



BUILDING AUTOMATION SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ 009625 ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2534

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สก เป็นเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง BUILDING AUTOMATION

ผู้จัดทำ

1. นาย มานิตย์ คีรีวรศิลป์
2. นาย รวี ชัยมงคล
3. นาย รังสิมันต์ สิทธิกร



(11๗๒๕)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ภากร หุตะสังกาศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BUILDING AUTOMATION SYSTEM

มานิตย์ ศิริวารศิลป์
รวิ ชัยมงคล
รังสิมันต์ สัทธกร

อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.ภากร หุตะสังกาศ
ปีการศึกษา 2534

บทคัดย่อ

ปฏิญานพจน์ฉบับนี้กล่าวถึง วิศวกรรมเกี่ยวกับระบบ BUILDING AUTOMATION SYSTEM (BAS) ซึ่งเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติของอาคาร ในฉบับนี้จะแสดงถึงระบบเครื่องปรับอากาศ เป็นการควบคุมอุณหภูมิของห้อง โดยสามารถเซ็ทค่าอุณหภูมิห้อง หรือ เรียกอ่านค่าอุณหภูมิห้องทุกห้องภายในอาคารได้ โดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับการส่งค่าอุณหภูมิ หรือ ค่าตำแหน่งห้องนั้นจะส่งโดยใช้ระบบดิจิตอลส่วน ๆ ซึ่งจะส่งข้อมูลเหล่านี้ผ่านทางสาย AC LINE ซึ่งที่ปลายทางจะมีตัว SENSOR เป็นตัวรับค่าอุณหภูมิ และมี A/D เป็นตัวแปลงค่าอุณหภูมิให้เป็นระบบดิจิตอล และ ส่งกลับมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง

.....

BUILDING AUTOMATION SYSTEM

MANIT SIRIVORASILP

RAWEE CHAIMANGKOL

RUNGSIMANT SITTIKORN

MR. PHAKORN HUTASUNGKAJ

ADVISER

ACADEMIC YEAR 2534

ABSTRACT

THIS THESIS ARE PRESENTED ABOUT BUILDING AUTOMATION SYSTEM (BAS), AUTOMATIC BUILDING. THIS PROJECT IS AIR CONDITION CONTROL SYSTEM IN BUILDING THAT CAN CONTROL AND READ TEMPERATURE VALUES OF ANY ROOMS BY CENTRAL COMPUTER. DATA WILL BE SENT THROUGH AC LINE TO THE TERMINAL CONTAINED WITH SENSORS WHICH CAN RECEIVE DATA AND TRANSFORMED TEMPERATURE VALUE INTO DIGITAL VALUE BY A/D CONVERTER THEN SENT BACK TO CENTRAL COMPUTER.

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ระบบ BUILDING AUTOMATION SYSTEM หรือ BAS นี้ เป็นระบบที่ทำการให้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร ไม่ว่าจะเป็น ระบบไฟอาคาร ระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบรักษาความปลอดภัยภายในอาคาร เป็นระบบอัตโนมัติ เพื่อประโยชน์ในด้านความประหยัด ความปลอดภัย ความสะดวก โดยส่วนของโครงการนี้ได้พัฒนา BUILDING AUTOMATION SYSTEM ในด้านระบบเครื่องปรับอากาศ โดยเป็นการควบคุมการปิด-เปิด ของเครื่องปรับอากาศ หรือจะอ่านค่าของอุณหภูมิห้องทุกห้องได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการส่งสัญญาณควบคุม หรือสัญญาณข้อมูลของอุณหภูมิจะส่งผ่านทาง AC LINE ซึ่งมีข้อดีที่ว่า การส่งสัญญาณควบคุมโดยใช้แสงอินฟราเรด และการส่งสัญญาณควบคุมโดยผ่านทางคลื่นวิทยุดังนี้

- การส่งสัญญาณควบคุมโดยใช้แสงอินฟราเรด จะสามารถส่งข้อมูลไปได้เป็นระยะทางไม่ห่างมากนัก เพราะแสงอินฟราเรด ไม่สามารถทะลุวัตถุได้
- การส่งสัญญาณควบคุมโดยใช้คลื่นวิทยุ จะสามารถทะลุวัตถุไปได้บ้าง โดยจะมีระยะการรบกวนขึ้นอยู่กับกำลังของ เครื่องส่งคลื่นวิทยุ แต่มีปัญหากเกี่ยวกับกฎหมายควบคุมความถี่ในเมืองไทยค่อนข้างจำกัดการรบกวน และบางที่ถ้าในระแวกใกล้เคียงมีการใช้คลื่นวิทยุความถี่เหมือนกันแล้ว จะมีการรบกวนกันได้

การส่งสัญญาณควบคุมโดยการรใช้สายไฟฟ้าภายในบ้าน สามารถนำสัญญาณไปใช้ได้ทุกที่ ยกเว้นบ้านที่มีสายไฟฟ้าเดินอยู่ เป็นการประหยัดลดการเดินสายสัญญาณที่ยุ่งยากและไม่จำเป็น

การรับค่าอุณหภูมิเพื่อส่งไปยัง เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ก็จะมี SENSOR เป็นตัวรับค่าอุณหภูมิ ซึ่งจะรับค่าอุณหภูมิได้เป็นสัญญาณ อนาลอก และจะถูกผ่านค่าไปยัง A/D CONVERTER เพื่อแปลงสัญญาณจาก อนาลอก เป็น สัญญาณดิจิทัล เพื่อความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งสัญญาณดิจิทัลนี้เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลแบบนี้มากกว่า เพราะ สัญญาณดิจิทัลมีระดับของสัญญาณข้อมูลชัดเจน (เป็นสัญญาณ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0 หรือ 1) จึงไม่เป็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง สัญญาณรบกวน ทำให้รูปแบบของข้อมูลเปลี่ยนแปลง

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษากระบวนการส่งข้อมูล โดยใช้การผสมข้อมูลกับความถี่พาห้ และการแยกข้อมูลออกจากความถี่พาห้
2. ศึกษาการส่งข้อมูลผ่านทางสายไฟ 220 โวลท์ ภายในบ้าน
3. ศึกษาการ SENSE ค่าอุณหภูมิจาก SENSOR และ การแปลงสัญญาณของ A/D CONVERTER
4. ศึกษาการ อินเทอร์เฟส กับ เครื่อง IBM/PC
5. เป็นก้าวรประยุกต์ ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามานำมาออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

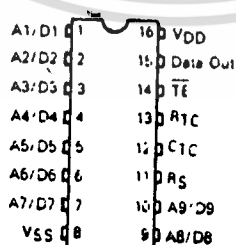
2.1 ภาค ENCODER

INPUT ของภาคส่งนั้นโดยจะรับ สัญญาณจาก ADDRESS BUS เข้ามา 9 ADDRESS CODES ไปยังภาค ENCODER. ซึ่งจะทำหน้าที่เข้ารหัสโดยจะมี MC 145026 เป็นหัวใจสำคัญของภาคนี้

MC 145026 จะเข้ารหัสแบบ 9 บิตของข่าวสาร และจะส่งข่าวสารนี้ เป็นแบบอนุกรม โดยข่าวสารจะสามารถส่งออกไปได้ทันทีที่ สวิตซ์ TRANSMIT-ENABLE (TE) ถูกกด ซึ่งมันจะทำงานที่สภาวะ "low" เท่านั้น

คุณสมบัติ ของ MC 145026

- ADDRESS สามารถเป็นไปได้ทั้ง Binary หรือ Trinary
- CODE ของ Address ที่สูงที่สุด คือ Trinary
- ใช้ในการ Interfaces กับ RF , Ultrasonic
- จะส่ง 2 DATA เพื่อสำหรับ Error Checking

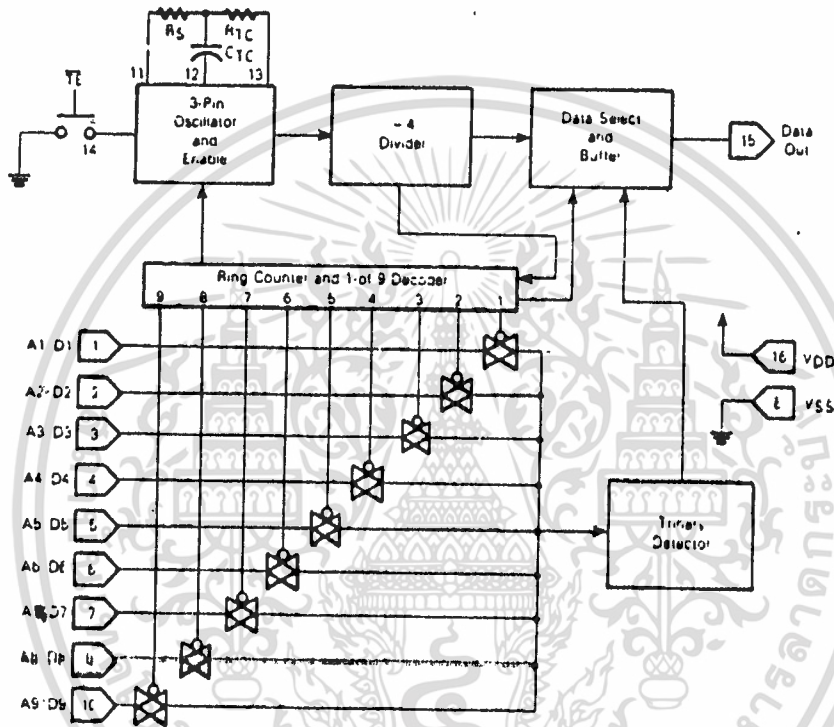


MC145026
Encoder

รูปที่ 2.1 ขาต่าง ๆ ของ MC 145026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จะใช้ไฟตั้งแต่ 4.5 ถึง 18 Volts
- ใน Chip นั้นจะมี R/C Oscillator
- INPUT และ OUTPUT เป็นแบบอนุกรมมาตรฐาน

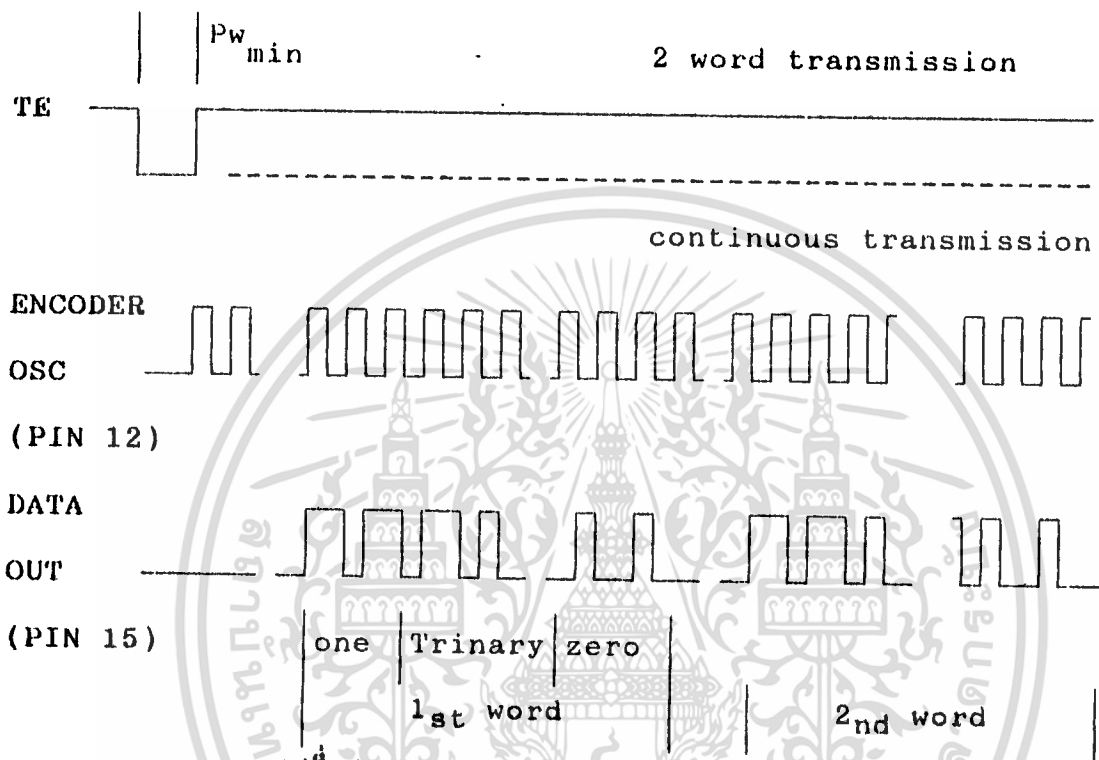


รูปที่ 2.2 ENCODER BLOCK DIAGRAM MC 145026

ภาค ENCODER นี้สามารถทำการเข้ารหัสได้มาก โดยขึ้นอยู่กับขา INPUT ทั้ง 9 บิต ดังนั้นเราจะกำหนดสถานะขา INPUT ของ A1/D1 - A9/D9 ขาเหล่านี้สามารถเป็นขาได้ทั้ง 3 สถานะ คือ Trinary จึงอาจจะเป็น (0,1, open) สถานะใดสถานะหนึ่งก็ได้โดย codes ที่สามารถทำการเข้ารหัสที่เป็นไปได้ซึ่งมีความแตกต่างกันสูงสุดถึง $3^9 = 19683$ ซึ่งลำดับในการส่งนั้น จะเริ่มต้นที่ "lowlevel" ของขา input TE และ VDD ส่วนมากจะใช้เป็น "Positive Supply" และ VSS ส่วนมากจะใช้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"Negative Supply" (GND) แล้วภาค ENCODER นี้ยังมี R_s , R_{tc} , C_{tc} ขาเหล่านี้จะเป็นส่วนของ OSCILLATOR ของการเข้ารหัส



รูปที่ 2.3 ENCODER TIMING DIAGRAM

ดังนั้น DATA OUT ที่ขา 15 ของ MC 145026 ที่ส่งออกไปจะส่งไปบน ลักษณะอนุกรมต่อกันไปขนาด 9 บิต ซึ่งในแต่ละบิตของ DATA ที่ส่งออกไปจะมี สภาวะ เป็น 0, 1, open สภาวะใดก็ได้ ซึ่งจะมีสัญญาณเป็นลักษณะ Pulse ที่เข้ารหัสเป็นแบบอนุกรมแล้วดังรูปที่ 5 และส่งไปยังภาค MODULATOR โดยยี่ห้อ IC #555

ข้อมูลต่าง ๆ จะเริ่มมีการส่งอนุกรมต่อเนื่องกันไป ก็ต่อเมื่อทันทีที่ SWITCH TE ถูกกด (ที่ขา TE ได้รับ ACTIVE LOW) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งออกไปมีลักษณะเป็น WORD โดยจะถูกส่งออกไปเป็นจำนวน 2 DATA WORDS ด้วยกันซึ่งหากทางรับ ๆ DATA WORDS ทั้งสองนี้ได้เหมือนกัน แสดงว่า การส่งและการรับ ข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด จะทำให้ทาง

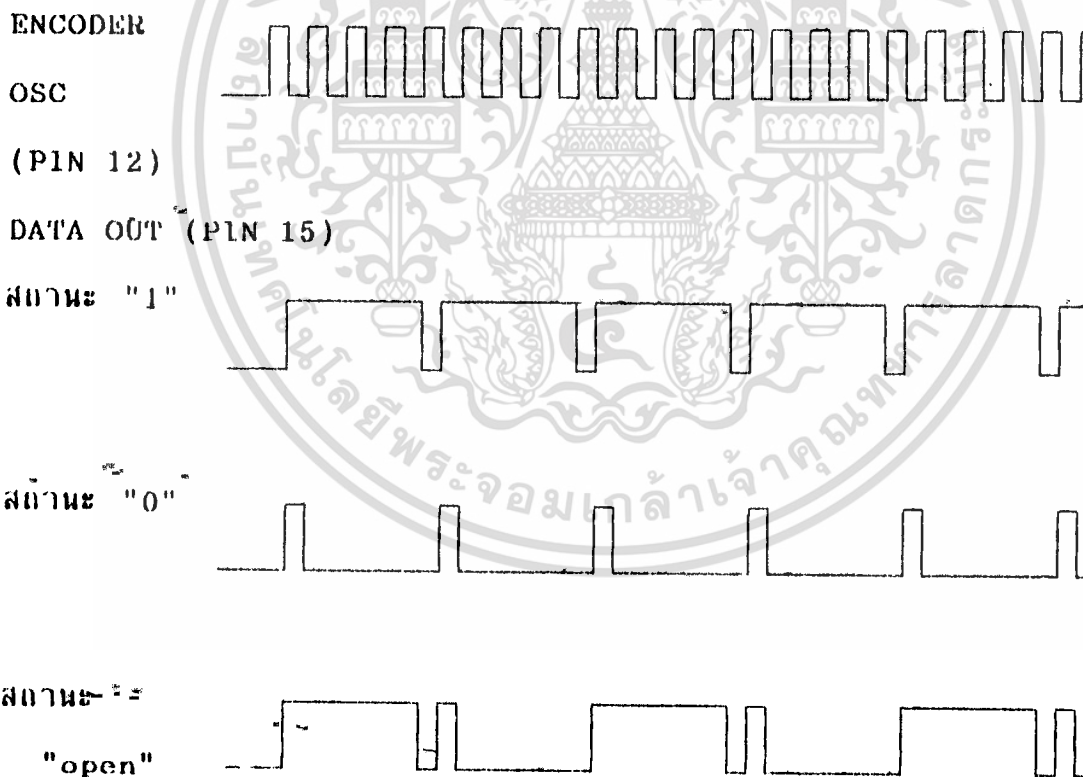
ภาครับ ๆ ผลิตสัญญาณ VT (VALID TRANSMISSION) ออกมาทุกครั้งเลย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

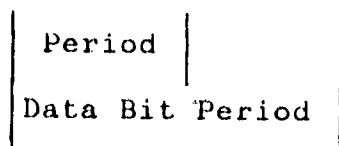
ในการส่งแต่ละครั้ง DATA BIT จะถูกเข้ารหัสแบบ 2 DATA PULSE โดย
 1. บิต "0" จะมีลักษณะเป็น พัลส์สั้น ๆ 2 พัลส์ต่อเนื่องกัน และ
 2. บิต "1" จะมี ลักษณะเป็นแบบพัลส์ยาว ๆ 2 พัลส์ต่อเนื่องกัน ส่วนสำหรับสภาวะ
 "open" จะมีลักษณะการเข้ารหัส เป็นแบบพัลส์ยาว 1 ครั้ง แล้วตามด้วยพัลส์สั้น
 ๆ อีก 1 พัลส์ ดังแสดงการเข้ารหัสของสภาวะต่าง ๆ ดังกล่าว (0 , 1 ,
 open) ดังรูปที่ 2.4

ENCODER DATA WAVEFORMS (MC 145026)

continuous transmission



Data Pulse

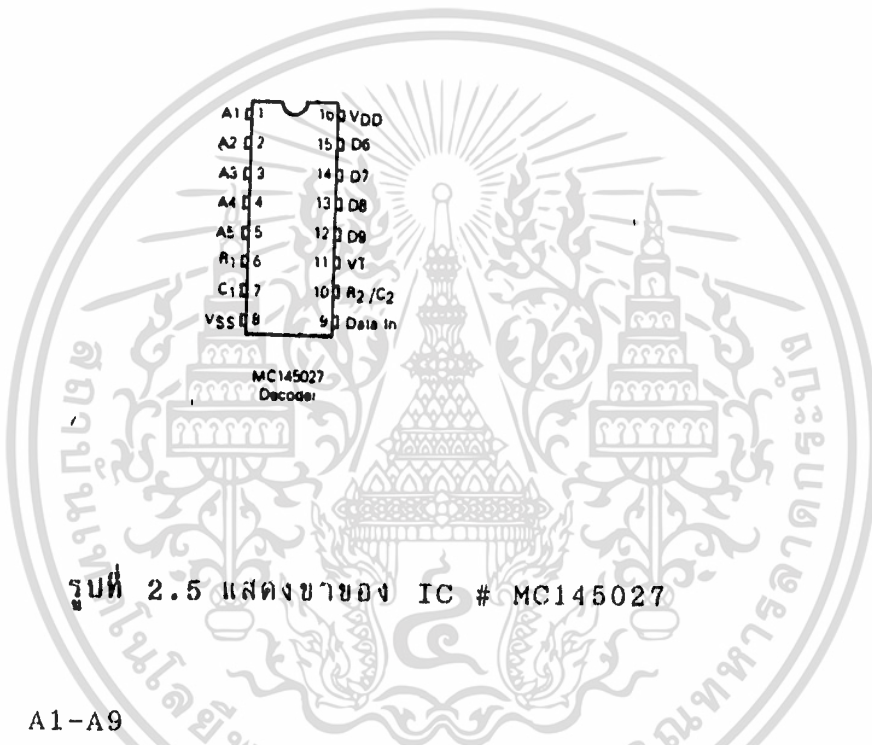


รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการเข้ารหัสของ Data Bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ภาค DECODER

ภาค DECODER นี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งเข้ามาแล้วทำการถอดรหัสดูว่าตรงกับค่า ADDRESS ที่ Set ไว้หรือเปล่าถ้าตรงก็จะให้ output ออกมาเพื่อนำไป Control load อีกที ในภาคนี้มี IC MC145027 เป็นหัวใจสำคัญในการ decode ซึ่งรูปที่ 2.5 แสดงลักษณะขา ของ IC MC145027



รูปที่ 2.5 แสดงขาของ IC # MC145027

ขา A1-A9

- ขาเหล่านี้เป็น Address input ที่เรา Set ไว้ให้ตรงกับค่า Address ของตัวส่งเพื่อที่จะได้ output ออกมา

ขา R₁, C₁

- ขาทั้งสองนี้ต่อกับ Resistor และ Capacitor เพื่อใช้เป็นตัวกำหนด ความแคบหรือความกว้างของ Pulse ที่เป็นรหัสค่า time constant $R_1 * C_1$ จะถูกตั้งไว้ 1.72 ของ transmit clock periode ดังนั้น $R_1 * C_1 = 3.95 R_{TC} * C_{TC}$

ขา R₂/C₂

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ขา^{นี้}จะมี Resistor และ Capacitor ต่อขนานกันต่อเข้า^{นี้}กับ ขา V_{SS} เพื่อเป็นการแยก การส่งครั้งสุดท้ายกับครั้งใหม่ ซึ่งค่า time constant $R_2 * C_2$ จะเป็น 33.5 ของคาบเวลาการส่ง (4 data bit periods) โดย $R_2 * C_2 = 77 R_{TC} C_{TC}$

ขา Valid Transmission, VT

-เป็นขา output จะเป็นระดับสูง (high) เมื่อ

1. การส่ง Address ตรงกับ Address ของตัวรับ
2. การส่ง DATA WORD แรกและสอง ต้องเหมือนกัน

ขา VT จะเป็น "high" จนกระทั่งการรับไม่ตรงตามเงื่อนไข หรือ ไม่ มีสัญญาณเข้ามา เป็นเวลา 4 data bit

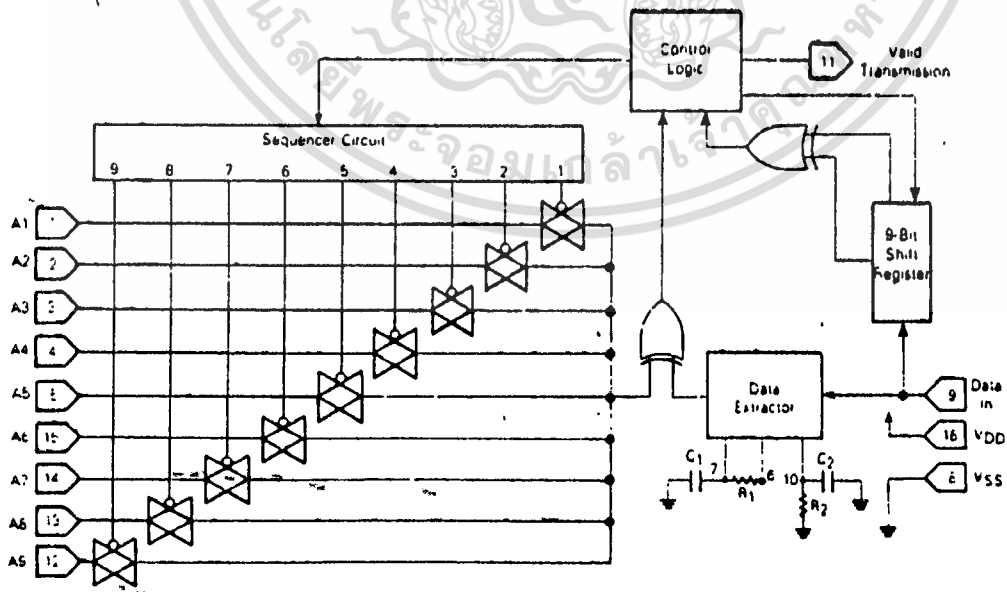
ขา V_{DD}

-ขาแหล่งจ่ายไฟบวก

ขา V_{SS}

-ขาแหล่งจ่ายไฟลบ (ส่วนนำหน้าใช้เป็น กราวด์)

FIGURE 3 - MC145027 DECODER BLOCK DIAGRAM

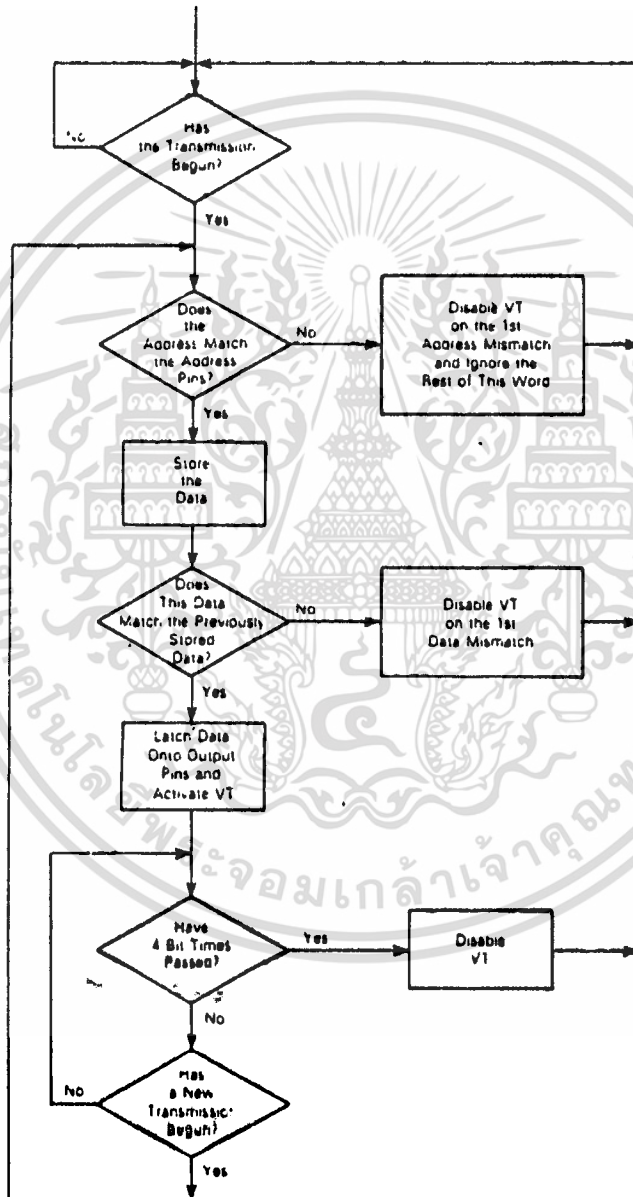


รูปที่ 2.6 DECODER BLOCK DIAGRAM MC145027

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลให้หนังสือฉบับนี้ไปยังโรงเรียนด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทํางานของ IC MC145027 เป็นไปตาม FLOWCHART ของรูปที่ 2.7 ดังนี้

FIGURE 8 - MC145027/MC145028 FLOWCHART



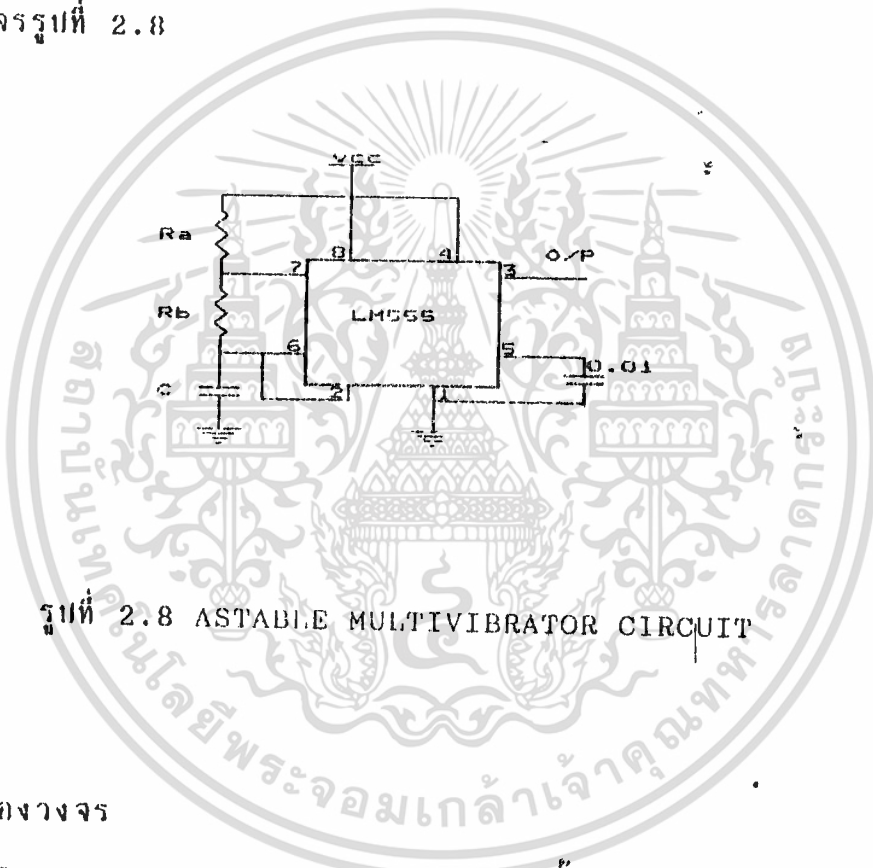
รูปที่ 2.7 FLOWCHART ของ MC145028

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ภาค MODULATOR

หน้าที่ของภาค MODULATOR คือจะทำการ MOD สัญญาณที่ได้จากภาค ENCODER กับสัญญาณพาห้ (CARRIER) โดยอาศัย IC เบอร์ 555 จัดเป็น วงจร ASTABLE MULTIVIBRATOR .

ทฤษฎีและหลักการทํางานของวงจร ASTABLE MULTIVIBRATOR หรือ วงจร square-wave clock ที่ประกอบขึ้นมาจาก TIMER เบอร์ 555 ดัง แสดงในวงจรรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ASTABLE MULTIVIBRATOR CIRCUIT

การทํางานของวงจร

จากวงจร ASTABLE MULTIVIBRATOR นั้น RESISTOR (R_a, R_b) ทำหน้าที่เป็น timing resistor เมื่อวงจรได้รับ bias voltage จากแหล่งจ่ายกำลัง ส่วน CAPACITOR (C_1) ทำหน้าที่เป็น timing capacitor โดยเมื่อตัวเก็บประจุ C_1 ได้รับประจุที่มาจากกระแสที่ไหลผ่าน ตัวความต้านทาน R_a, R_b จนค่าแรงดันคร่อมตัวมันมีค่า $2/3 V_{cc}$ วงจรภายในจะทำการห้มันคลายประจุจนกระทั่งแรงดันคร่อมตัวมันเพียง $1/3 V_{cc}$ โดยการคลายประจุผ่าน R_b เข้าไปยังวงจรภายใน แล้วมันจะเริ่มรับประจุใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



นั่นคือ แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุออสซิลเลทอยู่ระหว่างช่วงแรงดันจาก $1/3 V_{CC}$ ถึง $2/3 V_{CC}$ การออสซิลเลทนี้เป็นผลทำให้แรงดัน OUTPUT เกิดการสวิตช์อยู่ทีละดับ สูงระดับ คือ V_{CC} และ GND

โดยปกติช่วงเวลาที่ตัวเก็บประจุ หรือเอาท์พุทอยู่ในสภาวะ $+V_{CC}$ เราสามารถคำนวณได้จาก

$$t_1 = 0.69 (R_a + R_b) * C_1$$

ในทำนองเดียวกันช่วงเวลาที่ตัวเก็บประจุ หรือเอาท์พุทอยู่ในสภาวะ GND เราสามารถคำนวณได้จาก

$$t_2 = 0.69 (R_b) * C_1$$

คาบเวลาหนึ่งไซเคิลหาได้จาก

$$T = t_1 + t_2$$

ดังนั้น ความถี่ของการออสซิลเลท คือ

$$f = 1/T$$

$$f \geq 1.44 / [(R_a + R_b) * C_1]$$

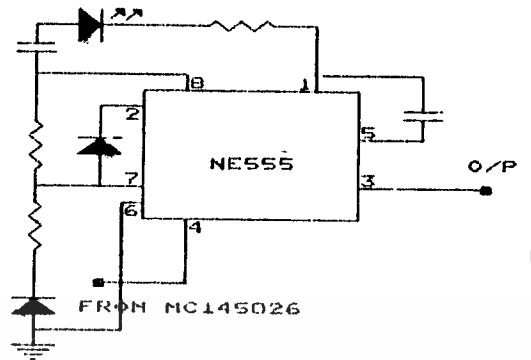
$$0.69 (R_a + R_b) C_1 + 0.69 (R_b) C_1$$

$$0.69 [R_a + 2R_b] C_1$$

$$1.44 / C_1 (R_a + 2R_b)$$

ซึ่งเราจะเห็นได้ว่า วงจร ASTABLE MULTIVIBRATOR คือ วงจร OSCILLATOR ชนิดหนึ่ง แต่ออสซิลเลทให้สัญญาณ OUTPUT มีรูปร่างเป็น square wave ความถี่ของสัญญาณออสซิลเลเตอร์แบบนี้ควบคุมได้ง่ายโดยปรับค่าตัวต้านทานและตัวเก็บประจุเท่านั้น ความถี่ที่ได้สามารถกำหนดให้มีค่าได้ต่ำมาก ๆ และ การใช้งาน วงจรออสซิลเลเตอร์ชนิด ASTABLE MULTIVIBRATOR จะใช้ในงานวงจรสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม สัญญาณนาฬิกา สัญญาณกำหนดฐานเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

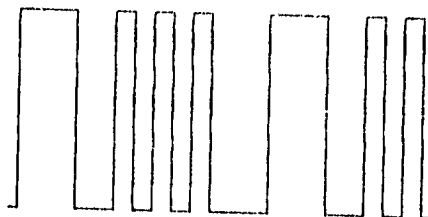


รูปที่ 2.9 แสดงภาค MODULATOR

การทำงาน

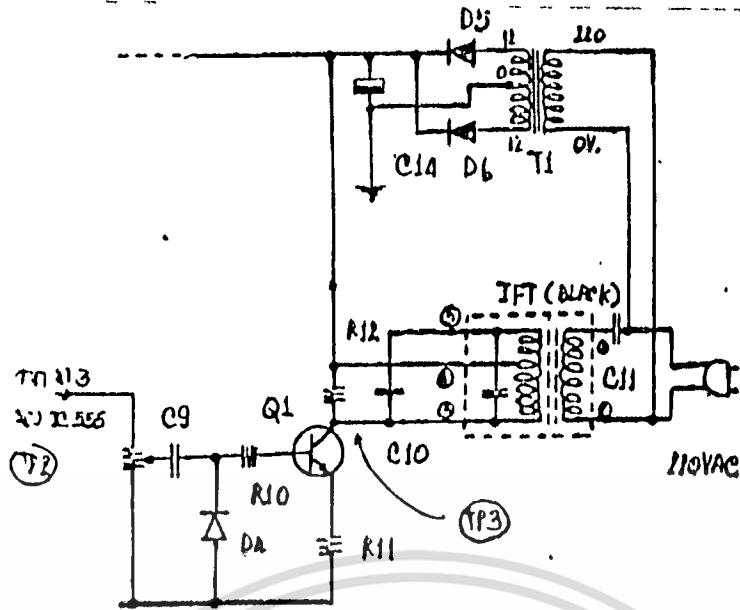
ภาค MODULATOR จะทำการผลิตสัญญาณพาห์ ออกมาทันทีที่แรงดันที่ขา 4 ของ IC เบอร์ 555 มีสถานะเป็น "high" จึงจะทำให้มีสัญญาณด้วยความถี่ 166.7 kHz ปรากฏออกทางขา 3 ได้และในขณะเดียวกันนั้นหากระดับที่ขา 4 ของ IC เบอร์ 555 มีสถานะเป็น "low" จะทำให้ภาค MODULATOR หยุดผลิตสัญญาณพาห์ จึงทำให้ไม่มีสัญญาณใดๆ ปรากฏออกทางขา 3 เลย

ดังนั้นเมื่อนำสัญญาณ DATA ที่ได้จากภาค CODER ซึ่งจะมีลักษณะเป็น square wave แบบ PULSE WIDTH MOD นำมาป้อนแก่ขา 4 ของ IC เบอร์ 555 จะทำให้มี OUTPUT ปรากฏออกที่ขา 3 เป็นลักษณะเหมือนสัญญาณ DATA ที่ป้อนเข้ามา แต่มีการ MOD สัญญาณ carrier เข้าไปด้วยกัน ดังรูป



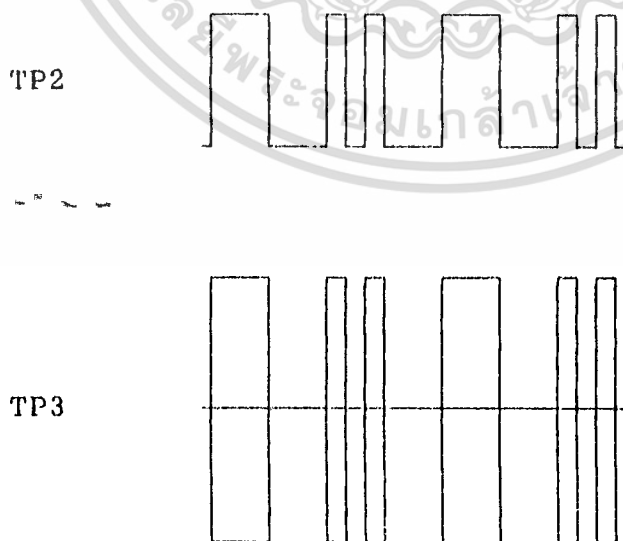
รูปที่ 2.10 แสดงสัญญาณ INPUT และ OUTPUT ของภาค MOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงวงจร coupling ผ่าน AC LINE

DATA จากภาค CODER ที่ผ่านการ MOD กับ carrier ซึ่งได้จากขา OUTPUT (ขา 3 ของ IC #555) แล้วจะถูกส่งเข้าที่ขา base ของ TRANSISTOR (Q1) ซึ่งเป็นภาค DRIVER เพื่อทำการขยายกำลังให้สูงขึ้นโดย 1 ขั้วหม้อแปลง JFT จุดเวลาความถี่ที่ขยายแล้วนั้น coupling ผ่าน C₁₂ ไปยัง สายไฟ 220 V. (AC LINE) โดยที่ความแรงของสัญญาณที่ขา collector ของ TRANSISTOR (Q1) ประมาณ 30-40 V.

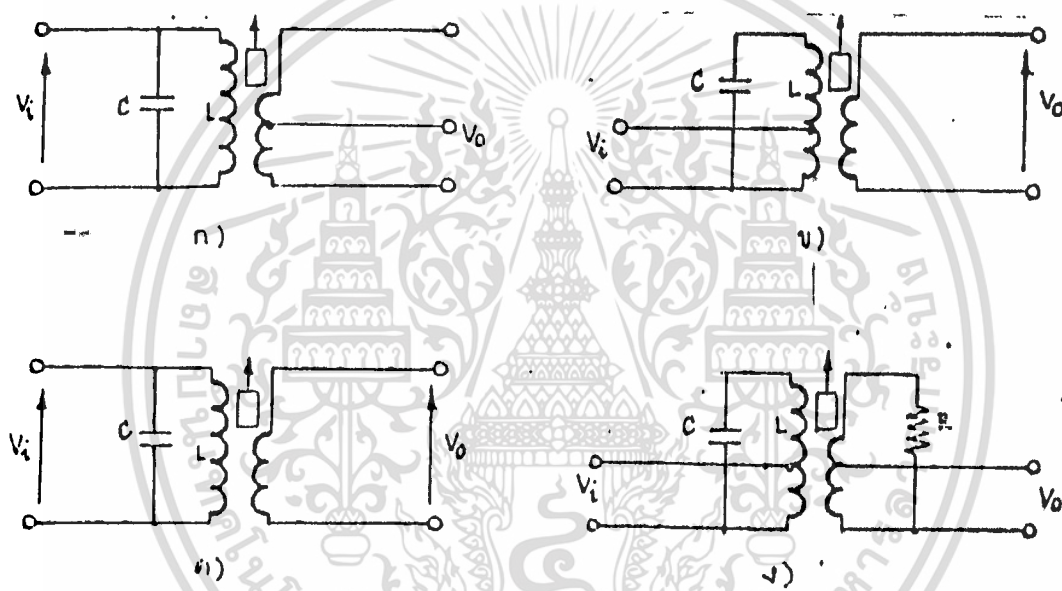


รูปที่ 2.12 สัญญาณที่ปรากฏใน AC LINE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรزون (TUNE)

วงจรรزونของเครื่องส่งนี้เป็น LC วงจรหลักการ Resonant ในการเลือกความถี่ที่เหมาะสมผ่านตัวมัน วงจรนี้ปกติจะเรียกว่า วงจรแทงค์ (TANK CIRCUIT) มีคุณสมบัติเป็นฟิลเตอร์เช่นเดียวกับ RC FILTER กล่าวคือตัวมันจะเป็นแบนด์พาสฟิลเตอร์ (BAND PASS FILTER) จะยอมให้ความถี่ที่ต้องการผ่านเท่านั้น วงจรแทงค์สามารถจะต่อใช้งานได้หลายลักษณะตามความต้องการ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 วงจรแทงค์ลักษณะต่าง ๆ

วงจรรزونของเครื่องส่งจะใช้หม้อแปลง ๖๐ เฮพ ของวิทยุตัดแปลงใหม่เพื่อ
 ๑) ให้เหมาะสมกับความถี่ที่ใช้งาน ซึ่งหม้อแปลงนี้มีขยทั่วๆไป ซึ่งมีขนาดความถี่
 Resonant 455 KHZ บางแบบ มีขนาดความถี่ Resonant 10.7 MHZ ที่ใช้
 วิทยุ เอพ เอ็ม แต่ที่เราใช้เครื่องส่งนี้จะใช้หม้อแปลง ๖๐ เฮพ ที่มี
 ขนาดความถี่ Resonant 455 KHZ กระจบองสี่ตาซึ่งมีค่าใกล้เคียง 138
 KHZ มาทำการตัดแปลง

หม้อแปลง ๖๐ เฮพ เดิมนี้จะมีขดลวดเดิมของมันพันอยู่และมีคาปาซิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดมาด้วยซึ่งคาปาซิเตอร์นี้จะมีค่าความจุประมาณ 280 pF และ Resonant ที่ความถี่ 455 KHZ เพราะฉะนั้นความถี่ Resonant (f_0) จะได้

$$\omega_0 L = 1/(\omega_0 * C)$$

$$L = 1/(\omega_0^2 * C)$$

ดังนั้น เราสามารถคำนวณค่าเหนี่ยวนำได้ เมื่อเราทราบจำนวนรอบที่พันระหว่างขั้ว 1-3

$$\text{ค่าความเหนี่ยวนำต่อรอบ} = 1/(\omega_0^2 * C * N)$$

เมื่อ N = จำนวนรอบของขดลวดที่ขั้ว 3-5

เมื่อเราใช้ลวดเบอร์เดิม แต่ต้องการเปลี่ยนจำนวนรอบค่าคาปาซิเตอร์และความถี่ Resonant เราจะสามารถคำนวณได้ เช่น เราหาค่าความเหนี่ยวนำต่อรอบได้ $1 * 10^{-5} \text{H}$ และค่า $C = 820 \text{pF}$ และต้องการความถี่ Resonant ที่ 166.7 KHZ เราก็จะหาจำนวนรอบได้

$$1 * 10^{-5} = 1/(\omega_0^2 * C * N)$$

$$N = 1/(\omega_0^2 * 820 \text{ pF} * 10^{-5})$$

$$N = 1/(\omega_0^2 * 8.2 * 10^{-15})$$

$$\text{เมื่อ } f_r = 2\pi LC$$

$$\omega_0^2 = 1/LC = (2 f_r)^2$$

$$\omega_0^2 = (2 * 3.14 * 166.7 * 10^3)^2 = 1.097 * 10^{12} \text{ rad}$$

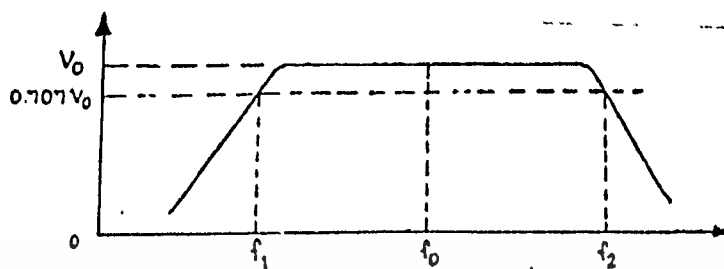
$$N = 1/(1.097 * 10^{12} * 8.2 * 10^{-15})$$

$$N = 1/(9 * 10^{-3})$$

$$N = 111.2 \text{ รอบ}$$

ข้อควรคำนึงอีกอย่างหนึ่งคือค่าแฟกเตอร์คุณภาพ (QUALITY FACTOR) ควรจะต้องมีค่าสูง ๆ และต้องอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมซึ่งค่าแฟกเตอร์นี้หาได้ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงคุณลักษณะของ Band Pass Filter

จากรูปจะเห็นได้ว่า Bandwidth (BW) คือช่วงระหว่าง F_1 และ F_2 ถ้า BW แคบจะทำให้ Q_0 มีค่ามาก เราสามารถหาค่า QUALITY FACTOR (Q_0) ได้จากสูตร

$$Q_0 = f_0 / BW$$

การออกแบบวงจร Tank มีหลักการดังนี้

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

การเลือกค่า Q ของวงจร Tank

การสร้างวงจรขยายสัญญาณที่แยกจากจะกำหนด class ของวงจรขยาย เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามต้องการแล้ว ค่า Q (Quality Factor) ของวงจร Tank ก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของวงจรด้วย โดยยึดหลักว่า ถ้า Q ของวงจร Tank มีค่าน้อย ประสิทธิภาพของวงจร ขยายจะต่ำ และ Output จะทำให้ Harmonic ออกมามาก แต่ถ้า Q ของวงจร Tank มีค่าสูง ก็จะทำให้มีกระแสไหลภายในวงจร Tank สูงมาก การสูญเสียภายในวงจร Tank มีค่ามากขึ้น และ Bandwidth แคบลง ลงั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่เหมาะสมที่นิยมใช้กันทั่ว ๆ ไป คือค่า Q ของวงจร Tank จะใช้ประมาณ 10 ถึง 20

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

ω . Resonant Frequency

$$Q = X_L / R_S \quad (\text{ไม่มีหน่วย})$$

$$X_L = 2\pi FL \quad (\text{Ohm})$$

$$X_C = 1/2\pi FC \quad (\text{Ohm})$$

$$Z = X_L * Q \quad (\text{Ohm})$$

Q = Quality Factor.

X_L = Reactance of Tank Coil in Ohms.

R_S = Series Resistance in Ohms.

การเลือกค่าความจุของ Capacitor

การเลือกค่าความจุของ Capacitor ของวงจร Tank ที่ใช้กับวงจรขยายนี้ ในทางปฏิบัติ จะใช้สูตรหาอัตราส่วนระหว่าง Collector Voltage กับ Collector Current แล้วเอาค่าที่ได้ไปเปิดหาค่า Capacitor จาก Chart อีกต่อหนึ่ง

การเลือกค่า Henry ของ Coil

เมื่อได้ค่าของ Capacitor สำหรับวงจร Tank แล้วจากนั้นก็สามารถหาค่าของ Coil ออกมาได้ดังนี้

จากสูตร Resonant frequency

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

หรือเปลี่ยนเป็น $L = 1/[C(2\pi F_r)^2]$

สำหรับความถี่ที่เป็น kHz ใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L = 10^6 / [C(2\pi Fr)^2]$$

เมื่อ

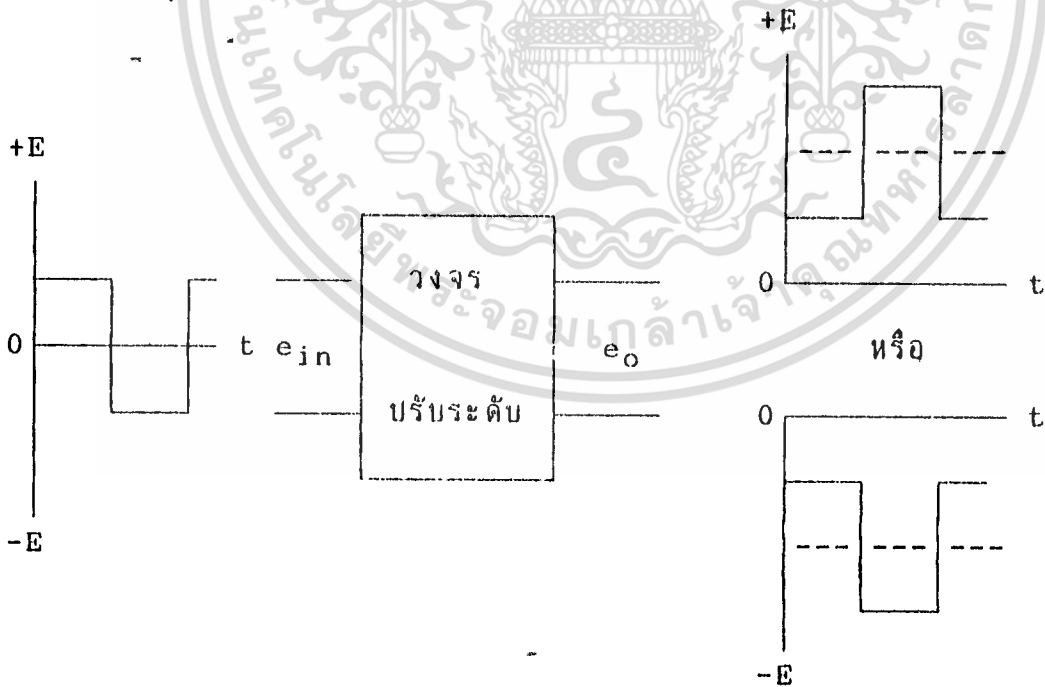
L = Inductance in uH

C = Capacitance in uF

Fr = Frequency in KHZ

วงจรปรับระดับของสัญญาณ (CLAMPER)

วงจร CLAMPER เป็นวงจรที่เพิ่มค่าไฟ DC-Voltage ให้กับสัญญาณ AC (Pulse) บางครั้งเรียกว่า วงจร dc restorer(วงจรเติมกระแสตรง) หรือ วงจร dc inserter circuit(วงจรเติมกระแสตรง) สัญญาณ AC ที่จะใส่ระดับสัญญาณ DC เข้าไปในสัญญาณจะเป็น sine wave หรือ Pulse ใดๆก็ได้ ซึ่งสัญญาณที่ผ่านวงจร CLAMPER นี้จะเปลี่ยนระดับ DC-Voltage ของสัญญาณที่ป้อนเข้าไปได้เท่าที่ส่วนรูปร่างของสัญญาณไม่เปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.15 แสดงคุณสมบัติและลักษณะของสัญญาณแรงดันรูป square ที่ input และ output ของวงจรปรับระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Diode

ภาค DEMODULATOR

ภาค DEMODULATOR นี้จะมีหน้าที่แยก (detects) สัญญาณเสียง (A.F) ออกจากสัญญาณวิทยุ (R.F Carrier) เพื่อเอาสัญญาณ A.F ไปใช้งาน กรณีนี้เราใช้สัญญาณ Pulse แทนสัญญาณ A.F ดังเห็นเมื่อทำการ Detects สัญญาณออกมาแล้วเราก็จะได้สัญญาณ Pulse code ที่ต้องการออกมาเช่นกัน

ข้อแตกต่างระหว่าง AM modulator และ AM demodulator คือ output ของ modulator จะจูนเพื่อให้ความถี่ผลบวกผ่าน ส่วน output ของ demodulator จะจูนเพื่อให้ความถี่ผลต่างออก การ demodulator ซึ่งเราเรียกว่า Diode detector หรือ Peak detector เพราะว่า มันจะ detects ค่า peak ของสัญญาณ input หรือเรียกว่า Shape (envelope) detector เพราะมัน detects ขอบของสัญญาณ input

ภาค WAVE SHAPE

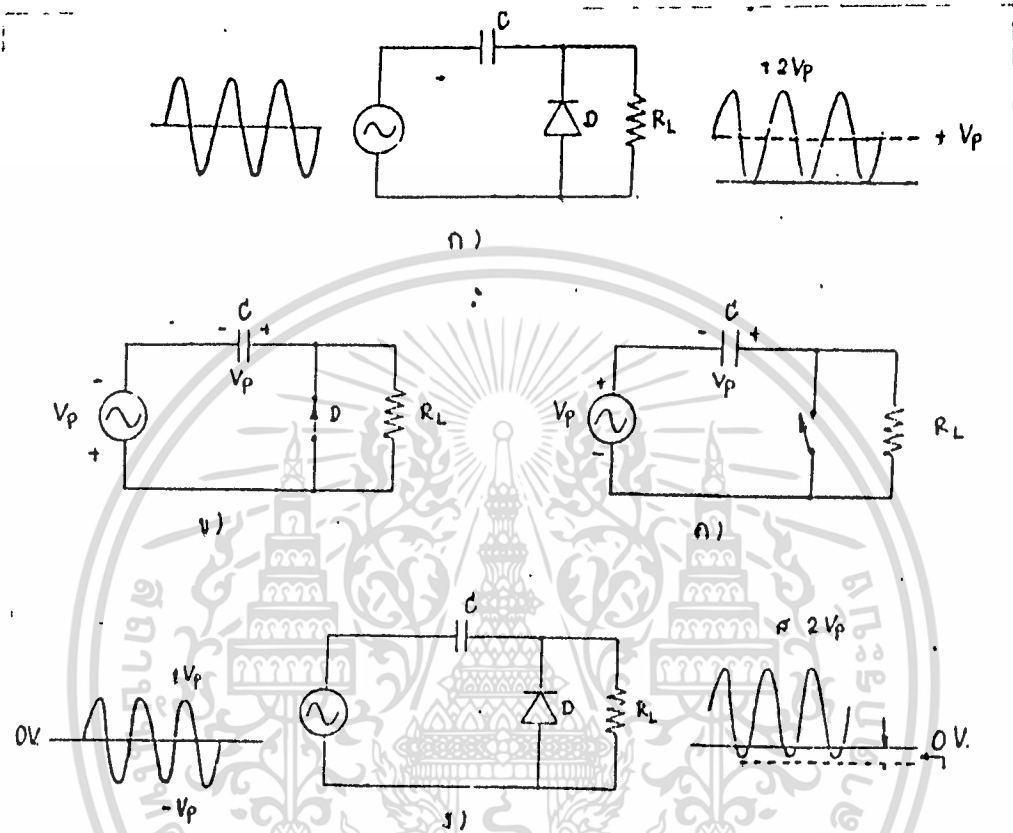
เป็นการปรับแต่งให้รูปสัญญาณที่ผ่านการ Detects ออกมาให้เป็น Square wave มากยิ่งขึ้น โดยเราใช้ วงจร Schmitt trigger comparator ซึ่งประยุกต์จาก วงจร คอมพาราเรเตอร์ (Comparator) อีกทีหนึ่ง

หลักการท างานของวงจร Schmitt trigger comparator

เรานำวงจร Comparator มาเป็นวงจร Schmitt trigger ซึ่งให้แรงดันอ้างอิงแรงดันหนึ่งที่เข้า input ใดเข้าหนึ่งของ OP-AMP (ในรูปป๊ายชา non-inverting) เพื่อที่จะตรวจวัดระดับสัญญาณที่เป็น input ว่ามีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า ระดับแรงดันอ้างอิง ถ้ามากกว่าแรงดันอ้างอิงจะทำให้ output ออกมาเป็น $-V_{cc}$ แต่ถ้า input มีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิงจะทำให้ output ออกมาเป็น $+V_{cc}$ ซึ่งแรงดันอ้างอิงสามารถหาได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่ใช้งานจริงเป็น การรับระดับทางบวก(+)ที่เรียกว่า "วงจรรับระดับแรงดันบวก"(Positive-Voltage Clamper Circuit)ดังแสดง ในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 วงจรปรับระดับแรงดันบวก

การทำงานของวงจรปรับแรงดันบวก

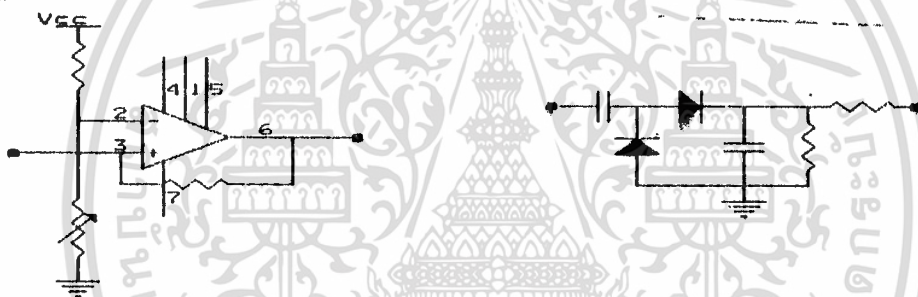
การทำงานของวงจรปรับระดับบวก ตอนแรกให้สัญญาณที่เข้ามาช่วงลบเข้ามาก่อน Diode จะปิดวงจร(TURN ON) ดังรูปที่ 22 (ข) ที่ช่วงลบนี้ Capacitor จะชาร์จ(CHARGE) ถึง V_L และ C จะทำให้เกิด TIME CONSTANT ทำให้เกิดคาบเวลา(PERIOD) มีค่ามากกว่า T ของสัญญาณที่เข้ามา ซึ่งก็คือเหตุผลที่ C CHARGE จนเกือบเต็มในช่วงเวลาที่ Diode เปิดวงจร

รูปที่ 2.16 (ง) แสดงถึงวงจรที่ใช้โดยปกติ Diode จะมีเวลาที่แตกคร่อมก่อนที่จะทำรูปคลื่นทาง output มีสัญญาณต่ำกว่าเล็กน้อย ขึ้น กับชนิดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_{ref} = [R2/(R2+R3)] * (+V_{CC})$$

วงจรที่ใช้จริงดังแสดงในรูปที่ 2.17 ซึ่งหลักการคล้ายกันต่างที่เราเอาแรงดันอ้างอิงเข้าที่ขา inverting ส่วน input บ้อนเข้าขา non-inverting เพราะฉะนั้น output ที่ออกมาจะไม่กลับเฟสกับ input ซึ่ง input ที่เข้ามาก็เป็น Square wave อยู่แล้วเพียงแต่ว่าเราต้องการความเป็น Square wave มากยิ่งขึ้นเพื่อเข้าวงจร DECODER แล้วรหัส จะไม่ผิดพลาด



รูปที่ 2.17 วงจรใช้งานจริง

ส่วน Sensor

ในส่วนของชุดตรวจวัดอุณหภูมิ (Sensor) เราใช้ LM 335 เป็นตัว Sensor โดยที่ LM 335 นี้จะมีผลตอบสนอง (Responce) ต่ออุณหภูมิในหน่วย KELVIN เป็น 10 mV/K คือ ที่อุณหภูมิ 0 K จะมี Voltage เอาท์พุทที่ 0 โวลท์ และในขณะที่ ห้องมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หรือเท่ากับ 298 K ก็จะได้ สักคาไฟฟ้า ที่เอาท์พุทเท่ากับ 2.98 V วงจรที่ใช้จะเป็นดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจร เราจะต่อขา CS และ RD ลงกราวด์เพื่อเป็นการอ่านค่าข้อมูลอินพุตที่เข้ามาได้ตลอดเวลา ส่วนตัว IC จะส่งค่าข้อมูลที่ Convert แล้วออกมาทางเอาต์พุตได้ก็ต่อเมื่อ ขา WR แอคทีฟ โดยเราจะเอาสัญญาณที่จะทำให้อา WR แอคทีฟ มาจาก วงจร Monostable ดังรูป ซึ่งวงจร Monostable นี้ จะส่งสัญญาณ One Shot ออกมาเมื่อมีการ Request ว่าต้องการจะขออ่านค่าอุณหภูมิห้อง ก็จะส่งสัญญาณไปทริกขา WR เพื่อให้ค่าของอุณหภูมิห้อง ถูกส่งออกมาทางเอาต์พุต เป็นสัญญาณดิจิทัลและจะนำไปเป็นสัญญาณอินพุตของ MC 145026 ต่อไปส่วนขา VI^+ (ขา 6) และ VI^- (ขา 7) เป็นการเปรียบเทียบ Voltage ระหว่างทั้ง 2 ขา โดยให้จะ เปรียบเทียบว่าสัญญาณที่ขา 6 และขา 7 แตกต่างกันเท่าไรก็จะเอาความต่างศักย์ของทั้ง 2 ขามาเป็นสัญญาณ อินพุต ส่วนสัญญาณที่นำมาเข้าขา 6 ก็คือสัญญาณที่ได้จาก วงจรส่วน Sensor เป็นอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน และนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ขา 7 คือ 2.73 V หรือคิดเป็นอุณหภูมิในหน่วย องศาเซลเซียส คือ 273 K ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างทั้ง 2 ขาก็คือค่าอุณหภูมิในหน่วย องศาเซลเซียส เช่น สัญญาณจากขา 6 คือ 2.98 V (25 องศาเซลเซียส) ความแตกต่างระหว่างสัญญาณขา 6 และ 7 ก็คือ 0.25 V

แหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)

ภาคจ่ายไฟที่ใช้งานเครื่องส่งและเครื่องรับแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

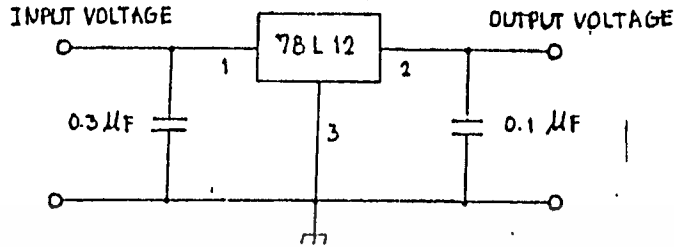
- 1.แบบ REGULATOR
- 2.แบบ UNREGULATOR

แบบ REGULATOR หรือแบบคงที่

แรงดันที่ Output จะคงที่เมื่อ LOAD เปลี่ยนแปลงไป เมื่อนำมาจ่ายแรงดันให้กับภาค OSCILLATOR จะทำให้ได้ความถี่ที่คงที่ ซึ่งแหล่งจ่ายไฟแบบคงที่นี้เราใช้ IC REGULATED เบอร์ 7805 ซึ่งแรงดัน Output จะเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

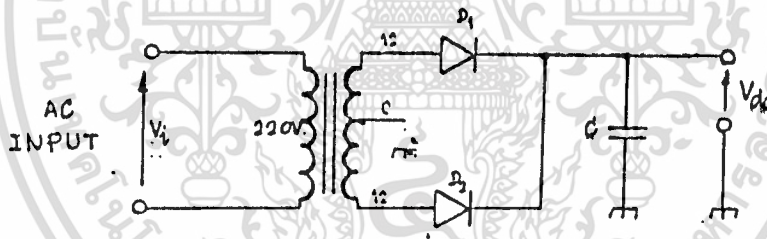
กับ 5 วัตต์ และมีการจัดวงจรดังนี้



รูปที่ 2.20 วงจรภาคจ่ายไฟแบบคงที่

แบบ UNREGULATOR หรือแบบไม่คงที่

แรงดันที่ Output จะไม่คงที่เมื่อ LOADE เปลี่ยนแปลงไป เมื่อนำมาจ่ายแรงดันให้กับภาค OSCILLATOR จะทำให้ได้ความถี่ที่ไม่คงที่



รูปที่ 2.21 วงจรภาคจ่ายไฟแบบไม่คงที่ ชนิด FULL WAVE

จาก V_{dc} หาได้จาก $V_{dc} = -I_{dc}/4fc$

V_m : Peak Rectifier Voltage เมื่อยังไม่มีการมี C-Filter

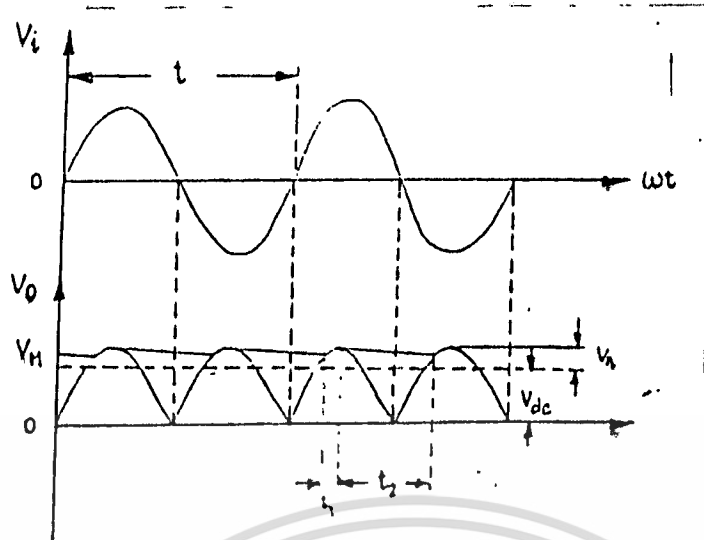
I_{dc} : กระแสที่ไหลผ่าน LOADE

f : ความถี่ของสลับ

ส่วน RIPPLE VOLTAGE (V_r) หาได้จาก

$$V_r = I_{dc} / (4 \cdot 3 \cdot f_c)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



t_1 = ช่วงที่ C-Charge , t_2 = ช่วงที่ C-Discharge

รูปที่ 2.22 Wave Form วงจรภาคจ่ายไฟแบบไม่คงที่ ชนิด FULL WAVE

เมื่อหา Output Voltage และ Ripple Voltage เราสามารถหา Percent Ripple (% r) ได้ดังนี้

$$\% r = V_r / (V_{dc} * 100)$$

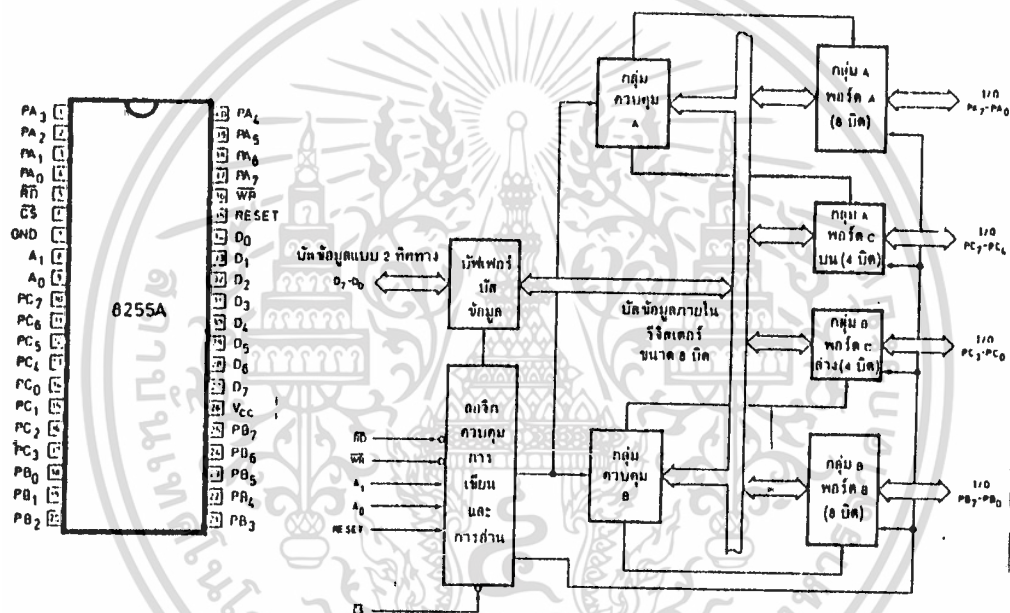
ดังนั้น ค่า Ripple Factor ที่จะแปรผันเป็นส่วนกลับ กับ ค่าคาบชาซิเตอร์ ดังนั้นถ้าต้องการวงจรที่มี REGULATION ดีขึ้นจะต้องเลือกค่า C ให้มากขึ้น และยังขึ้นอยู่กับโหลด (R_L) ที่นำมาต่อด้วย

ส่วนค่า PEAK INVERSE VOLTAGE OF DIODE (PIV) คือค่าแรงดันย้อนกลับขณะ REVERSE BIAS ของไดโอดที่ทนได้ ซึ่งดูได้จากข้อมูลจำเพาะของไดโอดเบอร์นั้น

$$PIV = 2V_m$$

การอินเทอร์เฟสกับไมโครคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง IC 8255

ไอซี 8255 เป็นไอซีที่มี 40 ขา ได้รับการออกแบบมาให้มีสัญญาณเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ได้ง่าย ไอซีเบอร์ 8255 เป็นไอซีที่ออกแบบมาให้สามารถ เป็นพอร์ตให้ไมโครโปรเซสเซอร์ได้ 3 พอร์ต การเรียกพอร์ตของ 8255 จะเรียกต่าง ๆ ว่า PORT A, PORT B, PORT C โดย PORT C จะแยกเป็นสองส่วนคือ PORT C ล่าง หรือตั้งแต่ PC0-PC3 และ PORT C บน หรือตั้งแต่ PC4-PC7 ซึ่งสามารถที่จะถูกโปรแกรมให้เป็นได้ทั้งอินพุตและ เอาท์พุต



รูปที่ 2.23 แผนผังวงจรภายในและการจัดขาไอซี 8255

จากรูปเป็นแผนผังภายในไอซี และการจัดขาของไอซี 8255 การทำงานของวงจร จะใช้สัญญาณควบคุมจากไมโครโปรเซสเซอร์มาควบคุมการทำงานโดยไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งคำสั่งมาโปรแกรมการทำงาน หรือกำหนด รูปแบบของพอร์ตให้เป็นอินพุตหรือเอาท์พุตได้ จะเห็นว่าที่ตัว 8255 นอกจากจะมีสัญญาณควบคุมและสัญญาณข้อมูลแล้วที่ตัว 8255 ยังมีสัญญาณแอดเดรส 2 บิต (A₀-A₁) ซึ่งจะทำให้สามารถอ้างแอดเดรสของพอร์ตได้ 4 พอร์ต จะประกอบไปด้วย PORT A, PORT B, PORT C และพอร์ตควบคุม ในพอร์ต

ควบคุมจะสามารถทำให้ เราควบคุมการทำงานภายในของ 8255 ได้ ซึ่งจะต้องมีการโปรแกรมในตอนแรก ก่อนการใช้งาน การโปรแกรมการทำงานของ 8255 แบ่งออกเป็น 3 โหมด คือ โหมด 0 โหมด 1 โหมด 2 แต่ในที่นี้เราจะกล่าว ถึงเฉพาะโหมด 0 หรือโหมดอินพุต-เอาต์พุตแบบพื้นฐานเท่านั้น ดังต่อไปนี้

การกำหนดโหมดการทำงาน จะต้องส่งข้อมูลคำสั่ง เข้าไปบนพอร์ตควบคุมของ 8255 ซึ่งคือพอร์ตที่มี A_0 และ A_1 เป็น 1 แต่ละบิตข้อมูลที่ส่งเข้าไปจะมีความหมายในตัวเอง ลักษณะความหมายของแต่ละบิตข้อมูลจะแสดงดังรูปที่ 2

การโปรแกรม 8255 คือการทำให้ค่ารหัสบิตต่าง ๆ เข้าไปบนรหัสควบคุมแล้วส่งไปยังรีจิสเตอร์ของพอร์ตควบคุมความหมายของบิตต่าง ๆ มีดังนี้

บิต D_7 เป็นบิตที่แสดงรหัสคำสั่งควบคุม ถ้าบิตนี้เป็น "1" หมายถึงรหัสควบคุมนี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อโหมดต่าง ๆ ของ 8255

บิต D_6 และ บิต D_5 เป็นการเลือกโหมดของพอร์ต A ซึ่งมี 3 โหมดคือ โหมด 0 โหมด 1 และ โหมด 2

บิต D_4 ถ้ามีค่าเป็น "0" หมายถึงการกำหนดพอร์ต A เป็นพอร์ตเอาต์พุต ถ้ามีค่าเป็น "1" จะหมายถึงการกำหนดพอร์ต A เป็นพอร์ตอินพุต

บิต D_3 เป็นบิตที่บอกถึงการเชื่อมต่อของพอร์ต C บน ($PC_4 - PC_7$) ถ้าเป็น "0" จะทำให้พอร์ต C เป็นเอาต์พุต

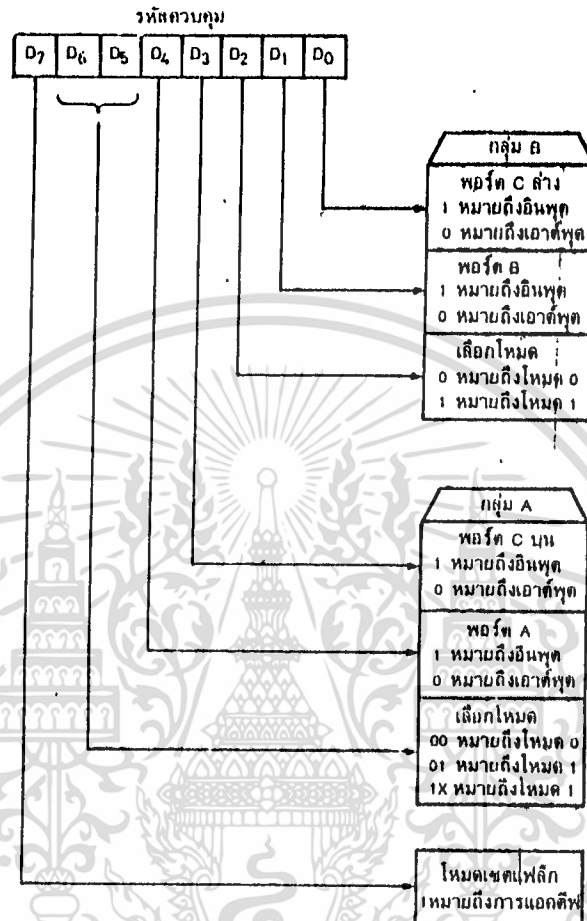
บิต D_2 เป็นบิตที่บอกถึงการเชื่อมต่อของพอร์ต B ถ้าเป็น "0" หมายถึงพอร์ต B เป็นโหมด "0" แต่ถ้าเป็น "1" หมายถึงการเลือกโหมด "1"

บิต D_1 เป็นการกำหนดการเลือกอินพุต-เอาต์พุตของพอร์ต B ถ้าเป็น "0" หมายถึง เอาต์พุต ถ้าเป็น "1" หมายถึง อินพุต

บิต D_0 เป็นการกำหนดอินพุต-เอาต์พุตของพอร์ต C ถ้าเป็น "0" หมายถึง เอาต์พุต ถ้าเป็น "1" หมายถึง อินพุต

พอร์ต A ในโหมดที่ 8255 จะใช้พอร์ต A ทำหน้าที่เป็นพอร์ต 2 ทิศทาง คือ สามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต โดยโครงสร้างของพอร์ต A ทั้งอินพุตเอาต์พุตมีตัวสอบสัญญาณคู่ ส่วนพอร์ต C จะทำหน้าที่สัญญาณตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ความหมายของบิตต่างๆ ในรหัสควบคุม

ในการรับส่งข้อมูล เราจะต้องมีการอ้างแอดเดรสของพอร์ตก่อน ซึ่งสำหรับเครื่อง IBM/PC การอ้างแอดเดรสของพอร์ต จะใช้แอดเดรสในการอ้างเพียง 10 เส้น (A₀-A₉) นอกจากการ decode แอดเดรสแล้ว ยังต้องนำสัญญาณบางสัญญาณมาควบคุมด้วย เช่น IOR, IOW, AEN และ RESET DRV จาก Slot ของ IBM/PC เพื่อเป็นการรับข้อมูลเข้า - ออกจากพอร์ตและเข้าป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการทำงานของ DMA บน System Board ในการอ้างแอดเดรส A₀-A₉ มีหลักการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอดเดรส A₉ จะต้องถูกกำหนดให้เป็น "1" เสมอ เพราะ ถ้า A₉ เป็น "0" จะเป็นการอ้างพอร์ตที่ตำแหน่ง 000H ถึง 01FFH ซึ่งเป็นตำแหน่งของซอฟต์แวร์ และ อุปกรณ์ที่เป็น I/O ต่าง ๆ บน Main Board ของ IBM /PC ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ได้ ดังนั้นจึงต้องกำหนดให้แอดเดรส A₉ เป็น "1" เสมอซึ่งจะทำให้สามารถอ้างแอดเดรสได้จากแอดเดรส 200H ถึง 3FFFH แต่เราก็ต้องพิจารณาดูว่าที่ตำแหน่งใดยังไม่ถูกใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการออกแบบ

3.1 ภาค ENCODER และ DECODER

สำหรับภาค ENCODER และ DECODER นั้นเราจะใช้ IC เบอร์ 145026 และ 145026 เป็นตัวเข้ารหัส และตัวถอดรหัส โดย IC เข้ารหัส (ENCODER) จะรับข้อมูลมาจาก A/D CONVERTER เป็นสัญญาณดิจิทัลแบบขนาน และจะถูกนำไปเข้ารหัสออกไปเป็นสัญญาณอนุกรม และถูกส่งต่อไปยังภาค MODULATE ต่อไป

ส่วนตัวถอดรหัส นั้นเราจะใช้ IC เบอร์ 145027 ซึ่งจะรับสัญญาณมาจากภาค DEMODULATE ซึ่งจะทำกรกรองเอาคลื่นพาที่ออกไป และได้สัญญาณออกมา เป็นสัญญาณอนุกรม ที่เหมือนกับสัญญาณที่ออกจาก ตัวเข้ารหัส และ IC 145027 จะนำไปถอดรหัสออกมาเป็นสัญญาณแบบขนาน ซึ่งจะเหมือนกับสัญญาณอินพุตก่อนเข้า 145026 นั่นเอง

การออกแบบวงจร DECODER

เราสามารถออกแบบวงจร DECODER ได้ดังแสดงในรูปที่ 3-1 โดยคำนวณหาค่าของ R_{11}, C_8, R_{12}, C_9

$$\text{จากสูตร } f_{osc} = 1 / (2.3 R_{TC} C_{TC})$$

$$R_{11}C_8 = 3.95 R_{TC} C_{TC}$$

$$R_{12}C_9 = 77 R_{TC} C_{TC}$$

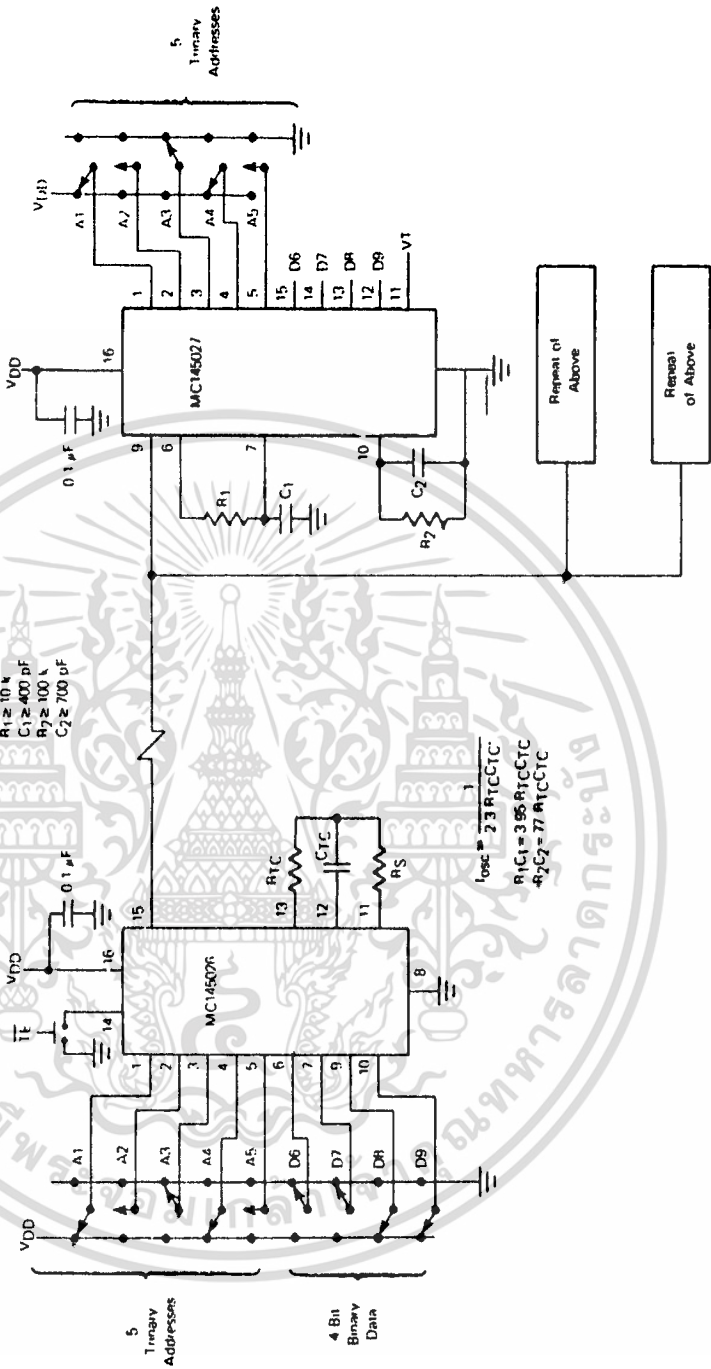
ซึ่งค่า $R_{TC} \geq 10K$,

$$100pF \leq C_{TC} \leq 15\mu F$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 11 — TYPICAL APPLICATION

$C1C = C1C + Ciavmin = 12 \text{ pF}$
 $100 \text{ pF} \leq C1C \leq 15 \text{ pF}$
 $RTC \geq 10 \text{ k}$, $RS = 7 \text{ RTC}$
 $R1 \geq 10 \text{ k}$
 $C1 \geq 400 \text{ pF}$
 $R2 \geq 100 \text{ k}$
 $C2 \geq 700 \text{ pF}$



รูปที่ 3-1 วงจร Decoder และ Encoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_{11} \geq 10K$$

$$C_8 \geq 400pF$$

$$R_{12} \geq 100K$$

$$C_9 \geq 700pF$$

เราใช้ความถี่ $f_{osc} = 616 \text{ Hz}$ และใช้ $C_{TC} = 0.047 \text{ uF}$

ดังนั้น $R_{TC} = 1 / (616 * 2.3 * 0.047 * 10^{-6})$ |

$$= 15 \text{ K}$$

จาก $R_{11}C_8 = 3.95 R_{TC} C_{TC}$ ใช้ $C_8 = 0.12 \text{ uF}$

ดังนั้น $R_{11} = (3.95 * 15 * 10^3 * 0.047 * 10^{-6}) / (0.12 * 10^{-6})$

$$= 23.2 \text{ K} \text{ ใช้ } 24 \text{ K}$$

จาก $R_{12}C_9 = 77 R_{TC} C_{TC}$ ใช้ $C_9 = 0.12 \text{ uF}$

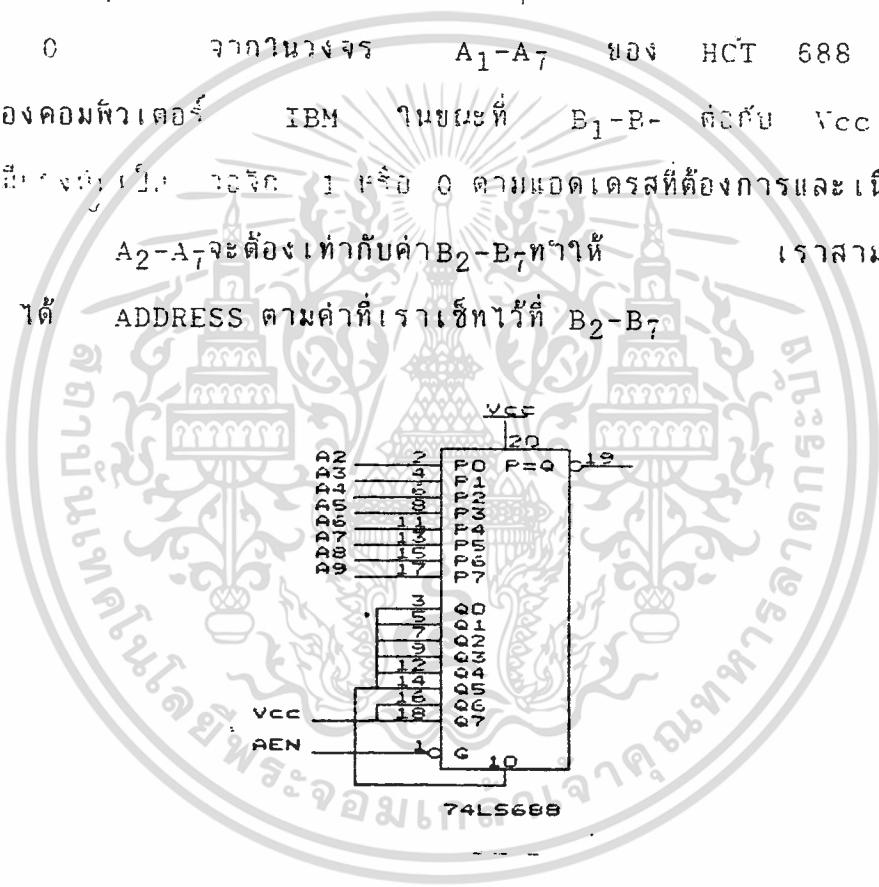
ดังนั้น $R_{12} = (77 * 15 * 10^3 * 0.047 * 10^{-6}) / (0.12 * 10^{-6})$

$$= 452.4 \text{ K} \text{ ใช้ } 470 \text{ K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เทคนิคการดีโค๊ดแอดเดรสสำหรับพอร์ท I/O

คณะผู้จัดทำใช้การดีโค๊ดแบบ FIX ซึ่งการเลือกกลุ่มแอดเดรสที่จะทำการดีโค๊ดนี้จะทำได้โดยการเซต ขา B_1-B_7 ของ HCT 688 ว่าเป็น 0 หรือ 1 ตามต้องการ สำหรับหน้าที่ของ HCT 688 นี้จะทำหน้าที่เปรียบเทียบค่าอินพุต 2 ชุดที่ถูกส่งเข้ามาทางขา A_2-A_7 และขา B_2-B_7 ถ้าอินพุต ทั้งสองเท่ากันแล้วเอาต์พุตที่ ขา $A=B$ จะทำให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 จากในวงจร A_1-A_7 ของ HCT 688 ต่อ กับแอดเดรสของคอมพิวเตอร์ IBM ในขณะที่ B_1-B_7 ต่อกับ Vcc หรือ GND เพื่อทำให้เอาต์พุตเป็น ลอจิก 1 หรือ 0 ตามแอดเดรสที่ต้องการและ เนื่องจากอินพุตที่ขา A_2-A_7 จะต้องเท่ากับค่า B_2-B_7 ทำให้ เราสามารถทำการดีโค๊ดให้ได้ ADDRESS ตามค่าที่เราเซตไว้ที่ B_2-B_7



รูปที่ 3-2 แสดงการ Decode 1 ให้ได้ ADDRESS ที่ต้องการ

การอ่านและเขียนข้อมูลลงใน 82C55A-5

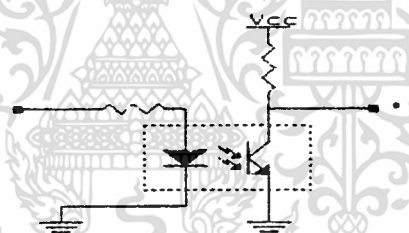
จะใช้สัญญาณจากขา $A=B$ ของ HCT 688 ซึ่งจะแอดทิฟ(ลอจิก 0) จาก การดีโค๊ดของ DIP Switch และจะนำสัญญาณแอดทิฟนี้มาเข้าขา CS ของ 82C55A-5 ถูกต่อเข้ากับระบบบัสของ CPU เพื่อทำให้ CPU สามารถที่จะอ่าน หรือเขียนข้อมูลจาก PORT ได้ ส่วนสัญญาณ RD และ WR จะได้จาก การนำสัญญาณ IORO มาต่อเข้ากับขา RD ส่วน WR ก็จะใช้สัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IOWO มาต่อเข้ากับขา WR เช่นเดียวกัน

การส่งและรับข้อมูลเข้า-ออกจาก 82C55A-5

การรับข้อมูลเข้า 8255 เราจะใช้ ทั้ง PORT C บน และ PORT C ล่าง โดย PORT C บน ข้อมูลที่รับเข้ามานั้นก็คือ V_t ซึ่งจะเอาเข้ามาเข้าขา C_0-C_4 และ PORT C ล่าง (ขา C_5-C_8) จะรับค่าอุณหภูมิมาจากขา D_0-D_4 ของ 145027 แต่เนื่องจากว่าถ้าเราต่อ PORT C กับ V_t หรือ DATA โดยตรงอาจมีปัญหาว่าเมื่อไม่มีข้อมูลส่งเข้ามา การที่ PROGRAM PASCAL จะ SCAN รับค่าเรื่อยอาจได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้น เราจึงนำ V_t และ DATA ไปผ่านวงจร OPTO-ISOLATE ก่อน ดังรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-3 วงจร Opto-Isolate

จากรูป เมื่อสัญญาณ 1 เข้ามาจะทำให้ OUTPUT ไปเป็น 0 และ เมื่อสัญญาณ 0 หรือ เมื่อไม่มีสัญญาณเข้ามาก็จะทำให้ OUTPUT เป็น 1

สำหรับการส่งข้อมูลออกจาก 8255 (การ OUT PORT) นั้น เราจะส่งข้อมูล ออกไปทาง PORT A และ PORT B ซึ่งข้อมูลที่ส่งออกไปนี้จะนำมาเป็น ADDRESS ของตัว DECODER ซึ่ง ADDRESS ของตัว DECODER นี้จะมี 5 ขา เพราะฉะนั้นเราจึงต่อ ออกไปเพียงแค่ A_0-A_4 และ B_0-B_4 เท่านั้น จากที่ได้อีกกล่าว มาแล้ว ว่า ADDRESS ของ DECODER นี้มี 3 สถานะ ดังนั้นจึงนำ เอา A_0-A_4 และ B_0-B_4 นี้มาต่อกับ IC 74HC125 ซึ่งเป็น IC สามสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การจัดแอดเดรสสำหรับพอร์ท I/O

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีการอ้างและใช้งานแอดเดรสต่าง ๆ ของพอร์ท I/O ที่ใช้งานอยู่ใน IBM/PC

การอ้างแอดเดรสของพอร์ท I/O ในการควบคุมและตรวจสอบสภาวะการทำงาน รวมทั้งการอ่านข้อมูลจาก อุปกรณ์ที่เป็นชิพพอร์ทหรือการ์ดต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบของ IBM /PC นั้น จะกระทำโดย ผ่านทางพอร์ท I/O ของระบบ ดังนั้นงานการที่จะใช้งานหรือควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ เหล่านี้จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงวิธีการควบคุมพอร์ท I/O ต่าง ๆ ของระบบด้วย และเนื่องจากจากการควบคุม และติดต่อกับพอร์ทเหล่านี้ต้อง กระทำโดยการอ้างถึงแอดเดรสของ พอร์ท I/O เหล่านี้โดยตรง เราจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงหลักการ อ้างแอดเดรสของ CPU ใน IBM/PC ด้วย

สำหรับแอดเดรสของพอร์ท I/O ต่าง ๆ นั้น จะเป็นแอดเดรสที่ถูกสร้างขึ้น โดย CPU ซึ่งแอดเดรสเหล่านี้เป็นแอดเดรสที่จัดไว้สำหรับพอร์ท I/O โดยเฉพาะ คือ แยกจากหน่วยความจำโดยเด็ดขาด ส่วนการส่งข้อมูลให้กับพอร์ทเหล่านี้ทำได้โดยการนำคำสั่ง OUT ของ CPU ส่งข้อมูลเข้าไปยังแอดเดรสของพอร์ท ก็จะทำได้โดยการนำคำสั่ง IN อ่านข้อมูล จากแอดเดรสของพอร์ทที่ต้องการเช่นกัน

สำหรับใน IBM/PC นี้ถูกออกแบบมาให้ใช้เส้นแอดเดรสเฉพาะ 10 เส้นล่าง คือ A₀-A₉ เท่านั้น ดังนั้นการอ้างถึงแอดเดรสของพอร์ทของ อุปกรณ์ หรือชิพพอร์ท ใด ๆ ที่ใช้ร่วมกับ IBM/PC จึงใช้จำนวนเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้นด้วย โดยเส้นแอดเดรสที่เหลือนั้นจะไม่ถูกนำไปใช้งาน เนื่องจากใน IBM/PC ใช้งานได้ใช้งานเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้น ดังนั้นจึงสามารถที่จะอ้างแอดเดรสของพอร์ทได้สูงสุดเพียง 1024 พอร์ทเท่านั้น นอกจากนี้เป็นการอ่านข้อมูลจากพอร์ทของ IBM/PC ข้อมูล 16 บิต A₉ จะถูกจัดให้มีหน้าที่ในการแบ่งพอร์ททั้ง 1024 พอร์ท ออกเป็น 2 ส่วนอีกด้วย กล่าวคือถ้าข้อ

มูลานิท A_9 เป็น 0 แล้ว เราจะทำการอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ต์ ของ
อุปกรณ์ที่อยู่บนเมนบอร์ดของ IBM/PC เท่านั้น แต่ถ้าข้อมูลานิท A_9 เป็น 1
ก็จะทำการอ่านข้อมูลได้เฉพาะ จากพอร์ต์ที่อยู่บนการ์ดต่างๆเท่านั้น



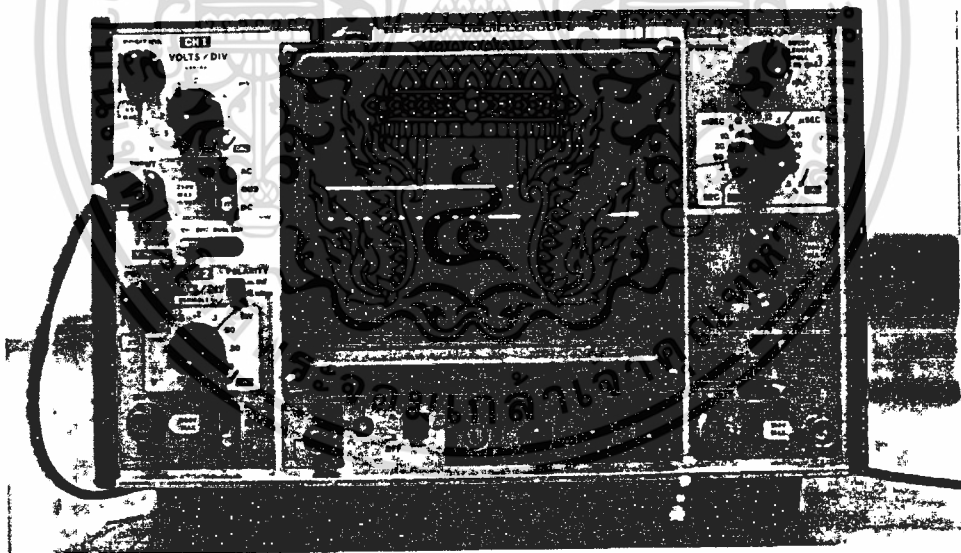
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ผลการทดลองทางด้านส่ง

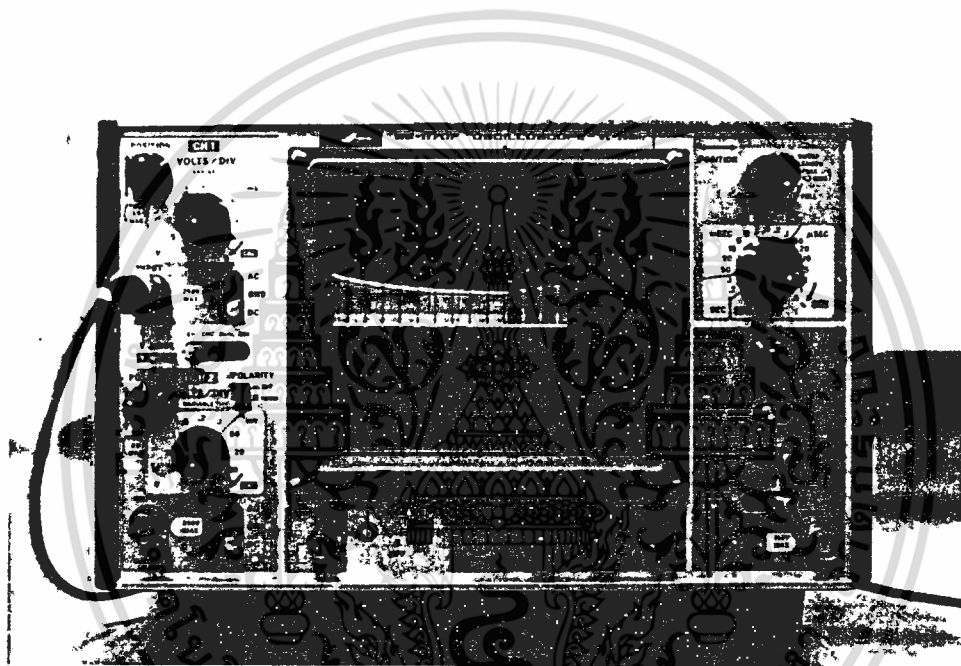
จากการทดลองส่งสัญญาณออกจากเครื่องส่ง ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณทั้งหมด 9 บิต ประกอบด้วยสัญญาณ ADDRESS จำนวน 5 บิต และสัญญาณ DATA จำนวน 4 บิต โดยเรากำหนดให้ 5 บิตแรกของ ADDRESS มีสถานะเป็น "1" และสอง ส่วนสัญญาณ DATA ทั้งหมด 4 บิต ที่เหลือเรากำหนดให้มีสถานะเป็น "0" เราจะได้สัญญาณที่จุดต่างๆ ของวงจรดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 รูปสัญญาณเอาต์พุตจากขา 15 ของ IC เบอร์ MC 145026

จากรูปข้างบนเป็นสัญญาณเอาต์พุตจากวงจร ENCODER โดย IC เบอร์ MC 145026 จะเห็นได้ถึงความแตกต่างของสัญญาณออกระหว่างสถานะ "1" , (บิตที่ 1 ถึง บิตที่ 5) สถานะ "0" (บิตที่ 6 ถึง บิตที่ 9) และสถานะ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

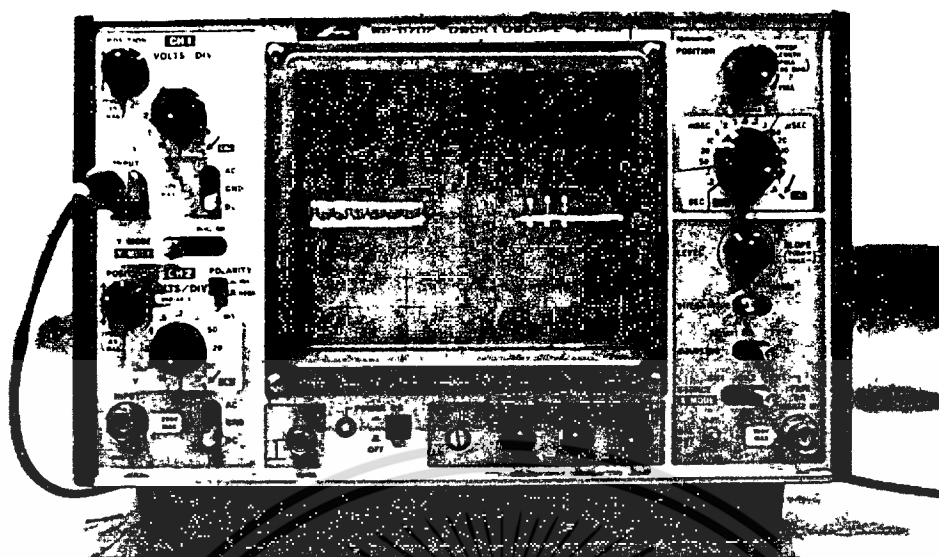
ซึ่งที่สถานะ "1" จะได้สัญญาณออกเป็นพัลส์ ที่มีช่วงพัลส์กว้าง 2 พัลส์ติดต่อกัน
 ที่สถานะ "0" จะได้ สัญญาณ ออกเป็นพัลส์ ที่มีช่วงพัลส์แคบ 2 พัลส์ติดต่อกัน
 เมื่อเรานำสัญญาณจาก MC 145026 ไปเข้าวงจร Modulation ที่
 ประกอบด้วย IC เบอร์ 555 เพื่อผสมกับสัญญาณพาหะ สำหรับการส่งสัญญาณออกไป
 ตามสาย AC LINE จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 รูปสัญญาณเอาต์พุตจากขา 3 ของ IC เบอร์ 555

ขณะนี้สัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณข่าวสาร (DATA) ที่ได้รับการผสม
 สัญญาณพาหะ (CARRIER) เข้าไปเรียบร้อยแล้ว แต่ยังไม่สามารถส่งออกไปยัง
 สาย AC LINE ได้เพราะความแรงของสัญญาณยังไม่พอ จะต้องนำไป
 ผ่านวงจรขยายกำลัง (RF AMPLIFIER) และผ่านวงจร TANK ซึ่งจะได้สัญญาณ
 ญาณออกจากเครื่องส่งดังรูปที่ 4-3

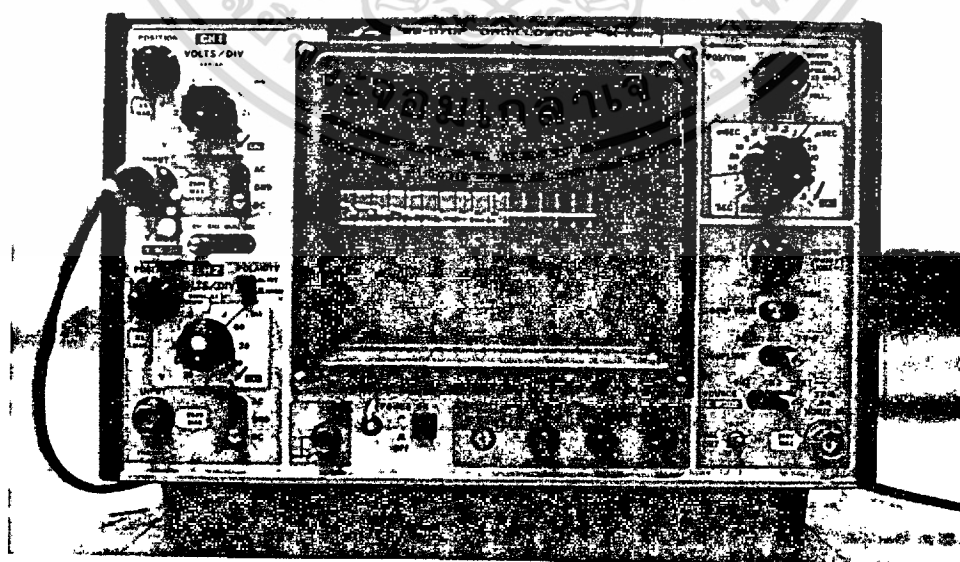
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-3 รูปสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องส่งที่พร้อมจะส่งผ่านสาย AC LINE

ผลการทดลองด้านรับ

ทางด้านวงจรรับจะมีวงจรถูกตั้งขึ้นซึ่งด้านหนึ่งต่อขนานอยู่กับสาย AC LINE และจะทำหน้าที่จูนเอาเฉพาะสัญญาณความถี่พาหะเข้ามา แต่สัญญาณที่ได้ี้จะมีแอมพลิจูดที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึงต้องนำมาผ่านวงจรมายขยายสัญญาณเพื่อให้มีแอมพลิจูดที่สูงขึ้น ซึ่งจะได้สัญญาณสัญญาณที่ส่วนต่างๆของวงจรมายขยายดังรูปที่ 4-4



รูปที่ 4-4 รูปสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรมายขยายภาคแรก (Q1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

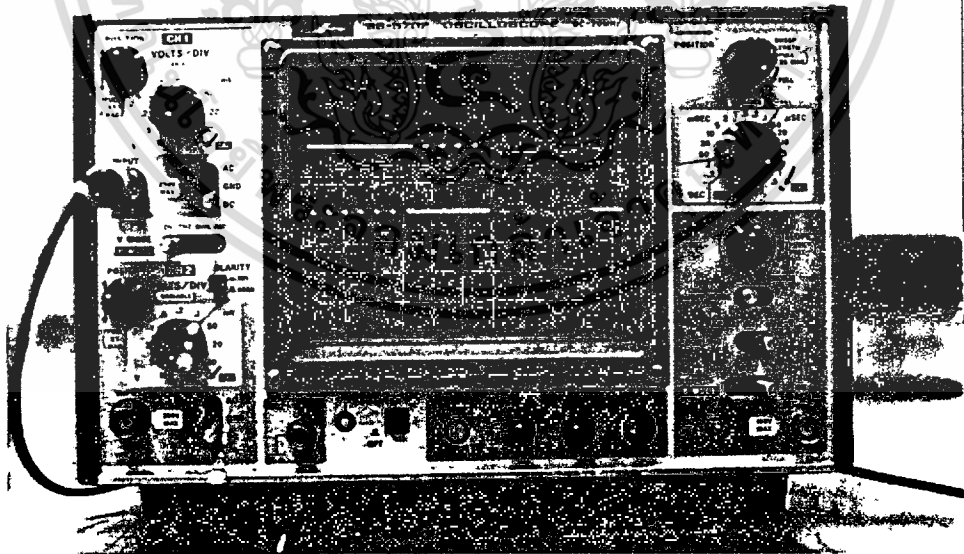


รูปที่ 4-5 รูปสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรถยายภาคที่สอง (Q2)

สัญญาณที่ได้จากวงจรถยายในขณะนี้มีความแรงของสัญญาณพอเพียงแล้ว แต่สัญญาณที่ได้ยังประกอบด้วยสัญญาณขั้วสารและสัญญาณพาหะ เราจะต้องทำการกำจัดสัญญาณพาหะนี้ออกไป โดยการนำสัญญาณที่ได้นี้ไปผ่านวงจรถัดเทคเตอร์ สัญญาณที่ออกจากวงจรถัดเทคเตอร์จะเป็นสัญญาณขั้วสารแล้ว แต่รูปคลื่นที่ได้ก็ยังไม่เป็น SQUARE WAVE ที่แท้จริง และยังอาจมีสัญญาณรบกวนปะปนมาด้วย ดังนั้นจะต้องทำการปรับแต่งรูปคลื่นของสัญญาณและกำจัดสัญญาณรบกวนไปพร้อม ๆ กับด้วยวงจรถัดเทคเตอร์ที่ประกอบด้วย OP AMP เบอร์ LF 351 ต่อเป็นวงจรถัดเทคเตอร์ ซึ่งจะนำสัญญาณจากวงจรถัดเทคเตอร์ไปทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง สัญญาณที่ได้เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-6 รูปสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรถิเตอร์



รูปที่ 4-7 รูปสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรรีบแต่งรูปคลื่น (LF 351)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปคลื่นที่ออกจากวงจรปรับแต่งรูปคลื่น จะเห็นว่ามึรูปร่างเหมือนกับสัญญาณที่ออกมาจาก IC เบอร์ MC 145026 ทางเครื่องส่งทุกประการ สัญญาณจะทำการถอดรหัสด้วย IC เบอร์ MC 145027 ถ้าได้แอดเดรสตรงกับที่ตั้งไว้ ก็จะมีสัญญาณ VT ออกมา

ผลการทดลองส่วน SENSOR และ A/D Convertor

การทดลอง ครั้งที่	อินพุทของ A/D(v)	ค่าเอาต์พุทของ A/D(v)	อุณหภูมิที่วัดได้ (°c)	อุณหภูมิที่แท้จริง (°c)
1	2.96	0001 0111	23	23
2	2.97	0001 1000	24	24
3	2.97	0001 1000	24	25
4	2.98	0001 1001	25	25
5	2.99	0001 1010	26	26
6	3.00	0001 1011	27	27
7	3.02	0001 1101	29	30
8	3.01	0001 1100	28	29
9	3.02	0001 1101	29	29
10	3.03	0001 1110	30	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองการ INTERFACE

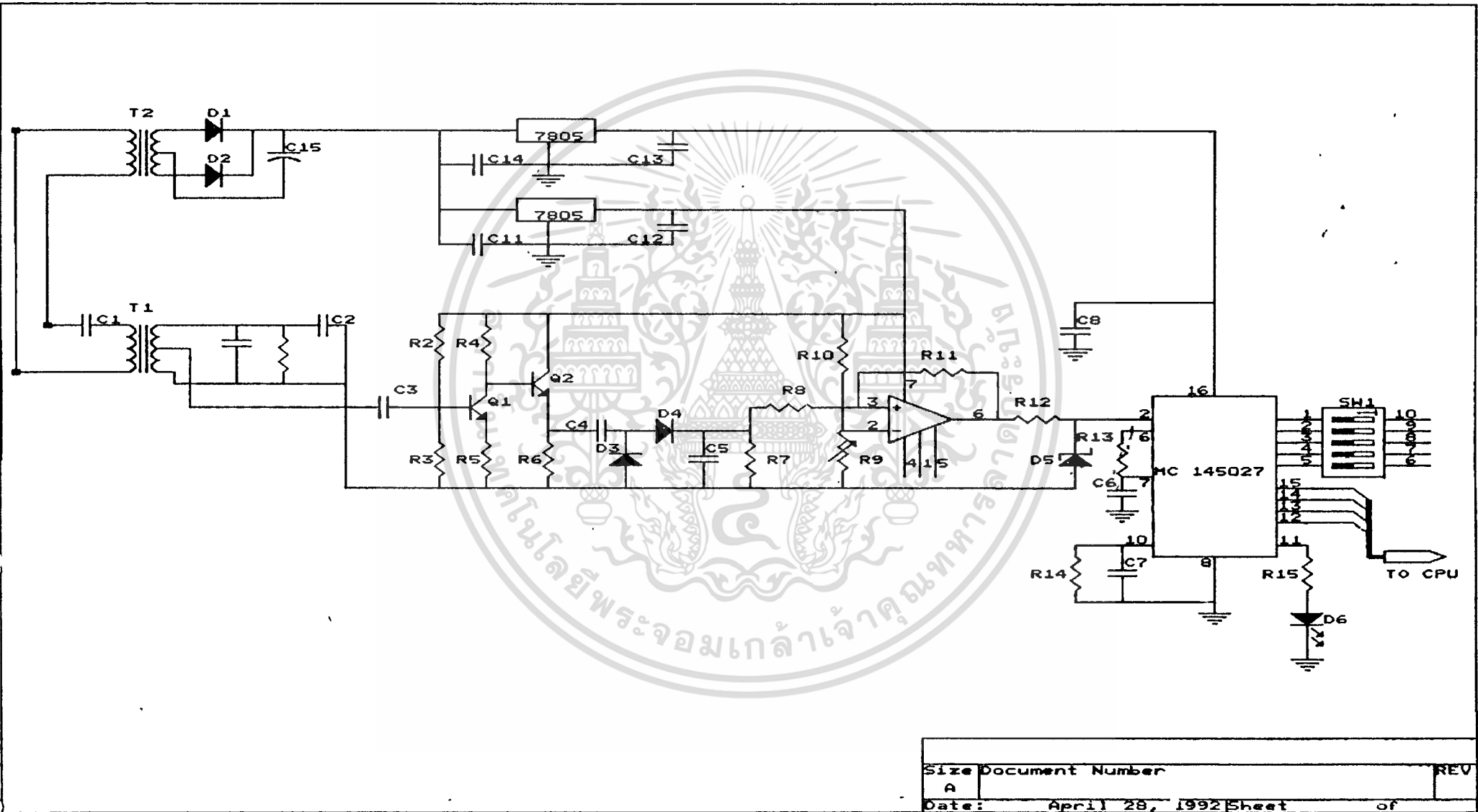
จากการทดลองการ INTERFACE การ์ด INTERFACE กับเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM / PC ได้ทำการลอง ส่งข้อมูลออกมาและจับสัญญาณที่ เอาท์พุท ซึ่งจะนำไปต่อกับขา ADDRESS ของ IC 145026 ทางภาคส่ง จะได้สัญญาณดังนี้

DATA		สัญญาณที่ PORT A					สัญญาณที่ PORT B					สัญญาณเอาท์พุท				
PA	PB	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	O ₀	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	255	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
255	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	H	H	H	H	H
255	255	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	H	H	H	H	H
21	255	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	H	1	H	1	H
10	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	H	0	H	0
4	10	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	H	1	0

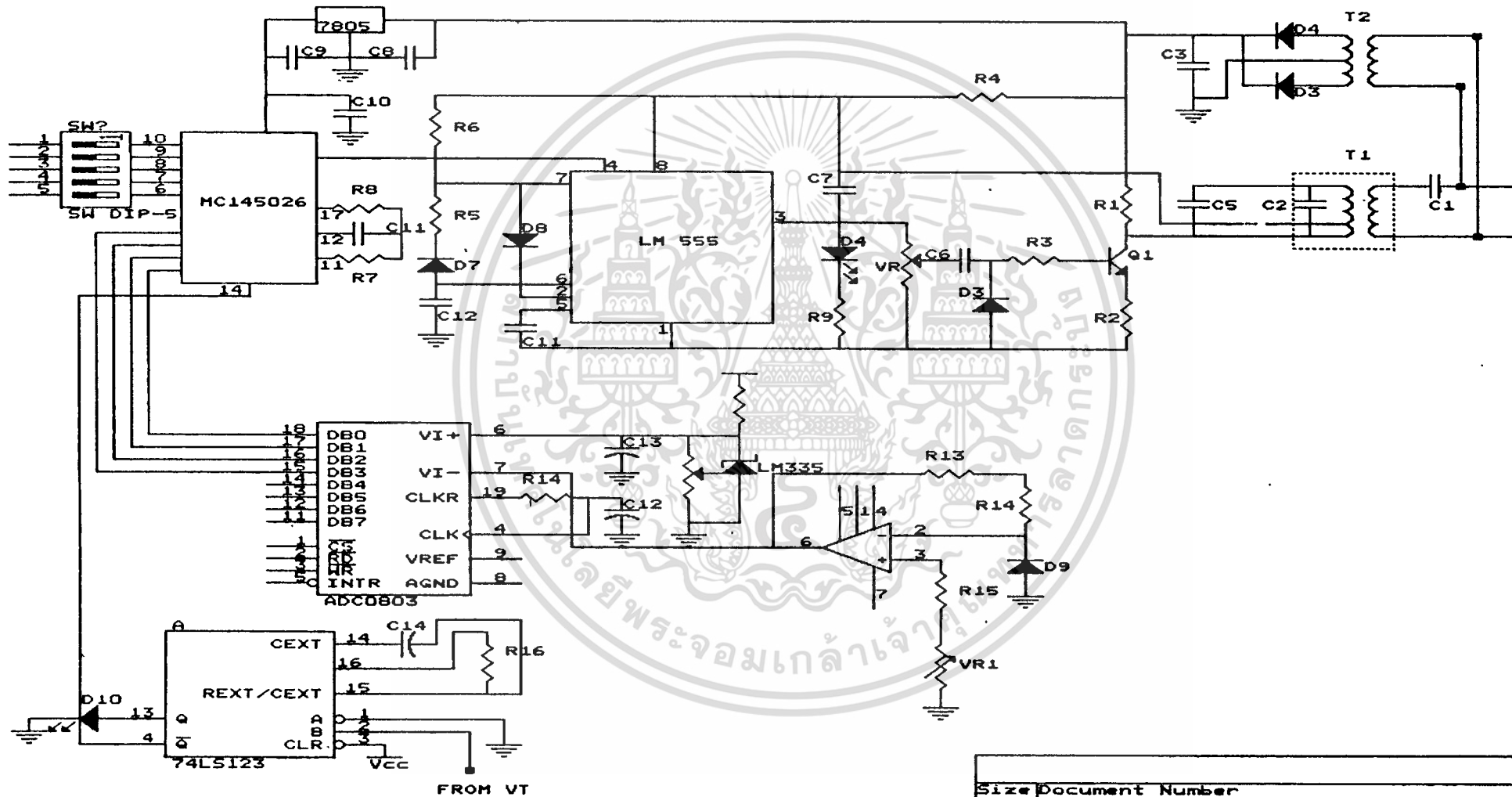
* หมายเหตุ *
 0 = LOGIC 0
 1 = LOGIC 1
 H = HIGH IMPEDANCE

จากวงจรเราให้ PORT A เป็น สัญญาณข้อมูลเพื่อไปเข้า IC 74HC125 ซึ่งเป็น IC สร้างสัญญาณ tri-state และเอาสัญญาณจาก PORT B ไปเป็นตัวทริกาน์ IC on หรือ off ซึ่ง IC เบอร์นี้จะ on ที่สถานะ 0 ทำให้เอาท์พุทของไอซีมีค่าเท่ากับสัญญาณข้อมูลที่มาจาก PORT A หรือ ถ้าส่งสัญญาณจาก PORT B มีค่าเป็น 1 ก็จะทำให้ไอซี off และทำให้เอาท์พุทเป็น high impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Size	Document Number	REV
A		
Date:	April 28, 1992	Sheet of




```
PROGRAM BAS1;
```

```
USES CRT,DOS;
```

```
TYPE LINE = ARRAY[1..5] OF INTEGER;
```

```
VAR ROOM,V,J,I,Vt,P : INTEGER;
```

```
OUT_A : INTEGER;
```

```
OUT_B : INTEGER;
```

```
PORT_A : LINE;
```

```
PORT_B : LINE;
```

```
VALUE,TEMP : INTEGER;
```

```
T : ARRAY[1..8] OF INTEGER;
```

```
CH,CHO : CHAR;
```

```
PROCEDURE MENU;
```

```
BEGIN
```

```
CLRSCR;
```

```
GOTOXY(1,5);
```

```
WRITELN('PLEASE SELECT NUMBER OF ROOM THAT YOU WANT TO
```

```
READ(ROOM);
```

```
END;
```

```
PROCEDURE DECODE;
```

```
VAR N,POWER : INTEGER;
```

```
TRINARY : ARRAY[1..5] OF INTEGER;
```

```
BEGIN
```

```
OUT_A := 0;
```

```
OUT_B := 0;
```

```
CLRSCR;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
FOR N:= 1 TO 5 DO
```

```
  BEGIN
```

```
    TRINARY[N]:=ROOM MOD 3;
```

```
    ROOM:=ROOM DIV 3;
```

```
    IF TRINARY[N]=1
```

```
      THEN PORT_A[N]:=1
```

```
        ELSE PORT_A[N]:=0;
```

```
    IF TRINARY[N]=2
```

```
      THEN PORT_B[N]:=1
```

```
        ELSE PORT_B[N]:=0;
```

```
    CASE N OF
```

```
      1 : POWER:=1;
```

```
      2 : POWER:=2;
```

```
      3 : POWER:=4;
```

```
      4 : POWER:=8;
```

```
      5 : POWER:=16;
```

```
    END;
```

```
    OUT_A := OUT_A + (PORT_A[N] * POWER);
```

```
    OUT_B := OUT_B + (PORT_B[N] * POWER);
```

```
  END;
```

```
END;
```

```
PROCEDURE PROCESS;
```

```
VAR VT,J : INTEGER;
```

```
  BEGIN
```

```
    PORT[$301]:= OUT_B + 128;
```

```
    PORT[$300]:= OUT_A;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DELAY(500);

PORT[$301]:= 0;

PORT[$300]:= 0;

PORT[$303]:=$81;

FOR J:=1 TO 200 DO

    VT := PORT[$303];

    IF VT = 0 THEN VALUE := PORT[$302]

        ELSE

END;

```

```

PROCEDURE DECODE_T;
BEGIN
    FOR I:=1 TO 8 DO
        BEGIN
            T[I]:=VALUE MOD 2;
            VALUE := VALUE DIV 2;
            IF T[I] = 0 THEN T[I] := 1
                ELSE T[I] := 0;
        END;
    END;
END;

```

```

PROCEDURE ENCODE_T;
VAR SQUARE : INTEGER;
BEGIN

```

```

    TEMP := 0;

    FOR I:= 5 TO 8 DO

```

```

        BEGIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CASE I OF

5 : SQUARE := 1;

6 : SQUARE := 2;

7 : SQUARE := 4;

8 : SQUARE := 8;

END;

TEMP := TEMP + (T[I] * SQUARE);

END;

END;

BEGIN {MAIN};

CLRSCR;

PORT[\$303]:= \$89;

PORT[\$301]:= 0;

MENU;

DECODE;

REPEAT

PORT[\$301]:= OUT_B + 128;

PORT[\$300]:= OUT_A;

DELAY(500);

PORT[\$301]:= 0;

PORT[\$300]:= 0;

PORT[\$303]:= \$81;

VT:=1;

FOR J:=1 TO 100 DO

BEGIN

DELAY(10);

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

V := PORT[$302];

IF V = 0 THEN VT:=0 ELSE VT:=VT;

END;

IF VT = 0 THEN

BEGIN

PORT[$303]:=$89;

VALUE := PORT[$302];

DECODE_T;

ENCODE_T;

GOTOXY(20,5);

CLREOL;

WRITE('NOW THIS ROOM HAS TEMPERATURE = ',TEMP+16);

DELAY(2000);

END

ELSE

BEGIN

GOTOXY(20,5);

WRITELN('SOMETHING WRONG');

DELAY(2000)

END;

UNTIL KEYPRESSED;

END.

END;

END.

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

การดำเนินการของโครงการที่ได้จัดทำไปส่วนใหญ่อยู่นักเรียนชั้นศึกษา และทดลอง วงจรที่ทำการออกแบบขึ้นมาแยกเป็นภาค ๆ การทำงานของวงจรที่ใช้โดยรวม ยังไม่ทำให้ผลอยู่ในระดับที่สมบูรณ์ โดยมีจุดบกพร่องที่ต้องนำไปพัฒนาต่อไปดังนี้

1. ความแรงของสัญญาณ ยังไม่สามารถที่จะทำการส่งข้อมูลไปได้ไกลเพียงพอตามที่ต้องการ ซึ่งจะต้องพัฒนาให้ส่งได้ไกลขึ้น
2. ค่าของอุณหภูมิที่ส่งมานั้นยังไม่ละเอียดเพียงพอ เนื่องจากการใช้ค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ ควรจะ ใช้ได้ละเอียดกว่านี้
3. Range ของอุณหภูมิที่สามารถวัดได้เพียงแค่ว่า ช่วงอุณหภูมิ 16-32 องศาเซลเซียส เพราะว่าเราส่ง Data อุณหภูมิมาเพียงแค่ 4 บิต ซึ่งก็คือ ค่า 0-16 แล้วเรานำเอาค่าที่รับมาได้นี้ มาบวกกับ 16 ก็จะได้อุณหภูมิที่ต้องการ
4. การแสดงผลหน้าจอก็ควรมีการปรับปรุงให้ดีกว่านี้

ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นต้องมีการพัฒนาแก้ไขต่อไป จนกว่าผลการทำงานของวงจรจะอยู่ในขั้นที่น่าพอใจ สามารถใช้งานเป็นอุปกรณ์สำเร็จรูปได้

แนวทางแก้ไข มีดังนี้

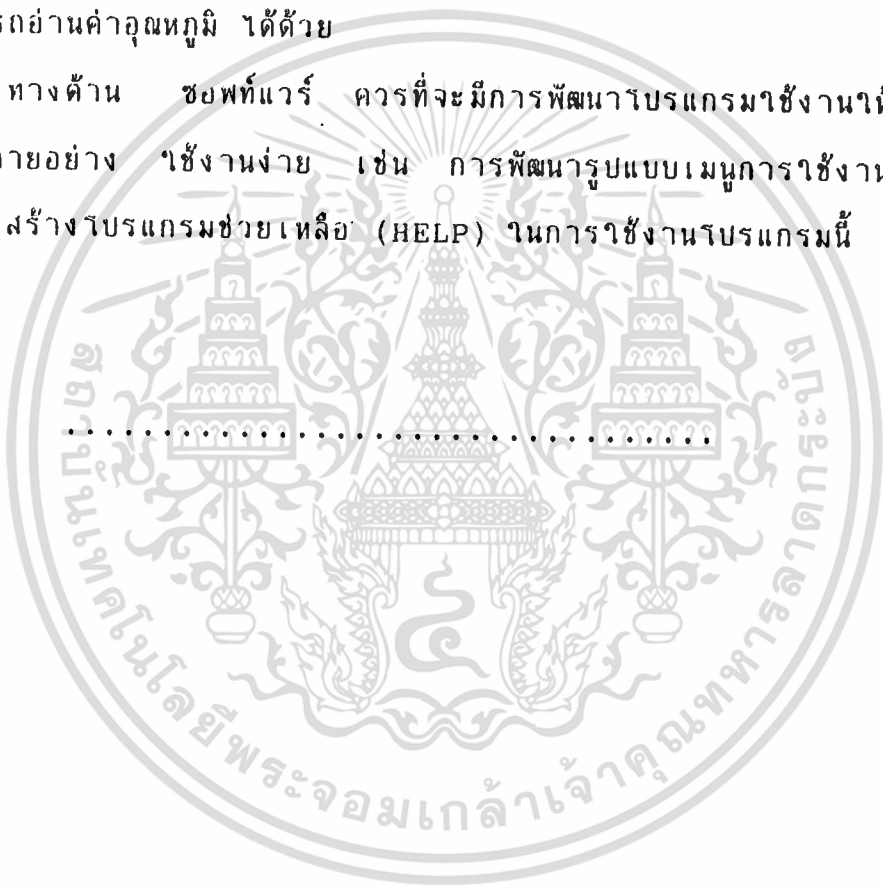
1. ถ้าต้องมีการส่งสัญญาณไปในสายที่มีความยาวมาก ๆ ต้องเพิ่มชุดทวนสัญญาณ (Repeater) เพื่อเพิ่มระยะทางการส่ง
2. ควรมีการ Calibrate ในส่วนของ Sensor และ ปรับปรุงวงจรในส่วน A/D Convertor เพื่อให้สามารถอ่านค่าอุณหภูมิให้ละเอียดมากขึ้น
3. จะต้องปรับปรุงในเรื่อง Range ของอุณหภูมิที่วัดได้ อาจปรับปรุงโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำให้มีการส่งข้อมูลได้ มากกว่า 4 บิต เช่น อาจจะใช้ IC ตัว Encode และ Decode เบอร์อื่น ที่สามารถส่ง Data ได้มากกว่า 4 บิต หรือ อาจจะทำการส่ง โดยใช้ตัว Encode และ Decode เบอร์เดิมแต่จะต้องส่งข้อมูล 2 ครั้ง ครั้งละ 4 บิตเพื่อให้สามารถรับค่าอุณหภูมิจึงได้ 8 บิต

4. พัฒนา Soft Ware เพื่อให้สามารถ ควบคุมระบบได้เป็นอัตโนมัติ สามารถควบคุมอุณหภูมิของทุกห้องที่เราต้องการ ได้ตามค่าที่เซ็ทใน IBM/PC รวมทั้งสามารถอ่านค่าอุณหภูมิ ได้ด้วย

5. ทางด้าน ซอฟต์แวร์ ควรที่จะมีการพัฒนาโปรแกรมใช้งานให้มีความ สามารถได้หลายอย่าง ใช้งานง่าย เช่น การพัฒนารูปแบบเมนูการใช้งาน การ แสดงผล การสร้างโปรแกรมช่วยเหลือ (HELP) ในการใช้งานโปรแกรมนี้





LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A Precision Temperature Sensors

General Description

The LM135 series are precision, easily-calibrated, integrated circuit temperature sensors. Operating as a 2-terminal zener, the LM135 has a breakdown voltage directly proportional to absolute temperature at $+10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$. With less than 1Ω dynamic impedance the device operates over a current range of $400 \mu\text{A}$ to 5 mA with virtually no change in performance. When calibrated at 25°C the LM135 has typically less than 1°C error over a 100°C temperature range. Unlike other sensors the LM135 has a linear output.

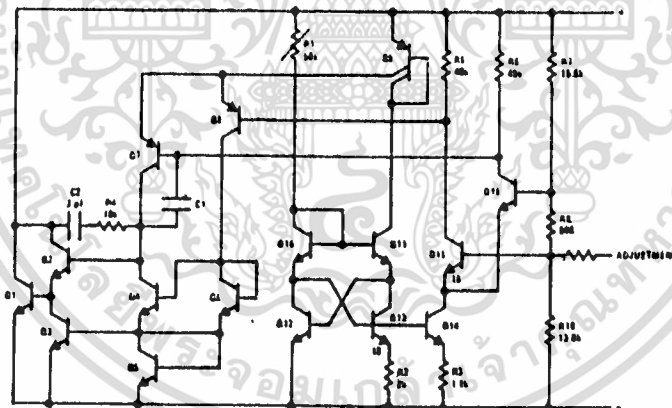
Applications for the LM135 include almost any type of temperature sensing over a -55°C to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. The low impedance and linear output make interfacing to readout or control circuitry especially easy.

The LM135 operates over a -55°C to $+150^\circ\text{C}$ temperature range while the LM235 operates over a -40°C to $+125^\circ\text{C}$ temperature range. The LM335 operates from -40°C to $+100^\circ\text{C}$. The LM135/LM235/LM335 are available packaged in hermetic TO-46 transistor packages while the LM335 is also available in plastic TO-92 packages.

Features

- Directly calibrated in $^\circ\text{Kelvin}$
- 1°C initial accuracy available
- Operates from $400 \mu\text{A}$ to 5 mA
- Less than 1Ω dynamic impedance
- Easily calibrated
- Wide operating temperature range
- 200°C overrange
- Low cost

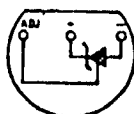
Schematic Diagram



TL/H/5698-1

Connection Diagrams

TO-92
Plastic Package



BOTTOM VIEW

Order Number LM335Z or LM335AZ
See NS Package Number Z03A

TO-46
Metal Can Package*



BOTTOM VIEW

TL/H/5698-8

*Case is connected to negative pin
Order Number LM135H, LM235H,
LM335H, LM135AH, LM235AH or LM335AH
See NS Package Number H03H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.
(Note 4)

Reverse Current	15 mA
Forward Current	10 mA
Storage Temperature	
TO-46 Package	-60°C to +180°C
TO-92 Package	-60°C to +150°C

Specified Operating Temp. Range

	Continuous	Intermittent (Note 2)
LM135, LM135A	-55°C to +150°C	150°C to 200°C
LM235, LM235A	-40°C to +125°C	125°C to 150°C
LM335, LM335A	-40°C to +100°C	100°C to 125°C
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)		
TO-92 Package:		260°C
TO-46 Package:		300°C

Temperature Accuracy LM135/LM235, LM135A/LM235A (Note 1)

Parameter	Conditions	LM135A/LM235A			LM135/LM235			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1\text{ mA}$	2.97	2.98	2.99	2.95	2.98	3.01	V
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1\text{ mA}$		0.5	1		1	3	°C
Uncalibrated Temperature Error	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}, I_R = 1\text{ mA}$		1.3	2.7		2	5	°C
Temperature Error with 25°C Calibration	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}, I_R = 1\text{ mA}$		0.3	1		0.5	1.5	°C
Calibrated Error at Extended Temperatures	$T_C = T_{\text{MAX}}$ (Intermittent)		2			2		°C
Non-Linearity	$I_R = 1\text{ mA}$		0.3	0.5		0.3	1	°C

Temperature Accuracy LM335, LM335A (Note 1)

Parameter	Conditions	LM335A			LM335			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1\text{ mA}$	2.95	2.98	3.01	2.92	2.98	3.04	V
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1\text{ mA}$		1	3		2	6	°C
Uncalibrated Temperature Error	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}, I_R = 1\text{ mA}$		2	5		4	9	°C
Temperature Error with 25°C Calibration	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}, I_R = 1\text{ mA}$		0.5	1		1	2	°C
Calibrated Error at Extended Temperatures	$T_C = T_{\text{MAX}}$ (Intermittent)		2			2		°C
Non-Linearity	$I_R = 1\text{ mA}$		0.3	1.5		0.3	1.5	°C

Electrical Characteristics (Note 1)

Parameter	Conditions	LM135/LM235 LM135A/LM235A			LM335 LM335A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage Change with Current	$400\ \mu\text{A} \leq I_R \leq 5\text{ mA}$ At Constant Temperature		2.5	10		3	14	mV
Dynamic Impedance	$I_R = 1\text{ mA}$		0.5			0.6		Ω
Output Voltage Temperature Coefficient			+10			+10		mV/°C
Time Constant	Still Air		80			80		sec
	100 ft/Min Air		10			10		sec
	Stirred Oil		1			1		sec
Time Stability	$T_C = 125^\circ\text{C}$		0.2			0.2		°C/day

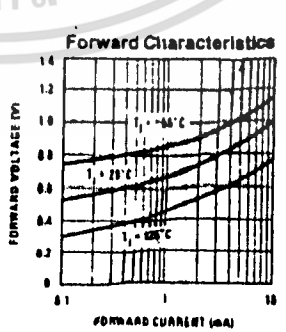
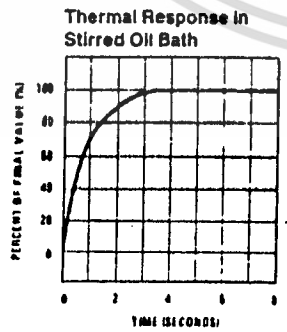
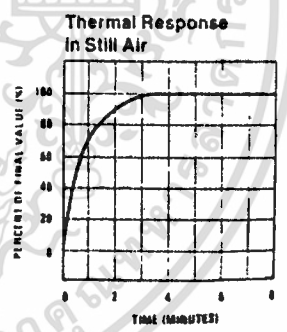
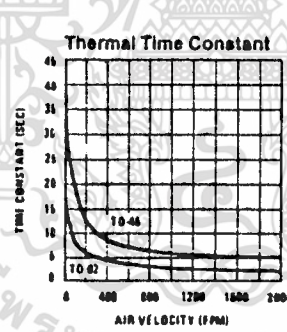
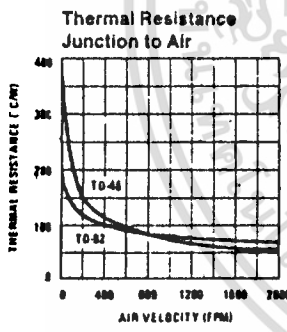
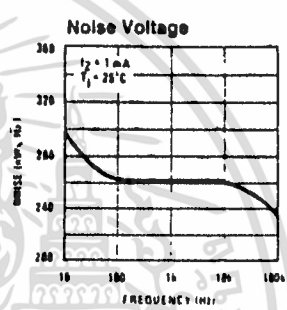
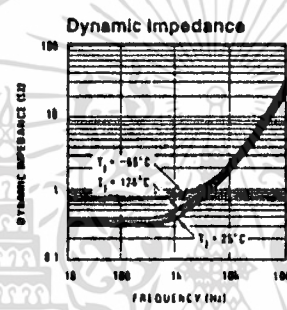
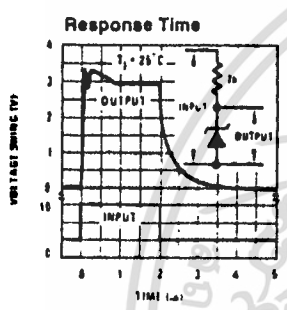
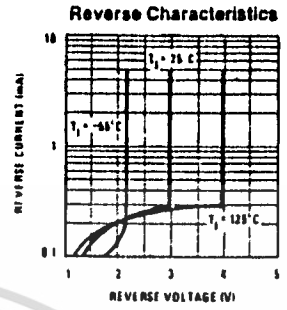
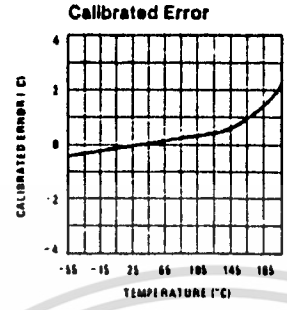
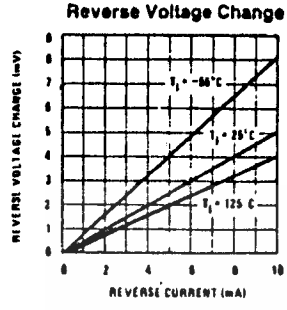
Note 1: Accuracy measurements are made in a well-stirred oil bath. For other conditions, self-heating must be considered.

Note 2: Continuous operation at these temperatures for 10,000 hours for H package and 5,000 hours for Z package may decrease life expectancy of the device.

Note 3: Thermal Resistance
 θ_{JA} (junction to ambient) TO-92 TO-46
 202°C/W 400°C/W
 θ_{JC} (junction to case) 170°C/W N/A

Note 4: Refer to RETS135H for military specifications.

Typical Performance Characteristics



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Hints

CALIBRATING THE LM135

Included on the LM135 chip is an easy method of calibrating the device for higher accuracies. A pot connected across the LM135 with the arm tied to the adjustment terminal allows a 1-point calibration of the sensor that corrects for inaccuracy over the full temperature range.

This single point calibration works because the output of the LM135 is proportional to absolute temperature with the extrapolated output of sensor going to 0V output at 0°K (-273.15°C). Errors in output voltage versus temperature are only slope (or scale factor) errors so a slope calibration at one temperature corrects at all temperatures.

The output of the device (calibrated or uncalibrated) can be expressed as:

$$V_{OUT_T} = V_{OUT_{T_0}} \times \frac{T}{T_0}$$

where T is the unknown temperature and T₀ is a reference temperature, both expressed in degrees Kelvin. By calibrating the output to read correctly at one temperature the output at all temperatures is correct. Nominally the output is calibrated at 10 mV/°K.

To insure good sensing accuracy several precautions must be taken. Like any temperature sensing device, self heating can reduce accuracy. The LM135 should be operated at the lowest current suitable for the application. Sufficient current, of course, must be available to drive both the sensor and the calibration pot at the maximum operating temperature as well as any external loads.

If the sensor is used in an ambient where the thermal resistance is constant, self heating errors can be calibrated out. This is possible if the device is run with a temperature stable current. Heating will then be proportional to zener voltage and therefore temperature. This makes the self heating error proportional to absolute temperature the same as scale factor errors.

WATERPROOFING SENSORS

Meltable inner core heat shrinkable tubing such as manufactured by Raychem can be used to make low-cost waterproof sensors. The LM335 is inserted into the tubing about 1/2" from the end and the tubing heated above the melting point of the core. The unfilled 1/2" end melts and provides a seal over the device.

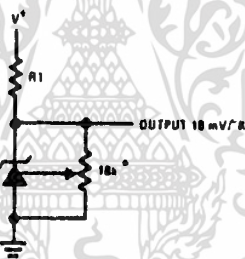
Typical Applications

Basic Temperature Sensor



TL/H/5698-2

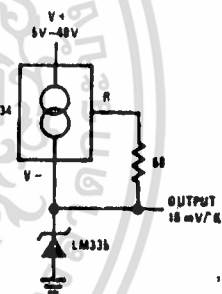
Calibrated Sensor



*Calibrate for 2.982V at 25°C

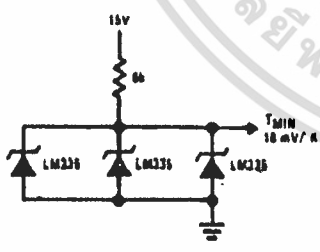
TL/H/5698-9

Wide Operating Supply



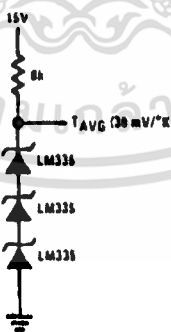
TL/H/5698-10

Minimum Temperature Sensing



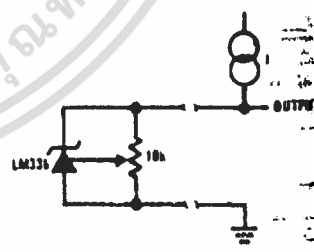
TL/H/5698-4

Average Temperature Sensing



TL/H/5698-10

Remote Temperature Sensing



TL/H/5698-10

Wire length for 1°C error due to wire drop

I_R = 1 mA I_R = 0.5 mA*

AWG	FEET	FEET
14	4000	8000
16	2500	5000
18	1600	3200
20	1000	2000
22	625	1250
24	400	800

*For I_R = 0.5 mA, the trim pot must be detuned

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V _{CC}) (Note 3)	6.5V
Voltage	
Logic Control Inputs	-0.3V to +18V
At Other Input and Outputs	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	
Dual-In-Line Package (plastic)	260°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Package Dissipation at T _A = 25°C	975 mW
ESD Susceptibility (Note 10)	800V

Operating Ratings (Notes 1 & 2)

Temperature Range	T _{MIN} ≤ T _A ≤ T _{MAX}
ADC0801/02LJ	-55°C ≤ T _A ≤ +125°C
ADC0801/02/03/04LCJ	-40°C ≤ T _A ≤ +85°C
ADC0801/02/03/05LCN	-40°C ≤ T _A ≤ +85°C
ADC0804LCN	0°C ≤ T _A ≤ +70°C
ADC0802/03/04LCV	0°C ≤ T _A ≤ +70°C
ADC0802/03/04LCWM	0°C ≤ T _A ≤ +70°C
Range of V _{CC}	4.5 V _{DC} to 6.3 V _{DC}

Electrical Characteristics

The following specifications apply for V_{CC} = 5 V_{DC}, T_{MIN} ≤ T_A ≤ T_{MAX} and f_{CLK} = 640 kHz unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			± 1/4	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	V _{REF} /2 = 2.500 V _{DC}			± 1/2	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			± 1/2	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	V _{REF} /2 = 2.500 V _{DC}			± 1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	V _{REF} /2 - No Connection			± 1	LSB
V _{REF} /2 Input Resistance (Pin 9)	ADC0801/02/03/05 ADC0804 (Note 9)	2.5 0.75	8.0 1.1		kΩ kΩ
Analog Input Voltage Range	(Note 4) V(+) or V(-)	Gnd - 0.05		V _{CC} + 0.05	V _{DC}
DC Common-Mode Error	Over Analog Input Voltage Range		± 1/16	± 1/8	LSB
Power Supply Sensitivity	V _{CC} = 5 V _{DC} ± 10% Over Allowed V _{IN} (+) and V _{IN} (-) Voltage Range (Note 4)		± 1/16	± 1/8	LSB

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for V_{CC} = 5 V_{DC} and T_A = 25°C unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
T _C	Conversion Time	f _{CLK} = 640 kHz (Note 6)	103		114	μs
T _C	Conversion Time	(Note 5, 6)	86		73	1/f _{CLK}
f _{CLK}	Clock Frequency	V _{CC} = 5V, (Note 5)	100	640	1460	kHz
	Clock Duty Cycle	(Note 5)	40		60	%
CR	Conversion Rate in Free-Running Mode	INTR tied to WR with CS = 0 V _{DC} , f _{CLK} = 640 kHz	8770		9708	conv/s
t _{W(WR)}	Width of WR Input (Start Pulse Width)	CS = 0 V _{DC} (Note 7)	100			ns
t _{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of RD to Output Data Valid)	C _L = 100 pF		135	200	ns
t _{1H} , t _{0H}	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of RD to Hi-Z State)	C _L = 10 pF, R _L = 10k (See TRI-STATE Test Circuits)		125	200	ns
t _{WI} , t _{RI}	Delay from Falling Edge of WR or RD to Reset of INTR			300	450	ns
C _{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF
C _{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)			5	7.5	pF

CONTROL INPUTS (Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately)

V _{IN} (1)	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	V _{CC} = 5.25 V _{DC}	2.0		15	V _{DC}
---------------------	---	--	-----	--	----	-----------------

AC Electrical Characteristics (Continued)

The following specifications apply for $V_{CC} = 5V_{DC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CONTROL INPUTS (Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately)						
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.8	V_{DC}^{min}
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 5 V_{DC}$		0.005	1	μA_{DC}
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 0 V_{DC}$	-1	-0.005		μA_{DC}
CLOCK IN AND CLOCK R						
V_{T+}	CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	V_{DC}
V_{T-}	CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	V_{DC}
V_H	CLK IN (Pin 4) Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)		0.6	1.3	2.0	V_{DC}
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" CLK R Output Voltage	$I_O = 360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4	V_{DC}^{min}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" CLK R Output Voltage	$I_O = -360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
DATA OUTPUTS AND INTR						
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage Data Outputs INTR Output	$I_{OUT} = 1.6 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$ $I_{OUT} = 1.0 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4 0.4	V_{DC}^{min} V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -360 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -10 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	4.5			V_{DC}
I_{OUT}	TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	$V_{OUT} = 0 V_{DC}$ $V_{OUT} = 5 V_{DC}$	-3		3	μA_{DC} μA_{DC}
I_{SOURCE}		V_{OUT} Short to Gnd, $T_A = 25^\circ C$	4.5	6		mA_{DC}
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC} , $T_A = 25^\circ C$	9.0	16		mA_{DC}
POWER SUPPLY						
I_{CC}	Supply Current (Includes Ladder Current)	$f_{CLK} = 640 kHz$, $V_{REF/2} = NC, T_A = 25^\circ C$ and $CS = 5V$				mA
	ADC0801/02/03/04LCJ/05			1.1	1.8	mA
	ADC0804LCN/LCV/LCWM			1.9	2.5	mA

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd point should always be wired to the D Gnd.

Note 3: A zener diode exists, internally, from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of 7 V_{DC} .

Note 4: For $V_{IN(+)} \geq V_{IN(-)}$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5V), as high level analog inputs (5V) can cause the input diode to conduct—especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full-scale. The spec allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 V_{DC} to 5 V_{DC} input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.950 V_{DC} over temperature variations, initial tolerance and loading.

Note 5: Accuracy is guaranteed at $f_{CLK} = 640 kHz$. At higher clock frequencies accuracy can degrade. For lower clock frequencies, the duty cycle limits can be extended so long as the minimum clock high time interval or minimum clock low time interval is no less than 275 ns.

Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process. The start request is internally latched, see Figure 2 and section 2.0.

Note 7: The CS input is assumed to bracket the WR strobe input and therefore timing is dependent on the WR pulse width. An arbitrarily wide pulse width will hold the converter in a reset mode and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the WR pulse (see timing diagrams).

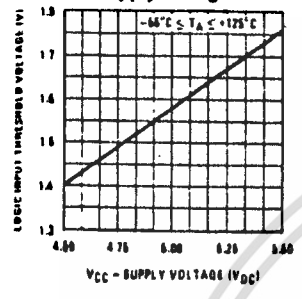
Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and Figure 5.

Note 9: The $V_{REF/2}$ pin is the center point of a two resistor divider connected from V_{CC} to ground. Each resistor is 2.2k, except for the ADC0804LCJ where each resistor is 18k. Total ladder input resistance is the sum of the two equal resistors.

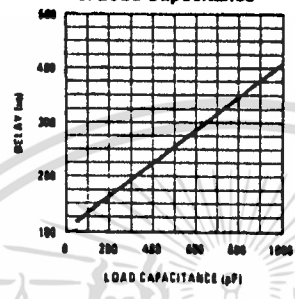
Note 10: human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

Typical Performance Characteristics

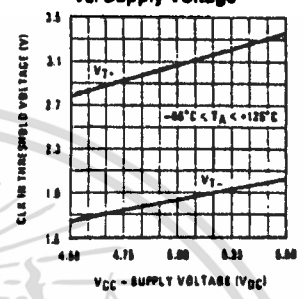
Logic Input Threshold Voltage vs. Supply Voltage



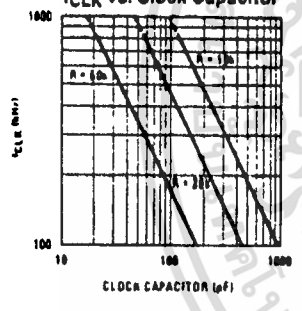
Delay From Falling Edge of RD to Output Data Valid vs. Load Capacitance



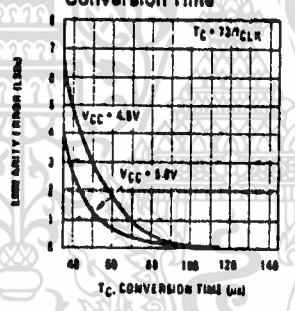
CLK IN Schmitt Trip Levels vs. Supply Voltage



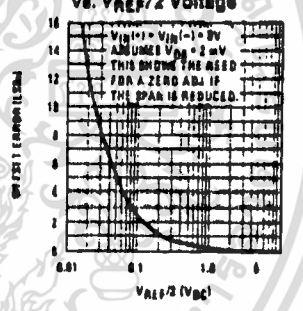
f_{CLK} vs. Clock Capacitor



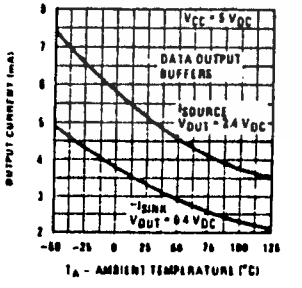
Full-Scale Error vs. Conversion Time



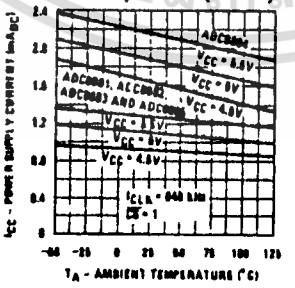
Effect of Unadjusted Offset Error vs. V_{REF}/2 Voltage



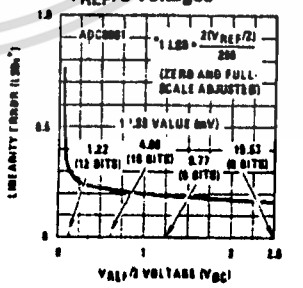
Output Current vs. Temperature



Power Supply Current vs. Temperature (Note 9)



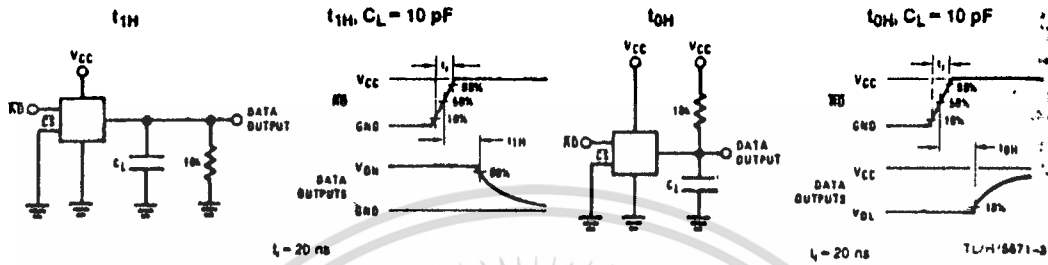
Linearity Error at Low V_{REF}/2 Voltages



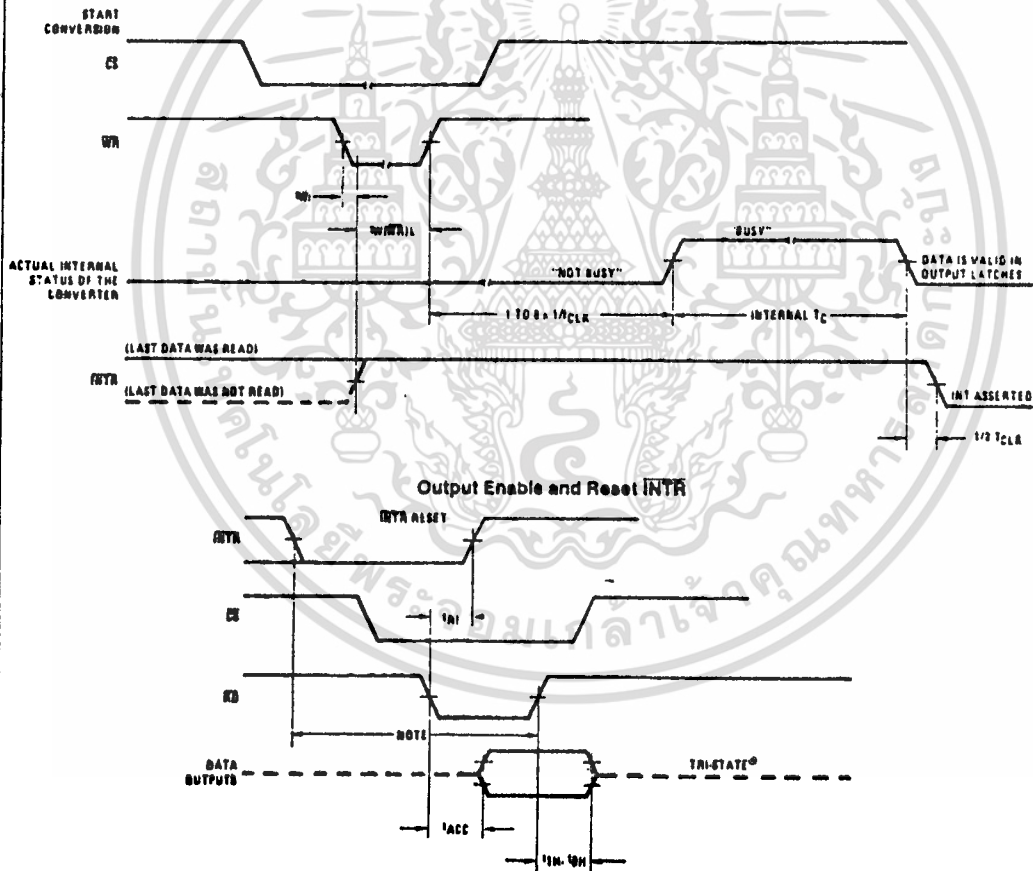
TJ/H/6671-B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRI-STATE Test Circuits and Waveforms



Timing Diagrams (All timing is measured from the 50% voltage points)



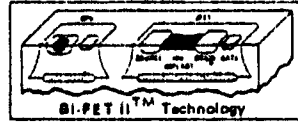
Note: Read strobe must occur 8 clock periods ($8/1/C_{CLK}$) after assertion of interrupt to guarantee reset of INTR

TL/H/6671-4

National Semiconductor

Operational Amplifiers/Buffers

LF351 Wide Bandwidth JFET Input Operational Amplifier



LF351

General Description

The LF351 is a low cost high speed JFET input operational amplifier with an internally trimmed input offset voltage (BI-FET II™ technology). The device requires a low supply current and yet maintains a large gain bandwidth product and a fast slew rate. In addition, well matched high voltage JFET input devices provide very low input bias and offset currents. The LF351 is pin compatible with the standard LM741 and uses the same offset voltage adjustment circuitry. This feature allows designers to immediately upgrade the overall performance of existing LM741 designs.

The LF351 may be used in applications such as high speed integrators, fast D/A converters, sample-and-hold circuits and many other circuits requiring low input offset voltage, low input bias current, high input impedance, high slew rate and wide bandwidth. The device has low noise and offset voltage drift, but for applica-

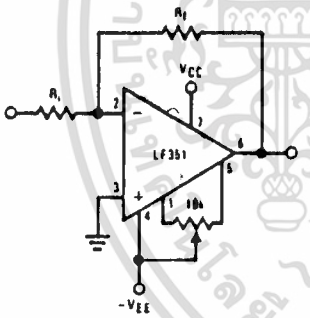
tions where these requirements are critical, the LF356 is recommended. If maximum supply current is important, however, the LF351 is the better choice.

Features

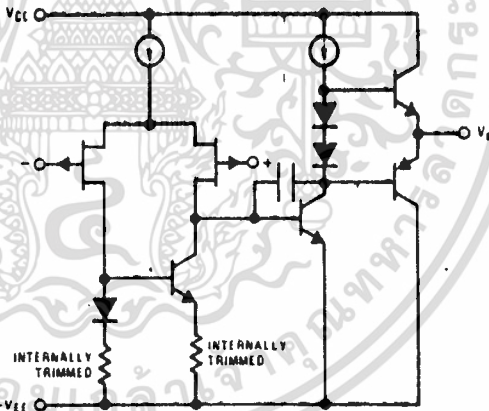
- Internally trimmed offset voltage 10 mV
- Low input bias current 50 pA
- Low input noise voltage 16 nV/√Hz
- Low input noise current 0.01 pA/√Hz
- Wide gain bandwidth 4 MHz
- High slew rate 13 V/μs
- Low supply current 1.8 mA
- High input impedance 10¹² Ω
- Low total harmonic distortion $A_v = 10$, $R_L = 10k$, $V_O = 20$ Vp-p, BW = 20 Hz-20 kHz < 0.02%
- Low 1/f noise corner 50 Hz
- Fast settling time to 0.01% 2 μs

3

Typical Connection

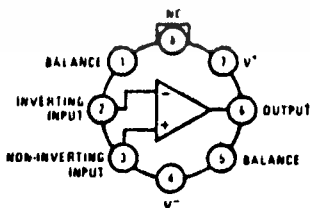


Simplified Schematic



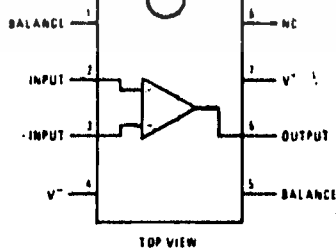
Connection Diagrams (Top Views)

Metal Can Package



Order Number LF351H
See NS Package H08C

Dual-In-Line Package



Order Number LF351N
See NS Package N08A

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	± 18V
Power Dissipation (Note 1)	500mW
Operating Temperature Range	0°C to +70°C
T _J (MAX)	115°C
Differential Input Voltage	± 30V
Input Voltage Range (Note 2)	± 15V
Output Short Circuit Duration	Continuous
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

DC Electrical Characteristics (Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LF351			UNITS
			MIN	TYP	MAX	
V _{OS}	Input Offset Voltage	R _S = 10kΩ, T _A = 25°C Over Temperature		5	10	mV
ΔV _{OS} /ΔT	Average TC of Input Offset Voltage	R _S = 10kΩ		10	13	μV/°C
I _{OS}	Input Offset Current	T _J = 25°C. (Notes 3, 4) T _J < 70°C		25	100	pA
I _B	Input Bias Current	T _J = 25°C. (Notes 3, 4) T _J < 70°C		50	200	pA
R _{IN}	Input Resistance	T _J = 25°C		1012	8	Ω
A _{VOL}	Large Signal Voltage Gain	V _S = ± 15V, T _A = 25°C V _O = ± 10V, R _L = 2kΩ Over Temperature	25	100		V/mV
V _O	Output Voltage Swing	V _S = ± 15V, R _L = 10kΩ	± 12	± 13.5		V
V _{CM}	Input Common-Mode Voltage Range	V _S = ± 15V	± 11	+15 -12		V
CMRR	Common-Mode Rejection Ratio	R _S < 10kΩ	70	100		dB
PSRR	Supply Voltage Rejection Ratio	(Note 5)	70	100		dB
I _S	Supply Current			1.8	3.4	mA

AC Electrical Characteristics (Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LF351			UNITS
			MIN	TYP	MAX	
SR	Slew Rate	V _S = ± 15V, T _A = 25°C		13		V/μs
GBW	Gain Bandwidth Product	V _S = ± 15V, T _A = 25°C		4		MHz
e _n	Equivalent Input Noise Voltage	T _A = 25°C, R _S = 100Ω, f = 1000Hz		16		nV/√Hz
i _n	Equivalent Input Noise Current	T _J = 25°C, f = 1000Hz		0.01		pA/√Hz

Note 1: For operating at elevated temperature the device must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W junction to ambient or 45°C/W junction to case.

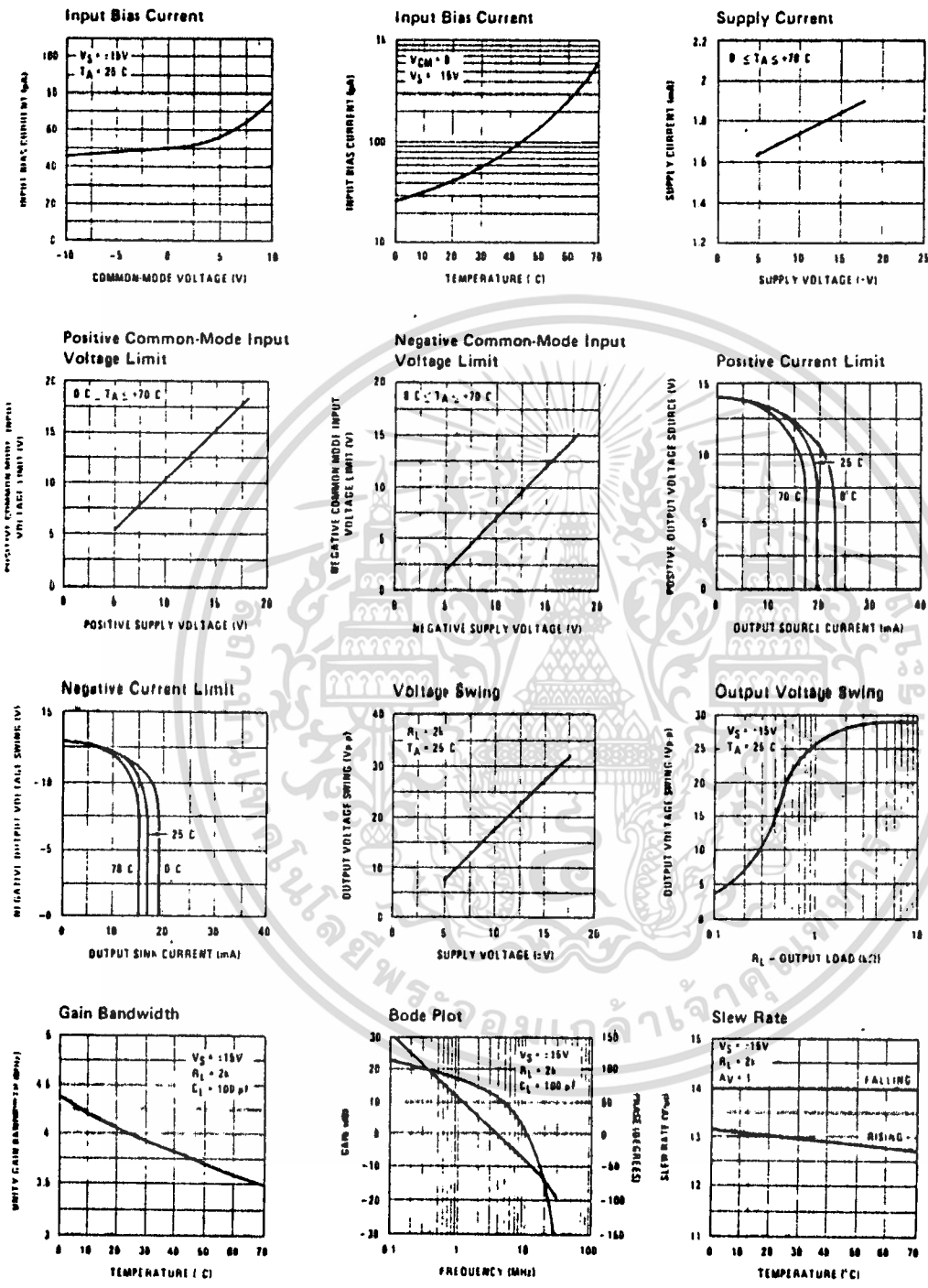
Note 2: Unless otherwise specified the absolute maximum negative input voltage is equal to the negative power supply voltage.

Note 3: These specifications apply for V_S = ± 15V and 0°C < T_A < +70°C. V_{OS}, I_B and I_{OS} are measured at V_{CM} = 0.

Note 4: The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every 10°C increase in the junction temperature, T_J. Due to the limited production test-time, the input bias currents measured are correlated to junction temperature. In normal operation the junction temperature rises above the ambient temperature as a result of internal power dissipation, P_D. T_J = T_A + θ_{JA} P_D where θ_{JA} is the thermal resistance from junction to ambient. Use of a heat sink is recommended if input bias current is to be kept to a minimum.

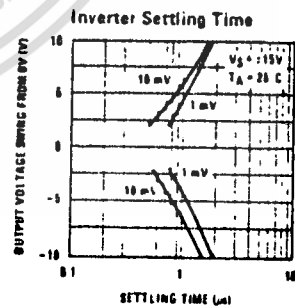
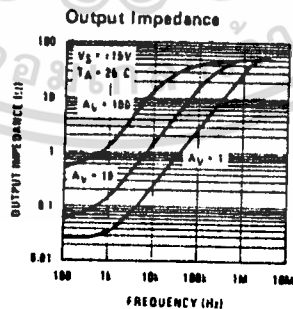
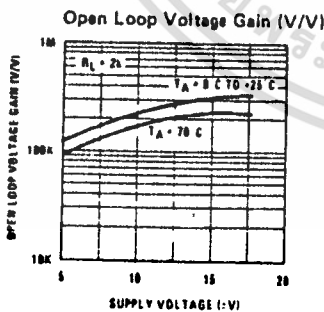
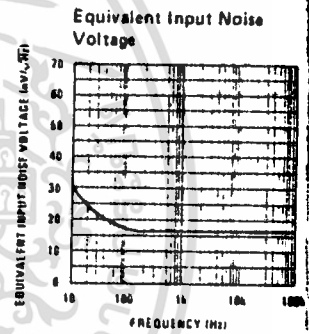
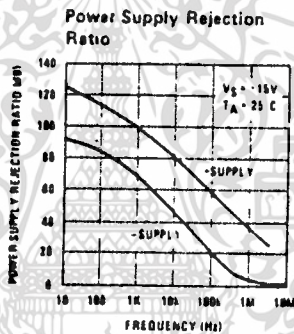
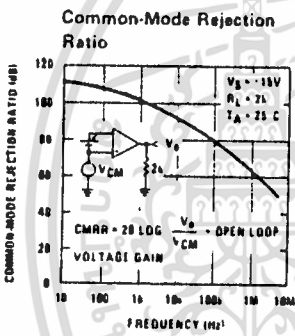
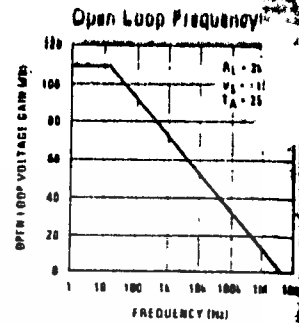
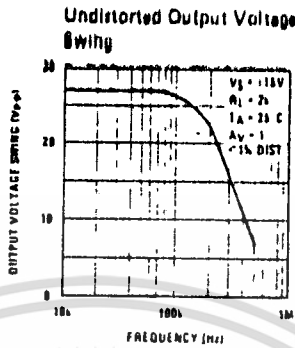
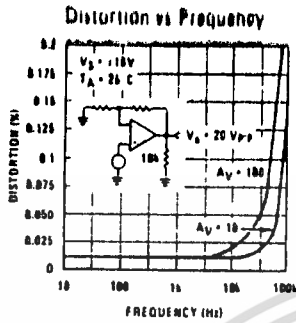
Note 5: Supply voltage rejection ratio is measured for both supply magnitudes increasing or decreasing simultaneously in accordance with common practice.

Typical Performance Characteristics



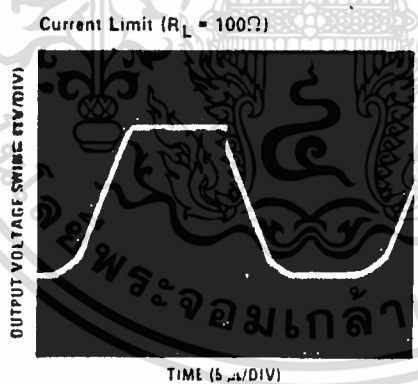
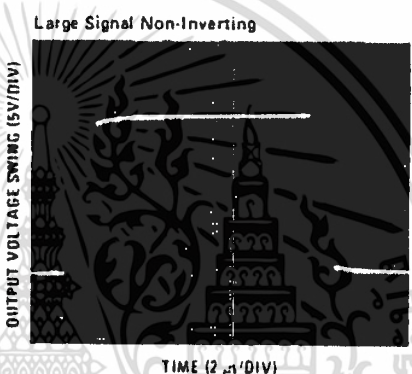
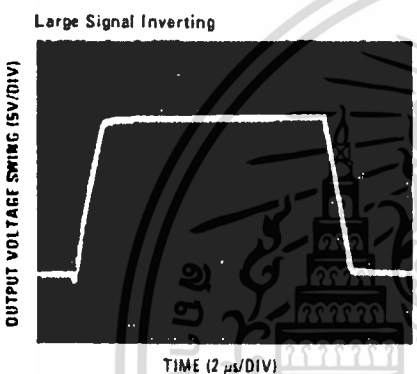
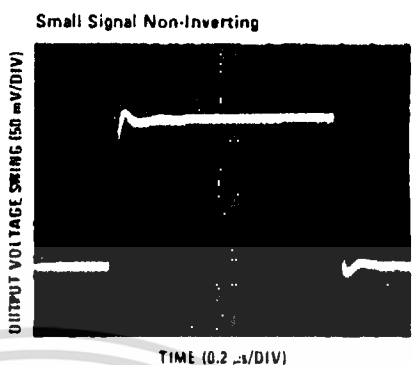
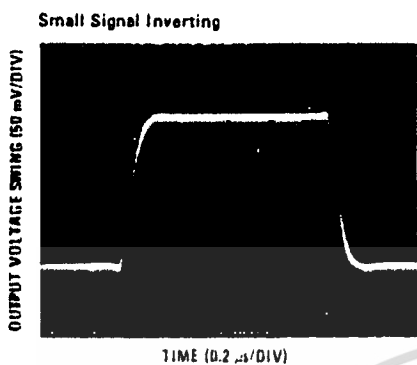
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics (Continued)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pulse Response



Application Hints

The LF351 is an op amp with an internally trimmed input offset voltage and JFET input devices (BI-FET II™). These JFETs have large reverse breakdown voltages from gate to source and drain eliminating the need for clamps across the inputs. Therefore, large differential input voltages can easily be accommodated without a large increase in input current. The maximum differential input voltage is independent of the supply voltages. However, neither of the input voltages should be

allowed to exceed the negative supply as this will cause large currents to flow which can result in a destroyed unit.

Exceeding the negative common-mode limit on either input will cause a reversal of the phase to the output and force the amplifier output to the corresponding high or low state. Exceeding the negative common-mode limit on both inputs will force the amplifier output to a



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 39 (19,683) different codes.

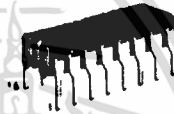
Three decoders are presently available, all use the same transmitter - the MC145026. The decoders receive the 9-bit word and interpret some of the bits as address codes and some as data. The MC145027 interprets the first five transmitted bits as address and the last four bits as data. The MC145028 interprets the first four transmitted bits as address and the last five bits as data. The MC145029 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**

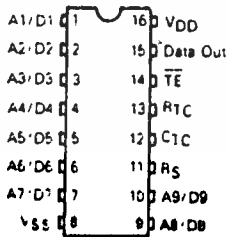


**P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648**

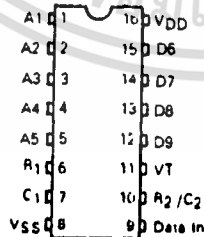
MC14XXX Suffix Denotes

- L Ceramic Package
- P Plastic Package

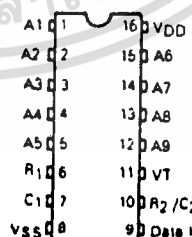
PIN ASSIGNMENTS



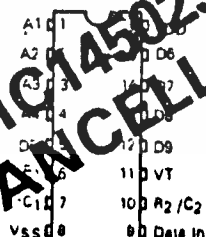
**MC145026
Encoder**



**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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to V_{SS})

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	V _{DD} V	-40°C		25°C		+85°C		Unit	
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min		Max
Output Voltage V _{in} = V _{DD} or 0	V _{OL}	5.0	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	V
		10	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	
V _{in} = 0 or V _{DD}	V _{OH}	5.0	4.95	-	4.95	5.0	-	4.95	-	V
		10	9.95	-	9.95	10	-	9.95	-	
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	
(V _O = 0.5 or 4.5 V) (V _O = 1.0 or 9.0 V) (V _O = 1.5 or 13.5 V)	V _{IH}	5.0	3.5	-	3.5	2.75	-	3.5	-	V
		10	7.0	-	7.0	5.50	-	7.0	-	
Output Drive Current (V _{OH} = 2.5 V) (V _{OH} = 4.5 V) (V _{OH} = 9.5 V) (V _{OH} = 13.5 V)	I _{OH}	5.0	-2.5	-	-2.1	-4.2	-	-1.7	-	mA
		10	-0.62	-	-0.44	-0.88	-	-0.36	-	
(V _{OL} = 0.4 V) (V _{OL} = 0.5 V) (V _{OL} = 1.5 V)	I _{OL}	5.0	0.62	-	0.44	0.88	-	0.36	-	mA
		10	1.3	-	1.1	2.25	-	0.9	-	
Input Current - T ₁ (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	
Quiescent Current - MC145026	I _{DD}	5.0	-	-	-	0.0060	0.10	-	-	μA
		10	-	-	-	0.0100	0.20	-	-	
		15	-	-	-	0.0150	0.30	-	-	
Quiescent Current - MC145027, MC145028, MC145029	I _{DD}	5.0	-	-	-	30	50	-	-	μA
		10	-	-	-	60	100	-	-	
		15	-	-	-	90	150	-	-	
Total Supply Current - MC145026 (I _C = 20 kHz)	I _T	5.0	-	-	-	100	200	-	-	μA
		10	-	-	-	200	400	-	-	
		15	-	-	-	300	600	-	-	
Total Supply Current - MC145027, MC145028, MC145029 (I _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}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

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

Characteristic	Symbol	V _{DD}	Min	Typ	Max	Unit
Output Rise and Fall Time	t_{rLH}	5.0	-	100	200	ns
	t_{fHL}	10	-	50	100	
		15	-	40	80	
Data In Rise and Fall Time (MC145027, MC145028, MC145029)	t_{rLH}	5.0	-	-	15	μs
	t_{fHL}	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	MHz
		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 ($\Delta R1C + \Delta C1C + \Delta R1 + \Delta C1$) ($\Delta R2 + \Delta C2$)	-	-	-	± 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, 8, 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 binary 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 $R1 \times C1$ should be set to 1/72 encoder (transmitter) clock periods. $R1C1 = 3.95 RTCTC$.

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 $R2 \times C2$ should be 33.5 encoder (transmitter) clock periods (four data bit periods). $R2C2 = 77 RTCTC$. 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 ($4 R2C2$) to detect the dead time between transmitted words.

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

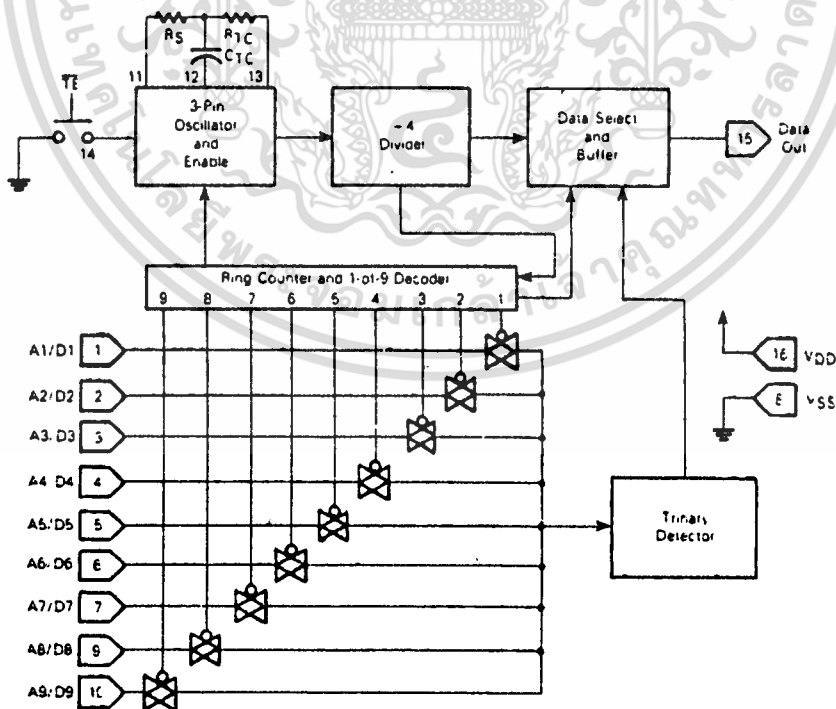
1. the transmitted address matches the receiver address, and
2. the transmitted data matches the data valid data received (MC145027 and MC145029 only).

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 2 - MC145027 DECODER BLOCK DIAGRAM

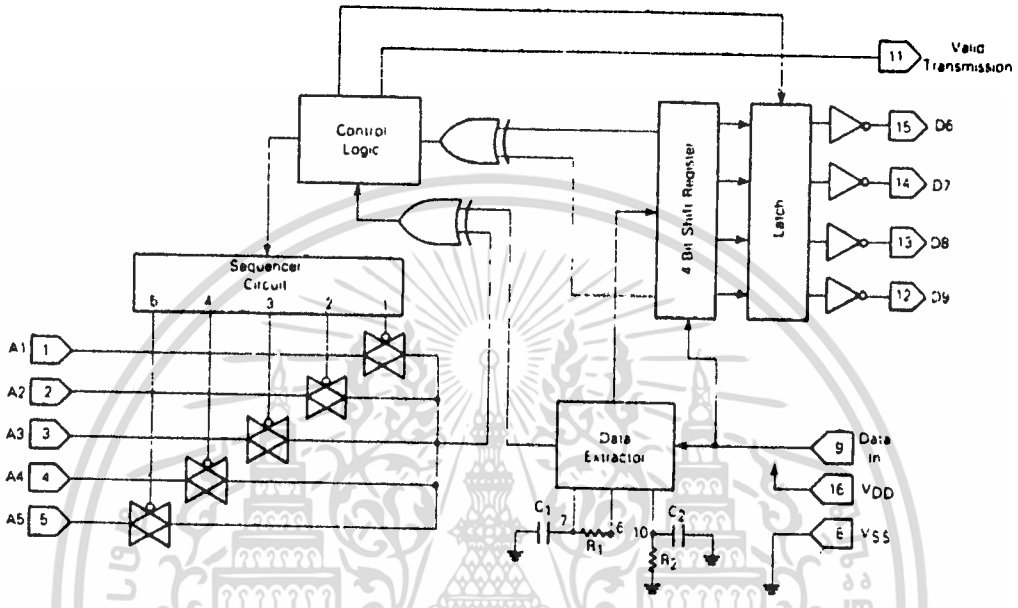
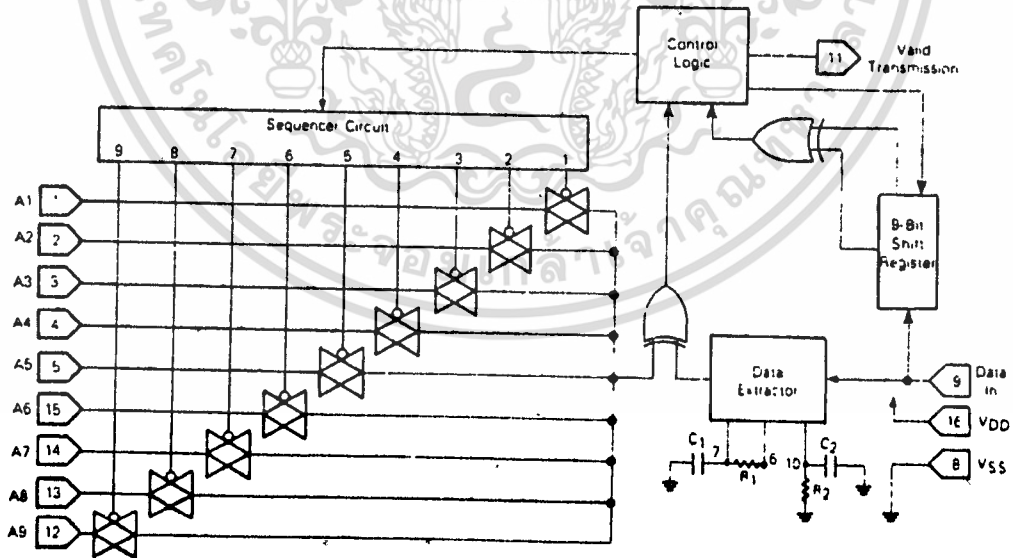


FIGURE 3 - MC145028 DECODER BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 4 - MC145029 DECODER BLOCK DIAGRAM

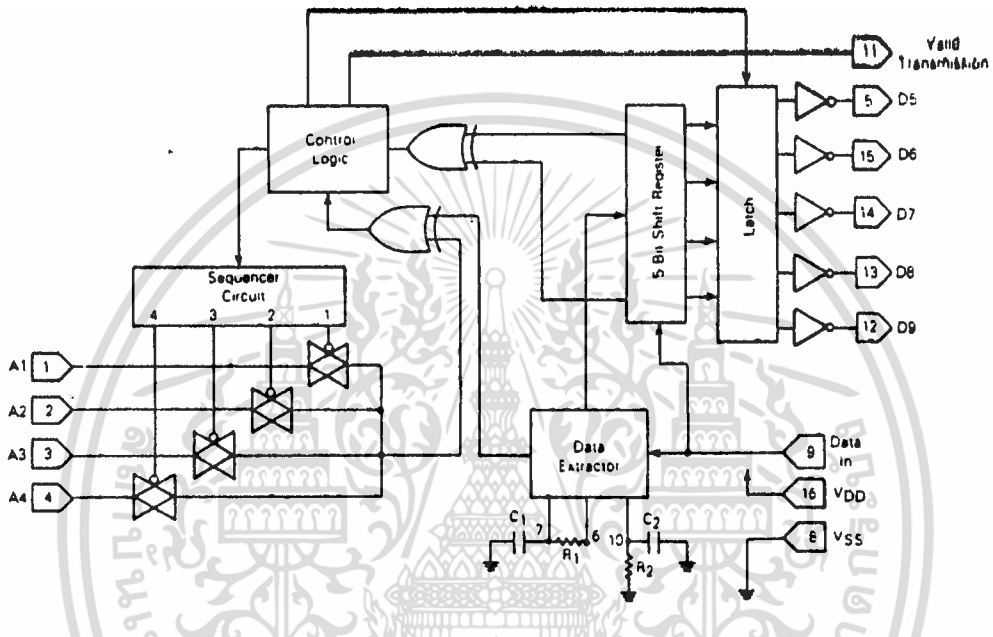
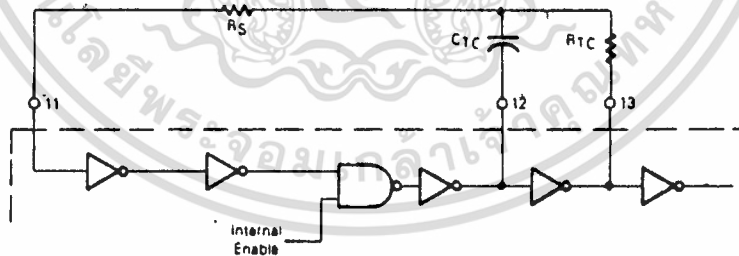


FIGURE 5 - ENCODER OSCILLATOR INFORMATION



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

$$R_S = 2 R_{TC}$$

$$R_S \geq 20 \text{ k}$$

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

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

The value for R_S should be chosen to be $\geq 2.3 \text{ times } R_{TC}$. 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 $R_{TC} > C_{TC}$.

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 MΩ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 6 - ENCODER/DECODER TIMING DIAGRAM

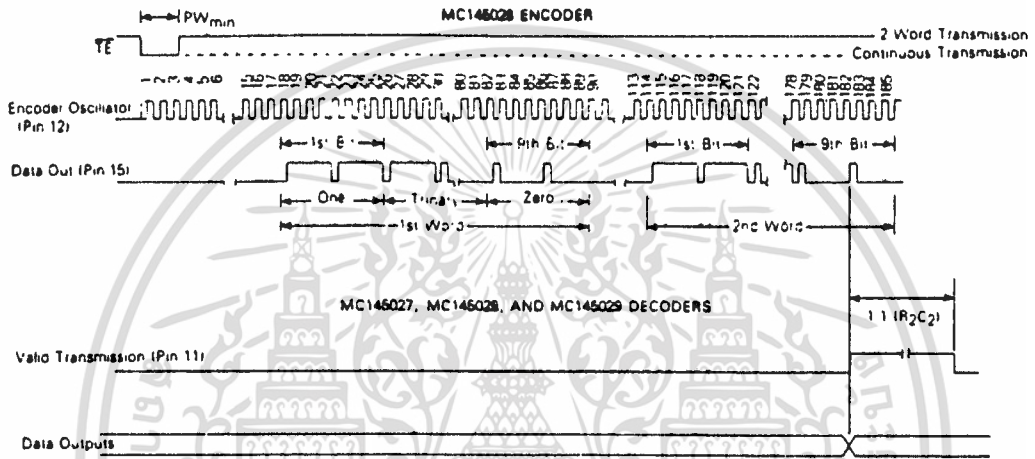
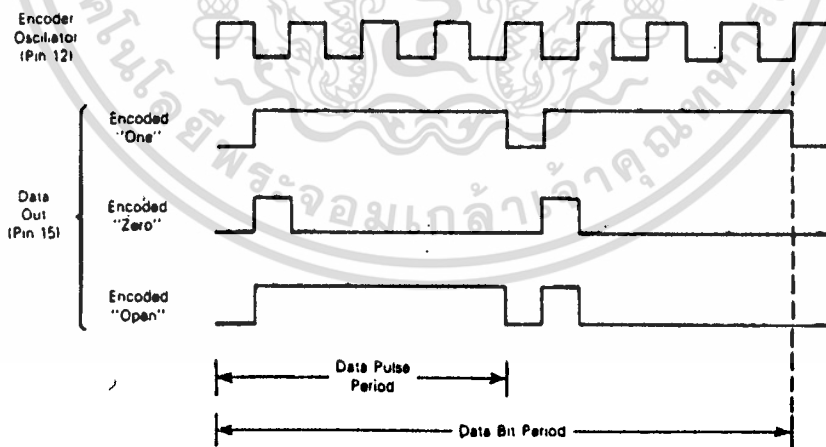


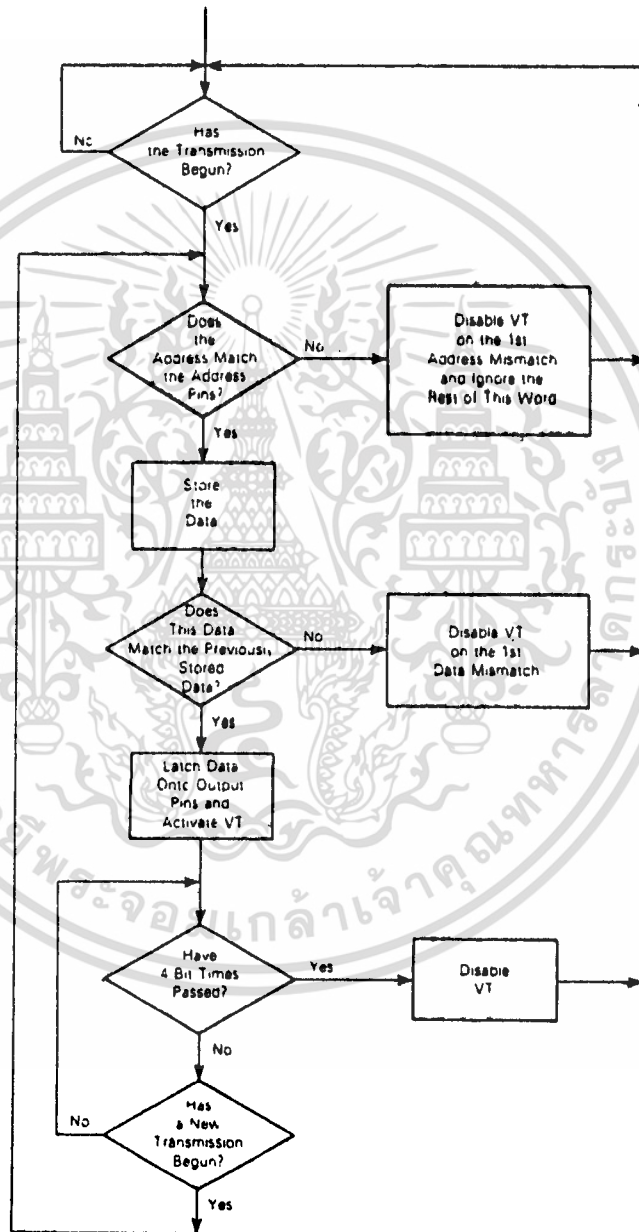
FIGURE 7 - MC145026 ENCODER DATA WAVEFORMS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

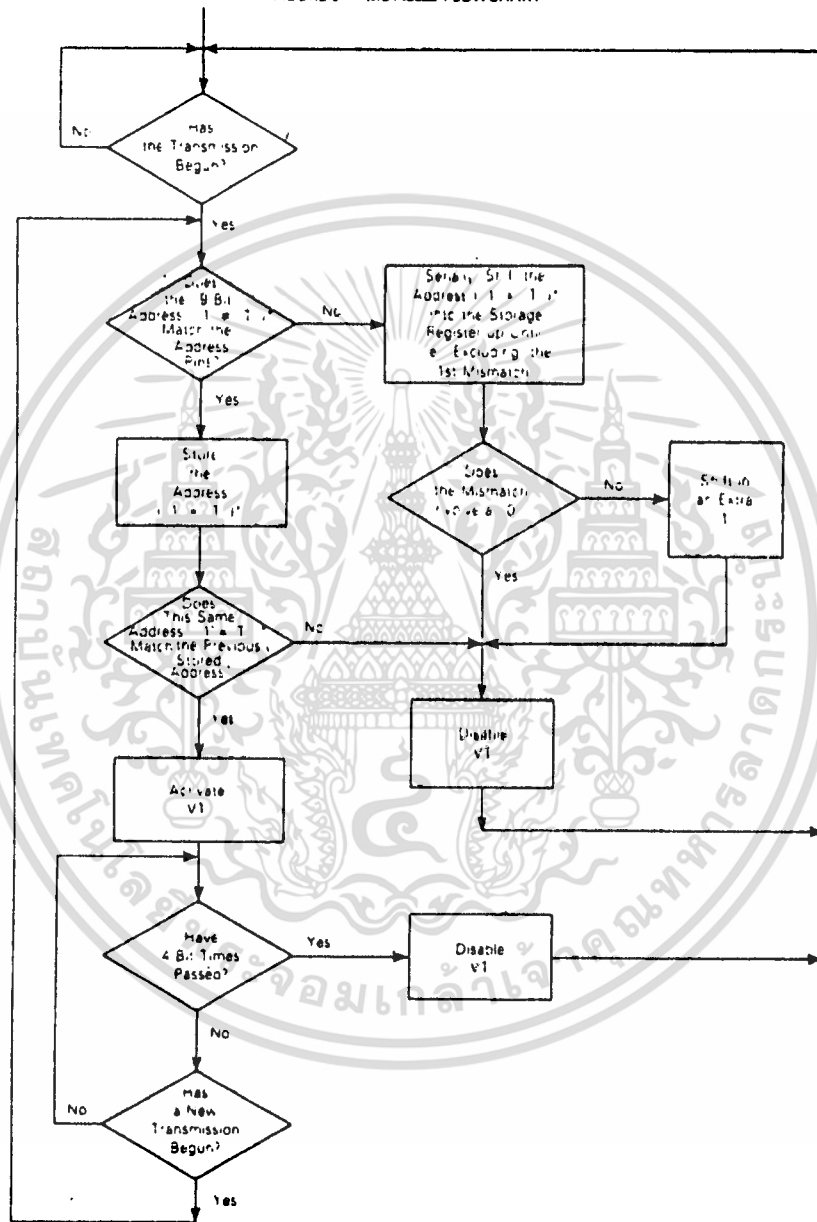
FIGURE 8 - MC145027/MC145029 FLOWCHART



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 9 - MC145028 FLOWCHART

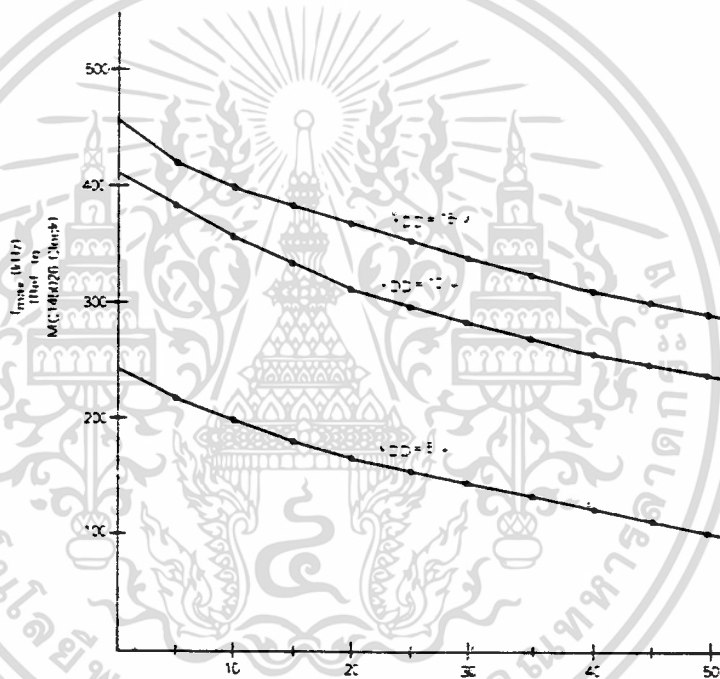


*For shift register comparisons a '1' is stored as a '1'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029

FIGURE 10 - ~~Final V₂ Contour~~
MC145027, MC145028 and MC145029

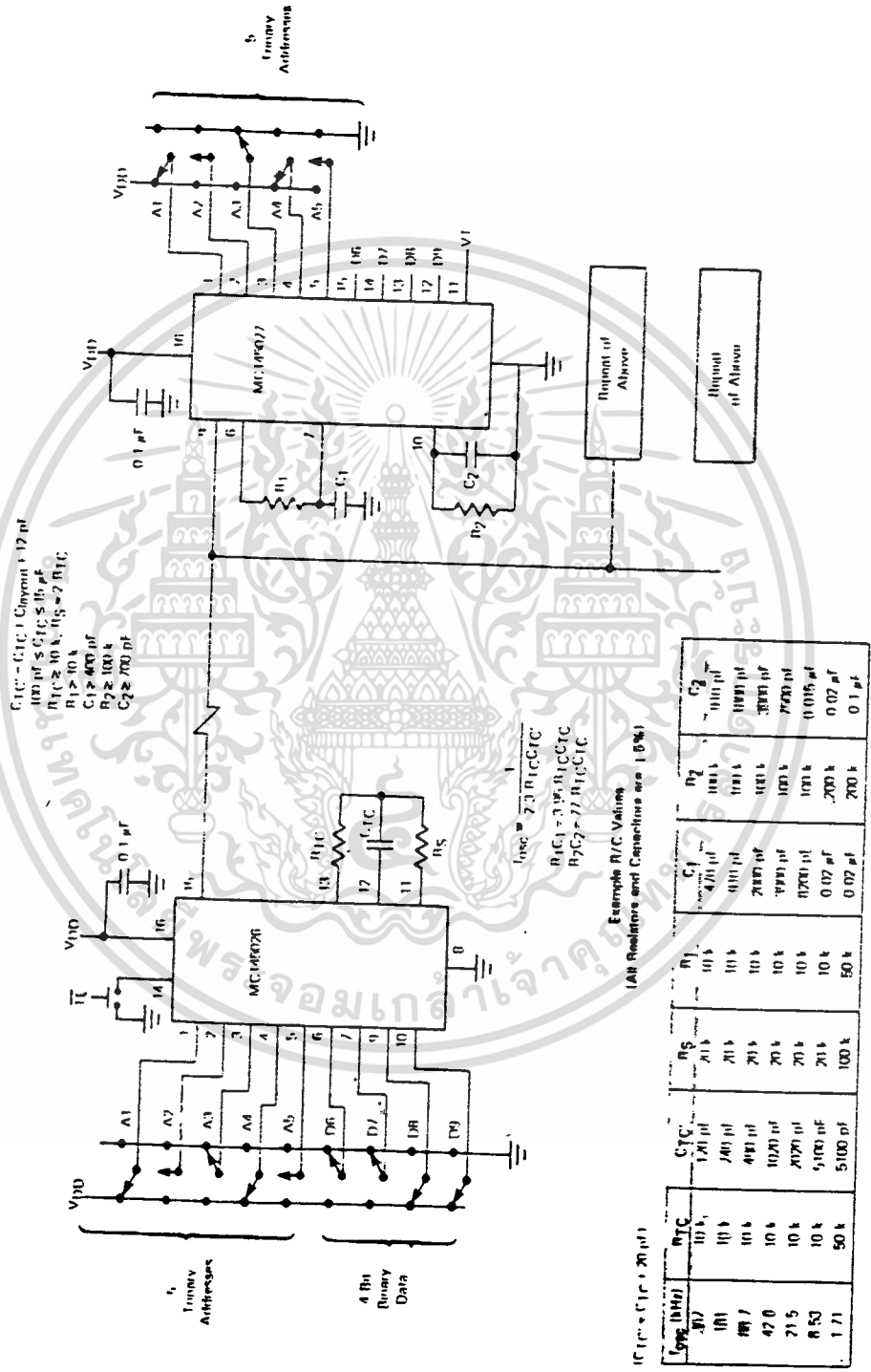


Copyright © 2015 by E-Books for MC145027, Page 8 of 12
Page 4 of 12 for MC145028

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026, MC145027, MC145028, MC145029



FIGURE 11 TYPICAL APPLICATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5-Pin DIP Optoisolators Transistor Output

These devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Convenient Plastic Dual-in-Line Package
- Most Economical Optoisolator
- High Input-Output Isolation Guaranteed — 7500 Volts Peak
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications
- UL Recognized, File Number: E54915 
- VDE approved per standard 0883 6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380-VDE0806, IEC435-VDE0825, IEC65-VDE0860, VDE110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204, VDE0113, VDE016C, VDE0832, VDE0833, etc. 
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883 6.8C requirement for 6 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.

4N25
4N25A
4N26
4N27
4N28

**6-PIN DIP
 OPTOISOLATORS
 TRANSISTOR OUTPUT**



**CASE 730A-02
 PLASTIC**

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V _R	5	Volts
Forward Current — Continuous	I _F	60	mA
LED Power Dissipation (T _A = 25°C with Negligible Power Output Detector Derate above 25°C)	P _D	120	mW
OUTPUT TRANSISTOR			
Collector-Emitter Voltage	V _{CE}	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	V _{EC}	30	Volts
Collector-Base Voltage	V _{CB}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I _C	150	mA
Detector Power Dissipation (T _A = 25°C with Negligible Power in Input LED Derate above 25°C)	P _D	150	mW
		1.76	mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1 (Peak ac Voltage EC max. 1 sec. Duration)	V _{ISC}	7500	Vac
Total Device Power Dissipation (T _A = 25°C Derate above 25°C)	P _D	250	mW
		2.94	mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	T _A	55 to -100	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	55 to -150	°C
Soldering Temperature (10 sec., 1.16 from case)	T _{sol}	260	°C

(1) Isolation surge voltage is an internal device detection breakdown rating for this test. Pins 1 and 2 are common and Pins 4, 5 and 6 are common.

SCHEMATIC



1. LED ANODE
2. LED CATHODE
3. NC
4. EMITTER
5. COLLECTOR
6. BASE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED					
Forward Voltage ($I_F = 10\text{ mA}$)	V_F	—	1.15	1.5	Volts
			$T_A = -55^\circ\text{C}$	1.3	—
			$T_A = 100^\circ\text{C}$	1.05	—
Reverse Leakage Current ($V_R = 3\text{ V}$)	I_R	—	—	100	μA
Capacitance ($V = 0\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$)	C_J	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR					
Collector-Emitter Dark Current ($V_{CE} = 10\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{CEO}	—	1	50	nA
			1	100	—
			A ¹ Devices	—	μA
$V_{CE} = 10\text{ V}, T_A = 100^\circ\text{C}$	I_{CEO}	—	1	—	μA
Collector-Base Dark Current ($V_{CB} = 10\text{ V}$)	I_{CBO}	—	0.2	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1\text{ mA}$)	$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$)	$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	Volts
Emitter-Collector Breakdown Voltage ($I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$)	$V_{(BR)ECO}$	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain ($I_C = 2\text{ mA}, V_{CE} = 5\text{ V}$)	h_{FE}	—	500	—	—
Collector-Emitter Capacitance ($f = 1\text{ MHz}, V_{CE} = 0$)	C_{CE}	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance ($f = 1\text{ MHz}, V_{CB} = 0$)	C_{CB}	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance ($f = 1\text{ MHz}, V_{EB} = 0$)	C_{EB}	—	9	—	pF
COUPLED					
Output Collector Current ($I_F = 10\text{ mA}, V_{CE} = 10\text{ V}$)	I_C	2	7	—	mA
		1	5	—	—
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 2\text{ mA}, I_F = 50\text{ mA}$)	$V_{CE(sat)}$	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time ($I_F = 10\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\text{ }\Omega$)	t_{on}	—	2.8	—	μs
Turn-Off Time ($I_F = 10\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\text{ }\Omega$)	t_{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time ($I_F = 10\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\text{ }\Omega$)	t_r	—	1.2	—	μs
Fall Time ($I_F = 10\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\text{ }\Omega$)	t_f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage ($f = 60\text{ Hz}, t = 1\text{ sec}$)	V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance ($V = 500\text{ V}$)	R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance ($V = 0\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$)	C_{ISO}	—	0.2	—	pF

TYPICAL CHARACTERISTICS

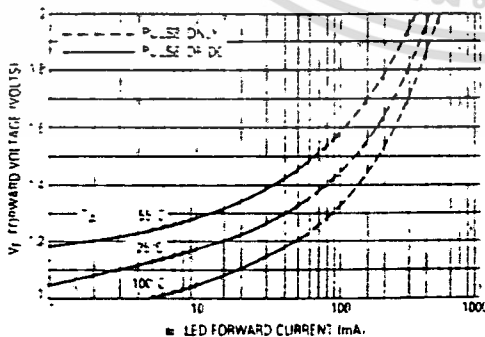


Figure 1 LED Forward Voltage versus Forward Current

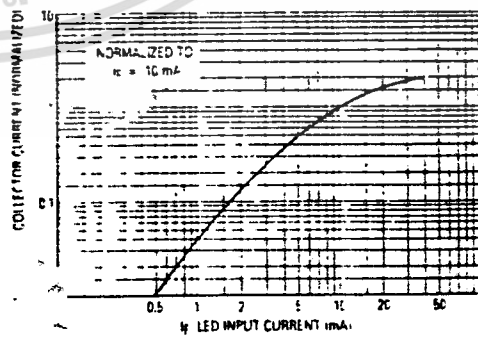


Figure 2. Output Current versus Input Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

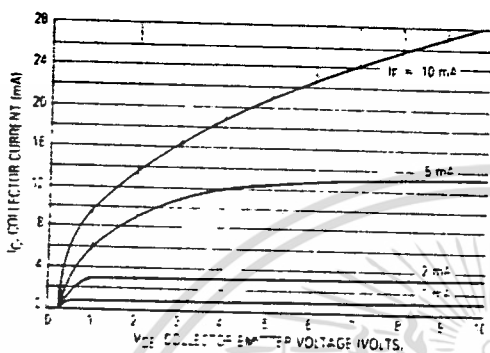


Figure 3 Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

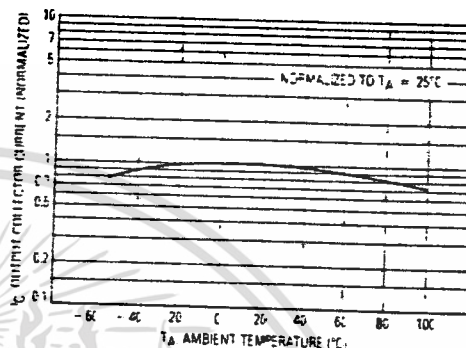


Figure 4 Output Current versus Ambient Temperature

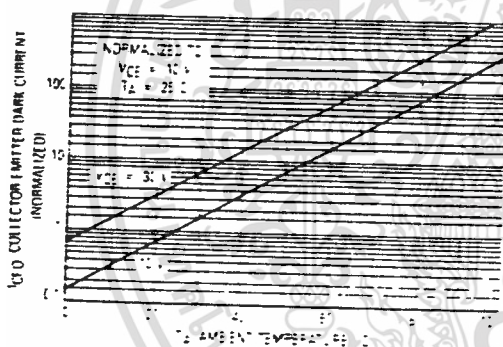


Figure 5 Dark Current versus Ambient Temperature

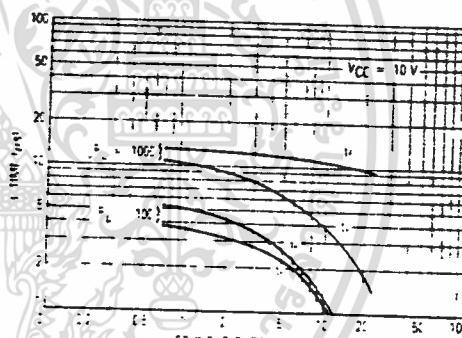


Figure 6 Rise and Fall Times

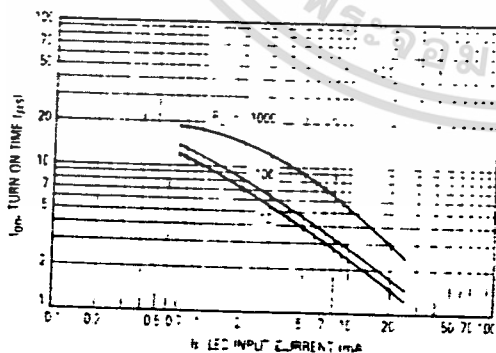


Figure 7 Turn-On Switching Times

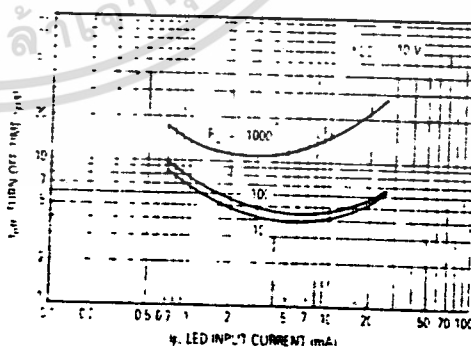


Figure 8 Turn-Off Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

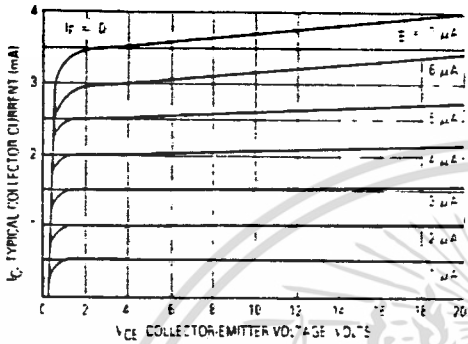


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

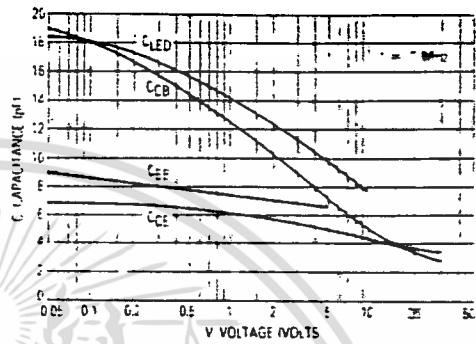


Figure 10. Capacitances versus Voltage

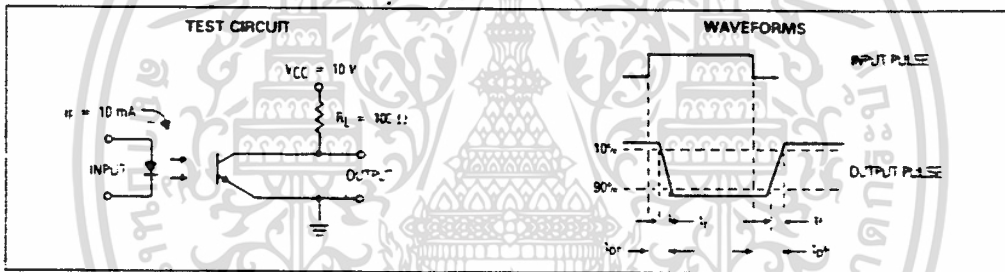
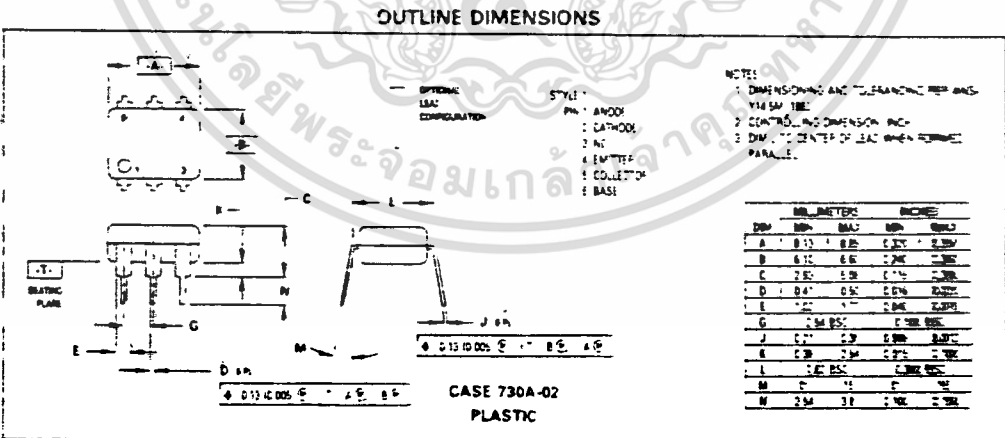


Figure 11. Switching Times



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINEAR INTEGRATED CIRCUITS

TYPES SN52555, SN72555 PRECISION TIMERS

BULLETIN NO. DL-6 7312053, SEPTEMBER 1973

- Timing from Microseconds to Hours
- Astable or Monostable Operation
- Adjustable Duty Cycle
- Up to 200-mA Sink or Source Output Current
- TTL Compatible Output
- Designed to be Interchangeable with Signetics SE555/NE555

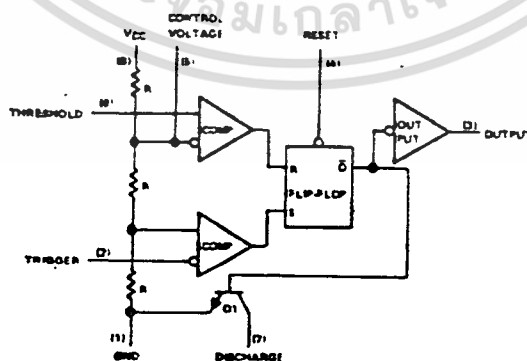
description

The SN52555 and SN72555 are monolithic timing circuits capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time-delay or monostable mode of operation, the timed interval is controlled by a single external resistor and capacitor network. In the astable mode of operation, the frequency and duty cycle may be independently controlled with two external resistors and a single external capacitor.

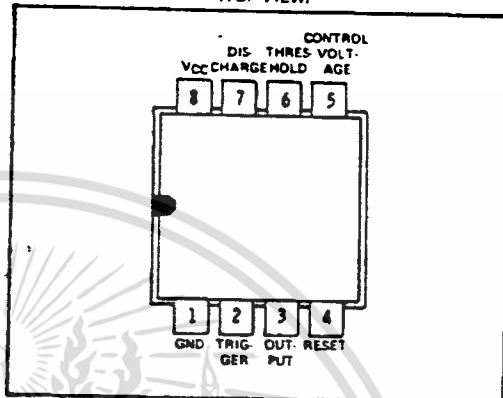
The threshold and trigger levels are normally two-thirds and one-third, respectively, of V_{CC} . These levels can be altered by use of the control voltage terminal. When the trigger input falls below the trigger level, the flip-flop is set and the output goes high. When the threshold input rises above the threshold level, the flip-flop is reset and the output goes low. The reset input can override all other inputs and can be used to initiate a new timing cycle. When the reset input goes low, the flip-flop is reset and the output goes low. When the output is low, a low-impedance path is provided between the discharge terminal and ground.

The output circuit is capable of sinking or sourcing current up to 200 milliamperes. Operation is specified for supplies of 5 to 15 volts. With a 5-volt supply, output levels are compatible with TTL inputs.

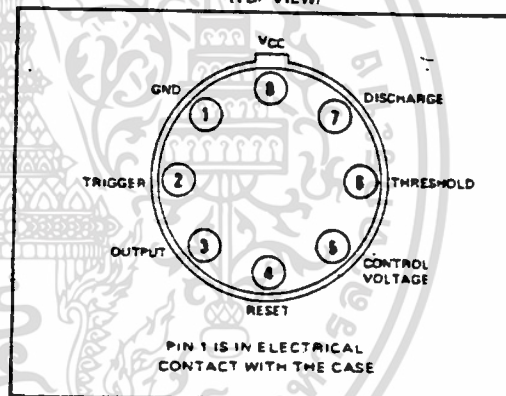
functional block diagram



8 P OR P DUAL-IN-LINE PACKAGE
(TOP VIEW)

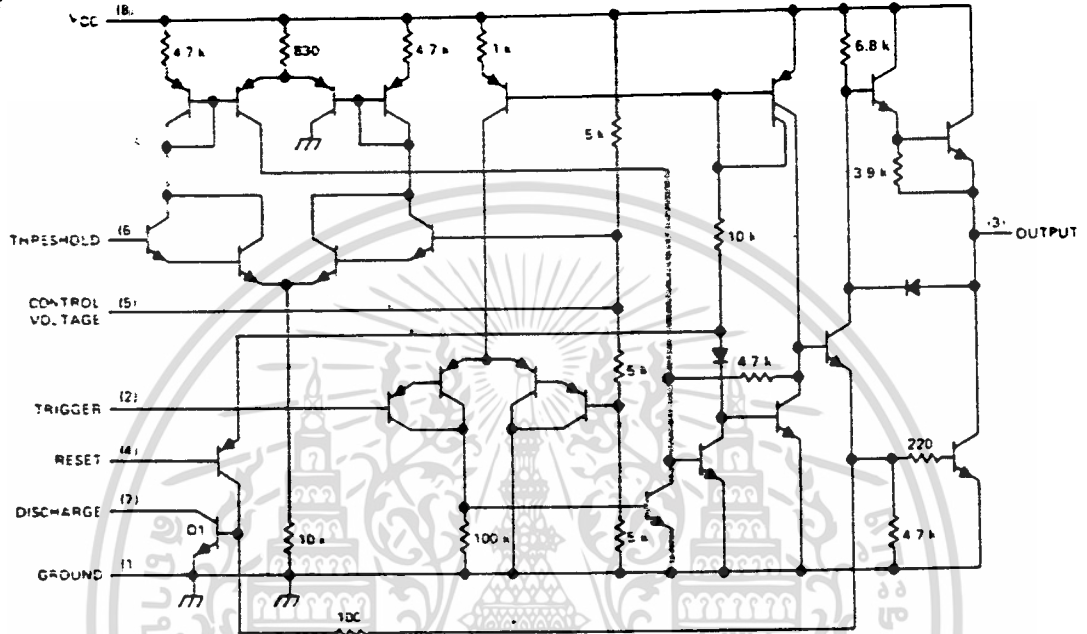


L PLUG-IN PACKAGE
(TOP VIEW)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

schematic



Resistor values shown are nominal and in ohms.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V _{CC} (see Note 1)	18 V
Input voltage (control voltage, reset, threshold, trigger)	V _{CC}
Output current	±225 mA
Continuous total dissipation at (or below) 25°C free-air temperature (see Note 2)	600 mW
Operating free-air temperature range: SN52555	-55°C to 125°C
SN72555	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C
Lead temperature 1/16 inch from case for 60 seconds: JP or L package	300°C
Lead temperature 1/16 inch from case for 10 seconds: P package	260°C

- NOTES 1. All voltage values are with respect to network ground terminal.
 2. For operation above 25°C free-air temperature, refer to Dissipation Derating Curve, Figure 1.

recommended operating conditions

	SN52555			SN72555			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5		18	4.5		16	V
Input voltage, V _I (control voltage, reset, threshold, trigger)			V _{CC}			V _{CC}	V
Output Current, I _O			±200			±200	mA
Operating free-air temperature, T _A	-55		125	0		70	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics at 25°C free-air temperature, V_{CC} = 5 V to 15 V (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SN52555			SN72555			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Threshold voltage level as a percentage of supply voltage		66.7			66.7			%
Threshold current (see Note 3)		0.1	0.25		0.1	0.25	μA	
Trigger voltage level	V _{CC} = 15 V	4.8	5	5.2	5			V
	V _{CC} = 5 V	1.45	1.67	1.9	1.67			
Trigger current		0.5			0.5			μA
Reset voltage level		0.4	0.7	1	0.4	0.7	1	V
Reset current		0.1			0.1			mA
Control voltage (open-circuit)	V _{CC} = 15 V	9.6	10	10.4	9	10	11	V
	V _{CC} = 5 V	2.9	3.3	3.8	2.6	3.3	4	
Low-level output voltage	V _{CC} = 15 V	I _{OL} = 10 mA	0.1 0.15		0.1 0.25		V	
		I _{OL} = 50 mA	0.4 0.5		0.4 0.75			
		I _{OL} = 100 mA	2 2.2		2 2.5			
		I _{OL} = 200 mA	2.5		2.5			
	V _{CC} = 5 V	I _{OL} = 5 mA	0.1 0.25		0.16 0.35			
High-level output voltage	V _{CC} = 15 V	I _{OH} = -100 mA	13	13.3	12.75	13.3	V	
		I _{OH} = -200 mA	12.5		12.5			
	V _{CC} = 5 V	I _{OH} = -100 mA	3	3.3	2.75	3.3		
Supply current	Output low,	V _{CC} = 15 V	10	12	10	15	mA	
	No load	V _{CC} = 5 V	3	5	3	6		
	Output high,	V _{CC} = 15 V	9	11	9	14		
	No load	V _{CC} = 5 V	2	4	2	5		

NOTE 3. This parameter influences the maximum value of the timing resistor R_A and R_B. For example when V_{CC} = 5 V the maximum value is P = R_A = R_B = 20 MΩ.

operating characteristics, V_{CC} = 5 V and 15 V

PARAMETER	TEST CONDITIONS ¹		SN52555			SN72555			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Initial accuracy of timing interval	R _A = 1 kΩ to 100 kΩ	T _A = 25°C	0.5	2		1		%	
Temperature coefficient of timing interval	R _B = 0 to 100 kΩ	T _A = MIN to MAX	30			50			ppm/°C
Supply voltage sensitivity of timing interval	C = 0.1 μF	T _A = 25°C	0.005	0.02		0.01		%/V	
Output pulse rise time	C _L = 15 pF	T _A = 25°C	100			100			ns
Output pulse fall time			100			100			ns

¹ For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

THERMAL INFORMATION

DISSIPATION DERATING CURVE

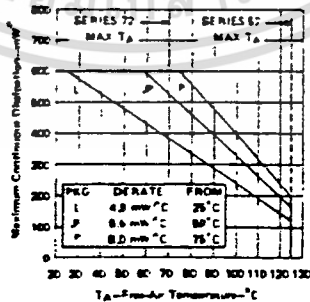


FIGURE 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS†

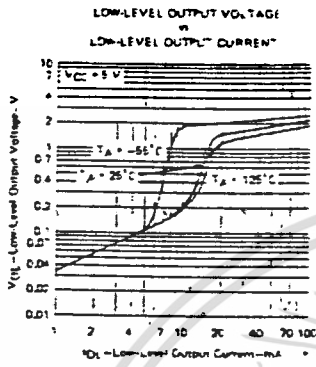


FIGURE 2

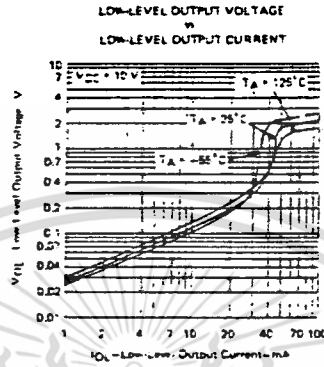


FIGURE 3

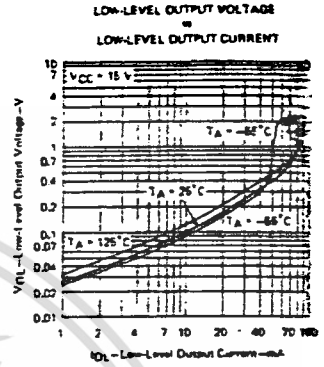


FIGURE 4

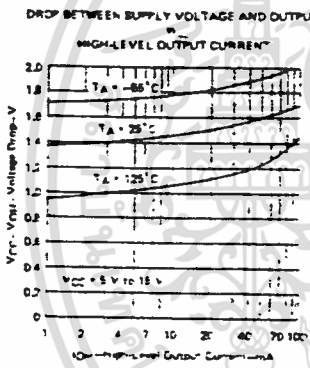


FIGURE 5

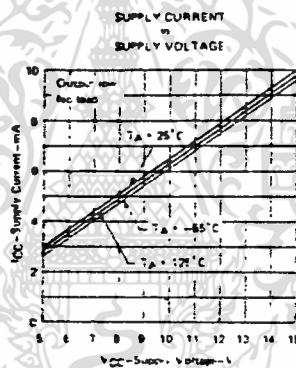


FIGURE 6

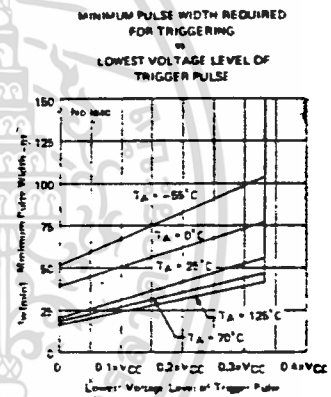


FIGURE 7

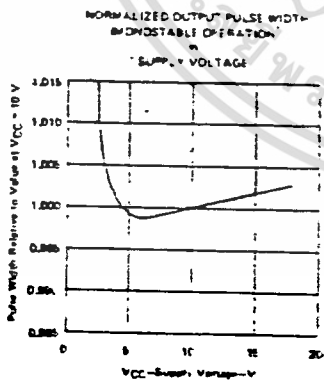


FIGURE 8

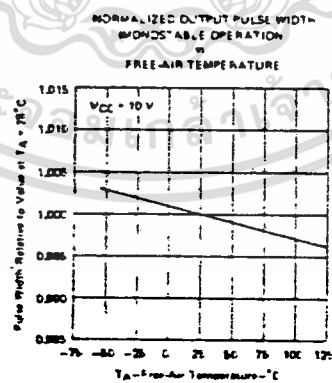


FIGURE 9

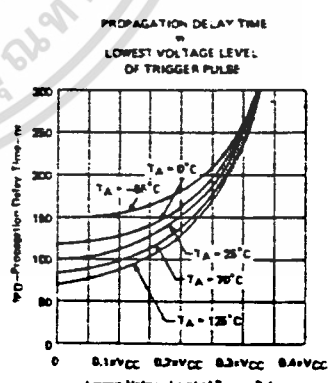


FIGURE 10

† Data for temperatures below 0°C and above 70°C are applicable for SN52555 circuits only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5414/7414 Hex Schmitt-Trigger Inverter

	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
T.I.							SN54LS14				SN74LS14				
FAIRCHILD							74ALS14				74S14				
MOTOROLA							MC14134				MC14134				
N.S.C.							5474LS				7474				
PHILIPS							74ALS14				74S14				
SIGNETICS							5474LS				7474				
SIEMENS							5474LS				7474				
FUJITSU							74ALS14				74S14				
HITACHI							74ALS14				74S14				
MITSUBISHI							74ALS14				74S14				
NEC							74ALS14				74S14				
TOSHIBA							74ALS14				74S14				

Electrical Characteristics SN54LS14 & SN74LS14

Absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage V _{CC}	5V	Operating temperature range	SN54LS14	-55°C to 125°C
Input voltage	5V	Storage temperature range	SN74LS14	0°C to 100°C
		Storage temperature range		-65°C to 150°C

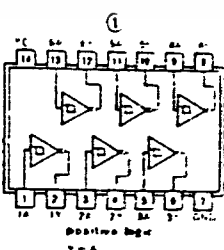
Recommended operating conditions

	SN54LS14		SN74LS14		UNIT
	MIN	MAX	MIN	MAX	
Supply voltage V _{CC}	4.5	5.5	4.75	5.25	V
Maximum input current I _{IC}	-	-	-	-	mA
Maximum output current I _{OC}	-	-	-	-	mA
Operating power dissipation P _D	-	-	-	-	mW
Operating temperature range	-55	125	0	75	°C

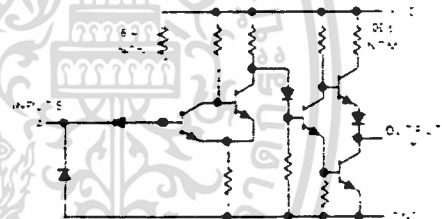
Electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER	TEST CONDITIONS*	MIN	MAX	UNIT	
V _{T+} Positive-going threshold voltage	V _{CC} /3	1.0	1.6	V	
V _{T-} Negative-going threshold voltage	V _{CC} /3	0.5	0.8	V	
V _{TH} Hysteresis voltage	V _{CC} /3	0.4	0.8	V	
V _I Input clamp voltage	V _{CC} /16	-1.0	-	V	
V _O Minimum output voltage	V _{CC} /16	-	0.1	V	
V _{OL} Maximum output voltage	V _{CC} /16	0.25	0.4	V	
I _{IC} Input current at positive-going threshold	V _{CC} /3	-0.14	-	mA	
I _{IS} Input current at negative-going threshold	V _{CC} /3	-0.18	-	mA	
I _I Input current at maximum input voltage	V _{CC} /16	0.1	-	mA	
I _{IL} High-level input current	V _{CC} /16	0.2	-	mA	
I _{IL} Low-level input current	V _{CC} /16	-0.8	-	mA	
I _{OC} Short-circuit output current	V _{CC} /16	-20	-100	mA	
Switching	0 to 1 output delay	V _{CC} /16	8	16	nS
	1 to 0 output delay	V _{CC} /16	12	2	nS
	Average propagation delay	V _{CC} /3	50	-	nS
t _{PLH} Propagation delay time low to high	V _{CC} /3	1	22	nS	
t _{PLL} Propagation delay time high to low	V _{CC} /3	1	22	nS	

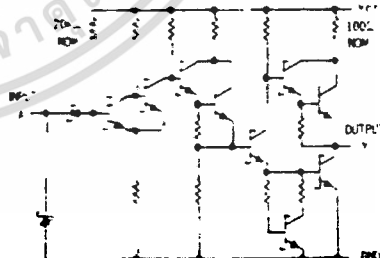
Pin Assignment (Top View)



Schematics (each gate)



14 CIRCUIT



7414 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohms.

* If conditions shown as MIN or MAX are for parameter values over the 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54123/74123 Dual Retriggerable Monostable Multivibrator 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	P	M	C	P	M	C	P	M	C
T.L.								SN54LS123	J	D	ND	SN54123	J	D	ND	SN54LS123	J	D	ND	
FAIRCHILD								SN74LS123	J	D	ND	74123	J	D	ND	SN74LS123	J	D	ND	
MOTOROLA												MC74123	J	D	ND	DM54L173A	J	D	ND	
N.S.C.								DM54LS123	J	D	ND	DM74123	J	D	ND	DM74LS123	J	D	ND	
PHILIPS								DM74LS123	J	D	ND	DM74123	J	D	ND					
SIGNETICS								NT4LS123	J	D	ND	N74123	J	D	ND					
SIEMENS												54123	J	D	ND					
FUJITSU												F_1K121	J	D	ND					
HITACHI								74LS123	J	D	ND	M8440	J	D	ND					
MITSUBISHI								MC74LS123	J	D	ND	MC74123/MC7516	J	D	ND					
NEC								M74LS123	J	D	ND	M53323	J	D	ND					
TOSHIBA												μPB7123	J	D	ND					

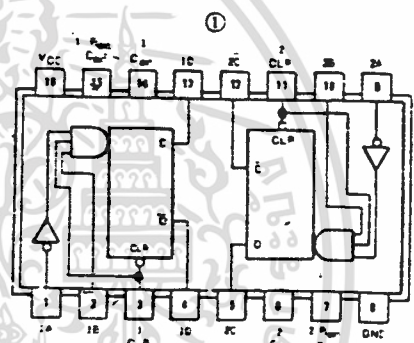
Electrical Characteristics SN54LS123 SN74LS123

absolute maximum ratings operating free-air temperature range				
Supply voltage V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS123 -55°C to 125°C	
Input voltage	7V	Storage temperature range	SN74LS123 -55°C to 150°C	
recommended operating conditions				
		SN54LS123	SN74LS123	UNIT
Supply voltage V_{CC}	MIN	5.0	5.0	V
High-level output current I_{OH}	MAX	-51	-49	mA
Low-level output current I_{OL}	MAX	4	4	mA
Input current I_I	MAX	1	1	mA
External timing capacitor C_{EXT}	MAX	100	100	nF
External timing capacitor C_{EXT}	MAX	10	10	nF
Timing constant τ (See Note 1)	MAX	10	10	ns
Operating temperature range		-55	125	°C

Electrical Characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{OH} High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$ See Note 1	2.7	3.5		V
V_{OL} Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$ See Note 1	0.35	0.5		V
I_{IH} High-level input current	$V_{CC} = \text{MAX}$ $V_I = 2.7V$		20		μA
I_{IL} Low-level input current	$V_{CC} = \text{MAX}$ $V_I = 0.4V$		0.4		mA
I_{OZ} Short-circuit output current	$V_{CC} = \text{MAX}$ See Note 1	20	100		mA
I_{CC} Supply current (monostable or triggered)	$V_{CC} = \text{MAX}$ See Notes 2 and 3	12	25		mA
t_{R} Rise time	$V_{CC} = 5V$ $C_{EXT} = 0$ $R_{EXT} = 50\Omega$	27	33		ns
t_{F} Fall time	$V_{CC} = 5V$ $C_{EXT} = 0$ $R_{EXT} = 50\Omega$	23	44		ns
t_{PHL} Propagation delay from A to output C	$V_{CC} = 5V$ $T_A = 25^\circ C$ $C_L = 150pF$ $R_L = 70\Omega$	32	45		ns
t_{PLH} Propagation delay from B to output D	$V_{CC} = 5V$ $T_A = 25^\circ C$ $C_L = 150pF$ $R_L = 70\Omega$	34	56		ns
t_{PCL} Propagation delay from Clear to output D	$V_{CC} = 5V$ $T_A = 25^\circ C$ $C_L = 150pF$ $R_L = 70\Omega$	21	21		ns
t_{PDL} Propagation delay from A or B to output D	$V_{CC} = 5V$ $T_A = 25^\circ C$ $C_L = 150pF$ $R_L = 70\Omega$	79	85		ns
t_{W} Pulse width	$V_{CC} = 5V$ $T_A = 25^\circ C$ $C_L = 150pF$ $R_L = 70\Omega$	116	200		ns
t_{HD} Hold time	$V_{CC} = 5V$ $T_A = 25^\circ C$ $C_L = 150pF$ $R_L = 70\Omega$	4.5	5		ns

Pin Assignment (Top View)



FUNCTION TABLE

123 LS123 L123 (See Note 4)

	INPUTS		OUTPUTS	
	CLEAR	A	B	Q
1	L	H	L	H
2	H	L	L	H
3	H	H	L	H
4	H	L	L	H
5	H	H	L	H
6	H	H	L	H

- NOTE 1: Ground C_{EXT} to measure V_{OH} at D, V_{OL} at C, or Q, or Q-bar.
 2: "Discharge" I_{CC} is measured after clearing; with 2.0V applied to all clear and A inputs, B inputs grounded, all outputs open, $C_{EXT} = 0.02 \mu F$ and $R_{EXT} = 25k\Omega$.
 3: I_{CC} is measured in the triggered state with 2.0V applied to all clear and B inputs, A inputs grounded, all outputs open, $C_{EXT} = 0.02 \mu F$ and $R_{EXT} = 25k\Omega$.
 4: A = high level (steady state), L = low level (steady state), * = transition from low to high level, * = transition from high to low level, Δ = one high-level pulse, Δ = one low-level pulse, Δ = one high-level pulse, Δ = one low-level pulse.
 B At external timing capacitor may be connected between and R_{EXT} , C_{EXT} (positive).
 C For accurate reproducible pulse widths connect or external resistor between R_{EXT} , C_{EXT} and V_{CC} with R_{EXT} grounded.
 D To obtain variable pulse widths connect external resistance between R_{EXT} or R_{EXT}/C_{EXT} and V_{CC} .

* For conditions shown as MIN or MAX, use the value specified under recommended operating conditions.
 † All typical values are at $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$.
 ‡ For more than one output shown be marked as a unit.
 § In L and H propagation delay times, low-to-high and high-to-low output delays are specified.
 ¶ In L and H propagation delay times, high-to-low and low-to-high output delays are specified.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54125/74125 Quadruple Bus Buffer Gate with Three-State 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
T.I.										SN54LS25	J	D	WD		
FAIRCHILD							74LS125	P	D						
MOTOROLA							SN74LS125	P	D						
N.S.C.							DM74LS125	I	D	DM74LS25	J	D			
PHILIPS							NT4LS125	I	D	DM74LS25	J	D	WD		
SIGNETICS															
SIEMENS															
FUJITSU															
HITACHI										DM74LS25	J	D	PI		
mitsubishi										DM74LS25	J	D	PI		
NEC															
TOSHIBA															

Electrical Characteristics SN54LS125-SN74LS125

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage V _{CC}	7	Operating power dissipation (per gate)	150 mW	-55°C to 125°C
Input voltage	V _{CC}	Storage temperature range	150 mW	-55°C to 125°C

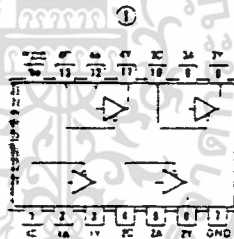
recommended operating conditions

Parameter	SN54LS125		SN74LS125		UNIT
	MIN	TYP	MIN	TYP	
Supply voltage V _{CC}	4.5	5	4.75	5.25	V
High-level input voltage V _{IH}	2		2		V
Low-level input voltage V _{IL}	0.8		0.8		V
Input clamp current I _I	-1		-1		mA
Low-level output voltage V _{OL}	0.4		0.4		V
Output current I _O	10		10		mA
Operating temperature T _a	-55		0		°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

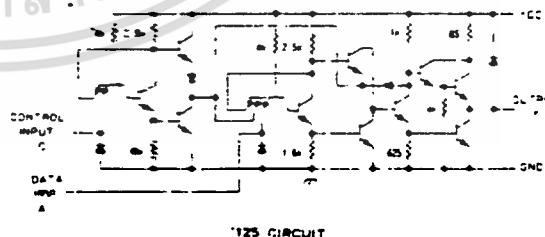
PARAMETER	TEST CONDITIONS*	MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{IH}	High-level input voltage		2		V
V _{IL}	Low-level input voltage		0.8		V
I _I	Input clamp current	V _{CC} = MIN, V _I = -1.8 mA		-1.5	mA
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2 V, V _{OL} = 0.5 V, I _O = MAX	2.4		V
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2 V, V _{IL} = 0.5 V, I _O = MAX	0.35	0.5	V
I _{O(on)}	On-state (high-impedance state) output current	V _{CC} = MAX, V _{IH} = 2 V, V _{OL} = 0.5 V	20		μA
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} = MAX, V _I = 7 V	0.1		mA
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IH} = 2.7 V	20		μA
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IL} = 0.5 V	0.1		mA
I _{OS}	Short-circuit output current	V _{CC} = MAX, V _O = 0 V	90 (54LS Family), 60 (74LS Family)	225	mA
I _{CC}	Supply current	V _{CC} = MAX, DATA INPUT = 0 V, CONTROL CONTROL = 4.5 V	11	20	mA
t _{PLH}	Propagation delay time low-to-high-level output	V _{CC} = 5 V, T _a = 25°C, C _L = 45 pF, R _L = 667 Ω	9	15	ns
t _{PHL}	Propagation delay time high-to-low-level output		7	18	ns
t _{ZH}	Output enable time to high-level		12	20	ns
t _{ZL}	Output enable time to low-level		15	25	ns
t _{HZ}	Output disable time from high-level	C _L = 50 pF, R _L = 667 Ω	20		ns
t _{LZ}	Output disable time from low-level		20		ns

Pin Assignment (Top View)



positive logic.
 1 = A
 Output is off (disabled) when C is high

Schematic (each gate)



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} = 5 V, T_a = 25°C.
 ‡Times more than one output should be shorted at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ธานีินทร์ ถาวรศาสนวงศ์, ทินกร ตึก, "การอินเทอร์เฟส IBM/PC", Physics center
2. ยืน ภู่วรรณ, "ทฤษฎีและการประยุกต์ ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
3. บุญเลิศ เอี่ยมทัศนาศนา "โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาษาบาสคาล", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
4. "Linear Data IC", NATIONAL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีด้วยความแนะนำ ให้ความปรึกษา ของ อ. ภากร หุตะสังกาศ และ ความช่วยเหลือของเพื่อน ๆ ทุกฝ่าย ทั้งที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้อง คณะผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ.ที่นี้ด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้