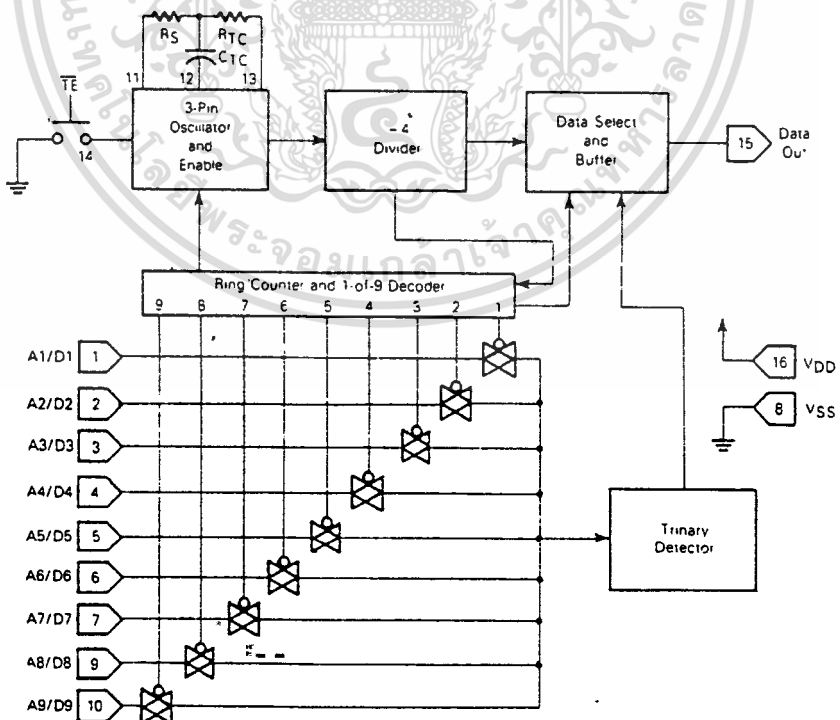
- 1 the transmitted address matches the receiver address, and
- 2 the transmitted data matches the last valid data received (MC145027 and MC145029, only).

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

VDD, POSITIVE SUPPLY (PIN 16) – The most positive power supply

VSS, NEGATIVE SUPPLY (PIN 8) – The most negative supply (usually ground)

FIGURE 1 – MC145026 ENCODER BLOCK DIAGRAM



MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 2 — MC145027 DECODER BLOCK DIAGRAM

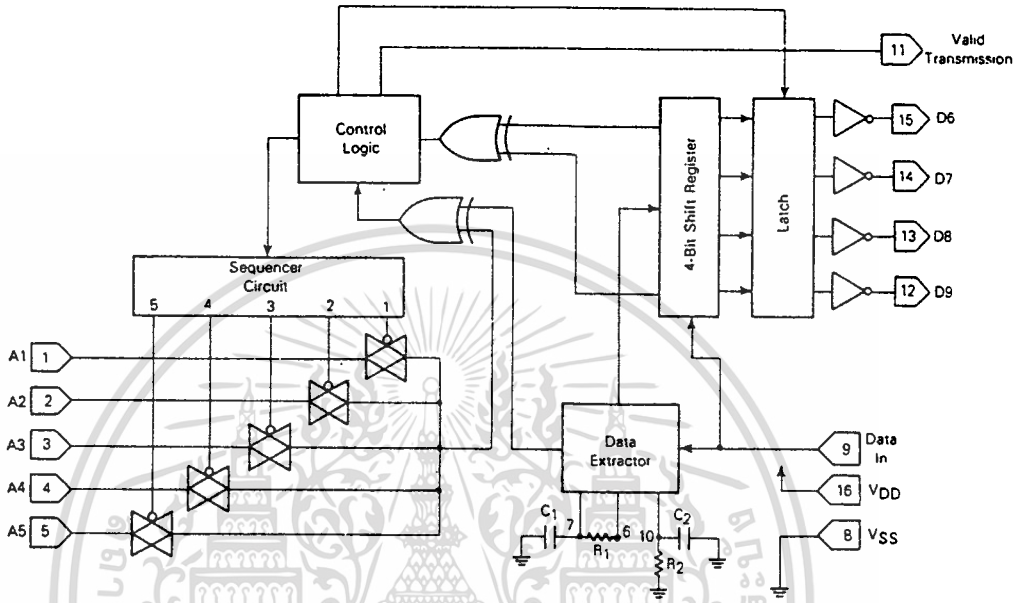
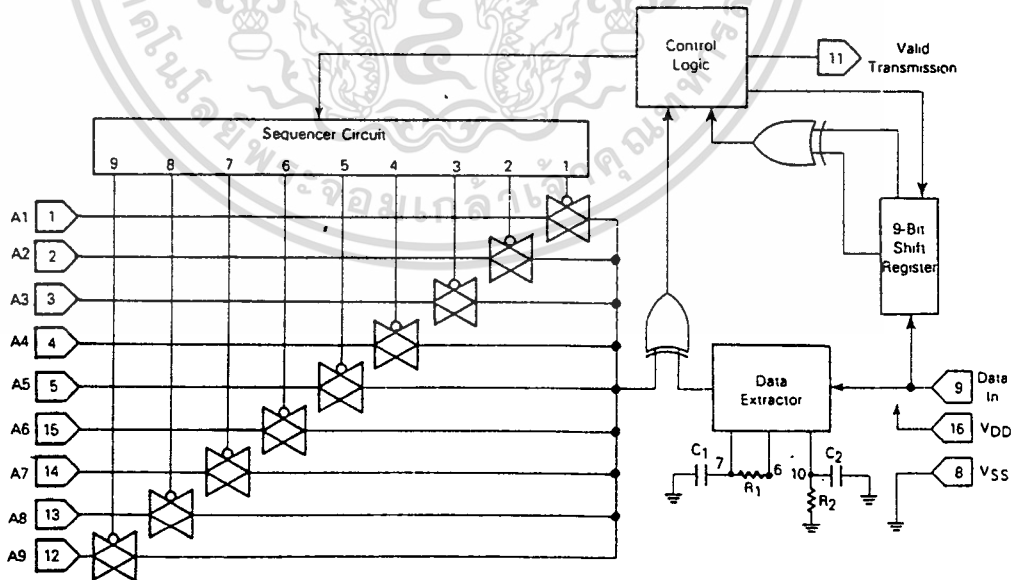


FIGURE 3 — MC145028 DECODER BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 4 — MC145029 DECODER BLOCK DIAGRAM

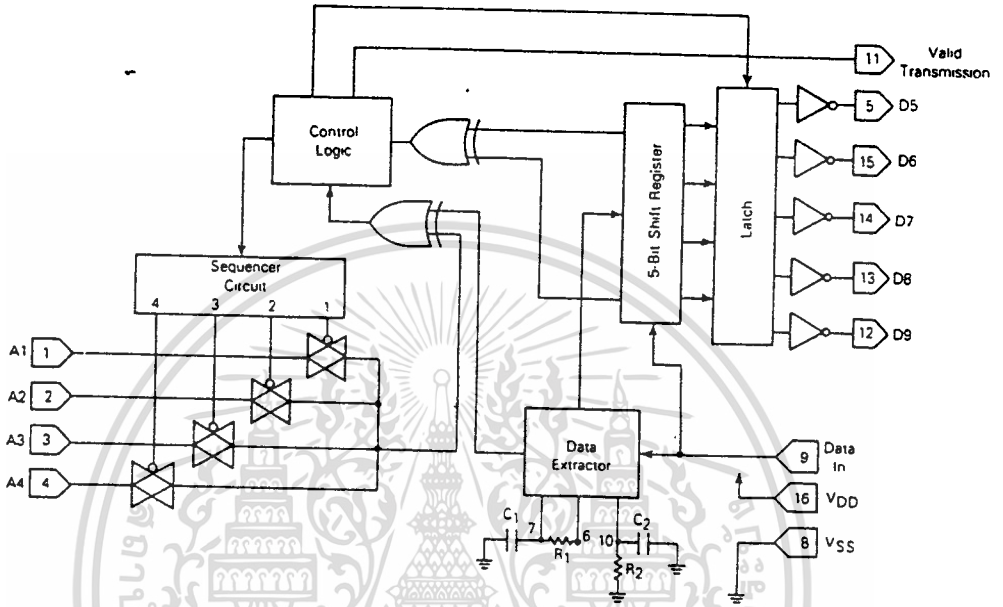
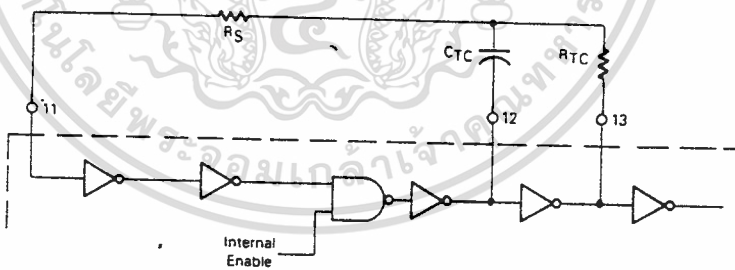


FIGURE 5 — ENCODER OSCILLATOR INFORMATION



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

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

for 1 kHz ≤ f ≤ 400 kHz

where $C_{TC}' = C_{TC} + C_{\text{layout}} + 12 \text{ pF}$

$R_S = 2 R_{TC}$

$R_S \geq 20 \text{ k}$

$R_{TC} \geq 10 \text{ k}$

$400 \text{ pF} < C_{TC} < 15 \text{ }\mu\text{F}$

The value for R_S should be chosen to be ≥ 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 $R_S \times 5 \text{ pF}$ (input capacitance) is small compared to $R_{TC} \times C_{TC}$.

For frequencies outside the indicated range, the formula will be less accurate. The minimum recommended oscillation frequency of this circuit is 1 kHz. Susceptibility to externally induced noise signals may occur for frequencies below 1 kHz and/or when resistors utilized are greater than 1 M Ω .

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 6 — ENCODER/DECODER TIMING DIAGRAM

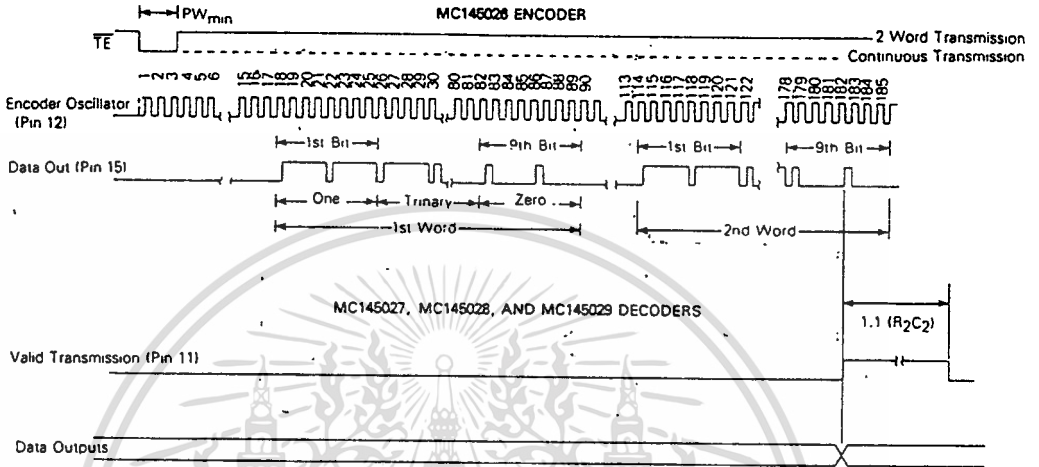
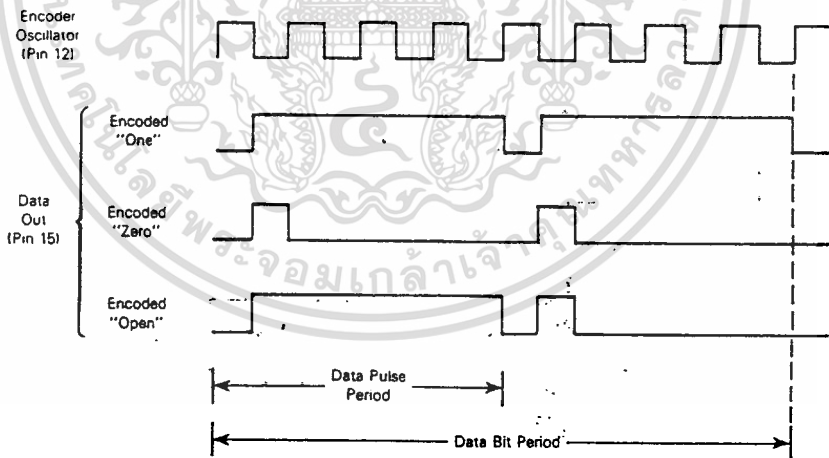


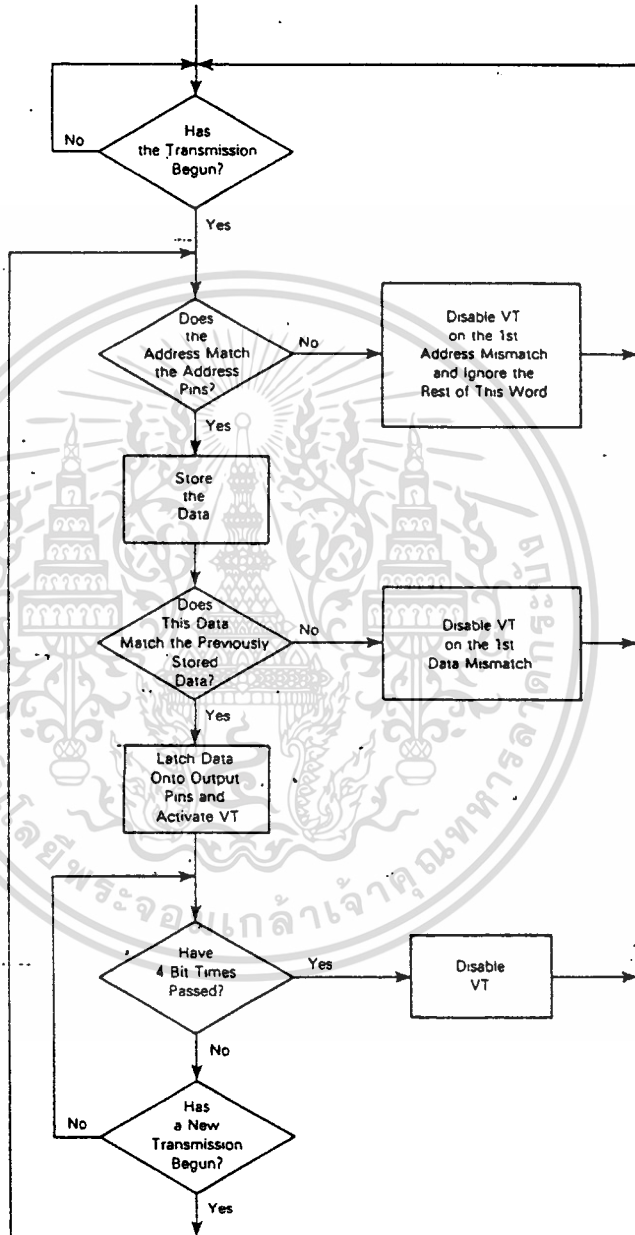
FIGURE 7 — MC145026 ENCODER DATA WAVEFORMS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

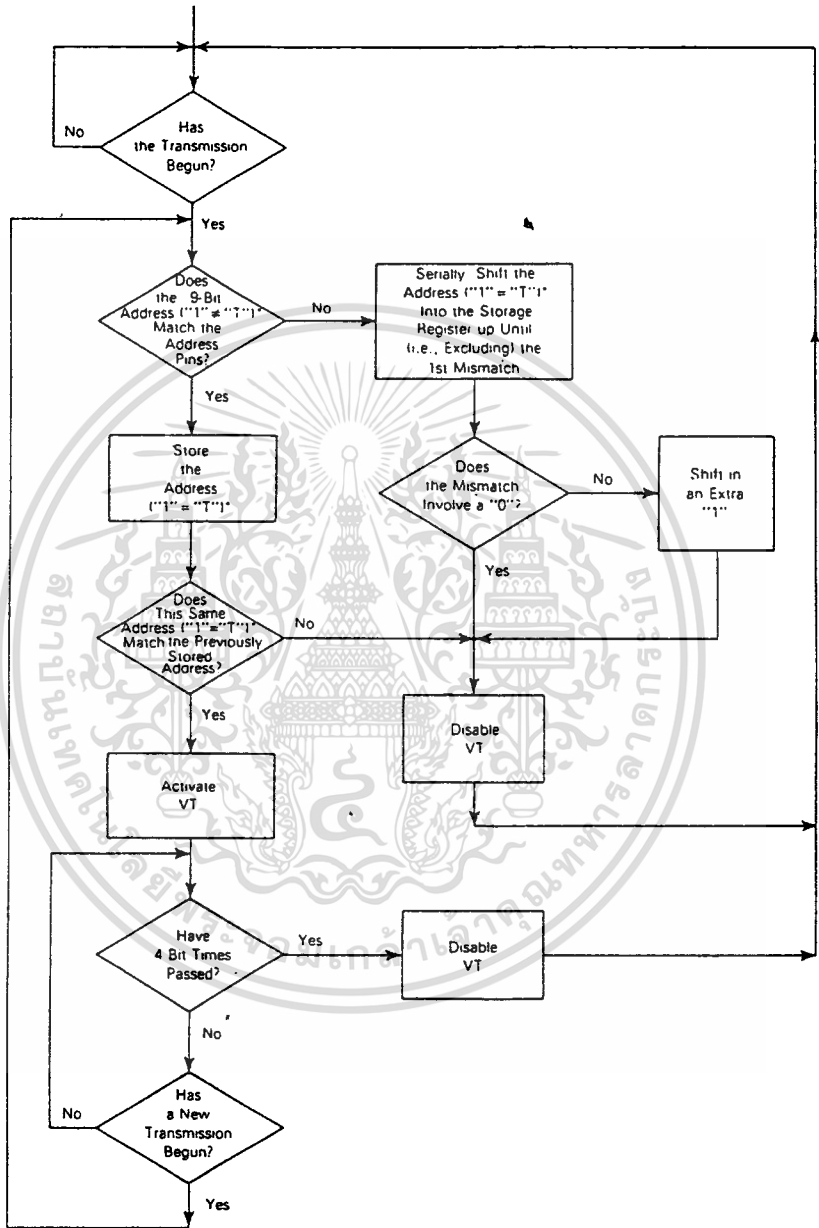
MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 8 — MC145027/MC145029 FLOWCHART



MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

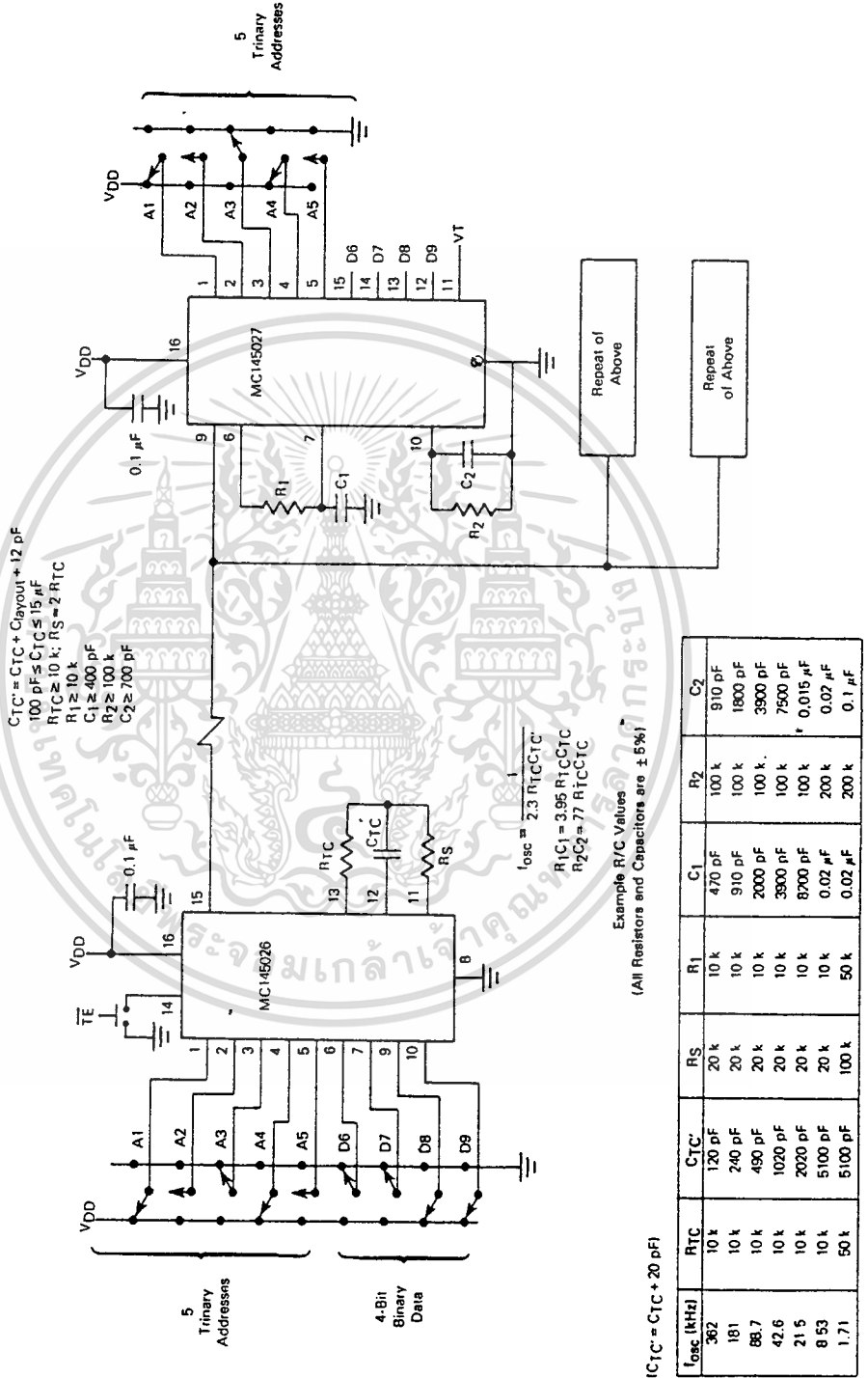
FIGURE 9 -- MC145028 FLOWCHART



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

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 11 - TYPICAL APPLICATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM555/LM555C Timer

General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output

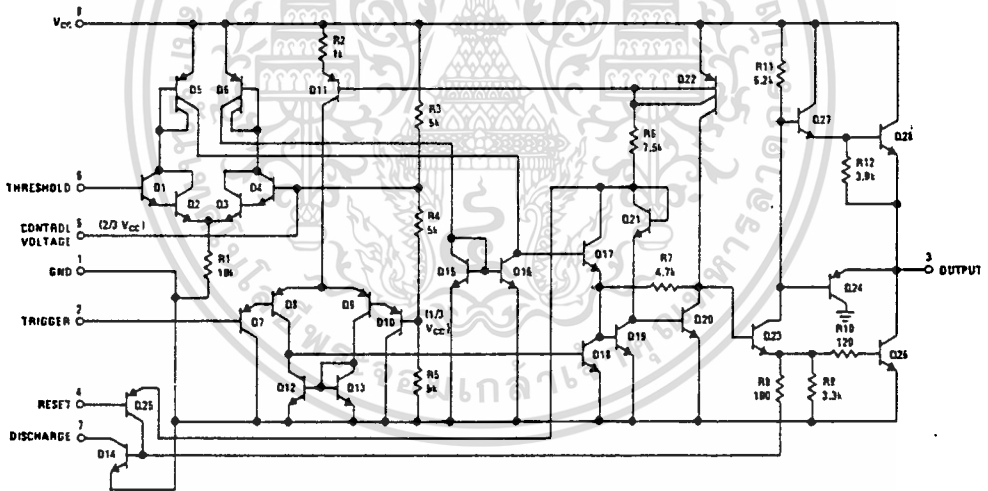
Applications

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

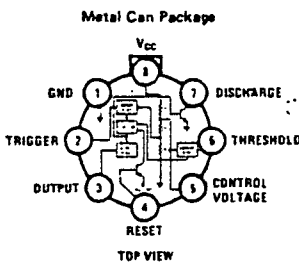
Features

- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes

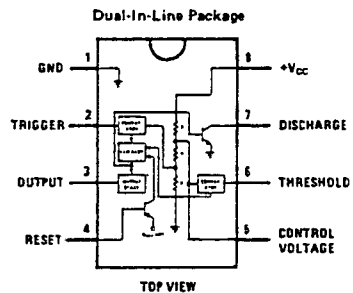
Schematic Diagram



Connection Diagrams



Order Number LM555H, LM555CH
See NS Package H08C



Order Number LM555CN
See NS Package N08B
Order Number LM555J or LM555CJ
See NS Package J08A

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation (Note 1)	600 mW
Operating Temperature Ranges	
LM555C	0°C to +70°C
LM555	-55°C to +125°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

Electrical Characteristics (T_A = 25°C, V_{CC} = +5V to +15V, unless otherwise specified)

PARAMETER	CONDITIONS	LIMITS					
		LM555			LM555C		
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX
Supply Voltage		4.5		18	4.5		16
Supply Current	V _{CC} = 5V, R _L = ∞ V _{CC} = 15V, R _L = ∞ (Low State) (Note 2)		3 10	5 12		3 10	6 15
Timing Error, Monostable							
Initial Accuracy			0.5			1	
Drift with Temperature	R _A , R _B = 1k to 100 k, C = 0.1μF, (Note 3)		30			50	
Accuracy over Temperature			1.5			1.5	
Drift with Supply			0.05			0.1	
Timing Error, Astable							
Initial Accuracy			1.5			2.25	
Drift with Temperature			90			150	
Accuracy over Temperature			2.5			3.0	
Drift with Supply			0.15			0.30	
Threshold Voltage			0.667			0.667	
Trigger Voltage	V _{CC} = 15V V _{CC} = 5V	4.8 1.45	5 1.67	5.2 1.9		5 1.67	
Trigger Current			0.01	0.5		0.5	0.9
Reset Voltage		0.4	0.5	1	0.4	0.5	1
Reset Current			0.1	0.4		0.1	0.4
Threshold Current	(Note 4)		0.1	0.25		0.1	0.25
Control Voltage Level	V _{CC} = 15V V _{CC} = 5V	9.6 2.9	10 3.33	10.4 3.8	9 2.6	10 3.33	11 4
Pin 7 Leakage Output High			1	100		1	100
Pin 7 Sat (Note 5)							
Output Low	V _{CC} = 15V, I ₇ = 15 mA		150			180	
Output Low	V _{CC} = 4.5V, I ₇ = 4.5 mA		70	100		80	200
Output Voltage Drop (Low)	V _{CC} = 15V I _{SINK} = 10 mA I _{SINK} = 50 mA I _{SINK} = 100 mA I _{SINK} = 200 mA V _{CC} = 5V I _{SINK} = 8 mA I _{SINK} = 5 mA		0.1 0.4 2 2.5	0.15 0.5 2.2		0.1 0.4 2 2.5	0.25 0.75 2.5
Output Voltage Drop (High)	I _{SOURCE} = 200 mA, V _{CC} = 15V I _{SOURCE} = 100 mA, V _{CC} = 15V V _{CC} = 5V	13 3	12.5 13.3 3.3		12.75 2.75	12.5 13.3 3.3	
Rise Time of Output			100			100	
Fall Time of Output			100			100	

Note 1: For operating at elevated temperatures the device must be derated based on a +150°C maximum junction temperature and a resistance of +45°C/W junction to case for TO-5 and +150°C/W junction to ambient for both packages.

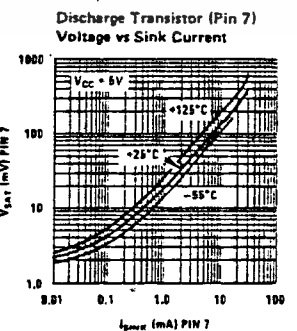
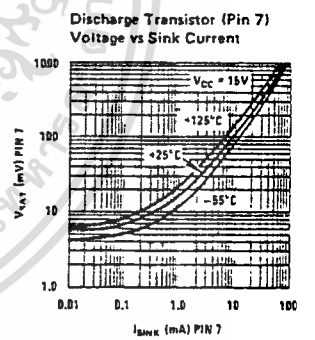
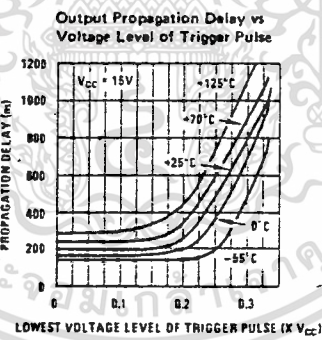
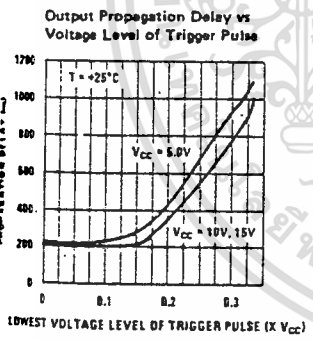
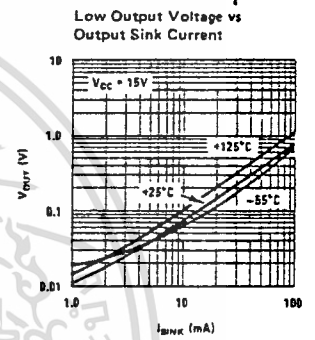
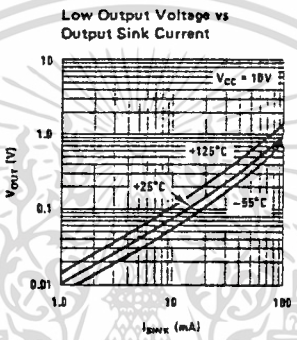
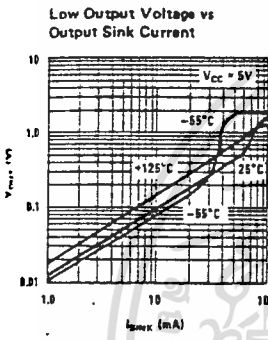
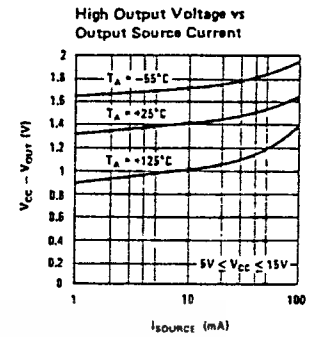
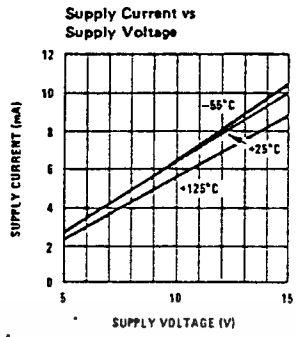
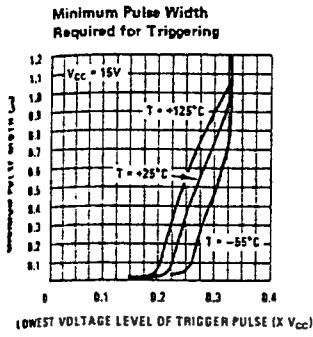
Note 2: Supply current when output high typically 1 mA less at V_{CC} = 5V.

Note 3: Tested at V_{CC} = 5V and V_{CC} = 15V.

Note 4: This will determine the maximum value of R_A + R_B for 15V operation. The maximum total (R_A + R_B) is 20 MΩ.

Note 5: No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.

Typical Performance Characteristics



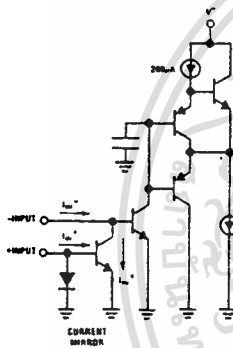
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM2900/LM3900, LM3301, LM3401 Quad Amplifiers
General Description

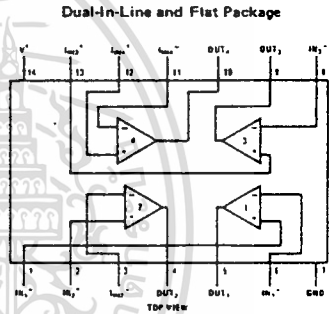
The LM2900 series consists of four independent, dual input, internally compensated amplifiers which were designed specifically to operate off of a single power supply voltage and to provide a large output voltage swing. These amplifiers make use of a current mirror to achieve the non-inverting input function. Application areas include: ac amplifiers, RC active filters, low frequency triangle, squarewave and pulse waveform generation circuits, tachometers and low speed, high voltage digital logic gates.

Features

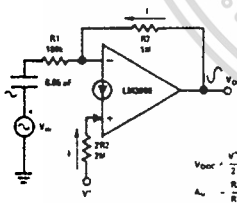
- Wide single supply voltage range or dual supplies $4 V_{DC}$ to $36 V_{DC}$
 $\pm 2 V_{DC}$ to $\pm 18 V_{DC}$
- Supply current drain independent of supply voltage
- Low input biasing current 30 nA
- High open-loop gain 70 dB
- Wide bandwidth 2.5 MHz (Unity Gain)
- Large output voltage swing $(V^+ - 1) V_{pp}$
- Internally frequency compensated for unity gain
- Output short-circuit protection

Schematic and Connection Diagrams


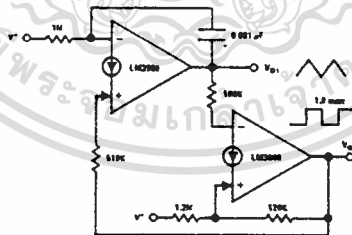
Order Number LM2900J
See NS Package J14A
Order Number LM2900N,
LM3900N, LM3301N
or LM3401N
See NS Package N14A


Typical Applications

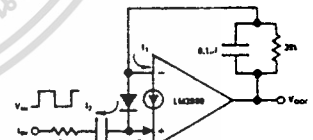
($V^+ = 15 V_{DC}$)



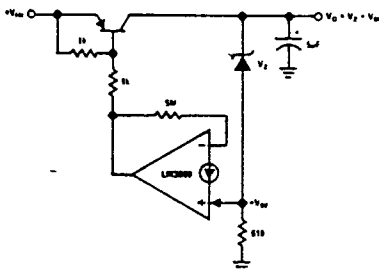
Inverting Amplifier



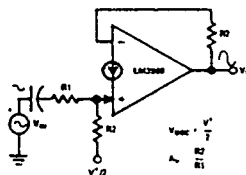
Triangle/Square Generator



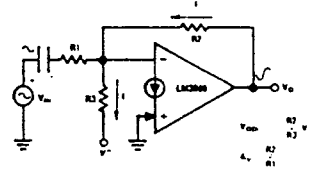
Frequency-Doubling Tachometer



Low $V_{IN} - V_{OUT}$ Voltage Regulator



Non-Inverting Amplifier



Negative Supply Biasing

Absolute Maximum Ratings

	LM2900/LM3900	LM3301	LM3401
Supply Voltage	32 VDC ±16 VDC	28 VDC ±14 VDC	18 VDC ±9 VDC
Power Dissipation ($T_A = 25^\circ\text{C}$) (Note 1)			
Cavity DIP	900 mW		
Flat Pack	800 mW		
Molded DIP	570 mW	570 mW	570 mW
Input Currents, I_{IN}^+ or I_{IN}^-	20 mA _{DC}	20 mA _{DC}	20 mA _{DC}
Output Short-Circuit Duration – One Amplifier	Continuous	Continuous	Continuous
$T_A = 25^\circ\text{C}$ (See Application Hints)			
Operating Temperature Range		-40°C to +85°C	0°C to +75°C
LM2900	-40°C to +85°C		
LM3900	0°C to +70°C		
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
LM2900	300°C	300°C	300°C
LM3900			
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C	300°C	300°C

Electrical Characteristics (Note 6)

PARAMETER	CONDITIONS	LM2900			LM3900			LM3301			LM3401			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Open Loop														V/mV
Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $f = 100\text{ Hz}$	1.2	2.8		1.2	2.8		1.2	2.8		1.2	2.8		V/mV
Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Inverting Input		1			1			1		0.1	1		MΩ
Input Resistance			8			8			8			8		kΩ
Output Resistance												2.5		MHz
Unity Gain Bandwidth	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Inverting Input		2.5			2.5			2.5			2.5		nA
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Inverting Input		30	200		30	200		30	300		30	300	nA
	Inverting Input												500	nA
Slew Rate	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Positive Output Swing		0.5			0.5			0.5			0.5		V/μs
	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Negative Output Swing		20			20			20			20		V/μs
Supply Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L = \infty$ On All Amplifiers		6.2	10.		6.2	10		6.2	10		6.2	10	mA _{DC}
Output Voltage Swing	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 2\text{ k}$, $V_{CC} = 15.0\text{ VDC}$		13.5			13.5			13.5			13.5		V _{DC}
V_{OUT} High	$I_{IN}^- = 0$, $I_{IN}^+ = 0$			0.09	0.2					0.09	0.2			V _{DC}
V_{OUT} Low	$I_{IN}^- = 10\mu\text{A}$, $I_{IN}^+ = 0$													V _{DC}
V_{OUT} High	$I_{IN}^- = 0$, $I_{IN}^+ = 0$, $R_L = \infty$, $V_{CC} = \text{Absolute Maximum Ratings}$			29.5						25.5				V _{DC}
Output Current Capability	$T_A = 25^\circ\text{C}$		6	18		6	10		5	18		5	10	mA _{DC}
Source	(Note 2)		0.5	1.3		0.5	1.3		0.5	1.3		0.5	1.3	mA _{DC}
Sink				5			5			5			5	mA _{DC}
I_{SINK}	$V_{OL} = 1\text{ V}$, $I_{IN} = 5\mu\text{A}$													mA _{DC}

6-Pin DIP Optoisolators Triac Driver Output

These devices consist of gallium-arsenide infrared emitting diodes, optically coupled to a silicon bilateral switch.

They are designed for applications requiring isolated triac triggering.

- UL Recognized File Number E54915
- Output Driver Designed for 240 Vac Line
- V_{ISO} Isolation Voltage of 7500 V Peak
- Similar to MOC3010 and MOC3011
- Standard 6-PIN Plastic DIP
- VDE approved per standard 0883/6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380/VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204/VDE0113, VDE0160, VDE0832, VDE0833, etc.
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
--------	--------	-------	------

INFRARED EMITTING DIODE

Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Negligible Power in Triac Driver Derate above 25°C	P_D	100	mW
		1.33	mW/°C

OUTPUT DRIVER

Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	400	Volts
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	300	mW
		4	mW/°C

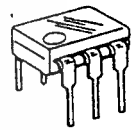
TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 5 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	330	mW
		4.4	mW/°C
Junction Temperature Range	T_J	-40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	-40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)	—	260	°C

(1) Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating.

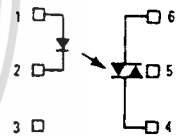
**MOC3020
MOC3021
MOC3022
MOC3023**

**6-PIN DIP
OPTOISOLATORS
TRIAC DRIVER OUTPUT**



**CASE 730A-02
PLASTIC**

COUPLER SCHEMATIC



1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
DO NOT CONNECT
6. MAIN TERMINAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Min ^a	Typ ^a	Max	Unit	
INPUT LED						
Reverse Leakage Current ($V_R = 3\text{ V}$)	I_R	—	0.05	100	μA	
Forward Voltage ($I_F = 10\text{ mA}$)	V_F	—	1.15	1.5	Volts	
OUTPUT DETECTOR ($I_F = 0$ unless otherwise noted)						
Peak Blocking Current, Either Direction (Rated V_{DRM} , Note 1)	I_{ORM}	—	10	100	nA	
Peak On-State Voltage, Either Direction ($I_{TM} = 100\text{ mA Peak}$)	V_{TM}	—	1.8	3	Volts	
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Figure 7, Note 2)	dv/dt	—	10	—	$\text{V}/\mu\text{s}$	
COUPLED						
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V, Note 3)	MOC3020	I_{FT}	—	15	30	mA
	MOC3021		—	8	15	
	MOC3022		—	—	10	
	MOC3023		—	—	5	
Holding Current, Either Direction	I_H	—	100	—	μA	

- Notes: 1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
 2. This is static dv/dt . See Figure 7 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.
 3. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (30 mA for MOC3020, 15 mA for MOC3021, 10 mA for MOC3022, 5 mA for MOC3023) and absolute max I_F (60 mA).

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_A = 25^\circ\text{C}$

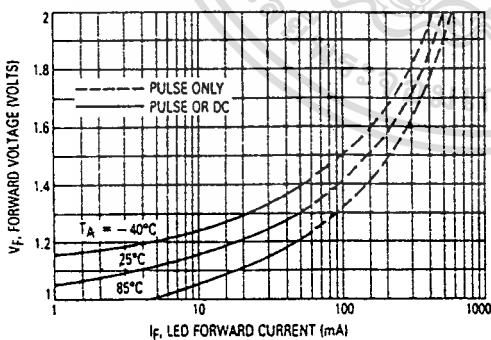


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

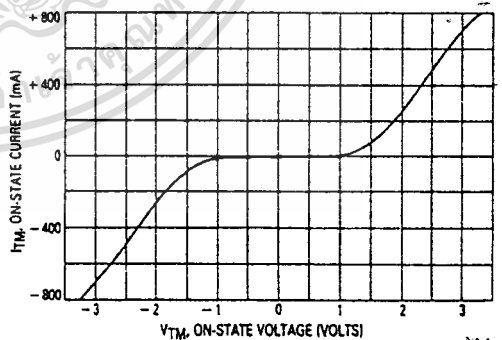


Figure 2. On-State Characteristics

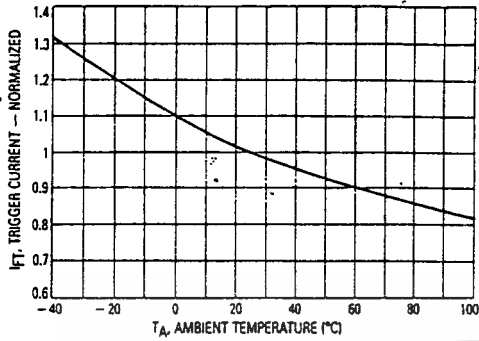


Figure 3. Trigger Current versus Temperature

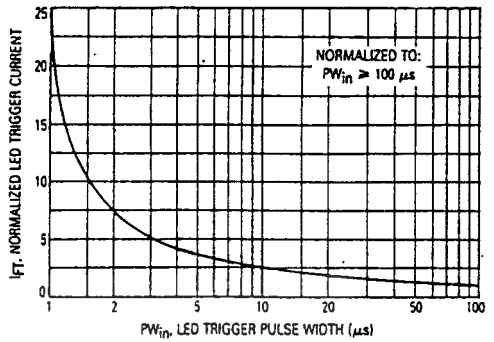


Figure 4. LED Current Required to Trigger versus LED Pulse Width

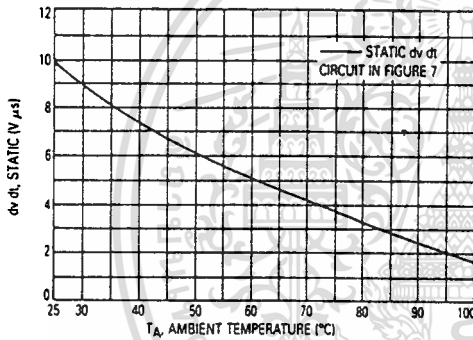


Figure 5. dv/dt versus Temperature

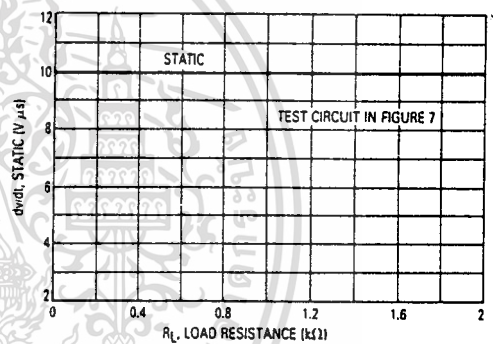
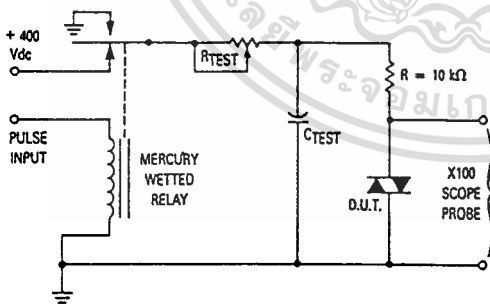
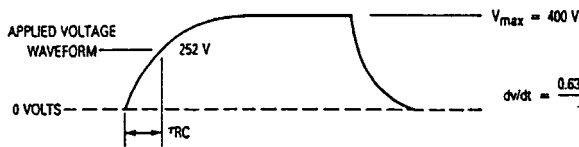


Figure 6. dv/dt versus Load Resistance

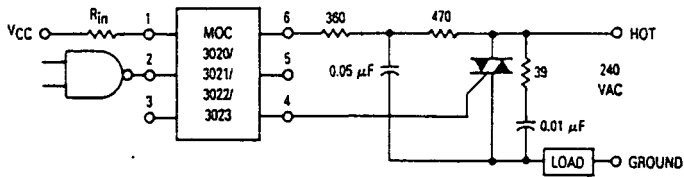


1. The mercury wetted relay provides a high speed repeated pulse to the D.U.T.
2. 100x scope probes are used, to allow high speeds and voltages.
3. The worst-case condition for static dv/dt is established by triggering the D.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable R_{TEST} allows the dv/dt to be gradually increased until the D.U.T. continues to trigger in response to the applied voltage pulse, even after the LED current has been removed. The dv/dt is then decreased until the D.U.T. stops triggering. τ_{RC} is measured at this point and recorded.



$$dv/dt = \frac{0.63 V_{max}}{\tau_{RC}} = \frac{252}{\tau_{RC}}$$

Figure 7. Static dv/dt Test Circuit



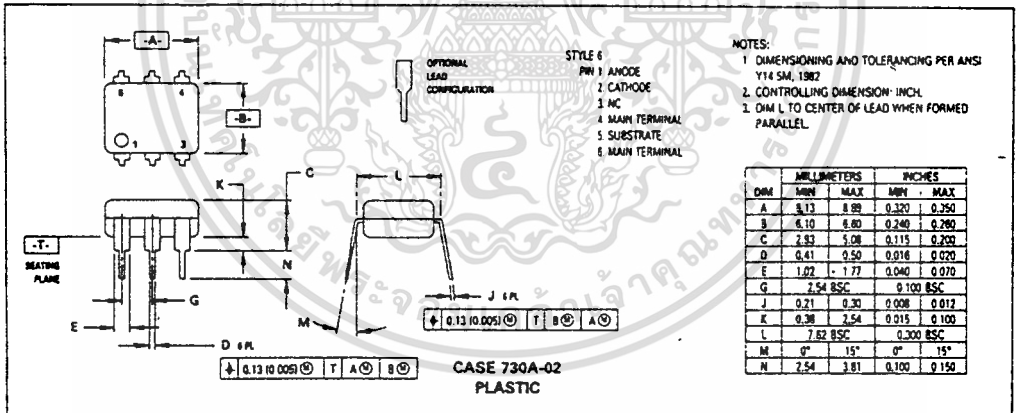
*This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only. Additional information on the use of optically coupled triac drivers is available in Application Note AN-780A.

In this circuit the "hot" side of the line is switched and the load connected to the cold or ground side.

The 39 ohm resistor and 0.01 μF capacitor are for snubbing of the triac, and the 470 ohm resistor and 0.05 μF capacitor are for snubbing the coupler. These components may or may not be necessary depending upon the particular triac and load used.

Figure 8. Typical Application Circuit

OUTLINE DIMENSIONS





MC14495-1

Advance Information

HEXADECIMAL-TO-SEVEN SEGMENT LATCH/DECODER ROM/DRIVER

The MC14495-1 is constructed with CMOS enhancement-mode devices and NPN bipolar output drivers in a monolithic structure. The circuit provides the functions of a 4-bit storage latch. The decoder is implemented utilizing a mask-programmable ROM. With a 5-volt power supply, it can be used without resistor interface to drive seven segment LEDs. The series output resistors of, typically, 290 ohms are internal to the device.

The MC14495-1 is an improved version of the MC14495 with CMOS input levels and decreased propagation delays.

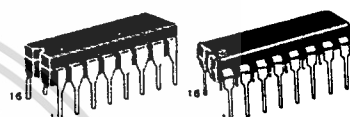
Applications include MPU systems display driver, instrument display driver, computer/calculator display driver, cockpit display driver, and various clock, watch, and timer uses.

- Low Logic-Circuit Power Dissipation
- High Current-Sourcing Outputs with Internal Limiting Resistors
- Latch Storage of Code
- Supply Voltage Range = 4.5 to 18 V
- CMOS Input Switching Levels
- Standard ROM Provides Hex-to-Seven Segment Decoding
- Other ROM Options Available Upon Request (Contact your Motorola Sales Office)
- Chip Complexity: 187 FETs plus 9 NPNs or 49 Equivalent Gates

CMOS MSI

(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

HEXADECIMAL-TO-SEVEN SEGMENT LATCH/DECODER ROM/DRIVER

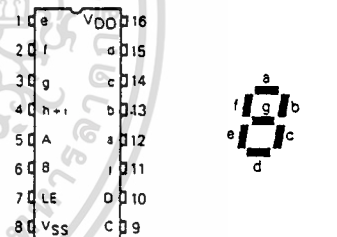


L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 620

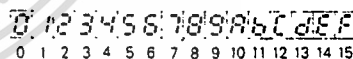
P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

ORDERING INFORMATION

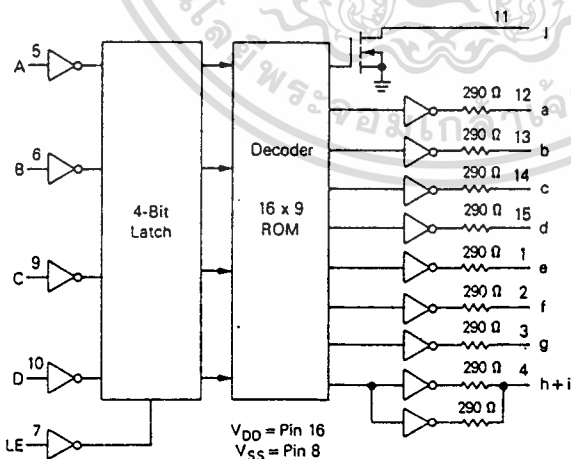
MC14XXX Suffix Denotes
 — L1 Ceramic Package
 — P1 Plastic Package



ALPHANUMERIC DISPLAY



BLOCK DIAGRAM



TRUTH TABLE

INPUTS				OUTPUTS							DISPLAY	
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g		h+i
0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	Open	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	Open	1
0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	Open	2
0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	Open	3
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	Open	4
0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	Open	5
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	Open	6
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	Open	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	Open	8
1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	Open	9
1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	Open	A
1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	Open	b
1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	Open	C
1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	Open	d
1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	Open	E
1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	Open	F

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

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 Input Pin	I	10	mA
Operating Temperature Range	T _A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 to +150	°C
Maximum Continuous Output Power (Source) per Output @ 25°C Pins 1, 2, 3, 12, 13, 14, 15 Pin 4	POHmax†	50 100	mW

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

† POHmax = I_{OH} (V_{DD}-V_{OH})

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages referenced to V_{SS})

Characteristic	Symbol	V _{DD} V	-40°C		25°C			85°C		Unit		
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max			
Input Voltage # "0" Level (V _O = 3.8 or 0.5 V) (V _O = 3.8 or 1.0 V) (V _O = 13.8 or 1.5 V) "1" Level (V _O = 0.5 or 3.8 V) (V _O = 1.0 or 8.8 V) (V _O = 1.5 or 13.8 V)	V _{IL}	5	-	1.5	-	2.25	1.5	-	1.5	V		
		10	-	3.0	-	4.50	3.0	-	3.0			
		15	-	4.0	-	6.00	4.0	-	4.0			
	V _{IH}	5	3.5	-	3.5	2.75	-	3.5	-	V		
		10	7.0	-	7.0	5.50	-	7.0	-			
		15	11.0	-	11.0	8.25	-	11.0	-			
Output Voltage: a - g, h + i V _{in} = V _{DD} or 0, I _{out} = 0 μA	V _{OL}	5	-	0.1	-	0	0.05	-	0.05	V		
		10	-	0.1	-	0	0.05	-	0.05			
		15	-	0.1	-	0	0.05	-	0.05			
Output Drive Voltage: a - g, h + i I _{OH} = 0 mA I _{OH} = 5 mA I _{OH} = 10 mA I _{OH} = 0 mA I _{OH} = 5 mA I _{OH} = 10 mA I _{OH} = 15 mA I _{OH} = 0 mA I _{OH} = 5 mA I _{OH} = 10 mA I _{OH} = 15 mA I _{OH} = 20 mA I _{OH} = 25 mA	V _{OH}	5	4.0	-	4.0	4.8	-	4.0	-	V		
			2.45	-	2.4	3.0	-	2.05	-			
			1.3	-	0.8	1.7	-	-	-			
		10	9.0	-	9.0	9.8	-	9.0	-	V		
			7.4	-	7.2	8.0	-	6.9	-			
			6.4	-	5.8	6.7	-	5.0	-			
		15	5.3	-	4.4	5.3	-	3.05	-	V		
			14.0	-	14.0	14.8	-	14.0	-			
			12.2	-	12.0	13.0	-	11.7	-			
		Output Sink Current: j (V _{OL} = 0.4 V) (V _{OL} = 0.5 V) (V _{OL} = 1.5 V)	I _{OL}	5	-	-	0.3	1.00	-	-	-	mA
				10	-	-	-	-	-	-	-	
				15	-	-	0.5	1.25	-	-	-	
Input Current (L Device)	I _{in}	15	-	±0.1	-	±0.00001	±0.1	-	±1.0	μA		
Input Current (P Device)	I _{in}	15	-	±0.3	-	±0.00001	±0.3	-	±1.0	μA		
Input Capacitance	C _{in}	-	-	-	-	5.0	7.5	-	-	pF		
Quiescent Current V _{in} = 0 or V _{DD} , I _{out} = 0 μA (Per Package)	I _{DD}	5	-	0.3	-	0.08	0.25	-	0.2	mA		
		10	-	1.5	-	0.40	1.25	-	1.0			
		15	-	3.0	-	0.85	2.50	-	2.0			
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) C _L = 50 pF on all outputs, all buffers switching)	I _T	5	I _T = (11.9 μA/kHz)f + I _{DD}							μA		
		10	I _T = (3.8 μA/kHz)f + I _{DD}									
		15	I _T = (5.7 μA/kHz)f + I _{DD}									

† To calculate total supply current at loads other than 50 pF, I_T(C_L) = I_T(50 pF) + 3.5 × 10⁻³(C_L - 50) V_{DD}f where: I_T is in μA (per package), C_L in pF, V_{DD} in V, and f in kHz is input frequency.

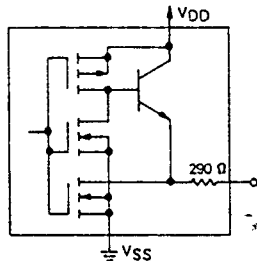
** The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

‡ Noise immunity specified for worst-case input combination. Noise margin for both "1" and "0" level = 1.0 V min @ V_{DD} = 5.0 V
2.0 V min @ V_{DD} = 10 V
2.5 V min @ V_{DD} = 15 V

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

Characteristic	Symbol	V _{DD} , V	Min	Typ	Max	Units
Output Rise Time, a-g, h+i Outputs (Figure 1)	t _{PLH}	5	-	210	450	ns
		10	-	145	300	
		15	-	90	200	
Output Fall Time, a-g, h+i Outputs (Figure 1)	t _{PHL}	5	-	1.5	3.5	μs
		10	-	1.3	2.75	
		15	-	1.1	2.25	
Output Fall Time, j Output (Figures 3 and 4)	t _{PHL}	5	-	105	250	ns
		10	-	40	100	
		15	-	30	75	
Propagation Delay Time, A, B, C, D to a-g, h+i Outputs (Figure 2)	t _{PLH}	5	-	935	2400	ns
		10	-	340	900	
		15	-	230	500	
	t _{PHL}	5	-	7.0	18.0	μs
		10	-	3.5	9.0	
		15	-	2.0	5.0	
Propagation Delay Time, A, B, C, D to j Output (Figures 3 and 4)	t _{PLZ}	5	-	11.0	25.0	μs
		10	-	8.0	20.0	
		15	-	4.0	10.0	
	t _{PZL}	5	-	800	1500	ns
		10	-	400	1000	
		15	-	200	500	
Propagation Delay Time, LE to a-g, h+i Outputs (Figure 5)	t _{PLH}	5	-	1300	3000	ns
		10	-	500	1500	
		15	-	350	1000	
	t _{PHL}	5	-	16.0	30.0	μs
		10	-	8.0	15.0	
		15	-	5.0	10.0	
Propagation Delay Time, LE to j Output (Figures 4 and 6)	t _{PLZ}	5	-	14.0	30	μs
		10	-	8.0	20	
		15	-	6.0	15	
	t _{PZL}	5	-	10.0	25	μs
		10	-	5.0	15	
		15	-	4.0	10	
Setup Time, A, B, C, D to LE (Figure 7)	t _{su}	5	100	35	-	ns
		10	65	25	-	
		15	65	25	-	
Hold Time, LE to A, B, C, D (Figure 7)	t _h	5	125	45	-	ns
		10	75	30	-	
		15	75	25	-	
Latch Enable Pulse Width, LE (Figure 7)	t _w	5	525	210	-	ns
		10	200	80	-	
		15	140	55	-	

OUTPUT CIRCUIT (Except Pin 11)



INPUT/OUTPUT FUNCTIONS

SEGMENT DRIVER (a, b, c, d, e, f, g, h+i; PINS 12, 13, 14, 15, 1, 2, 3, 4)

The segment drivers are emitter-follower NPN transistors. To limit the output current, a resistor, typically 290 ohms, is integrated internally at each output. Therefore, external resistors are not necessary when driving an LED at the supply voltage of $V_{DD} = 5.0$ volts.

OUTPUT (j; PIN 11)

This open-drain output is activated (goes low) whenever inputs A, B, C, and D are all set to a logic one. Otherwise the output is in the high-impedance state. See the truth table.

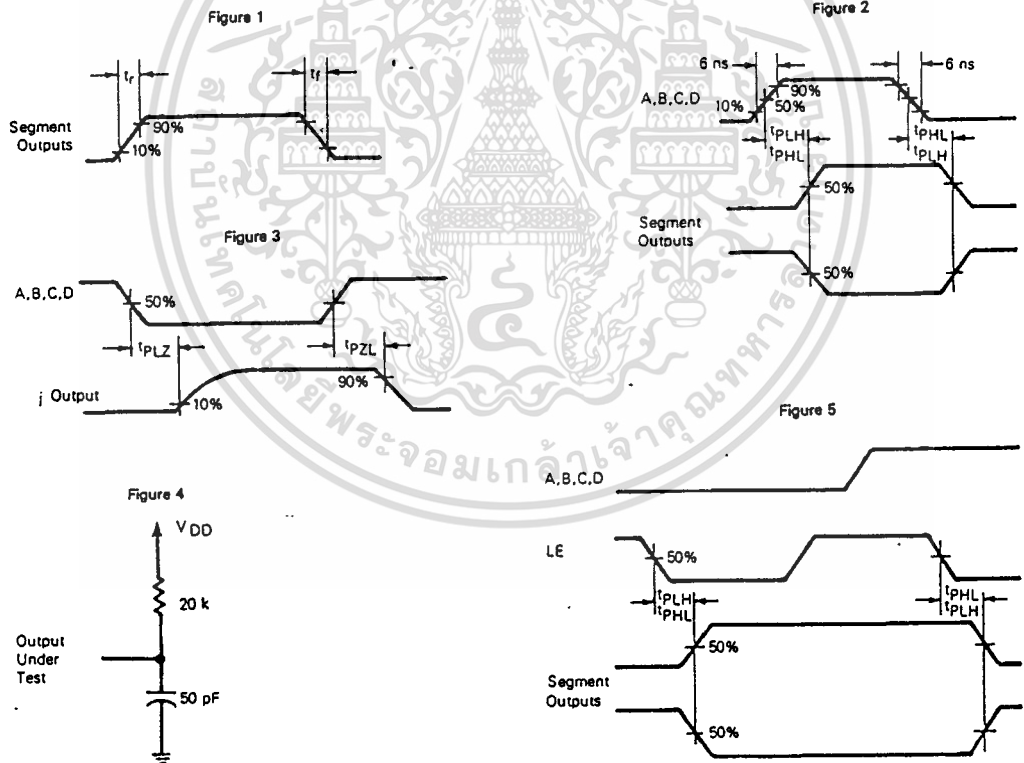
INPUT DATA (A, B, C, D; PINS 5, 6, 9, 10)

The inputs A, B, C, and D are fed to a 4-bit latch which is controlled by the Latch Enable input.

LATCH ENABLE (LE; PIN 7)

The data on inputs A, B, C and D will pass through the latch and will be decoded immediately when LE is low. In this mode of operation the circuit is performing the function of a conventional decoder/driver. The data may be loaded into the latch when LE is low and will be latched with the rising edge of LE. The data will remain stored as long as LE is high.

SWITCHING WAVEFORMS



5408/7408 Quadruple 2-Input Positive-AND Gate

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL							
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package					
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF				
T.I.	SN54S08	J	J	W					SN54LS08	J	J	W	SN5408	J	J	W								
FAIRCHILD	FMS408/FMS908	J	J	W	F	F			FMS408/FMS908	J	J	W	F	F			FMS408/FMS908	J	J	W	F	F		
MOTOROLA					MC3101	L	L	F					MC7408	P	P									
N.S.C.					DM54H08	J	J	W	DM54L08	P	P		DM5408	J	J	W	DM54L08	P	P					
PHILIPS	N74S08				N74H08				N74LS08				N7408											
SIGNETICS	N74S08	A	A		SS4H08	F	F	W	SS4L08	P	P		SS408	F	F	W	SS4L08	P	P					
SIEMENS													FLM381											
FUJITSU									74LS08	M	M													
HITACHI									HD74LS08	P	P		HD7408/HD2550	P	P									
MITSUBISHI									M74LS08	P	P		M53208	P	P									
NEC									74LS08	C	C		μPB234	O	O									
TOSHIBA													TD3408	P	P									

Electrical Characteristics SN54LS08/SN74LS08					
absolute maximum ratings over operating free-air temperature range					
Supply voltage V _{CC}	7V	Operating power	SN54LS -35°C to 125°C		
Input voltage	7V	Temperature range	SN74LS 0°C to 70°C		
Input current	5 mA	Storage temperature range	-65°C to 150°C		
recommended operating conditions					
	SN54LS08	SN74LS08	UNIT		
Supply voltage V _{CC}	MIN 4.5	NOM 5.5	MAX 5.5		
High-level output current I _{OH}	-800 mA				
Low-level output current I _{OL}	4 mA				
Operating power P _{avg}	-35 to 125 °C				
electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range					
PARAMETER	TEST CONDITIONS †	MIN	TYP ‡	MAX	UNIT
V _{IH}	High-level input voltage		2		V
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} =MIN, I _I =-18mA		-1.5	V
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, I _{OH} =MAX	2.7	3.4	V
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, I _{OL} =4mA	0.25	0.4	V
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} =MAX, V _I =7V		0.1	mA
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} =MAX, V _{IH} =2.7V		20	μA
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} =MAX, V _{IL} =0.4V		-0.4	mA
I _{OS}	Short circuit output current	V _{CC} =MAX, 54LS Family	-20	-100	mA
I _{OL}	Short circuit output current	V _{CC} =MAX, 74LS Family	-20	-100	mA
I _{CC1}	Supply current	V _{CC} =MAX, Total, outputs high	2.4	4.8	mA
I _{CC2}	Supply current	V _{CC} =MAX, Total, outputs low	4.4	8.8	mA
I _{CC}	Supply current	V _{CC} =5V, Average per gate (50% duty cycle)	0.85		mA
t _{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V _{CC} =5V, T _A =25°C, C _L =150F, R _L =2kΩ	8	15	ns
t _{PLL}	Propagation delay time, high-to-low-level output	V _{CC} =5V, T _A =25°C, C _L =150F, R _L =2kΩ	10	20	ns
Pin Assignment (Top View)					
positive logic: Y=AB					

Schematics (each gate)

Resistor values shown are nominal and in ohms.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate values specified under recommended operating conditions.
 ‡ All typical values are at V_{CC}=5V, T_A=25°C.
 • Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54S/74S, duration of output short circuit should not exceed one second.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5407/7407 Hex Buffer/Driver with Open-Collector High-Voltage Output.

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package		
		C	P	M CF		C	P	M CF		C	P	M CF		C	P	M CF		C	P	M CF
T.I.													SN5407	J	D	WD				
FAIRCHILD													SN7407	J	D	WD				
MOTOROLA													FM5407/FM9N07	D	D	FD				
N. S. C.													FC7407/FC9N07	D	D	PD				
PHILIPS													SN7407			P	T			
SIGNETICS													DM5407	J	D	WD				
SIEMENS													DM7407	J	D	ND				
FUJITSU													SS407	F	D	AQ	WD			
HITACHI													H7407	F	D	AQ				
MITSUBISHI													FLM491			D				
NEC													HO7407			P	N			
TOSHIBA													M7407			P	N			
													TD7407			P	T			

Electrical Characteristics SN5407/SN7407

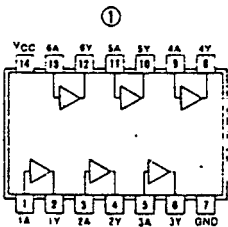
absolute maximum ratings over operating free-air temperature range			
Supply voltage, VCC	7V	Operating free-air temperature range	SN54 ¹ -55°C to 125°C SN74 ² 0°C to 70°C
Input voltage	5.5V	Storage temperature range	-65°C to 150°C
Off-state (high-level) voltage applied to an open-collector outputs	30V		

recommended operating conditions							
	SN5407		SN7407				
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, VCC	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output voltage, V _{OH}			30			30	V
Low-level output current, I _{OL}			30			40	mA
Operating free-air temperature, T _A	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

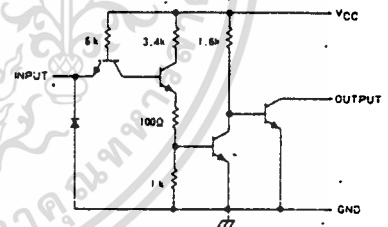
PARAMETER	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT	
V _{IH}	High-level input voltage		2		V	
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V	
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} = MIN, I _I = -12mA		-1.5	V	
I _{OH}	High-level output current	V _{CC} = MIN, V _{OH} = 2V, V _{OH} = MAX		250	µA	
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, I _{OL} = 16mA, I _{OL} = MAX		0.4	V	
		V _{CC} = MIN, V _{IL} = V _{IL} max, I _{OL} = MAX		0.7	V	
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} = MAX, V _I = 5.5V		1	mA	
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IH} = 2.4V		40	µA	
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IL} = 0.4V		-1.6	mA	
I _{CCH}	Supply current	V _{CC} = MAX	Total, outputs high	29	41	mA
I _{ACL}	Supply current	V _{CC} = MAX	Total, outputs low	21	30	mA
I _{CC}	Supply current	V _{CC} = 5V	Average per gate (50% duty cycle)	4.17		mA
t _{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V _{CC} = 5V, T _A = 25°C, C _L = 150F, R _L = 110Ω		6	10	ns
t _{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output			20	30	ns

Pin Assignment (Top View)



positive logic:
Y = A

schematic (each gate)



'07 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohms

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54193/74193 Synchronous 4-Bit Binary Up/Down Counter (Dual clock with clear)

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package	
			C	P			M	C			P	M			C	P			M	C
T. I.																				
FAIRCHILD																				
MOTOROLA																				
N. S. C.																				
PHILIPS																				
SIGNETICS																				
SIEMENS																				
FUJITSU																				
HTACH																				
MITSUBISHI																				
NEC																				
TOSHIBA																				
AMD																				

Electrical Characteristics SN54LS193/SN74LS193

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V _{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS -55°C to 125°C
Input voltage	5.5V	SR74LS 0°C to 70°C	
		Storage temperature range	-65°C to 150°C

recommended operating conditions

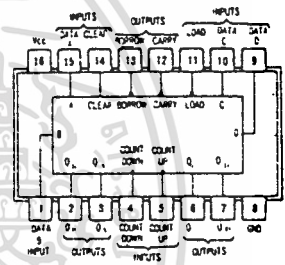
	SN54LS193		SN74LS193		UNIT
	MIN	NOM MAX	MIN	NOM MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5.5	4.75	5.25	V
High-level output current, I _{OH}		-400		-400	μA
Low-level output current, I _{OL}		4		8	mA
Count frequency, f _{count}	0	25	0	25	MHz
width of any input pulse, t _w	20		20		ns
Data setup time, t _{setup}	20		20		ns
Data hold time, t _{hold}	0		0		ns
Operating free-air temperature, T _A	-55	125	0	70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{IH}	High-level input voltage		2		V
V _{IL}	Low-level input voltage		0.8		V
V _I	input clamp voltage	V _{CC} = MIN, I _I = -1.5 mA		-1.5	V
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, V _I = 0.8V, I _{OH} = -400 μA	2.7	3.4	V
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, V _I = 0.8V, I _{OL} = 8 mA	0.35	0.5	V
I _I	input current at maximum input voltage	V _{CC} = MAX, V _I = 7V	0	1	mA
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} = MAX, V _I = 2.4V		20	μA
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} = MAX, V _I = 0.4V		0	mA
I _{OS}	Short-circuit output current*	V _{CC} = MAX	SN54LS -20	100	mA
			SN74LS -20	100	
I _{CC}	Supply current	V _{CC} = MAX, See Note 1	SN54LS 19	34	mA
			SN74LS 19	34	
f _{max}	maximum clock frequency		25	32	MHz
t _{PLH}	from Count-up to output	V _{CC} = 5V,		17	26
t _{PHL}	Carry			18	24
t _{PLH}	from Count-down to output	T _A = 25°C,		16	24
t _{PHL}	Borrow			15	24
t _{PLH}	from Either Count to output Q	C _L = 150F,		27	38
t _{PHL}				30	47
t _{PLH}	from Load to output Q	R _L = 2k,		24	40
t _{PHL}				25	40
t _{PLH}	from Clear to output Q			23	35

NOTES 1 I_{CC} is measured with all outputs open, clear and load inputs grounded, and all other inputs at 4.5V
 A Clear overrides load, data, and count inputs
 B When counting up, count-down input must be high; when counting down, count-up input must be high.

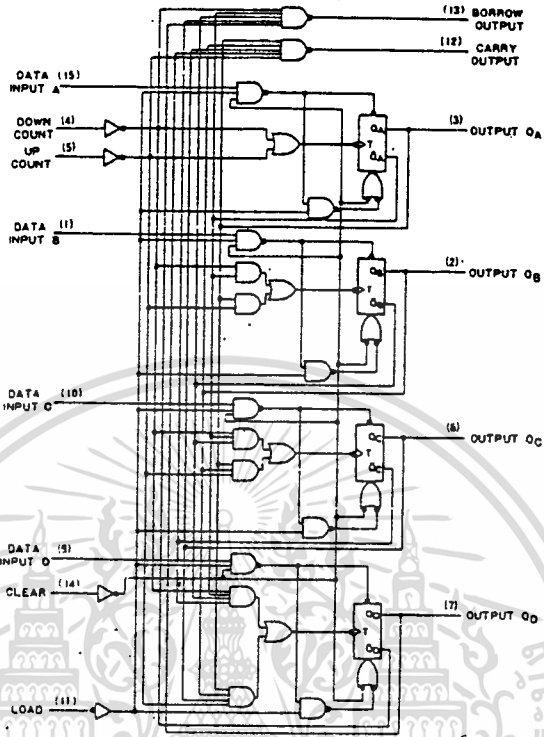
Pin Assignment (Top View)



*For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable type.

บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 *Not more than one output should be shorted at a time.
 *t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
 *t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output
 *ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น บริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณานาไปใช้

Functional Block Diagram

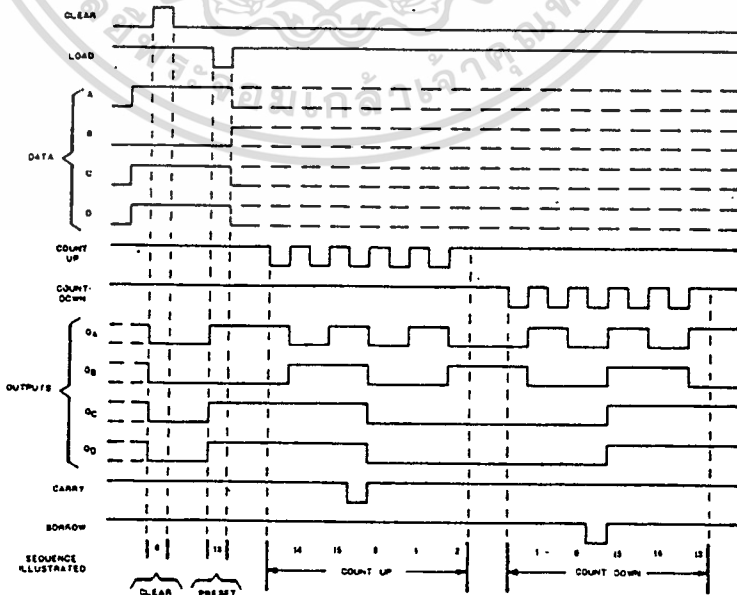


Dynamic input activated by a transition from a high level to a low level.
 193, 193, LS193 SYNCHRONOUS 4-BIT UP/DOWN COUNTER

typical clear, load, and count sequences

- Illustrated below is the following sequence:
1. Clear outputs to zero.
 2. Load (preset) to binary thirteen.
 3. Count up to fourteen, fifteen, carry, zero, one, and two.
 4. Count down to one, zero, borrow, fifteen, fourteen, and thirteen.

(See Notes A and B)



SCL4027B



CMOS DUAL J-K FLIP-FLOP

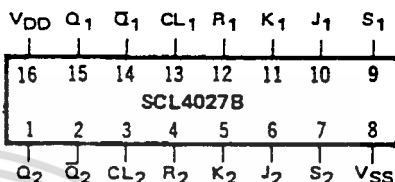
FEATURES

- ◆ Individual Set and Reset Controls
- ◆ Fully Static Operation
- ◆ Logic Edge-Clocked Design
- ◆ 8MHz Toggle Rate @ 10Vdc
- ◆ Balanced Output Drive Current Specifications

DESCRIPTION

The SCL4027B consists of two identical independent CMOS J-K master-slave Flip-Flops. The SCL4027B is useful in performing control, register, and toggle functions. Logic levels present at the J and K inputs along with internal self-steering control the state of each flip-flop; changes in the flip-flop state are synchronous with the positive-going transition of the Clock pulse. Set and Reset functions are independent of the Clock and are initiated when a high level signal is present at either the Set or Reset input.

CONNECTION DIAGRAM (all packages)



Add suffix for package:

- C 16-pin Cerdip F 16-pin Flat
- D 16-pin Ceramic H Chip
- E 16-pin Epoxy

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

DC Supply Voltage	VDD - VSS	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	TA	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C
E Device			

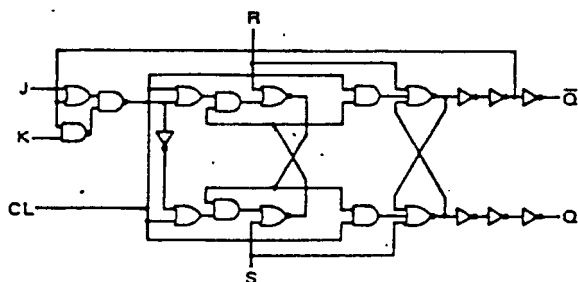
TRUTH TABLE

● _{t_{n-1}} INPUTS					† _{t_n} OUTPUTS		
CL▲	J	K	S	R	Q	Q̄	Q̄
1	1	X	0	0	0	1	0
1	X	0	0	0	1	1	0
1	0	X	0	0	0	0	1
1	X	1	0	0	1	0	1
0	X	X	0	0	X		(No Change)
X	X	X	1	0	X	1	0
X	X	X	0	1	X	0	1
X	X	X	1	1	X	1	1

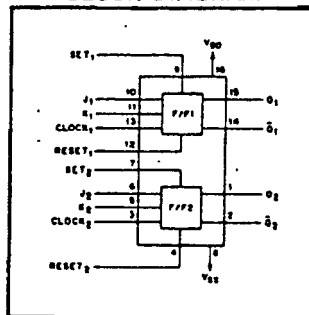
WHERE 1 - HIGH LEVEL
0 - LOW LEVEL
▲ - LEVEL CHANGE
X - DON'T CARE

● - _{t_{n-1}} REFERS TO THE INTERVAL PRIOR TO THE POSITIVE CLOCK PULSE TRANSITION
† - _{t_n} REFERS TO THE TIME INTERVAL AFTER THE POSITIVE CLOCK PULSE TRANSITION

LOGIC DIAGRAM (one of two Flip-Flops)



BLOCK DIAGRAM



เอกสารอ้างอิง

1. สีน กุ้วรวรรณ. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 2. นิมน์ครั้งที่ 10.
กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2530
2. สีน กุ้วรวรรณ. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 3. นิมน์ครั้งที่ 9.
กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2531
3. LINEAR IC เล่ม 1
4. วารสาร COMPUTER ELECTRONICWORLD
5. วารสาร SEMI CONDUCTOR ของ ซีเอ็ด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้