



ปฏิทินปีการศึกษา 2535

ภาควิชา อิเลคทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบแสดงผลเพื่อความปลอดภัย

ผู้จัดทำ

- |    |        |         |              |        |
|----|--------|---------|--------------|--------|
| 1. | นาย    | เดชา    | รัตนธาร      | 321099 |
| 2. | นางสาว | วิรงรอง | สุขยิ่ง      | 321306 |
| 3. | นาย    | สงวน    | สรวยจิรวัดน์ | 321341 |

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( อาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง )

ระบบแสดงผลเพื่อความปลอดภัย

เดชา	รัตนธาร	321099
วิรุงรอง	สุขยิ่ง	321306
สงวน	สรวยจิรวัดน์	321341
อาจารย์ ขนิษฐา	แช่ตั้ง	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา	2535	

บทคัดย่อ

ระบบแสดงผลเพื่อความปลอดภัยเป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคารบ้านเรือน เนื่องจากมีอุปกรณ์มากมายในอาคารที่ถูกควบคุมด้วยสวิทช์ปิด-เปิด เช่นระบบแสง ระบบความปลอดภัย ระบบคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ในโครงการนี้แสดงถึงการศึกษาและการทดลองเกี่ยวกับการควบคุมสถานะทางไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนควบคุมจะประกอบด้วยวงจรรวม MT8870 และ MK5087 ซึ่งเป็นตัวเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณ DTMF ระบบนี้สามารถนำไปใช้ประยุกต์เพื่อการใช้งานในวัตถุประสงค์ต่างๆ ได้อีกมาก

## MONITOR DISPLAY FOR SECURITY

Decha Ruttanatharn  
Wirongroung Sukying  
Sa-nguan Sarauchirawat  
Miss Kanitha Sae tung Advisor

1992

### Abstract

Monitor display for security is the system that use to control utility equipment in house or building. Since variety of equipment in building to be controlled by ON-OFF action , such as lighting system ; security system , computer system etc. . This project present the study and experimental of electrical apparatus controlling by personal computer. This controller consists of the integrated circuit MT8870 and MK5087 which decode and encode the dual tone multifrequency . This system could be applied for using in multipurpose.

## สารบัญ

	หน้าที่
บทที่ 1	
- บทนำ	1
บทที่ 2	
- DUAL TONE MULTIFREQUENCY (DTMF)	2
บทที่ 3	
- การถอดและเข้ารหัสสัญญาณ DTMF	3-16
บทที่ 4	
- 8255 พอร์ทัลข้อมูลแบบขนาน	17-20
บทที่ 5	
- โครงสร้างของระบบ	21-22
บทที่ 6	
- หลักการ	23-52
บทที่ 7	
- การทดลองและผลการทดลอง	53-55
บทที่ 8	
- บทวิจารณ์และสรุป	56

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

ปัจจุบันการใช้ไฟฟ้าได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยในการดำรงชีวิตของมนุษย์ การหาวิธีที่จะประหยัดการใช้ไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นจะต้องศึกษา เพราะถ้าไม่หาวิธีที่จะประหยัดการใช้ไฟฟ้าแล้ว สภาพะความต้องการที่มากขึ้นก็จะก่อให้เกิดการขาดแคลนและเป็นผลเสียต่อทรัพยากรที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

วิธีการประหยัดไฟฟ้าที่ดีที่สุดคือ การพยายามที่จะลดส่วนของการใช้กระแสไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกไป ซึ่งจะไม่มีผลต่อการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป และไม่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ใช้แต่อย่างใด

โครงการนี้จะศึกษาถึงวิธีการลดส่วนของการใช้กระแสไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกไป โดยการวัดค่าข้อมูลของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ตามจุดต่างๆ ของอาคารในช่วงเวลาที่กำหนด มาแสดงเป็นมอนิเตอร์บนจอคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งทำการบันทึกค่าข้อมูลเก็บไว้ เพื่อที่จะหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ความผิดปกติของกระแสไฟฟ้าและอื่นๆ ซึ่งในการประหยัดพลังงานการใช้ไฟฟ้าจำเป็นที่จะต้องรู้ค่าข้อมูลเหล่านี้เป็นพื้นฐาน

โครงการนี้สามารถนำไปใช้กับระบบไฟฟ้าจริงได้ ซึ่งตัวอย่างที่จะนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ในการสร้างตึกอาคารใหม่ๆ เมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้า จำเป็นต้องติดตามข้อมูลในการใช้โหลดตลอดเวลา เพื่อหาสิ่งอาจผิดปกติในแต่ละจุดการใช้โหลด และเพื่อทำการเช็คค่าการใช้โหลดต่างๆให้สมดุล มิฉะนั้นแล้วอาจเกิดการรั่วไหลของพลังงานไฟฟ้าเป็นการสูญเสียเปล่าอย่างมาก ในการติดตั้งอุปกรณ์โดยเฉพาะในอาคารที่สร้างใหม่

## บทที่ 2

### Dual Tone Multifrequency (DTMF)

สัญญาณ DTMF มีข้อดีหลายประการ เช่น มีความเร็วสูงเมื่อเรียกสัญญาณและความสามารถในการใช้สัญญาณ ซึ่งอยู่ในย่านความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 สัญญาณ แต่ละสัญญาณประกอบด้วยสัญญาณรูปขายน้ 2 สัญญาณรวมกัน ระหว่างสัญญาณกลุ่มความถี่ต่ำ กับ สัญญาณกลุ่มความถี่สูง

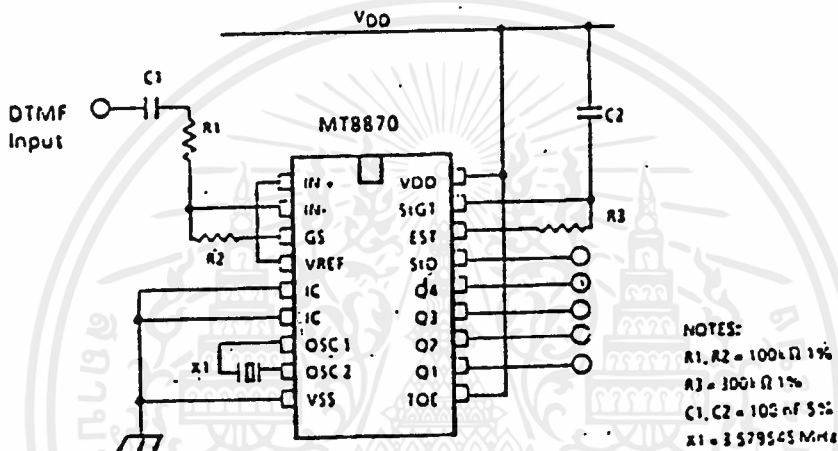
สัญญาณ DTMF ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ เมื่อเทียบกับ ความต้านทาน 600 โอห์ม

1. ระดับสัญญาณ จะต้องมีระดับ  $-6$  ถึง  $-4$  dBm per frequency ซึ่งระดับต่ำสุด สำหรับกลุ่มความถี่ต่ำที่อนุญาตให้ คือ  $-10$  dBm และสำหรับกลุ่มความถี่สูง คือ  $-8$  dBm ค่าความถี่จะต้องมีระดับสัญญาณไม่เกิน  $+2$  dBm ระดับสัญญาณของกลุ่มความถี่สูง จะต้องมึระดับสัญญาณเท่ากัน หรือมากกว่า ระดับสัญญาณของกลุ่มความถี่ต่ำ เมื่อนำมารวมกัน เรียกคุณสมบัตินี้ว่า "preemphasis" หรือ "twist" แต่อย่างไรก็ตาม ความต้งกันของระดับสัญญาณ ระหว่าง 2 ความถี่ ต้องไม่เกินกว่า  $4$  dB
2. ความเบี่ยงเบนของความถี่ ความถี่ในแต่ละสัญญาณของ 16 สัญญาณ จะต้องมีค่า อยู่ภายใน  $+ 1.2$  % ของค่าความถี่จริง หรือในกรณีทีห้ล็ก เลียงไม่ได้ อาจมีค่าอยู่ภายใน  $+ 1.5$  %
3. Rise time ต้องไม่เกิน  $5$  ms (  $3$  ms สำหรับ automatic dialer ) สำหรับแต่ละสัญญาณความถี่ จากน้อยที่สุด ถึง 90% ของ magnitude สุดท้ายของคู่สัญญาณความถี่
4. Tone Distortion ความบิดเบือนของสัญญาณเสียงประมาณ  $500$ Hz จะต้องไม่เกิน  $10$ % ในกรณีนี้จะวัดในรูปของพลังงานทั้งหมดของสัญญาณ DTMF สัมพันธ์กับผลบวกของพลังงานของคู่ความถี่

### บทที่ 3

#### การถอดและเข้ารหัสสัญญาณ DTMF

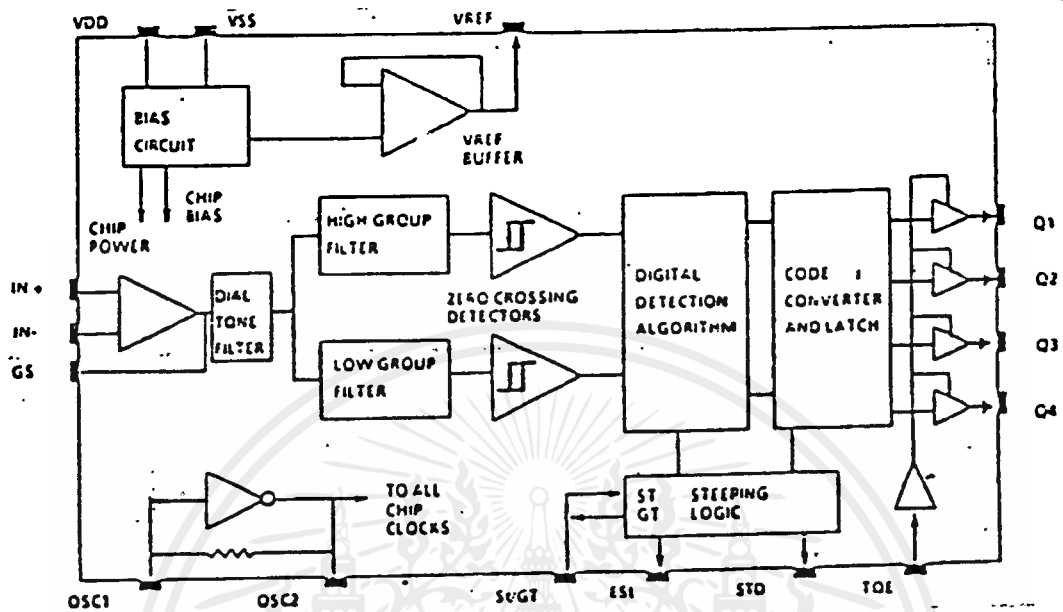
การถอดรหัสสัญญาณ DTMF ขึ้นอยู่กับ MT 8870 Integrated DTMF Receiver ซึ่งมีการต่อใช้งานดังในรูปที่ 1.



รูปที่ 3.1

MT 8870 เป็น DTMF receiver ที่สมบูรณ์ประกอบด้วยส่วน band split filter และ digital decoder function ส่วนของวงจรฟิลเตอร์ใช้เทคนิคการ ตัวเก็บประจุแบบสวิตช์ ( switching capacitor technique ) ทั้งกลุ่มของความถี่สูงและความถี่ต่ำ ส่วนของวงจร decoder ใช้เทคนิคที่เรียกว่า digital counting ทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ทั้ง 16 สัญญาณเป็น 4 bit code

โครงสร้างภายในของ MT 8870 แสดงได้ดังในรูปที่ 2



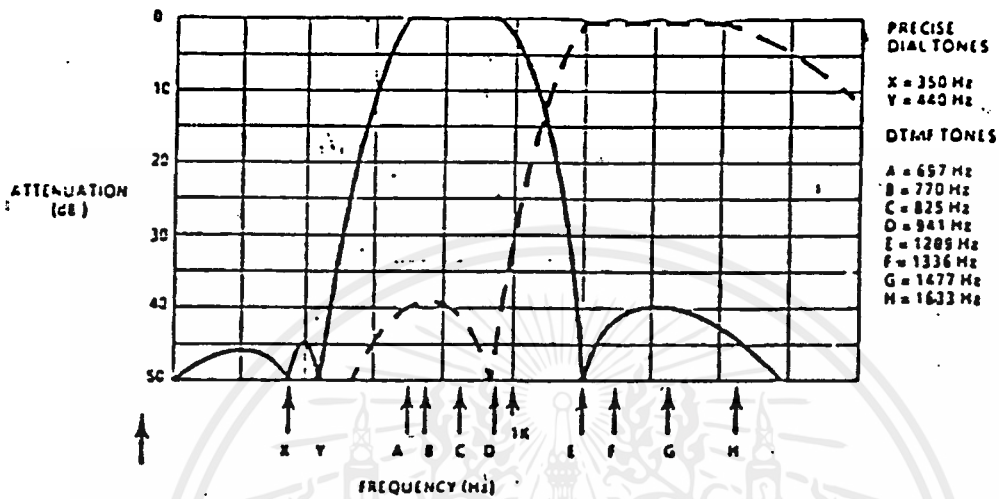
รูปที่ 3.2

1. ส่วนฟิลเตอร์

การแยกกลุ่มความถี่สูงและความถี่ต่ำทำได้โดยการป้อน สัญญาณ DTMF ไปยังอินพุท ของ sixth-order switched capacitor band pass filter 2 ชุด แบบวิธกำหนดโดยความถี่สูงและความถี่ต่ำที่ใช้งาน

วงจรฟิลเตอร์เหล่านี้ ทำการกรองสัญญาณให้เรียบขึ้นก่อนที่จะนำไปวงจรเปรียบเทียบที่มีอัตราการขยายสูง ทำการกำหนดขนาดของสัญญาณ ป้องกันการตอบสนองสัญญาณรบกวนระดับต่ำที่ไม่ต้องการ เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบ จะให้สัญญาณ logic ตามความถี่ของสัญญาณ DTMF ที่เข้ามา

รูปที่ 3 แสดงการแบ่งช่วงการขยายความถี่ของวงจรฟิลเตอร์



รูปที่ 3.3

2. ส่วนดีโคเดอร์

ต่อจากส่วนของวงจรฟิลเตอร์คือวงจรถอดรหัสที่ใช้ เทคนิคแบบ 'digital counting' เพื่อเปรียบเทียบสัญญาณที่ผ่านเข้ามากับความถี่มาตรฐาน DTMF

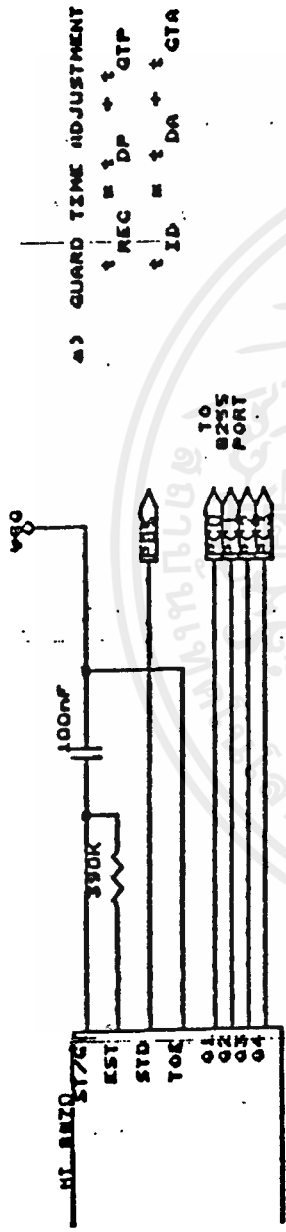
นอกจากนี้ยังประกอบด้วย averaging algorithm เพื่อกำจัด noise และถ้าเมื่อใด ที่พบว่าเป็นสัญญาณที่ถูกต้องตามมาตรฐาน เอาท์พุท "early steering" (EST) จะมีภาวะ active ทันที ดังนั้นถ้าหากสัญญาณไม่ถูกต้อง ภา EST นี้ก็จะยังไม่ active

รูปที่ 4 แสดงตารางของรหัส 4 bit ที่ได้จากการถอดรหัส

สัญญาณ DTMF

FLOW	F <sub>HIGH</sub>	NO	TOE	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	#	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
		ANY	L	Z	Z	Z	Z

รูปที่ 3.4



a) GUARD TIME ADJUSTMENT  
 $\uparrow$  REC =  $\uparrow$  DP +  $\uparrow$  GTP  
 $\uparrow$  ID =  $\uparrow$  DA +  $\uparrow$  GTA

รูปที่ 3.5



a) decrease tGTP (tGTP < tGTA)  
 b) decrease tGTA (tGTP > tGTA)

Title		DTMF Decoder	
Size		Document Number	
Rev	Date	January 1, 1980	Sheet 1 of 1

### 3. Steering Circuit

วงจรนี้จะตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามาโดยเปรียบเทียบ signal duration นั้นกับข้อมูลที่มีอยู่ การตรวจสอบนี้ทำได้โดยต่อ RC time constant ที่ภายนอก logic "1" ที่ Est ทำให้  $V_c$  เพิ่มขึ้น

หาก Signal Condition หรือสัญญาณที่เข้ามาถูกต้อง ( Est = "1" ) ที่คาบเวลา  $t_{GTP}$   $V_c$  จะมีค่าเท่ากับค่าเทรสิโธล ( $V_{TSL}$ ) ของ steering logic ของคู่ความถี่นั้น แล้วเลขที่เอาต์พุต 4 bit code ไปยังเอาต์พุตแลทช์ ที่จุดนี้ GT จะแอกทีฟ และขับ  $V_c$  ถึงค่า  $V_{dd}$ , GT จะมีค่า "1" ตรวจจับที่ DST จะมีค่า "1"

หลังจาก Output Latch รหัส 4 บิตที่สอดคล้องกับคู่ความถี่ของ DTMF ที่เข้ามาแล้ว delay steering output flag (StD) ก็จะเป็น "1" เป็นการยืนยันว่าคู่ความถี่ที่ได้รับมานั้นเป็นสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง

หากต้องการให้ตัดสัญญาณที่สั้นเกินไป ก็อาจเปลี่ยนแปลงค่า steering time constant จากภายนอกได้

### 4. Guard Time Adjustment

ค่าของอุปกรณ์ในรูปที่ 5 a ถูกเลือกให้สอดคล้องกับสูตร

$$t_{REC} = t_{OP} + t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$



ค่าของ  $t_{DP}$  คือค่า device และ  $t_{REC}$  เป็น signal duration ที่ต่ำที่สุดที่ตัวรับจะยอมรับได้ ค่าของ C มักจะใช้ 0.1 uF โดยแปรเปลี่ยนที่ค่า R การเปลี่ยนค่าตรงนี้เป็น การเปลี่ยน guard times ของ tone present ( $t_{GTP}$  และ tone absent ) ซึ่งเป็นการตั้งระบบ ให้ยอมรับ หรือเพิกเฉยต่อสัญญาณ

การเพิ่ม  $t_{REC}$  เป็นการปรับปรุง talk-off performance การลด  $t_{REC}$  โดยมีค่า  $t_{DC}$  มากๆ ทำให้การกำจัดสัญญาณรบกวนดีขึ้น การออกแบบ guard time adjustment แสดงไว้ดังในรูปที่ 5

จากวงจร มีค่า  $V_{DD} = 5 \text{ V}$   
 $V_{TST} = 2.5 \text{ V}$   
 $R = 390 \text{ K}$   
 $C = 0.1 \text{ uF}$

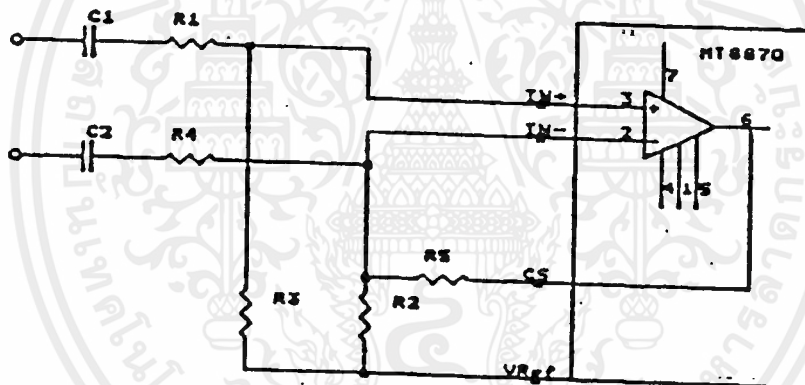
จากสูตร  $t_{GTA} = (RC) \ln (V_{DD} / V_{TST})$   
 $t_{GTA} = (390 \times 10^3 \times 0.1 \times 10^{-6}) \ln (5/2.5)$   
 $= 0.27$

และ  $t_{GTP} = (RC) \ln |(V_{DD} / (V_{DD} - V_{TST}))|$   
 $t_{GTP} = (390 \times 10^3 \times 0.1 \times 10^{-6}) \ln |5/(5-2.5)|$   
 $= 0.27$

## 5. Differential Input Configuration

MT 8870 มีอินพุทเป็นวงจรถบายความแตกต่าง มีค่าไบแอสเท่ากับ  $V_{ref}$  โดยมีการต่อป้อนกลับจากเอาต์พุท GS โดยค่า  $R_5$  ทำให้สามารถปรับอัตราขยายได้

ภาคขยายความแตกต่างของ MT 8870 แสดงไว้ดังรูปที่ 6

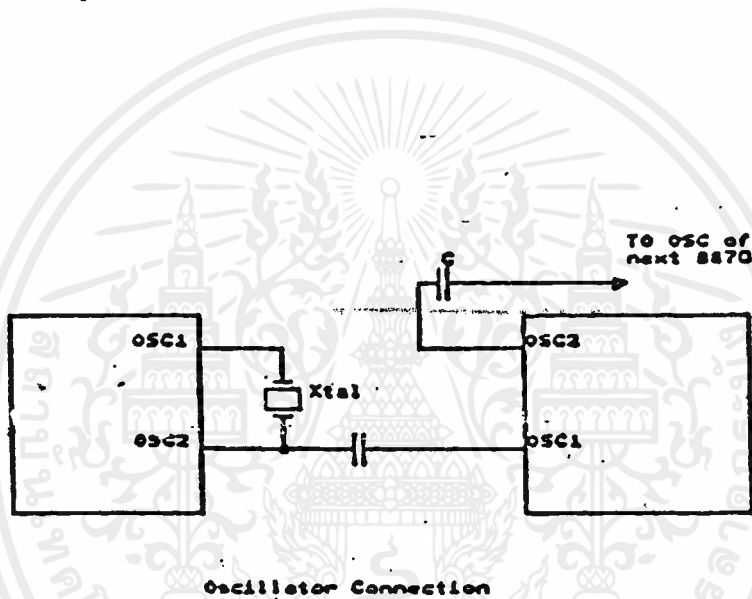


รูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

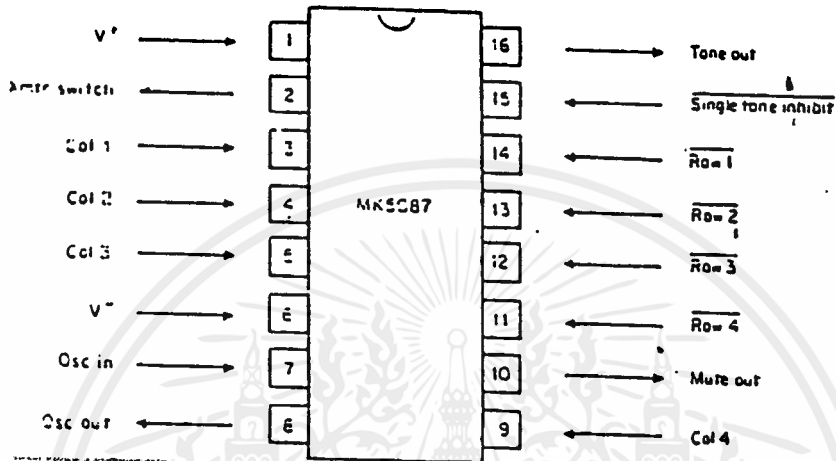
## 6. Crystal Oscillator PSPB

สัญญาณ clock ภายในได้มาจาก crystal 3.58 MHz ที่ต่อจากภายนอกและต่อดังในรูปที่ 7 (single end input configuration) MT 8870 ถูกออกแบบมาให้ใช้ crystal oscillator เพียงตัวเดียว โดยเอาที่พ่วงของ oscillator ตัวแรกถูกคัปปลิงผ่าน capacitor 30 pF ไปยัง OSC<sub>1</sub> ของอุปกรณ์ตัวถัดไป ดังในรูปที่ 7



รูปที่ 3.7

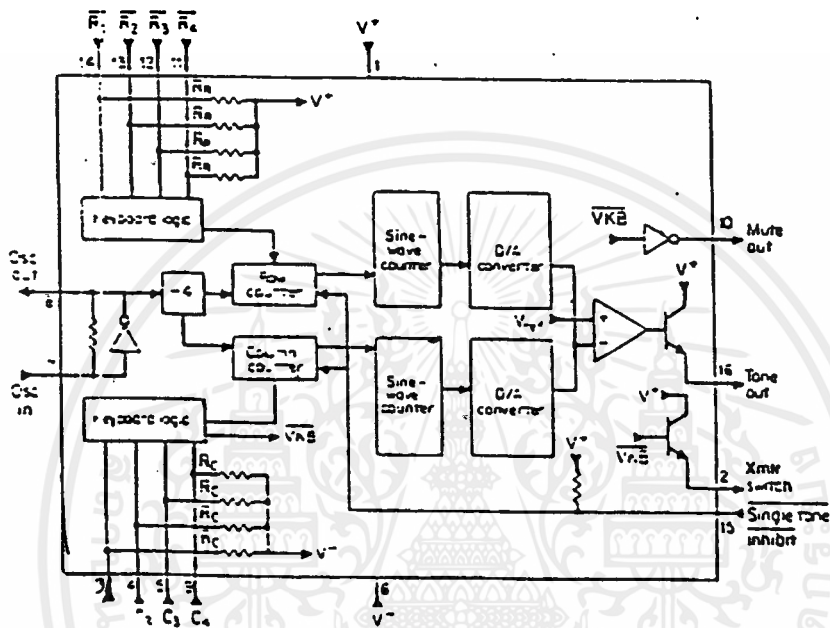
สำหรับการเข้ารหัสสัญญาณ DTMF (Dual-Tone Multifrequency encoder) ใช้ MK5087 ซึ่งมีการต่อขาของ IC ดังรูปที่ 8



รูปที่ 3.8

การป้อนสัญญาณ Tone 2 Family ของ integrated tone dialer ทำให้เกิดอัตราส่วนที่เหมาะสม ที่จะได้รับความถี่เสียง 2 ความถี่ จากออสซิลเลเตอร์อ้างอิง 3.58 MHz ใช้วงจร R-2R ladder network ในการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อก (D/a Conversion) สัญญาณเสียงที่เอาท์พุท จะเป็นการประมาณจาก stair-step เป็นสัญญาณรูปซายน์ และแทบไม่ต้องการการกรองสัญญาณ สำหรับการใช้ที่มีความถี่ต่ำ ออปแอมป์เดียวกันจะทำหน้าที่ เปลี่ยนกระแสให้เป็นโวลเตจ ที่จำเป็นสำหรับวงจร D/A converter เพื่อผสมสัญญาณในกลุ่มความถี่สูงกับกลุ่มสัญญาณความถี่ต่ำ ความเสถียรของความถี่ในวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงแบบนี้ นั้น เกิดจากไม่ต้องการการปรับความถี่เพื่อให้ได้มาตรฐานของ DTMF

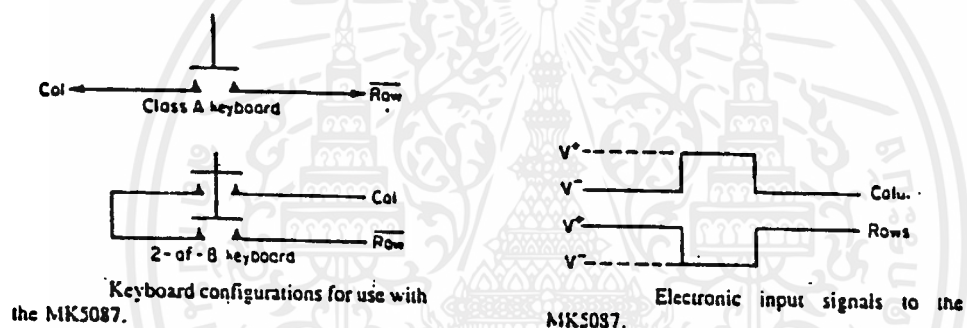
มีรูปแบบของ Block Diagram ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 3.9

Xmit Switch output (ขาที่ 2) ถูกต่อเข้ากับขาอิมิตเตอร์ของ ไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ ซึ่งมีขาคอลเลคเตอร์ต่อกับ  $V^+$  ทรานซิสเตอร์จะทำงานและดึงสัญญาณจากขา 2 จาก  $V^+$  ขึ้น  $V_{BE}$  เมื่อมีสัญญาณจากคีย์บอร์ดเข้ามา เอาท์พุทจะมีสภาพเป็น High Impedance Xmit Switch Output จะทำการสวิตช์ โดยไม่คำนึงถึงสถานะของ Single-Tone Inhibit Input (ขา 15)

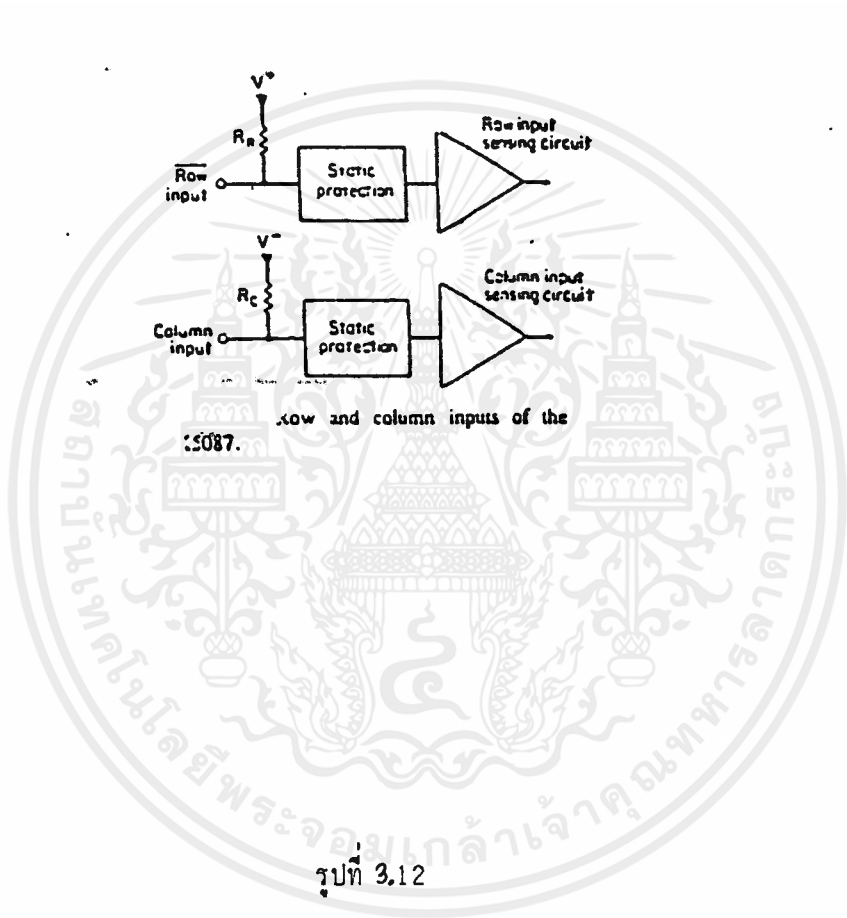
ลักษณะอินพุทของ MK5087 เหมือนกับมาตรฐาน 2 ใน 8 ของคีย์บอร์ด เป็นคีย์บอร์ดแบบคอนแทคเดี่ยวที่มีราคาไม่แพง และอินพุทแบบอิเล็กทรอนิกส์ รูปที่ 10 แสดงถึงการต่อกันของคีย์บอร์ด รูปที่ 11 แสดงรูปคลื่นของอิเล็กทรอนิกส์อินพุท อินพุทจะมีความเสถียรเนื่องจากไม่เกิดสัญญาณรบกวนขึ้น



รูปที่ 3.10

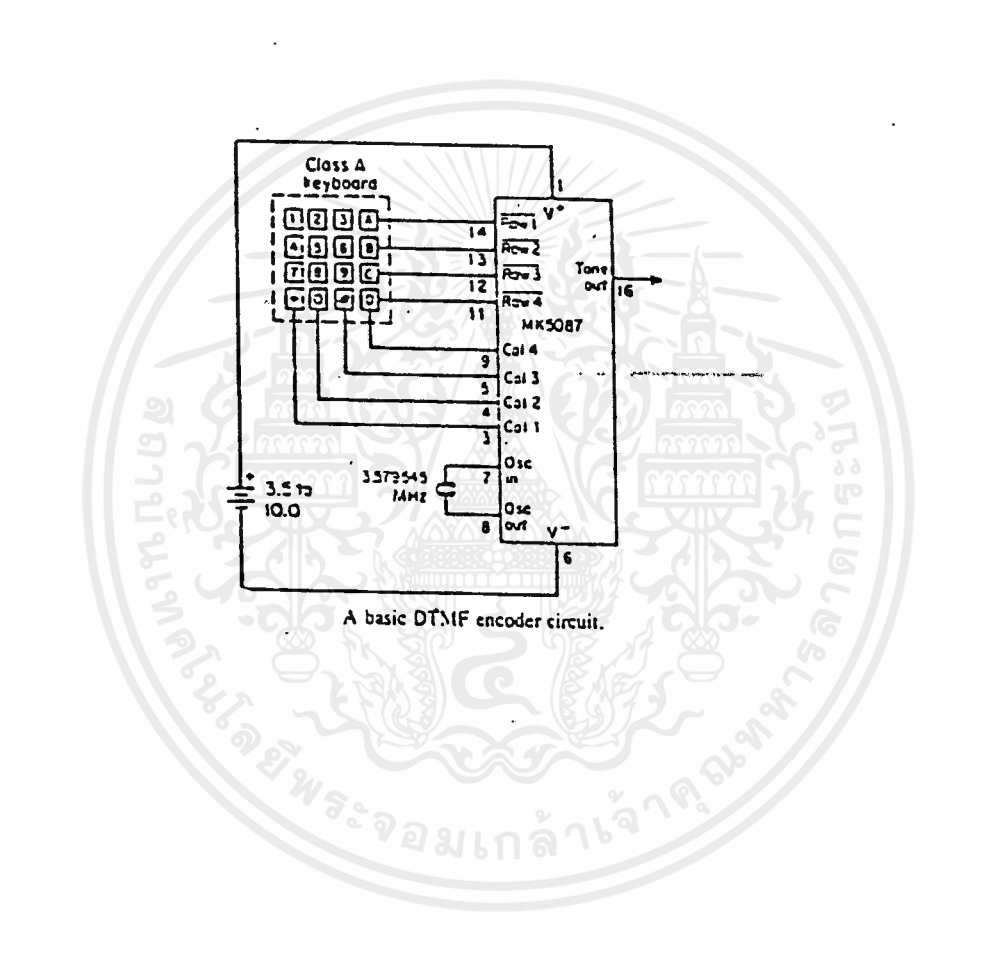
รูปที่ 3.11

โครงสร้างภายในของอินพุทของ MK 5087 แสดงดังในรูปที่ 12  $R_R$  และ  $R_C$  จะดึงกระแสในทิศทางตรงกันข้าม และทำให้วงจร input-sensing ไม่ทำงาน แต่เมื่อ แถว ROW และ COLUME ได้มีการต่อถึงกัน วงจร input-sensing จะแสดงระดับ "1/2 V' Level" และนำสัญญาณ logic นั้นไปยังวงจรภายในของ MK 5087 ทำให้เกิดสัญญาณความถี่ที่เหมาะสมขึ้น



รูปที่ 3.12

วงจรพื้นฐานในการนำ MK 5087 DTMF Encoder แสดงดังในรูปที่ 13



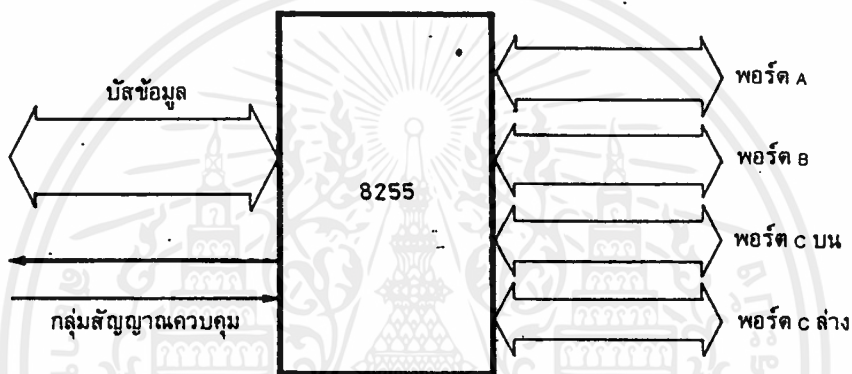
รูปที่ 1.13.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา-16-ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### 8255 พอร์ตข้อมูลแบบขนาน

8255 เป็นไอซีที่มี 40 ขา ได้รับการออกแบบมาให้มีสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ มีพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อทั้งหมด 3 พอร์ตมีโครงสร้างพื้นฐานดังแสดงในรูปที่ 1

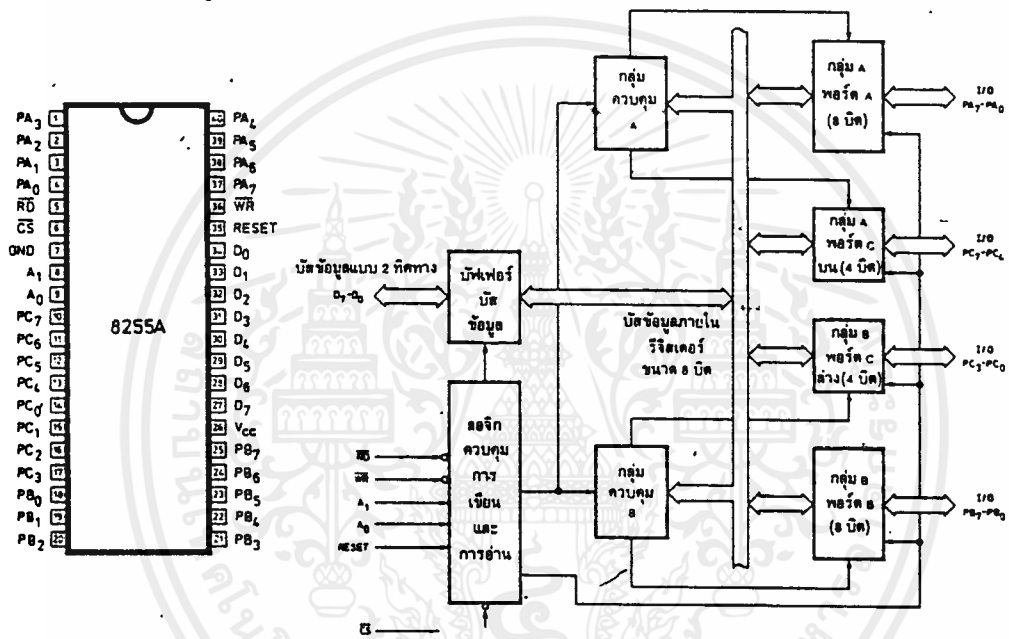


รูปที่ 4.1 แผนผังโครงสร้างของไอซี 8255

การเรียกพอร์ตของ 8255 จะเรียกพอร์ตต่างๆว่า พอร์ต A พอร์ต B และพอร์ต C โดยพอร์ต C แยกเป็น 2 ส่วนคือ พอร์ต C ล่าง หรือตั้งแต่  $PC_0 - PC_3$  มีจำนวน 4 บิต และพอร์ต C บน หรือตั้งแต่  $PC_4 - PC_7$  ที่พิเศษคือพอร์ตทุกพอร์ตเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุต และพอร์ตเอาต์พุต

รูปที่ 2 เป็นแผนผังภายในของไอซีและการจัดวางขาของไอซี

8255 การทำงานของวงจรถะใช้สัญญาณควบคุมจากไมโครโปรเซสเซอร์มาควบคุมการทำงาน โดยไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งคำสั่งมาควบคุมโปรแกรมการทำงาน หรือกำหนดรูปแบบของพอร์ตให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้



รูปที่ 2.2 แผนผังวงจรถภายในและการจัดขาของไอซี 8255

ขาต่างๆของ 8255 ทั้ง 40 ขาประกอบด้วย

$D_0 - D_7$  เป็นขาที่ข้อมูลอินพุต เอาท์พุทจะต้องผ่านเข้าออกจากส่วนนี้  $D_0 - D_7$  จึงต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโพรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโพรเซสเซอร์สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูล จากพอร์ทผ่านทางบัสนี้

$\overline{CS}$  (สัญญาณเลือกชิป) ขานี้ เป็นขาอินพุทที่จะรับสัญญาณจากภายนอกเพื่อเลือกชิป 8255 โดยเมื่อขานี้เป็น "0" จะทำให้ 8255 ต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโพรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโพรเซสเซอร์เขียนหรืออ่านข้อมูลจากพอร์ทได้

$\overline{RD}$  (สัญญาณการอ่าน) เป็นสัญญาณอินพุทที่ต้องส่งมาจากชิพยูเมื่อสัญญาณที่ขานี้เป็น "0" และสัญญาณ CS เป็น "0" ด้วย ไอซี 8255 จะทำตัวให้ชิพยูอ่านข้อมูลจากบัส ในขณะที่เป็นพอร์ทอินพุท

$\overline{WR}$  เป็นสัญญาณการเขียน จะแอกตีฟเมื่อสัญญาณ WR และสัญญาณ CS เป็น "0" สัญญาณนี้จะมาจากชิพยูเมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ทที่กำหนด

$A_0 - A_1$  (สัญญาณแอกเตเรส) ลอจิกของสัญญาณทั้งสองจะถอดรหัสออกเป็น 4 รหัส เพื่อกำหนดครีจิสเตอร์ภายในที่เชื่อมต่อกับพอร์ทอินพุทเอาท์พุทของ 8255

$\overline{RESET}$  (สัญญาณรีเซท) เป็นสัญญาณที่ส่งจากภายนอกเข้ามาทำการรีเซท 8255 เพื่อเคลียร์สถานะต่างๆของ 8255 เมื่อ 8255 ได้รับการรีเซท ก็ จะกลับเข้าสู่โหมดอินพุทหรือทุกพอร์ทที่เป็นพอร์ทอินพุท

$PA_0 - PA_7$  เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ทของ 8255 ที่ชื่อพอร์ท A การเลือกพอร์ท จะเลือกโดยใช้สัญญาณแอกเตเรส  $A_0 - A_1$

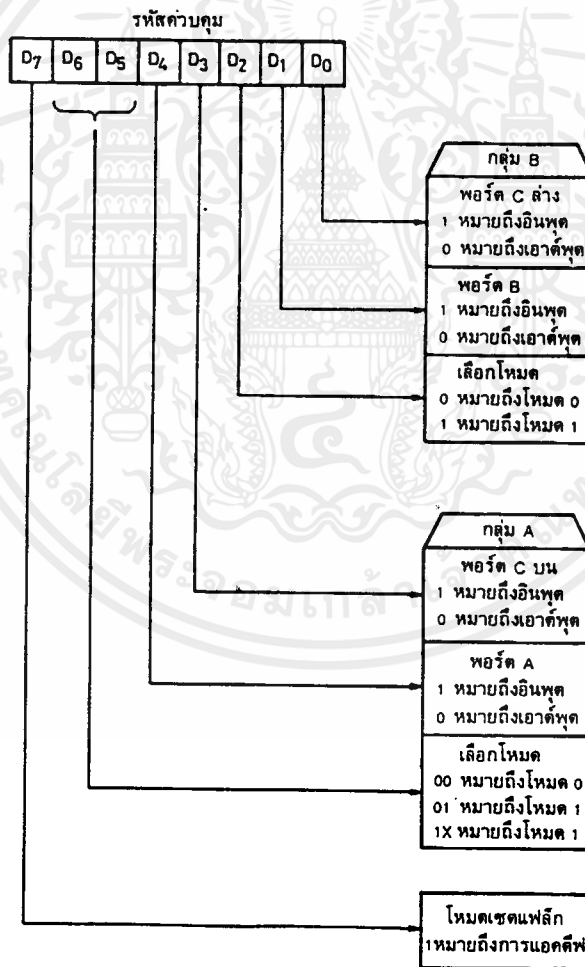
$PB_0 - PB_7$  เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ท B ของ 8255 ถูกเลือกโดยสัญญาณแอกเตเรส  $A_0 - A_1$

$PC_0 - PC_7$  เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ท C ของ 8255 การกำหนดโดยสัญญาณแอกเตเรส  $A_0 - A_1$  พอร์ท C นี้แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่ม  $PC_0 - PC_3$  และกลุ่ม  $PC_4 - PC_7$

การใช้งาน 8255 จะต้องส่งรหัสควบคุม (control code)

เข้าไปยังพอร์ทข้อมูลควบคุมเพื่อควบคุมการทำงานของ 8255 โดยใช้สัญญาณควบคุมพอร์ทหมายเลข 13H การควบคุมการทำงานของ 8255 มีหลายโหมด แต่ละโหมดจะแตกต่างกันออกไป การโปรแกรมให้ 8255 ทำงานจะทำได้ 3 โหมด คือ โหมด 0 โหมด 1 และ โหมด 2

โหมด 0 เป็นโหมดอินพุทเอาต์พุทแบบพื้นฐาน การกำหนดโหมดการทำงานจะต้องส่งข้อมูลคำสั่งเข้าไปในโปรแกรมในพอร์ทควบคุมของ 8255 แต่ละบิตของข้อมูลข้อมูลที่ส่งไปจะมีความหมายในตัวเอง ลักษณะความหมายของแต่ละบิตในรหัสควบคุม แสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 4.3 ความหมายของบิตต่างๆในรหัสควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### โครงสร้างของระบบ

การทำงานของระบบ Monitor display for security แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ที่มีหน้าที่ต่างๆ ดังต่อไปนี้

#### 1. ส่วน Slave ประกอบด้วย

##### 1.1 ส่วนตรวจจับ

เป็นส่วนตรวจจับการไหลของกระแสภายในสาย เพาเวอร์ไลน์ของจุดที่จะตรวจสอบ และส่งข้อมูลไปยังส่วนติดต่อ เพื่อที่จะจัดการกับข้อมูลต่อไป

##### 1.2 ส่วนติดต่อ

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับส่วน Master ที่ทำหน้าที่ประมวลผล ส่วนนี้จะทำหน้าที่รับคำสั่งตรวจสอบการทำงานจากส่วน Master และทำการส่งข้อมูลในรูปความถี่กลับไปยังส่วน Master ผ่านสายโทรศัพท์ DIMF

#### 2. สายโทรศัพท์ DIMF

เป็นสายที่เหมาะสมสำหรับการส่งสัญญาณในระบบนี้

#### 3. ส่วน Master

หรือส่วนประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปตรวจสอบการทำงานของส่วน Slave ต่างๆ และนำผลที่ได้รับมาจากส่วน Slave นั้นมาทำการประมวลผล ก่อนที่จะแสดงผลที่ได้ที่จอแสดงผล

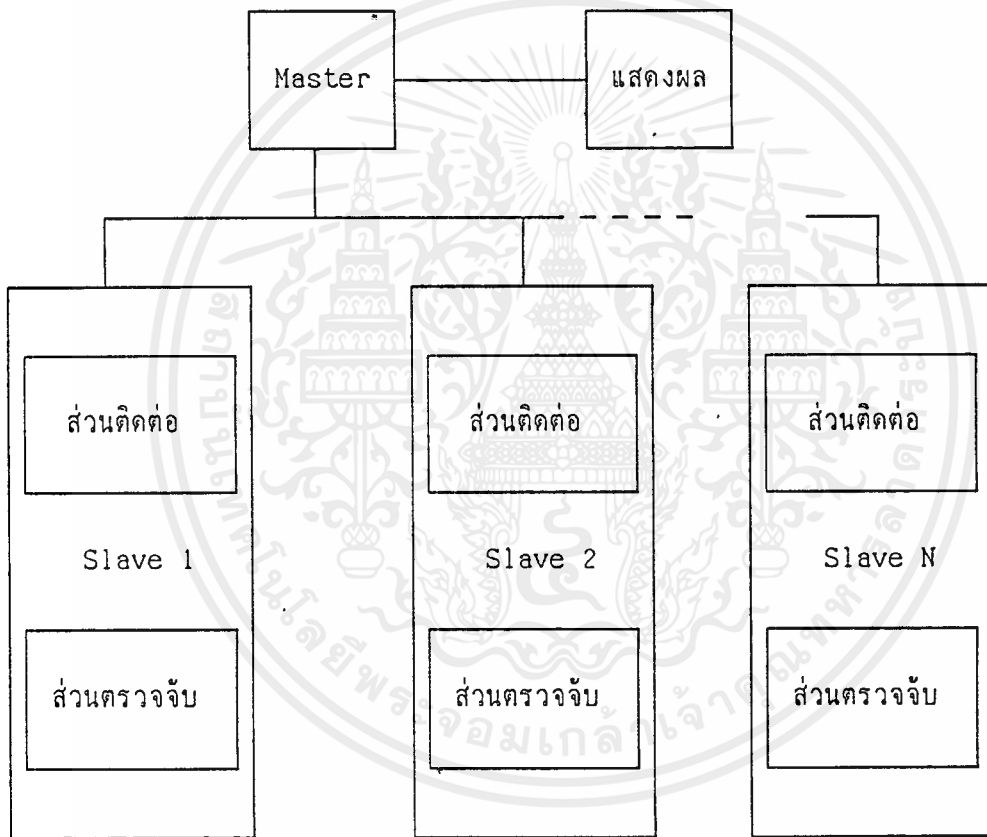
#### 4. ส่วนแสดงผล

เป็นส่วนที่จะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบถึงสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ที่จุดต่างๆ ภายในบ้าน

## 5. ส่วนซอฟต์แวร์

เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่เป็นส่วนควบคุมการทำงานของระบบ  
ทำการประมวลผลและควบคุมการแสดงผล ซึ่งจะนำออกทางจอ 모니터ของไม  
โครคอมพิวเตอร์ เพื่อรายงานสภาวะการทำงานให้ผู้ใช้ทราบต่อไป

มีการทำงานดังแสดงใน Block Diagram ของรูปที่ 1



รูปที่ 5.1

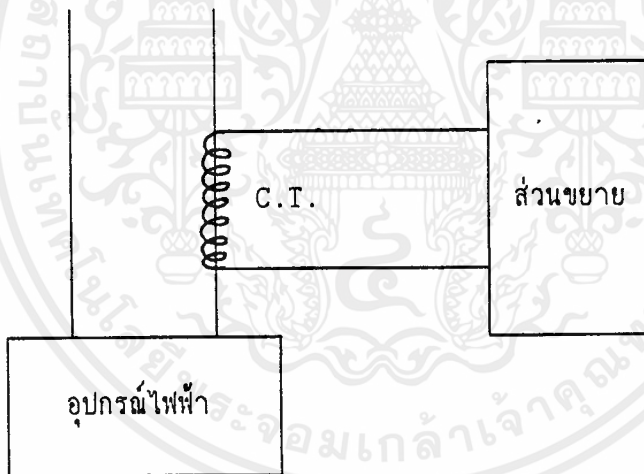
# บทที่ 6

## หลักการ

### 1. ส่วน Slave

#### 1.1 ส่วนตรวจจับ

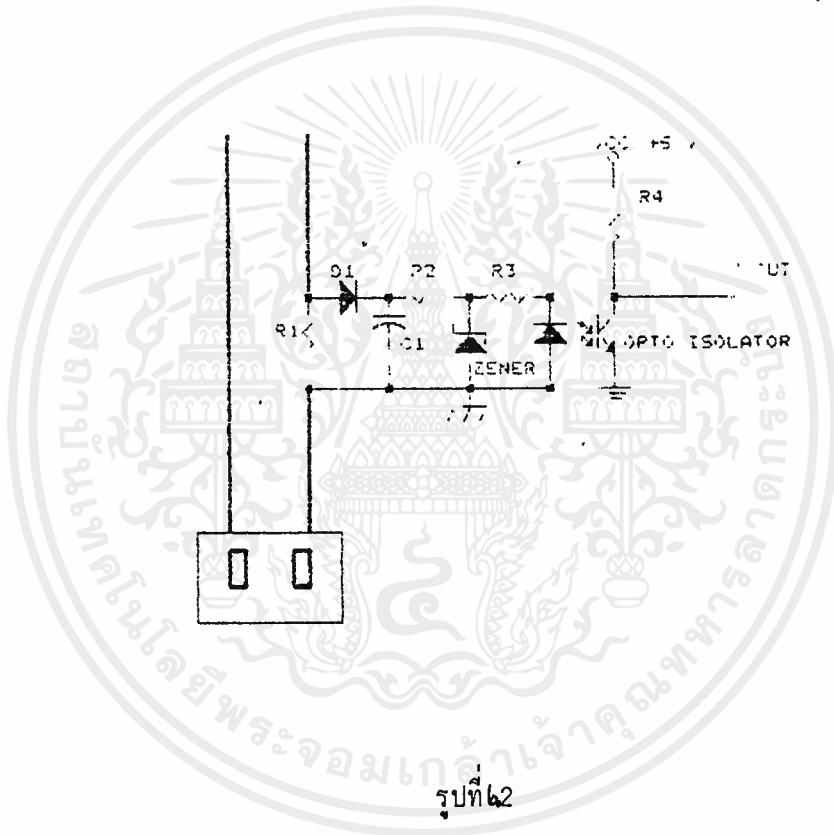
ใช้ทรานส์ฟอร์มเมอร์กระแส (Current Transformer) คล้องที่สายเพาเวอร์ลายน์ เมื่อมีกระแสไหลในเพาเวอร์ลายน์ แสดงว่า โหลดมีสภาวะการทำงาน หรือมีการจ่ายโหลดขึ้น จะทำให้มีกระแสจำนวนน้อยๆเกิดขึ้น ในขดลวดของทรานส์ฟอร์มเมอร์กระแส กระแสนี้จะถูกนำไปขยาย เพื่อส่งไปยังส่วนติดต่อ ต่อไป ดังมีรูปแบบดังในรูปที่ 1



รูปที่ 6.1

วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีและสะดวกมากวิธีหนึ่ง แต่ก็ยังมีปัญหาในเรื่องต้นทุนที่สูงและขนาดที่ใหญ่เออะทะ จึงได้มีการศึกษาหาวิธีการต่างๆ เพื่อนำมาใช้ตรวจจับแทนการใช้ ทรานส์ฟอร์เมอร์กระแส ได้มีการทดลองใช้ไอซีชนิด ฮอลล์เอฟเฟกต์ (Hall effect) เพื่อตรวจจับเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเมื่อสายไฟมีกระแสไหลผ่าน แต่ว่าเส้นแรงที่เกิดขึ้นมีขนาดที่น้อยมากทำให้ไอซีไม่สามารถที่จะตรวจจับเส้นแรงที่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน แม้จะได้มีความพยายามปรับปรุงประสิทธิภาพแล้วก็ตาม

มีวิธีหนึ่งซึ่งได้ผลก็สามารถตรวจจับกระแสได้แน่นอน มีลักษณะวงจรดังรูปที่ 2



การทำงานของวงจร อธิบายได้ดังนี้  $R_1$  เป็นตัวต้านทานที่ต้องทนกำลังไฟสูง ในการใช้โวลต์ขนาด 100W สักคาที่ตกร่อมในสายไฟ AC line มีค่า 220 โวลท์ สักคาที่ตกร่อมในส่วนตรวจจับทั้งหมดที่ต้องการในการตรวจจับกระแส คือ 4.6 โวลท์ จากข้อมูลทั้งหมด สามารถที่จะนำมาคำนวณหาค่าของ  $R_1$  ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 I &= W/I \\
 &= 100/220 \\
 &= 0.45 \text{ A} \\
 R_1 &= V/I \\
 &= 4.6 / 0.45 \\
 &= 10.22 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้  $R_1 = 12$  โอห์ม 5 วัตต์

$D_1$  ทำหน้าที่เป็นส่วนเรกติไฟร์เออร์ (Rectifier) แปลงสัญญาณไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง เป็น ฮาฟท์เวฟ เรกติไฟร์เออร์ เลือกใช้ไดโอด เบอร์ 1N4001

$C_1$  ทำหน้าที่เป็นฟิลเตอร์ (Filter) แปลงสัญญาณที่ได้จากเรกติไฟร์ให้เรียบขึ้น ใช้ C ขนาด 470  $\mu\text{F}$  50 โวลต์

$R_2$  และ ซีเนอร์ไดโอด ทำหน้าที่เป็น เรกกูเลเตอร์ โดยเลือกใช้ซีเนอร์ไดโอดขนาด 3 โวลต์ 0.5 วัตต์ สำหรับ  $R_2$  คำนวณหาค่าได้จาก

ตัวออปโตไอโซเลเตอร์ เบอร์ QTC 4N26 ต้องการตัดคาตกคร่อมในการที่จะแอกตีฟ เท่ากับ 1.2 โวลต์ 25 มิลลิแอมป์ และเนื่องจากซีเนอร์ไดโอดมีโวลต์ตกคร่อม เท่ากับ 3 โวลต์ เพราะฉะนั้น  $R_4$  จะต้องการตัดคาตกคร่อม เท่ากับ 1.8 โวลต์ หาค่า  $R_4$  ได้จาก

$$\begin{aligned}
 R_4 &= V / I \\
 &= 1.8 / 25\text{m} \\
 &= 72 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

ในการคำนวณหาค่า  $R_2$  ทำได้โดย เนื่องจาก ออปโตไอโซเลเตอร์ กินกระแส 25 มิลลิแอมป์ และ ซีเนอร์ไดโอด กินกระแส 6 มิลลิแอมป์ เพราะฉะนั้น จะมีกระแสไหลผ่าน  $R_2$  เท่ากับ  $6+25 = 31$  มิลลิแอมป์

$$\begin{aligned}
 R_2 &= V / I \\
 &= 1 / 31\text{m}
 \end{aligned}$$

แต่การใช้ตัวตรวจจับแบบนี้มีข้อจำกัดคือ โหลดจะต้องมีเพาเวอร์ที่คงที่ ถ้าหากมีการใช้โหลดที่มีเพาเวอร์ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จะต้องเปลี่ยนแปลงค่าตัวต้านทานที่ใช้ในวงจรใหม่ เพราะฉะนั้นวงจรนี้จะใช้ตรวจจับการใช้งานโหลดที่มีเพาเวอร์คงที่เท่านั้นจึงจะได้ผลดี

ข้อควรระวังในการใช้วงจรนี้ก็คือ การต่อกราวด์ จะต้องต่อเป็นกราวด์แยก มิฉะนั้นจะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับวงจรทั้งระบบได้

## 1.2 ส่วนติดต่อ

เมื่อส่วน Master สัญญาความถี่ที่เป็น รหัสตำแหน่งของส่วน Slave ที่ต้องการตรวจสอบมายังส่วน Slave ทุกตัว ผ่านทางสายโทรศัพท์ DIMF ส่วนติดต่อของส่วน Slave ทุกตัว จะนำเอาสัญญาความถี่ที่ได้รับมาทำการถอดรหัส สัญญา DIMF ด้วย MT 8870 Integrated DIMF Receiver จากนั้นก็จะนำไปหักข้อมูลด้วยแลตซ์ DM74373 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับค่า dip switch ซึ่งเป็นรหัสเฉพาะของแต่ละ Slave ถ้าพบว่าเหมือนกัน ก็จะทำการทริกขาของอิเลคทรอนิคส์สวิตช์ เบอร์ 4066 เพื่อทำการลัดวงจรในขา ROW และ COLUMN ที่ต้องการ ของ IC เข้ารหัส DIMF เบอร์ MK 5087 เพื่อส่งสัญญาความถี่ DIMF ที่แสดงถึงสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ในจุดที่ ส่วน Slave นั้นดูแลอยู่กลับไปยังส่วน Master รูปวงจรแสดงการทำงาน แสดงในรูปที่ 3

## 2. ส่วน Master

มีหลักการทำงานคล้ายคลึงกับส่วน Slave คือจะมีส่วนในการเข้ารหัสและถอดรหัส DTMF ด้วย IC เบอร์ MT 8870 และ MK 5087 ใช้ในการติดต่อกับส่วน Slave ต่างๆ แต่จะมีการประมวลผลและสั่งการโดยใช้ PC มี Block Diagram ดังแสดงในรูปที่ 4

การทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์โดยรวม สามารถแสดงในรูปของบล็อกไดอะแกรมได้ดังในรูปที่ 5

## 3. ส่วนซอฟต์แวร์

ส่วนซอฟต์แวร์ เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบ และทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์อย่างสะดวก รวดเร็ว และเข้าใจได้ง่าย รายละเอียดของโปรแกรมต่างๆที่ในในโครงการนี้จะมึนนำเสนอในรายละเอียดต่อไป

โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบและควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า และพร้อมทั้งแสดงผลให้ผู้ใช้งานทราบทางจอคอมพิวเตอร์ เขียนด้วยภาษา ปาสคาล มีลักษณะของโปรแกรมเป็นดังนี้

uses

egavga , crt , dos;

const

SW\_ON: array[0..7] of byte = (\$2B,\$4B,\$27,\$17,\$47,\$8E,\$8D,\$8B);

SW\_OFF: array[0..7] of byte = (\$87,\$1E,\$2E,\$4E,\$1D,\$2D,\$4D,\$1B);

Column: array[0..2] of byte = '(31,43,56);

ColWidth: array[0..2] of byte = (4,8,8);

var

CurX, CurY,Realy: integer;

c: char;

device: array[0..7] of byte;

deviceBAK: array[0..7] of byte;

deviceCHG: array[0..7] of byte;

relay: array[0..7] of byte;

Topen: array[0..7] of record HH,MM,SS:word;x: boolean;end;

Tclose: array[0..7] of record HH,MM,SS:word;x: boolean;end;

prn\_port0, prn\_port1: word;

logfile:text;

```

function CMPdevice: byte;
var
    i = integer;
    change:byte;

begin
    change := 0;
    for i := 0 to 7 do
    begin
        if device[i] <> deviceBAK[i] then
        begin
            deviceCHG[change] := i;
            change := change + 1;
        end;
    end;
    CMPdevice := change;
    move(device, deviceBAK, sizeof(device));
end;

function bin(x: byte): string;
var
    s : string;

```

```

begin
    s := '';
    while length(s) < 8 do
    begin
        if x and 1=1 then s := '1' + s
            else s := '0' + s;
        x := x shr 1;
    end;
    bin := s;
end;

procedure printattr(x, y, attr : byte; s: string);
var
    i: byte;
    o: word;
begin
    o := (y-1)*160+(x-1)*2;
    for i := 1 to length(s) do
    begin
        mem[$B800: o] := byte(s[i]);
        mem[$B800: o+1] := attr;
        o := o + 2;
    end;
end;
end;

```

```

procedure attr(x, y, L, attr: byte);
var
    i : byte;
    o : word;

begin
    o := (y-1)*160+(x-1)*2;
    for i := 1 to L do
        begin
            mem[$B800: o+1] := attr;
            o := o + 2;
        end;
    end;

procedure print(x, y: byte; s: string);
var
    i: byte;
    o: word;

begin
    o := (y-1)*160+(x-1)*2;
    for i := 1 to length(s) do
        begin
            mem[$B800: o] := byte(s[i]);
            o := o + 2;
        end;
    end;
end;

```

```

procedure printthai(x, y: byte; s:string);

var
    i : byte;
    o : word;

begin
    o := (y-1)*160+(x-1)*2;
    for i := 1 to length(s) do
        begin
            case byte(s[i]) of
                0..214,229: begin
                    mem[$B800: o] := byte(s[i]);
                    o := o + 2;
                    end;
                215, 216: mem[$B800: o+158] := byte(s[i]);
                217..228,230..255: mem[$B800: o-162] := byte(s[i]);
            end;
        end;
    end;

procedure blank(x, y, w, l: integer; attr:byte);

var
    i,j: integer;
    o,oo: word;

begin
    o := (x-1) shl 1 + (y-1)*160;
    oo := o;

    for i := x to x+w-1 do

```

```

begin
    mem[$B800:0] := 32;
    mem[$B800:0+1] := attr;
    o := o + 2;

end;

o := 00;

for j := y+1 to Y+1-1 do
begin
    o := o + 160;
    move(mem[$B800:00] ,mem[$B800: o], w shl 1);
end;
end;

function cvtTime(HH,MM,SS: word): string;
var
    s1 ,s2 ,s3 ,s4 : string[8];
    s:string;

begin
    str (HH:0, s1); while length(s1) < 2 do s1 := '0' + s1;
    str (MM:0, s2); while length(s2) < 2 do s2 := '0' + s2;
    str (SS:0, s3); while length(s3) < 2 do s3 := '0' + s3;
    s := s1 + ':' + s2 + ':' + s3;
    cvtTime := s;

end;

```

```

procdure init;

type
    fonttype = array[0..255, 0..31] of byte;

var
    regs: registers;
    i: integer;
    f: file of fonttype;

begin
    regs.ax := $3;
    intr($10, regs);
    regs.ax := $1003;
    regs.bl := $100;
    intr($10,regs); {Toggle intensity bit}
    assign(f, 'SYSTEM1.FNT');
{$I-}
    reset(f);
    if IOresult = 0 then
    begin
        read(f,font);
        close(f);

        write_char_gen(seg(font),ofs(font),0,256);
    endelse begin writeln('SYSTEM ERROR (FILE NOT
        FOUND:SYSTEM1.FNT)');halt;end;
{$I+}

    prn_port0 := mem[$40:$08];
    prn_port1 := prn_port0 + 1;
    for i := 0 to 7 do

```

```

begin
    port[prn_port0] := SW_ON[i];
    relay[i] := 0;
    device[i] := 1;

    deviceBAK[i] := device[i];
    deviceCHG[i] := 0;

    Topen[i].HH := 0;
    Topen[i].MM := 0;
    Topen[i].SS := 0;
    Topen[i].X := false;
    Tclose[i].HH := 0;
    Tclose[i].MM := 0;
    Tclose[i].SS := 0;
    Tclose[i].X := false;
end;
CurY := 1;
CurX := 0;
Realy := 0;
c := #1;
textattr := lightcyan shl 4 + blue;
blank(1, 1, 80, 25 , lightcyan shl 4 + blue);
blank(1, 1, 80, 1, white shl 4 + blue);
blank(1, 2, 80, 1, blue shl 4 + white);
blank(1, 25, 80, 1, red shl 4 + yellow);
print(31+3, 1, 'KMIT'L'S PROJECT');

```

```

print(30+3, 2, 'RELAY CONTROLLER');
printattr(4, 25, white shl 4 +red, # $0A);
print(6, 25, 'EDIT');
printattr(67, 25, white shl 4 + red # $09);
print(69, 25, 'SHUT DOWN');
printthai(15, 5, 'สถานะอุปกรณ์ สถานะรีเลย์ เวลาเปิด เวลาปิด');

```

```

for i := 1 to 8 do
    print(6, i shl 1 + 5, '('+chr(i+48)+'')');
gotoxy(80,24);
end;

procedure adjTime(x,y : integer; var v: word;max:word;
var state:boolean);

var
s: string[2];
finish:boolean;
vv: integer;
HH,MM,SS,MS:word;

begin
    finish := false;
    state := true;
    vv := v;

```

```

repeat
    str(vv: 2,s);
    if s[1] = ' ' then s[1] := '0';
    print(x, y , s);
    repeat
        gettime(HH,MM,SS,MS);
        print(70 ,2 ,#$OC+cvtTime(HH,MM,SS)+#$OB);
    until keypressed;
    c := readkey;
    if c = #0 then
        begin
            c := readkey;
            case c of
                #80: begin
                    vv := vv + 1;
                    if vv > max then vv := 0;
                end;
                #72: begin
                    vv := vv - 1;
                    if vv < 0 then vv := max;
                end;
            end;
        end;
    if c in [#77, #75] then finish := true;
    if c = #75 then state := false;
end;

```

```

until finish;

v := vv;

end;

procedure newopentime;

var

s: string;

state: boolean;

YY: integer;

posX,posY: word;

label

L1,L2,L3,L4;

begin

YY := curY-1;

posX := column[curX];

posY := curY shl 1+ 5;

print(posX+2, posY, copy(cvtTime(Topen[YY].HH,Topen[YY].MM,

Topen[YY].SS, 1,6)

L1:

attr(posX,posY,8,lightcyan shl 4 +blue);

attr(posX+2,posY,2,white shl 4 +red);

adjTime(posX+2, posYTopen[YY].HH,23,state);

if not state then goto L4;

```

L2:

```
attr(posX,posY,8,lightcyan shl 4 +blue);  
attr(posX+5,posY,2,white shl 4 +red);  
adjTime(posX+5,posY,Topen[YY].MM,59,state);  
if not state then goto L1;
```

{ L3:

```
attr(posX,posY,8,lightcyan shl 4 +blue);  
attr(posX+6,posY,2,white shl 4 +red);  
adjTime(posX+6,posY,Topen[YY].SS,59,state);  
if not state then goto L24;
```

}

L4:

```
attr(posX,posY,8,lightcyan shl 4 +blue);  
Topen[YY].X := True;
```

end;

procedure newclosetime;

var

```
s: string ;  
state: boolean;  
YY: integer;  
posX, posY: word;
```

label

```
L1,L2,L3,L4;
```

```

begin
    YY := curY-1;
    posX := column[curX];
    posY :=curY shl 1 + 5;
    print(posX+2,posY,copy(cvtTime(Tclose[YY]).HH,Tclose[YY].MM,
    Tclose[YY].SS),);
L1:
    attr(posX,posY,8,lightcyan shl 4 +blue);
    attr(posX+2,posY,2,white shl 4 +red);
    adjTime(posX+2,posY,Topen[YY].HH,23,state);
    if not state then goto L4;
L2:
    attr(posX,posY,8,lightcyan shl 4 +blue);
    attr(posX+5,posY,2,white shl 4 +red);
    adjTime(posX+5,posY,Topen[YY].MM,59,state);
    if not state then goto L1;
[ L3:
    attr(posX,posY,8,lightcyan shl 4 +blue);
    attr(posX+6,posY,2,white shl 4 +red);
    adjTime(posX+6,posY,Topen[YY].SS,59,state);
    if not state then goto L24;
    ]
L4:
    attr(posX,posY,8,lightcyan shl 4 +blue);
    Topen[YY].X := True;
end;

```

```

procedure writeLOG(s:string);

var
    HH,MM,SS,MS: word;

begin
    gettime(HH,MM,SS,MS);
    writeln(logFile, '['+cvtTime(HH,MM,SS)+'']+s);
end;

procedure process(var YY: integer);

const
    ON_OFF: array[0..1] of string[3] = ('ON','OFF');
    DEVICE_PIC:array[0..2] of string[2] = (#$CD#$DD, #$CE#$DE,
        #$CF#$DF);
    DEVICE_WRD: array[0..2] of string[4] = ('OK','NORM','FAIL');
    DEVICE_HUE: array[0..2] of byte = (lightcyan shl 4 + green,
        lightcyan shl 4 + cyan,
        yellow shl 4 +red);

var
    k: byte;
    posyy: word;
    s:string;
    HH,MM,SS,MS:word;

```

```

begin
    gettime(HH,MM,SS,MS);
    if (HH = Topen[YY] and (MM = Topen[YY].MM) and
        (relay[YY] = 1) then
    begin
        relay[YY] := 0;
        writeLOG('Auto switch on relay #' + chr(YY+49));
    end;
    if (HH = Tclose[YY].HH) and (MM = Tclose[YY].MM) and
        (relay[YY] = 0) then
    begin
        relay[YY] := 1;
        writeLOG('Auto switch off relay #' + chr(YY+49));
    end;
    case relay[YY] of
        0: port[prn_port0] := SW_ON[YY];
        1: port[prn_port0] := SW_OFF[YY];
    end;
    k := port[prn_port1];
    port[prn_port1] := (k shr 4) shl 4;

    { CHECKING FEEDBACK FROM DEVICE }
    if (k shr 3) and 1=1 then
    begin
        device[YY] := 1;
    end;
end;

```

```

else
    begin
        device[YY] := 2;
    end;

print(70, YY*2+7 , bin(k));
posYY := YY * 2 +7;
print(31,posYY,ON_OFF[relay[YY]]);
printattr(16,posYY,DEVICE_HUE[device[YY]],DEVICE_PIC
    [device[YY]]);
print(21,posYY,DEVICE_WRD[device[YY]]);
if Topen[YY].X then
    print(45,posYY,copy(cvtTime(Topen[YY].HH,Topen[YY].MM,
        Topen[YY].SS),1,5));
else print(43,posYY,' '$OB#$OC' ');
if Tclose[YY].X then
    print(58,posYY,copy(cvtTime(Tclose[YY].HH,Tclose[YY].MM,
        Tclose[YY].SS),1,5));
else print(56,posYY,' '$OC#$OB' ');
YY := YY + 1
if YY > 7 then YY := 0;

end;

var
    regs: registers;
    HH,MM,SS,MS : word;
    edit , shutdown: boolean;

```

```

begin
    assign(logfile, 'LOGFILE.RPT');
    rewrite(logfile);
    shutdown := false;
    init;
    writeLOG( 'SYSTEM WARM UP. ');
    repeat
        gettime(HH,MM,SS,MS);
        print(70,2, '$OC+cvtTime(HH,MM,SS) + $OB;
        if edit then
            begin
                print(12,curY shl 1 + 5, '$OD);
                print(66,curY shl 1 + 5, '$OE);
            end;
        if not edit then
            print(6,25, 'EDIT')
        else
            print(6,25, 'LOCK');
        if edit then
            attr(Column[curX],curY shl 1 + 5, Colwidth[curX],
                Black shl 4 +Yellow);
        process(Realy);

```

```

if keypressed then
begin
    c := readkey;
    if (c=#13) andedit then
    begin
        case curX of
            0: begin
                if relay[curY-1] = 0 then
                    writeLOG('Switch off Relay (MANUAL)
                                #' + Chr(49+curY-1))
                else
                    writeLOG('Switch on Relay (MANUAL)
                                #' + Chr(49+curY-1))
                    relay[curY-1] := relay[curY-1]+1;
                    if relay[curY-1]>1 then relay[curY-1]
                        := 0;
                    end;
            1: begin
                writeLOG('Set time (ON) on relay#'
                            +Chr(49+curY-1)) := 0;
                newopentime;
            end;
            2: begin
                writeLOG('Set time (OFF) on relay#'
                            +Chr(49+curY-1)) := 0;
                newclosetime;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

end;

if c=#0 then
begin
    c := readkey;
    print(12, curY shl 1 + 5, ' ');
    print(66, curY shl 1 + 5, ' ');
    attr(Column[curX],curY shl 1 + 5,colwidth[curX]
        ,lightcyan shl 4 + blue);

end;

case c of
    #59: edit := not edit;
    #68: shutdown := true;
    #72: if edit then
        begin curY := curY-1;
            if curY<1 then curY := 8;
        end;
    #80: if edit then
        begin curY := curY+1;
            if curY>8 then curY := 1;
        end;
    #75: if edit then
        begin curX := curX-1;
            if curX<0 then curX := 2;
        end;
    #77: if edit then
        begin curX := curX+1;
            if curX>2 then curX := 0;

```

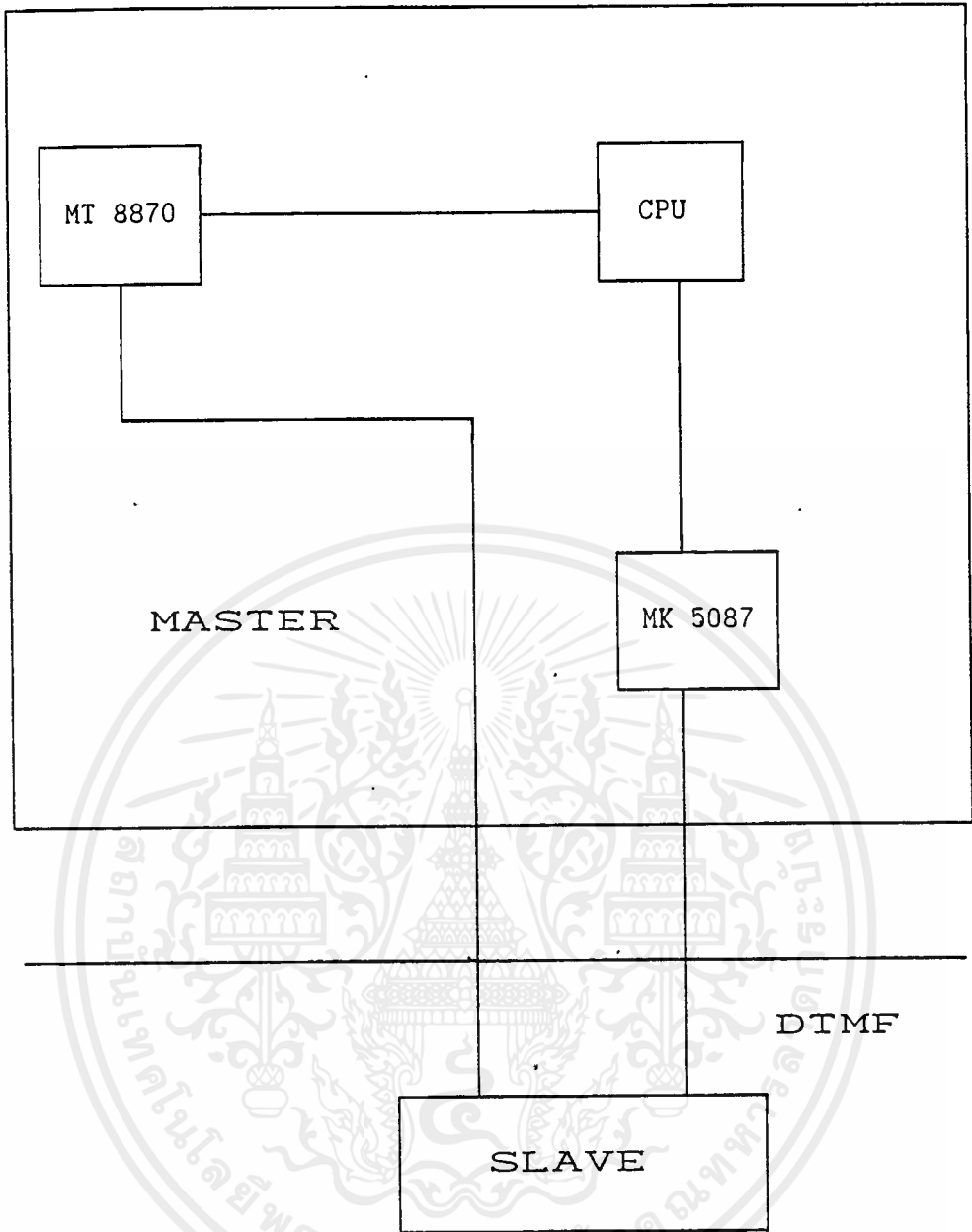
```

#83: if edit then
    case curX of
        1: begin
            writeLOG('Stop auto switching (ON)
                on relay #' +
                Chr(49+curY-1)) ;
            Topen[curY-1].HH := 0;
            Topen[curY-1].MM := 0;
            Topen[curY-1].SS := 0;
            Topen[cury-1].X := false;
            end;
        2: begin
            writeLOG('Stop auto switching (OFF)
                on relay #' +
                Chr(49+curY-1)) ;
            Tclose[curY-1].HH := 0;
            Tclose[curY-1].MM := 0;
            Tclose[curY-1].SS := 0;
            Tclose[cury-1].X := false;
            end;
    end;
end;
end;
end;

```

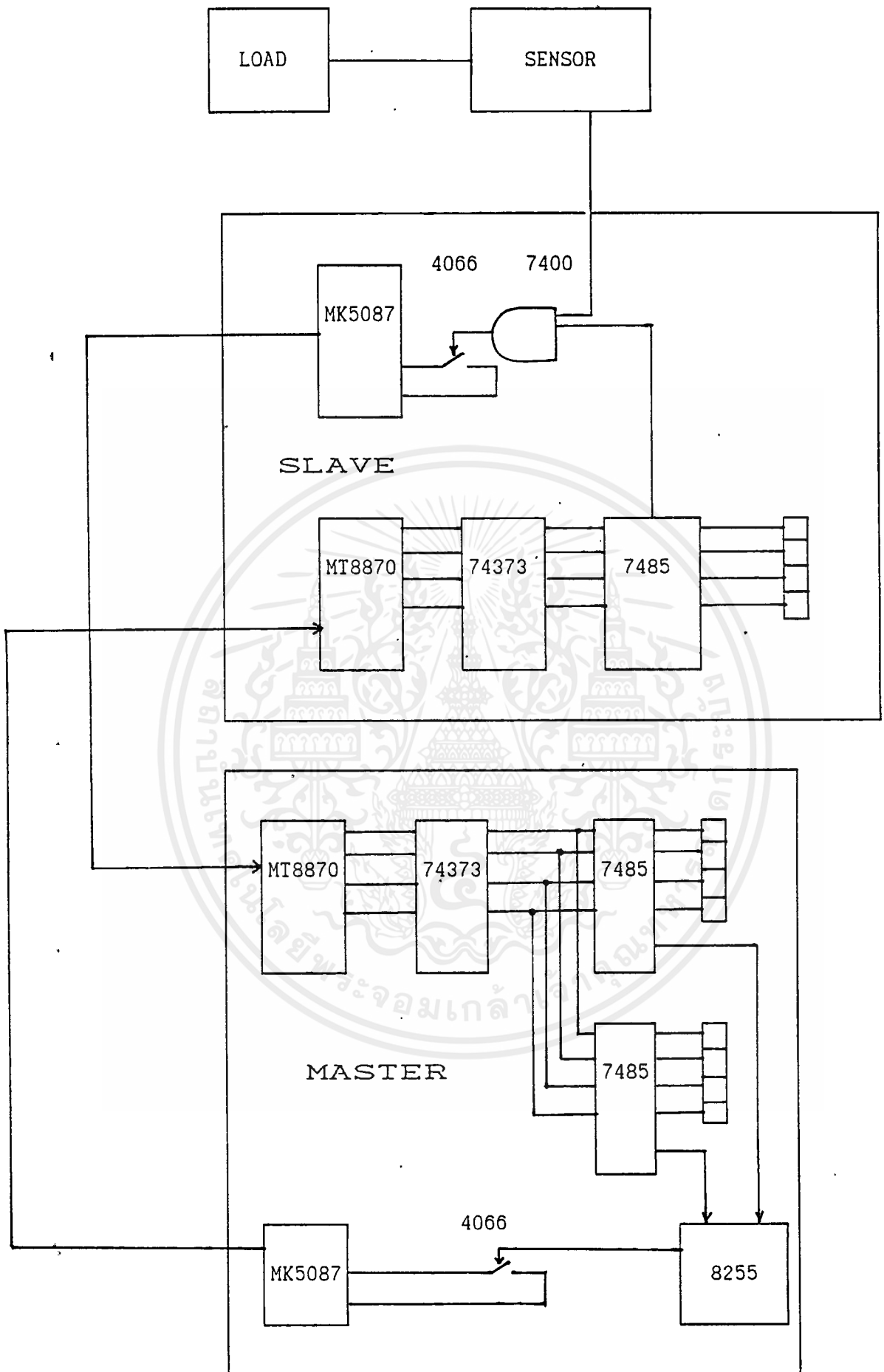
```
until shutdown;  
writeLOG('SYSTEM SHUTS DOWN!');  
close(logfile);  
regs.ax := $3  
intr($10,regs);  
end.
```





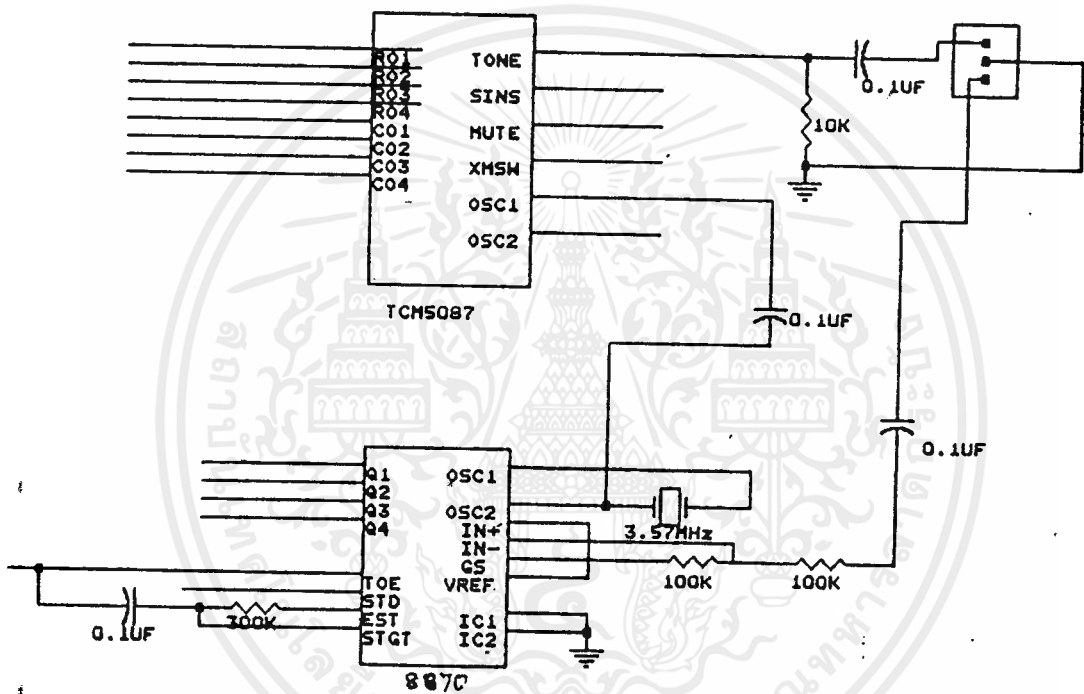
รูปที่ 6.3





รูปที่ 6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.6

## บทที่ 7

### การทดลองและผลการทดลอง

จากการทดลองในส่วน การรับส่งสัญญาณ DTMF โดยการลัดวงจรที่ขาของไอซีเข้ารหัสสัญญาณ DTMF MK5087 ที่ตำแหน่ง ขา Row และ ขา Column คู่ต่างๆ แล้วส่งสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุตที่ขา 16 ไปยัง ขาอินพุตของไอซีถอดรหัสสัญญาณ DTMF MT8870 เพื่อทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่ได้ให้มาเป็นรหัสไบนารี 4 บิต แล้ววัดความถูกต้องในการส่งสัญญาณ พบว่าผลการทดลองที่ได้เป็นดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการรับและส่งสัญญาณ DTMF

MK5087		MT8870			
ROW	COLUMN	Q1	Q2	Q3	Q4
1	1	0	0	0	0
1	2	0	0	1	0
1	3	0	0	1	1
2	1	0	1	0	0
2	2	0	1	0	1
2	3	0	1	1	0

MK5087		MT8870			
ROW	COLUMN	Q1	Q2	Q3	Q4
3	1	0	1	1	1
3	2	1	0	0	0
3	3	1	0	0	1
4	2	1	0	1	0
4	1	1	0	1	1
4	3	1	1	0	0
1	4	1	1	0	1
2	4	1	1	1	0
3	4	1	1	1	1
4	4	0	0	0	0

ผลการทดลองที่ได้ตรงตามความคาดหมายทุกประการ  
 จากนั้นได้ทำการทดลองใหม่ โดยการเพิ่มเติมส่วนลอจิกเข้าไป และทำการทดสอบ  
 โดยการส่งสัญญาณข้ามระหว่างวงจรสองชุด เพื่อทดลองส่งข้อมูลระหว่างส่วน  
 MASTER และส่วน SLAVE พบว่าจากการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเล็กน้อยก็สามารถ  
 ทำการส่งสัญญาณ ข้ามระหว่างสองบอร์ดได้ โดยมีผลการทดลองเป็นไปตามตา  
 รางที่ 1 ทุกประการ

สำหรับการทดลองในส่วนตรวจจับ เมื่อต่อโหลดขนาด 100 วัตต์ แล้วทำการเปิดสวิตช์ ทำให้โหลดมีสภาพ เป็น ON จะทำให้มีการครบวงจร มีกระแสไหลในสายเพาเวอร์ลายน์ ทำให้ศักดาที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมกับสาย สัญญาณสูงพอที่จะทำให้ ออปโตไอโซเลเตอร์เกิดการ แอคติฟ ขึ้น ก็จะส่งผ่านสัญญาณทำให้มีศักดาตกคร่อมเหียงพอที่จะนำไปแจ้งผลได้ ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงศักดาที่จุดต่างๆเมื่อโหลดมีสภาพ เปิด หรือ ปิด

สภาพของโหลด	V คร่อม $R_1$	V คร่อม opto	V output
ปิด	0	0	0.3
เปิด	4.63	1.25	4.8

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าในสภาวะที่ โหลด ปิด แต่มีศักดาค่าน้อยๆเกิดขึ้นที่ ศักดาเอาท์พุท สันนิษฐานว่า แรงดันคงเกิดจากการรั่วไหลของไอซี ออปโตไอโซเลเตอร์ แต่เนื่องจากแรงดันที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยมาก และการตรวจจับจะตรวจจับที่สภาวะเปิด เพราะฉะนั้น ในส่วนนี้จึงไม่ส่งผลกระทบต่อวงจรมากนัก

จากนั้นเมื่อนำเอาวงจรในส่วนต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน แล้วทำการควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นในส่วนนี้บ้างแต่ไม่ยุ่งยากมากนัก สามารถที่จะแก้ไขได้ในที่สุด

## บทที่ 8

### บทวิจารณ์และสรุป

ระบบแสดงผลเพื่อความปลอดภัยนี้เป็นโครงการในระยะเริ่มต้น จึงพบปัญหาและอุปสรรคต่างๆ มากมาย และใช้เวลาในการศึกษาในส่วนต่างๆ ค่อนข้างนาน โดยเฉพาะส่วนตรวจจับและส่วนรับส่งสัญญาณ ซึ่งมีสัญญาณรบกวนมาก และสัญญาณที่ต้องการตรวจจับอ่อนมาก แต่ก็สามารถแก้ไขได้ในที่สุด ทำให้ผลการทดลองที่ได้ในขั้นสุดท้ายเป็นที่น่าพอใจของผู้ร่วมงาน และสามารถที่จะทำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปเพื่อให้สามารถใช้งานได้มากกว่าวัตถุประสงค์ยิ่งขึ้น

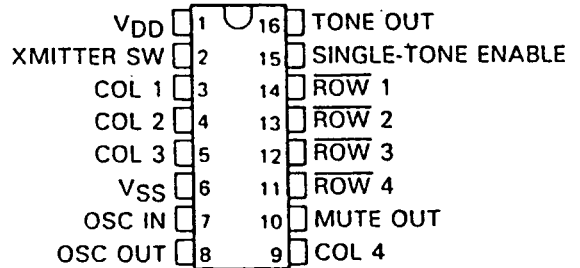




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Low-Cost TV Color-Burst Crystal Sine-Wave Input Produces Highly Accurate and Stable Tones
- Device Powered Directly by Telephone or Small Batteries
- Keyboard or Electronic Input Capability
- Dual-Tone and Single-Tone Capability
- Minimal Standby Power Requirement
- Total Harmonic Distortion Meets EIA Standard RS-470
- PEP3 Processing Available
- Wide Supply-Voltage Range
- Minimal Parts Required
- Single-Tone Production Can be Inhibited
- Auxiliary Switching Outputs: One Bipolar Transistor and One CMOS Gate
- Designed to be Interchangeable with Mostek MK5087

N DUAL-IN-LINE PACKAGE  
(TOP VIEW)



Caution. These devices have limited built-in gate protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

description

The TCM5087 tone encoder is a CMOS integrated circuit designed specifically to generate the dial tones used in dual-tone telephone dialing systems. It requires a sine-wave input normally supplied by a low-cost TV color-burst crystal at 3.579545 MHz to generate eight different audio sinusoidal frequencies. With this input the encoder generates dial tones that are very low in total harmonic distortion and comply with standard Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF) specifications without any need for frequency adjustment.

When generating a dual-tone signal, the encoder generates one column tone and one row tone and adds them for its output. The table below presents the frequencies produced by the tone encoder with the 3.579545-MHz TV-crystal signal input. Any deviation in this frequency will be reflected in the frequency output. The tolerance of the crystal is normally 0.02%.

TONE	DTMF STANDARD (Hz)	ENCODER OUTPUT* (Hz)	ERROR FROM STANDARD* (%)
Row 1	697	701.3	+0.62
Row 2	770	771.4	+0.19
Row 3	852	857.2	+0.61
Row 4	941	935.1	-0.63
Column 1	1209	1215.9	+0.57
Column 2	1336	1331.7	-0.32
Column 3	1477	1471.9	-0.35
Column 4	1633	1645	+0.73

\*Using an input signal from a 3.579545-MHz crystal.



TONE ENCODER FUNCTION TABLE

INPUT COMBINATIONS†	TONE OUTPUT		MUTE OUTPUT	TRANSMITTER SWITCH OUTPUT
	PIN 15‡ OPEN	PIN 15‡ AT VSS		
0 rows 0 columns	0	0	L	H
1 row 1 column	Row and column	Row and column	H	Hi-Z
2 or more rows 1 column	column	0	H	Hi-Z
1 row 2 or more columns	Row	0	H	Hi-Z
2 or more rows 2 or more columns	0	0	H	Hi-Z
0 rows 1 column	Column	0	H	Hi-Z
0 rows 2 or more columns	0	0	H	Hi-Z
1 or more rows 0 columns	0	0	L	H

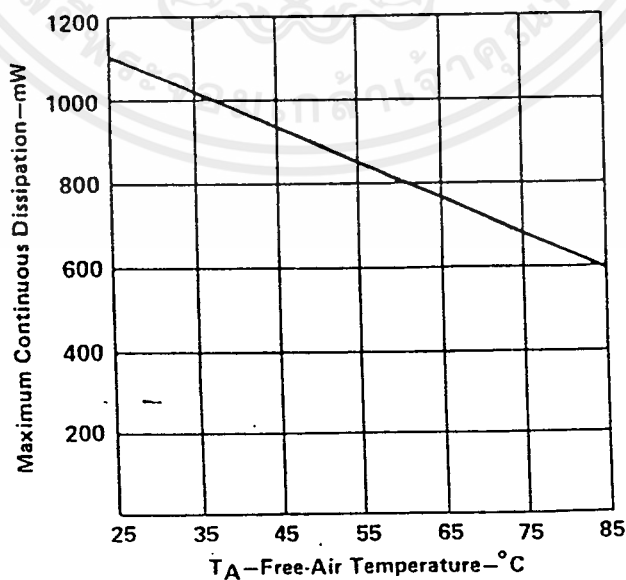
† Row inputs will be active (on) when the input voltage is at a low level ( $V_I \leq V_{IL}$ ), and column inputs are active at a high input level. Under keyboard control, connecting a row input to a column input activates both.  
‡ Pin 15 is the single-tone disable input.

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

Supply voltage $V_{DD}$ (see Note 1)	13.5 V
Input voltage range	-0.3 V to $V_{DD} + 0.3$ V
Output voltage range	-0.3 V to $V_{DD} + 0.3$ V
Continuous power dissipation at 25°C free-air temperature (see Note 2)	1150 mW
Operating free-air temperature range	-30°C to 70°C
Storage temperature range	-55°C to 150°C

NOTES: 1. All voltage values are with respect to the  $V_{SS}$  terminal.  
2. For operation above 25°C free-air temperature see the Dissipation Derating Curve.

DISSIPATION DERATING CURVE



## Features

- Complete DTMF receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central Office Quality

## Applications

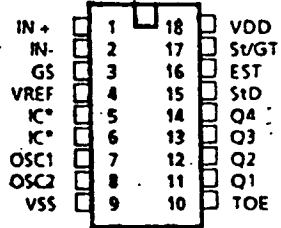
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote Control
- Personal Computers

## Description

The MT8870 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions, fabricated in Mitel's double poly ISO-CMOS technology. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting

techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched 3-state bus interface.

## Pin-Connections



\*connect to VSS

## Ordering Information

MT8870BE 18 PIN PLASTIC  
MT8870BC 18 PIN CERDIP

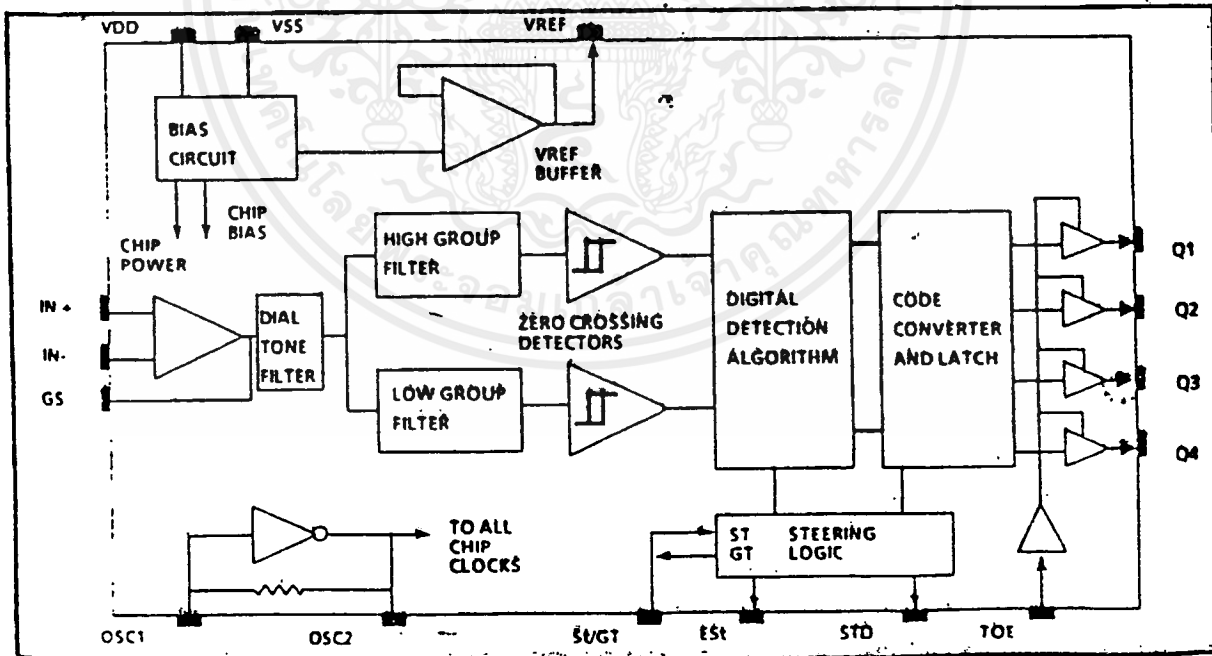


Figure 1. Functional Block Diagram

AC Electrical Characteristics<sup>1</sup> Voltages are with respect to ground (V<sub>SS</sub>) unless otherwise stated

	Characteristics	Symbol	Min	Typ <sup>1</sup>	Max	Units	Test Conditions	
1 2 3 4 5 6	T I M I N G	Tone present detect time	t <sub>DP</sub>	5	11	14	ms	see Figure 3
		Tone absent detect time	t <sub>DA</sub>	0.5	4	8.5	ms	see Figure 3
		Tone duration accept	t <sub>REC</sub>			40	ms	User adjustable
		Tone duration reject	t <sub>REC</sub>	20			ms	User adjustable
		Interdigit pause accept	t <sub>ID</sub>			40	ms	User adjustable
		Interdigit pause reject	t <sub>ID</sub>	20			ms	User adjustable
7 8 9 10 11	O U T P U T S	Propagation delay (St to Q)	t <sub>PO</sub>		8	11	μs	TOE = V <sub>DD</sub>
		Propagation delay (St to StD)	t <sub>pStD</sub>		12		μs	TOE = V <sub>DD</sub>
		Output data set up (Q to StD)	t <sub>qStD</sub>		3.4		μs	TOE = V <sub>DD</sub>
		Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t <sub>PTE</sub>		50		ns	RL = 10KΩ CL = 50 pF
		Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t <sub>PTD</sub>		300		ns	RL = 10KΩ CL = 50 pF
26 27 28 29 30	C L O C K	Crystal /clock frequency	f <sub>C</sub>	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
		Clock input rise time	t <sub>LHCL</sub>			110	ns	Ext. clock
		Clock input fall time	t <sub>HLCL</sub>			110	ns	Ext. clock
		Clock input duty cycle	DC <sub>CL</sub>	40	50	60	%	Ext. clock
		Capacitive load (OSC2)	C <sub>LO</sub>			30	pF	

<sup>1</sup> V<sub>DD</sub> = 5V V<sub>SS</sub> = 0V T<sub>A</sub> = 25°C and f<sub>C</sub> = 3.579545 MHz using test circuit in Figure 2  
<sup>2</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only, not guaranteed and not subject to production testing

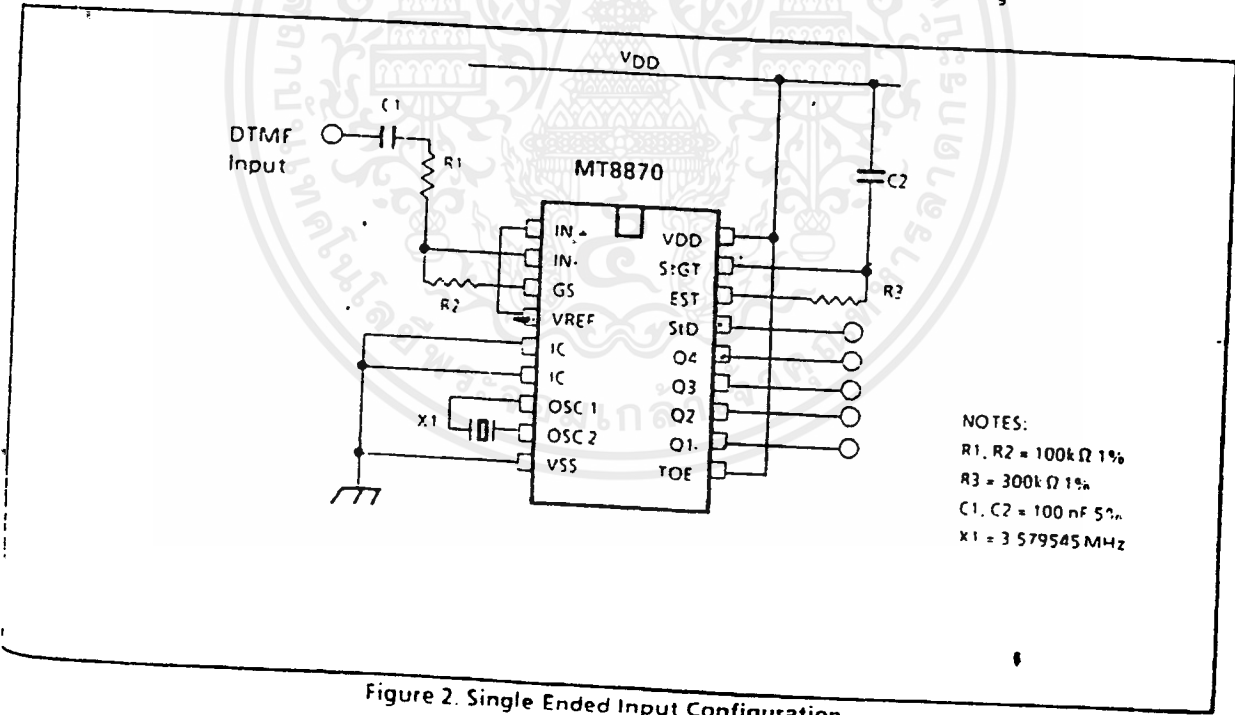


Figure 2. Single Ended Input Configuration



## MM54C85/MM74C85 4-Bit Magnitude Comparator

### general description

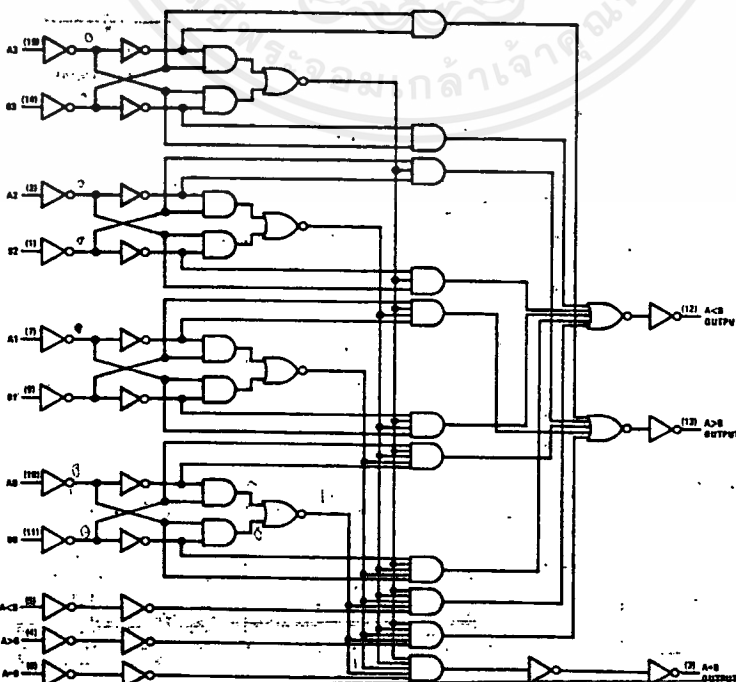
The MM54C85/MM74C85 is a four-bit magnitude comparator which will perform comparison of straight binary or BCD codes. The circuit consists of eight comparing inputs (A0, A1, A2, A3, B0, B1, B2, B3), three cascading inputs (A>B, A<B and A=B), and three outputs (A>B, A<B and A=B). This device compares two four-bit words (A and B) and determines whether they are "greater than," "less than," or "equal to" each other by a high level on the appropriate output. For words greater than four-bits, units can be cascaded by connecting the outputs (A>B, A<B, and A=B) of the least-significant stage to the cascade inputs (A>B, A<B and A=B) of the next-significant stage. In addition the least significant stage must

have a high level voltage ( $V_{IN(1)}$ ) applied to the A=B input and low level voltages ( $V_{IN(0)}$ ) applied to A>B and A<B inputs.

### features

- Wide supply voltage range 3.0V to 15V
- Guaranteed noise margin 1.0V
- High noise immunity 0.45  $V_{CC}$  typ
- Low power fan out of 2 driving 74L
- TTL compatibility
- Expandable to 'N' stages
- Applicable to binary or BCD
- The MM54C85/MM74C85 follows the MM54L85/MM74L85 Pinout.

### logic diagram



## absolute maximum ratings (Note 1)

Voltage at Any Pin	-0.3V to $V_{CC} + 0.3V$
Operating Temperature Range	
MM54C85	-55°C to +125°C
MM74C85	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Package Dissipation	500 mW
Operating $V_{CC}$ Range	3.0V to 15V
$V_{CC}$	18V
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

## dc electrical characteristics

Min/max limits apply across temperature range, unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>CMOS TO CMOS</b>					
Logical "1" Input Voltage ( $V_{IN(1)}$ )	$V_{CC} = 5.0V$ $V_{CC} = 10V$	3.5 8.0			V V
Logical "0" Input Voltage ( $V_{IN(0)}$ )	$V_{CC} = 5.0V$ $V_{CC} = 10V$			1.5 2.0	V V
Logical "1" Output Voltage ( $V_{OUT(1)}$ )	$V_{CC} = 5.0V, I_O = -10\mu A$ $V_{CC} = 10V, I_O = -10\mu A$	4.5 9.0			V V
Logical "0" Output Voltage ( $V_{OUT(0)}$ )	$V_{CC} = 5.0V, I_O = +10\mu A$ $V_{CC} = 10V, I_O = +10\mu A$			0.5 1.0	V V
Logical "1" Input Current ( $I_{IN(1)}$ )	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.005		$\mu A$
Logical "0" Input Current ( $I_{IN(0)}$ )	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 0V$	-1.0	-0.005		$\mu A$
Supply Current ( $I_{CC}$ )	$V_{CC} = 15V$		0.05	300	$\mu A$
<b>CMOS/LPTTL INTERFACE</b>					
Logical "1" Input Voltage ( $V_{IN(1)}$ )	54C, $V_{CC} = 4.5V$ 74C, $V_{CC} = 4.75V$	$V_{CC} - 1.5$ $V_{CC} - 1.5$			V V
Logical "0" Input Voltage ( $V_{IN(0)}$ )	54C, $V_{CC} = 4.5V$ 74C, $V_{CC} = 4.75V$			0.8 0.8	V V
Logical "1" Output Voltage ( $V_{OUT(1)}$ )	54C, $V_{CC} = 4.5V, I_O = -360\mu A$ 74C, $V_{CC} = 4.75V, I_O = -360\mu A$	2.4 2.4			V V
Logical "0" Output Voltage ( $V_{OUT(0)}$ )	54C, $V_{CC} = 4.5V, I_O = 360\mu A$ 74C, $V_{CC} = 4.75V, I_O = 360\mu A$			0.4 0.4	V V
<b>OUTPUT DRIVE (See 54C/74C Family Characteristics Data Sheet)</b>					
Output Source Current ( $I_{SOURCE}$ ) (P-Channel)	$V_{CC} = 5.0V, V_{OUT} = 0V$ $T_A = 25^\circ C$	-1.75	-3.3		mA
Output Source Current ( $I_{SOURCE}$ ) (P-Channel)	$V_{CC} = 10V, V_{OUT} = 0V$ $T_A = 25^\circ C$	-8.0	-15		mA
Output Sink Current ( $I_{SINK}$ ) (N-Channel)	$V_{CC} = 5.0V, V_{OUT} = V_{CC}$ $T_A = 25^\circ C$	1.75	3.6		mA
Output Sink Current ( $I_{SINK}$ ) (N-Channel)	$V_{CC} = 10V, V_{OUT} = V_{CC}$ $T_A = 25^\circ C$	8.0	16		mA

## ac electrical characteristics $T_A = 25^\circ C, C_L = 50 pF$ , unless otherwise specified.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Propagation Delay Time from any A or B Data Input to any Data Output ( $t_{pd0}$ or $t_{pd1}$ )	$V_{CC} = 5.0V$		250	600	ns
	$V_{CC} = 10V$		100	300	ns
Propagation Delay Time from any Cascade Input to any Output ( $t_{pd0}$ or $t_{pd1}$ )	$V_{CC} = 5.0V$		200	500	ns
	$V_{CC} = 10V$		100	250	ns
Input Capacitance	Any Input		5.0		pF
Power Dissipation Capacitance ( $C_{pd}$ )	(Note 3) Per Package		45		pF

Note 1: "Absolute-Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

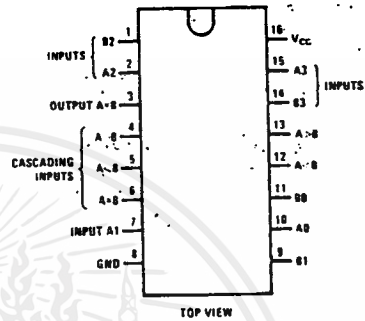
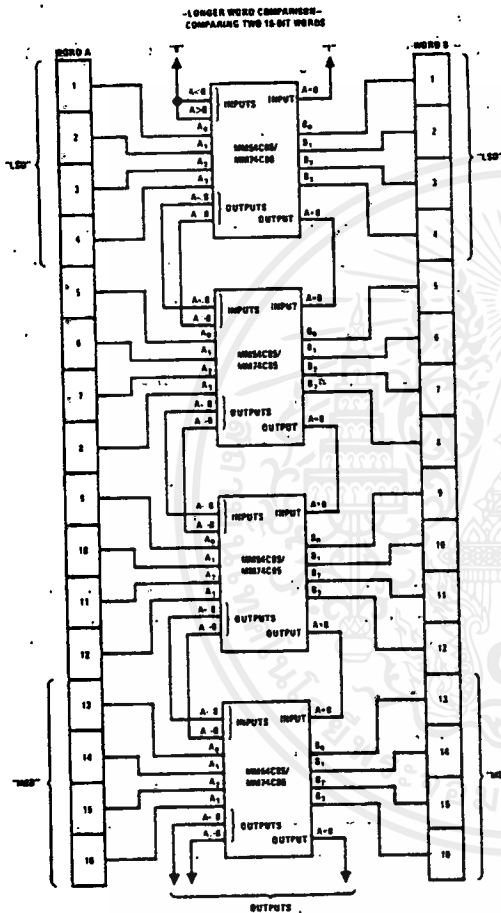
Note 2: Capacitance is guaranteed by periodic testing.

Note 3:  $C_{pd}$  determines the no load ac power consumption of any CMOS device. For complete explanation see 54C/74C Family Characteristics application note, AN-90.

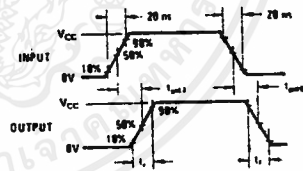
## typical application

### Four Digit Comparator

## connection diagram



## switching time waveform



Unused inputs must be tied to an appropriate logic level.

## truth table

COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A <sub>3</sub> , B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> , B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> , B <sub>0</sub>	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A <sub>3</sub> > B <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> < B <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> > B <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> < B <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> > B <sub>1</sub>	X	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> < B <sub>1</sub>	X	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> > B <sub>0</sub>	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> < B <sub>0</sub>	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	H	L	L	L	L	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	L	H	L	L	H	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	L	L	H	L	L	H
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	L	L	L	H	H	H
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	H	H	L	H	H	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	H	H	H	H	H	L
A <sub>3</sub> = B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> = B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> = B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> = B <sub>0</sub>	L	L	L	L	L	L

H = high level, L = low level, X = irrelevant

■ ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_a = -20 \sim +75^\circ\text{C}$ )

Item	Symbol	Test Conditions	min	typ*	max	Unit
Input voltage	$V_{IH}$		2.0	—	—	V
	$V_{IL}$	Data inputs G. Output control inputs	—	—	0.7 0.8	V
Output voltage	$V_{OH}$	$V_{CC} = 4.75\text{V}, V_{IH} = 2\text{V}, V_{II} = V_{IL \text{ max}}, I_{OH} = -2.6\text{mA}$	2.4	—	—	V
	$V_{OL}$	$V_{CC} = 4.75\text{V}, V_{IH} = 2\text{V}, V_{II} = V_{IL \text{ max}}$			0.4 0.5	V
Off-state output current	$I_{OZH}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_{IH} = 2\text{V}$			20	$\mu\text{A}$
	$I_{OZL}$					
Input current	$I_{IH}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_I = 2.7\text{V}$	—	—	20	$\mu\text{A}$
	$I_{IL}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_I = 0.4\text{V}$	—	—	-0.4	mA
	$I_I$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_I = 7\text{V}$	—	—	0.1	mA
Short-circuit output current	$I_{OS}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}$	-30	—	-130	mA
Supply current	$I_{CC}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_I = 4.5\text{V}$ (Output control)	—	24	40	mA
Input clamp voltage	$V_{IS}$	$V_{CC} = 4.75\text{V}, I_{IH} = -18\text{mA}$	—	—	-1.5	V

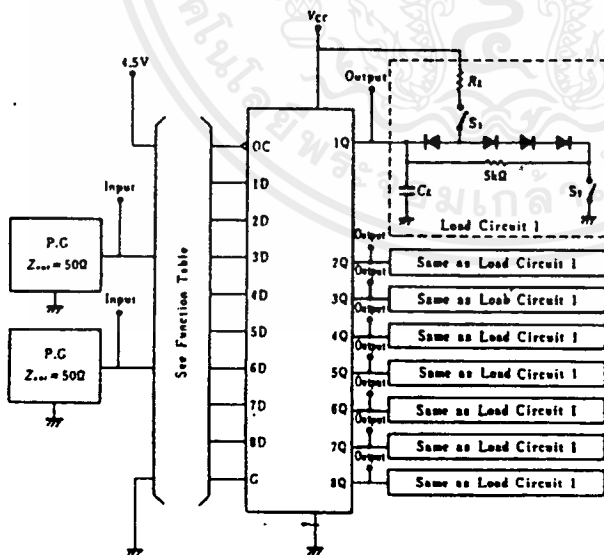
\*  $V_{CC} = 5\text{V}, T_a = 25^\circ\text{C}$

■ SWITCHING CHARACTERISTICS ( $V_{CC} = 5\text{V}, T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Item	Symbol	Input	Output	Test Conditions	min	typ	max	Unit
Propagation delay time	$t_{PLH}$	D	Q	$C_L = 45\text{pF}$ $R_L = 667\Omega$	—	12	18	ns
	$t_{PHL}$				—	12	18	
	$t_{PLH}$	G	Q		—	20	30	
	$t_{PHL}$				—	18	30	
Output enable time	$t_{ZH}$	OC	Q		—	15	28	ns
	$t_{ZL}$				—	25	36	
Output disable time	$t_{HZ}$	OC	Q	$C_L = 5\text{pF}$ $R_L = 667\Omega$	—	12	20	ns
	$t_{LZ}$				—	15	25	

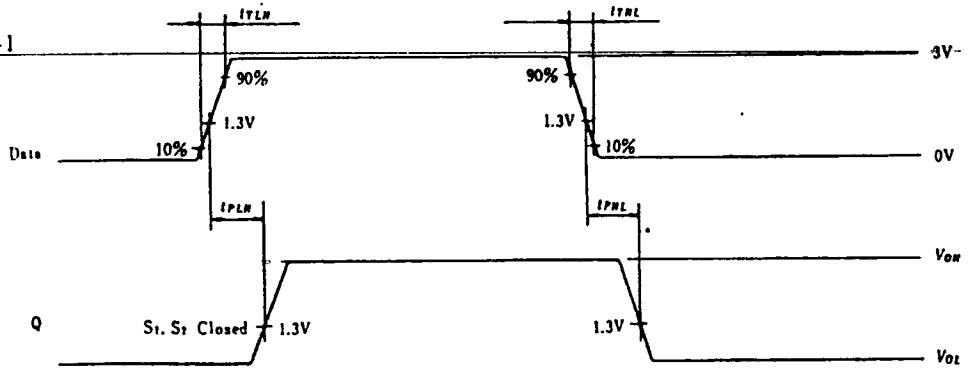
■ TESTING METHOD

Test Circuit



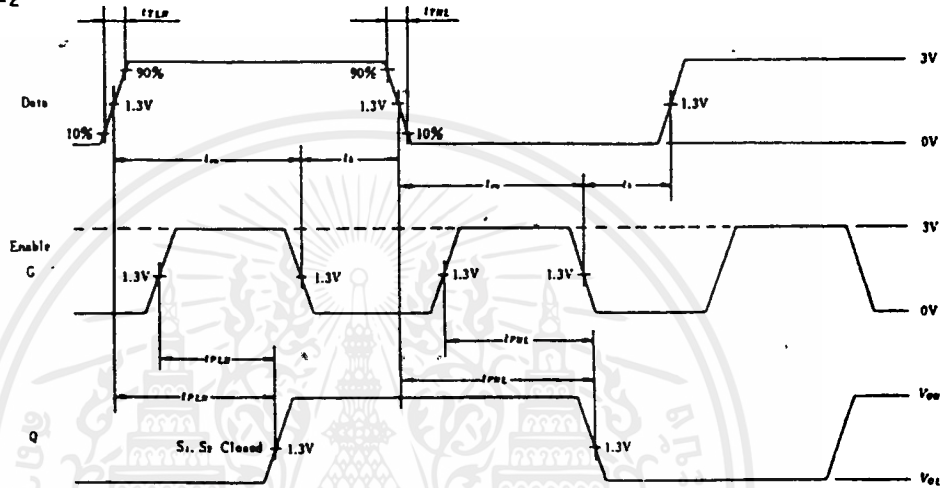
- Notes: 1.  $C_L$  includes probe jig capacitance.  
2. All diodes are 1S2074  $\text{\textcircled{H}}$ .

Waveform-1



Notes: Input pulse;  $t_{TLH} \leq 15ns$ ,  $t_{THL} \leq 6ns$ ,  $PRR = 1MHz$ , duty cycle 50%

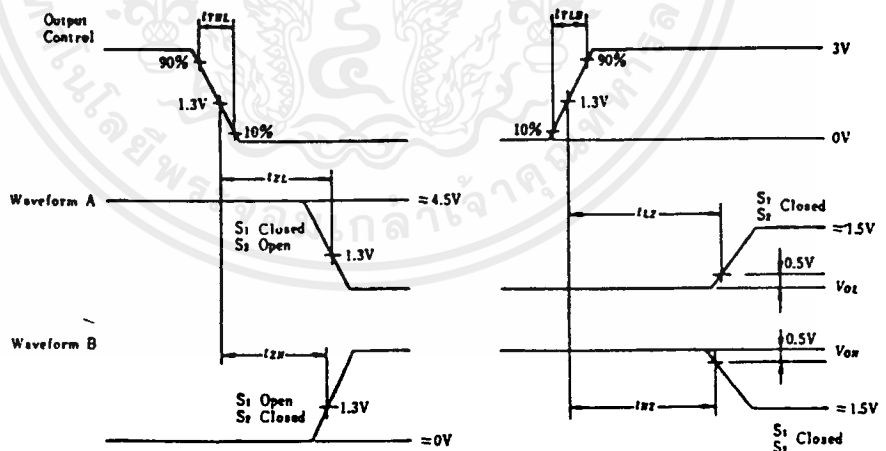
Waveform-2



Note: Enable input pulse;  $t_{TLH} \leq 15ns$ ,  $t_{THL} \leq 6ns$ ,  $PRR = 1MHz$

Data input pulse;  $t_{TLH} \leq 15ns$ ,  $t_{THL} \leq 6ns$ ,  $PRR = 1MHz$ , G input is high.

Waveform-3

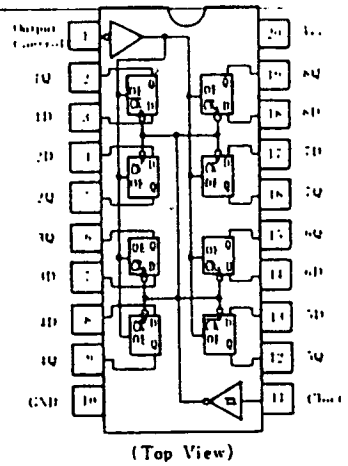


- Notes:
1. Input pulse;  $t_{TLH} \leq 15ns$ ,  $t_{THL} \leq 6ns$ ,  $PRR = 1MHz$ , duty cycle 50%
  2. Waveform A if for an output with internal conditions such that the output is low except when disabled by the output control. Waveform B is for an output with internal conditions such that the output is high except when disabled by the output control.



The HD74LS374, 8-bit registers features totem-pole three-state outputs designed specifically for driving highly-capacitive or relatively low-impedance loads. The high-impedance third state and increased high-logic-level drive provide this register with the capability of being connected directly to and driving the bus lines in a bus-organized system without need for interface or pull-up components. They are particularly attractive for implementing buffer registers, I/O ports, bidirectional bus drivers, and working registers. The eight flip-flops are edge-triggered D-type flip-flops. On the positive transition the clock, the Q outputs will be set to the logic states that were setup at the D inputs.

**■PIN ARRANGEMENT**

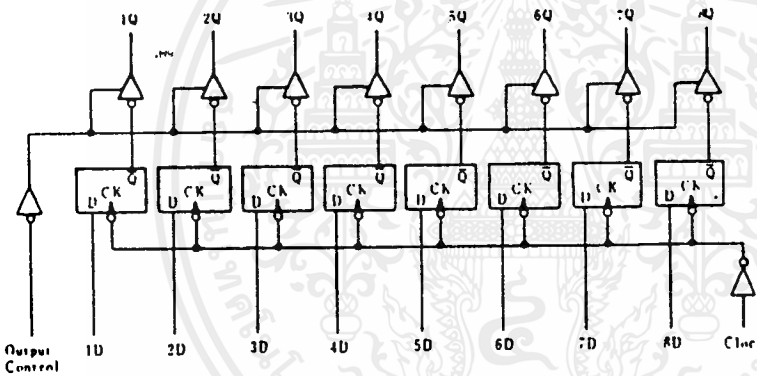


**■FUNCTION TABLE**

Inputs			Output
Output control	Clock	D	Q
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q <sub>e</sub>
H	X	X	Z

Notes: H = high level, L = low level, X = irrelevant, ↑ = transition from low to high level, Q<sub>e</sub> = level of Q before the indicated steady-state input conditions were established, Z = off (high-impedance) state of a three-state output

**■BLOCK DIAGRAM**



**■RECOMMENDED OPERATING CONDITION**

Item	Symbol	min	typ	max	Unit
Supply voltage	V <sub>CC</sub>	4.75	5.00	5.26	V
Output voltage	V <sub>OH</sub>	—	—	5.5	V
Output current	I <sub>OH</sub>	—	—	-2.6	mA
	I <sub>OL</sub>	—	—	24	mA
Clock pulse width	"H" level	t <sub>H</sub>	15	—	ns
	"L" level	t <sub>L</sub>	15	—	ns
Data setup time	t <sub>su</sub>	20 ↑	—	—	ns
Data hold time	t <sub>sh</sub>	3 ↑	—	—	ns

Note) ↑ : The arrow indicates the rising edge of clock pulse.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_a = -20 \sim +75^\circ\text{C}$ )

Item	Symbol	Test Conditions	min	typ*	max	Unit
Input voltage	$V_{IH}$		2.0	—	—	V
	$V_{IL}$		—	—	0.8	V
Output voltage	$V_{OH}$	$V_{CC} = 4.75\text{V}, V_{IH} = 2\text{V}, V_{IL} = 0.8\text{V}, I_{OH} = -2.6\text{mA}$	2.4	—	—	V
	$V_{OL}$	$V_{CC} = 4.75\text{V}, V_{IH} = 2\text{V}, V_{IL} = 0.8\text{V}$	—	—	0.4	V
Off-state output current	$I_{OZH}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_{IH} = 2\text{V}$	—	—	20	$\mu\text{A}$
	$I_{OZL}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_{IH} = 2\text{V}$	—	—	-20	$\mu\text{A}$
Input current	$I_{IH}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_I = 2.7\text{V}$	—	—	20	$\mu\text{A}$
	$I_{IL}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_I = 0.4\text{V}$	—	—	-0.4	mA
	$I_I$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_I = 7\text{V}$	—	—	0.1	mA
Short-circuit output current	$I_{OS}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}$	-30	—	-130	mA
Supply current	$I_{CC}$	$V_{CC} = 5.25\text{V}, V_I = 4.5\text{V}$ (Output control)	—	27	40	mA
Input clamp voltage	$V_{IK}$	$V_{CC} = 4.75\text{V}, I_{IK} = -18\text{mA}$	—	—	-1.5	V

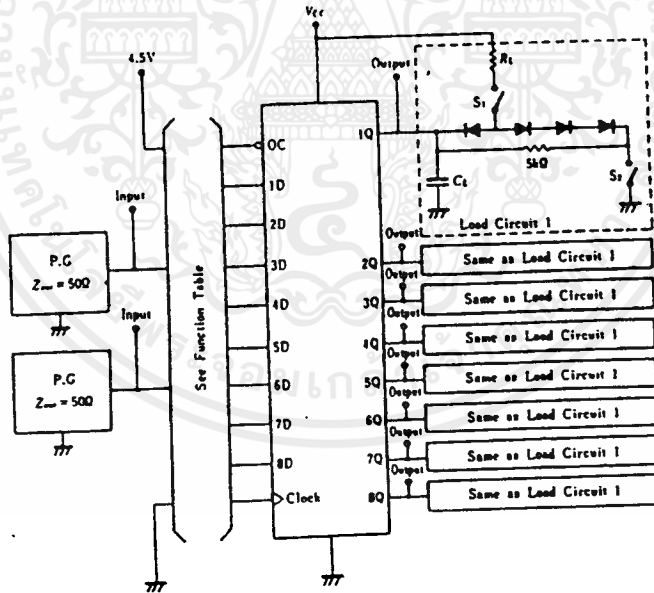
\*  $V_{CC} = 5\text{V}, T_a = 25^\circ\text{C}$

## SWITCHING CHARACTERISTICS ( $V_{CC} = 5\text{V}, T_a = 25^\circ\text{C}$ )

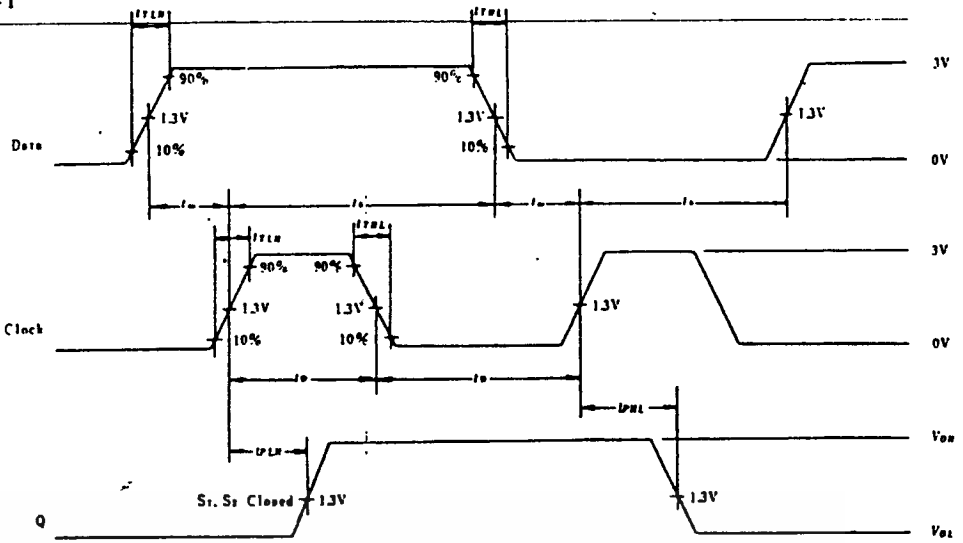
Item	Symbol	Inputs	Outputs	Test Conditions	min	typ	max	Unit
Maximum clock frequency	$f_{max}$	Clock	Q		35	50	—	MHz
Propagation delay time	$t_{PLH}$	Clock	Q	$C_L = 45\text{pF}$ $R_L = 667\Omega$	—	15	28	ns
	$t_{PHL}$				—	19	28	
Output enable time	$t_{ZH}$	OC	Q		—	20	28	
	$t_{ZL}$				—	21	28	
Output disable time	$t_{HZ}$	OC	Q	$C_L = 5\text{pF}$ $R_L = 667\Omega$	—	12	20	
	$t_{LZ}$				—	14	25	

## TESTING METHOD

Test Circuit

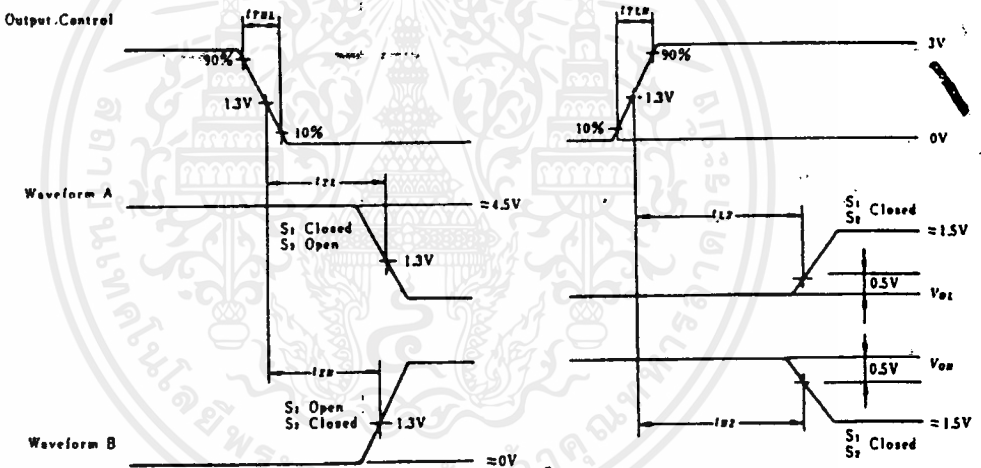


Waveform-1



- Notes:
1. Input pulse;  $t_{TLH} = 15ns$ ,  $t_{THL} = 6ns$   
 Clock input;  $PRR = 1MHz$ , duty cycle 50%  
 Data input;  $PRR = 500kHz$ , duty cycle 50%
  2.  $f_{max}$ ;  $t_{TLH} = 2.5ns$ ,  $t_{THL} = 2.5ns$

Waveform-2





- Notes:
1. Input pulse;  $t_{TLH} = 15ns$ ,  $t_{THL} = 6ns$ ,  $PRR = 1MHz$ , duty cycle 50%
  2. Waveform A is for an output with internal conditions such that the output is low except when disabled by the output control. Waveform B is for an output with internal conditions such that the output is high except when disabled by the output control.

**MOTOROLA**  
**SEMICONDUCTOR**  
**TECHNICAL DATA**

## 6-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/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204/ 883, VDE0113, VDE0160, VDE0832, VDE0833, etc.
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.

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

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

**INPUT LED**

Reverse Voltage	$V_R$	3	Volts
Forward Current — Continuous	$I_F$	60	mA
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Output Detector	$P_D$	120	mW
Derate above $25^\circ\text{C}$		1.41	mW/°C

**OUTPUT TRANSISTOR**

Collector-Emitter Voltage	$V_{CE0}$	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	$V_{ECO}$	7	Volts
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	70	Volts
Collector Current — Continuous	$I_C$	150	mA
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Input LED	$P_D$	150	mW
Derate above $25^\circ\text{C}$		1.76	mW/°C

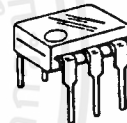
**TOTAL DEVICE**

Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	$V_{ISO}$	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	250 2.94	mW 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 dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

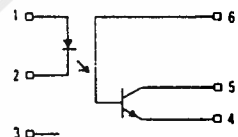
41  
 4N  
 4N  
 4N  
 4N

**6-PIN DIP  
 OPTOISOLATORS  
 TRANSISTOR OUTPUT**



**CASE 730A-02  
 PLASTIC**

**SCHEMATIC**



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

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

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit			
<b>INPUT LED</b>								
Forward Voltage ( $I_F = 10\text{ mA}$ )					Volts			
						$T_A = 25^\circ\text{C}$	1.15	1.5
						$T_A = -55^\circ\text{C}$	1.3	—
Reverse Leakage Current ( $V_R = 3\text{ V}$ )	$I_R$	—	—	100	$\mu\text{A}$			
Capacitance ( $V = 0\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$ )	$C_J$	—	18	—	$\text{pF}$			
<b>OUTPUT TRANSISTOR</b>								
Collector-Emitter Dark Current ( $V_{CE} = 10\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$ )	4N25,25A,26,27 4N28	$I_{CEO}$	—	1	50	$\text{nA}$		
	All Devices	$I_{CEO}$	—	1	100	$\mu\text{A}$		
Collector-Base Dark Current ( $V_{CB} = 10\text{ V}$ )		$I_{CBO}$	—	0.2	—	$\text{nA}$		
Collector-Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = 1\text{ mA}$ )		$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts		
Collector-Base Breakdown Voltage ( $I_C = 100\ \mu\text{A}$ )		$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	Volts		
Emitter-Collector Breakdown Voltage ( $I_E = 100\ \mu\text{A}$ )		$V_{(BR)ECO}$	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	—	$\text{pF}$		
Collector-Base Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}, V_{CB} = 0$ )		$C_{CB}$	—	19	—	$\text{pF}$		
Emitter-Base Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}, V_{EB} = 0$ )		$C_{EB}$	—	9	—	$\text{pF}$		
<b>COUPLED</b>								
Output Collector Current ( $I_F = 10\text{ mA}, V_{CE} = 10\text{ V}$ )	4N25,25A,26 4N27,28	$I_C$	2	7	—	$\text{mA}$		
			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 ( $I_F = 10\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\ \Omega$ )		$t_{on}$	—	2.8	—	$\mu\text{s}$		
Turn-Off Time ( $I_F = 10\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\ \Omega$ )		$t_{off}$	—	4.5	—	$\mu\text{s}$		
Rise Time ( $I_F = 10\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\ \Omega$ )		$t_r$	—	1.2	—	$\mu\text{s}$		
Fall Time ( $I_F = 10\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\ \Omega$ )		$t_f$	—	1.3	—	$\mu\text{s}$		
Isolation Voltage ( $f = 60\text{ Hz}, t = 1\text{ sec}$ )		$V_{ISO}$	7500	—	—	$\text{Vac(pk)}$		
Isolation Resistance ( $V = 500\text{ V}$ )		$R_{ISO}$	$10^{11}$	—	—	$\Omega$		
Isolation Capacitance ( $V = 0\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$ )		$C_{ISO}$	—	0.2	—	$\text{pF}$		

### TYPICAL CHARACTERISTICS

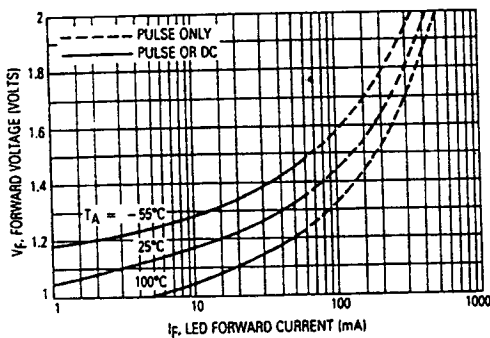


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

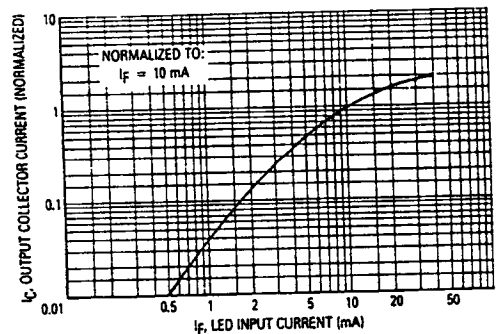
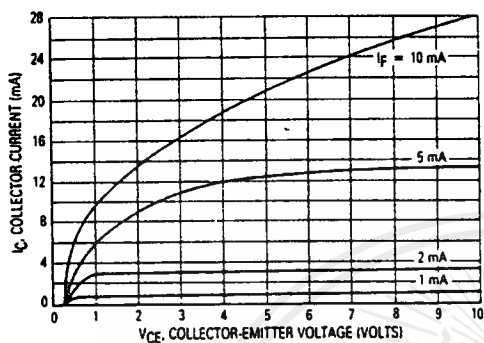
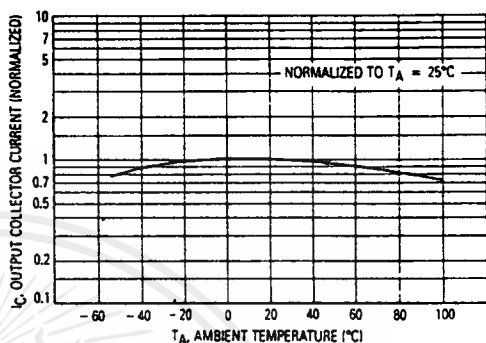


Figure 2. Output Current versus Input Current

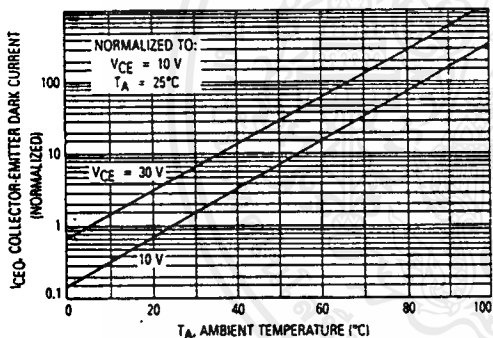
## 4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28



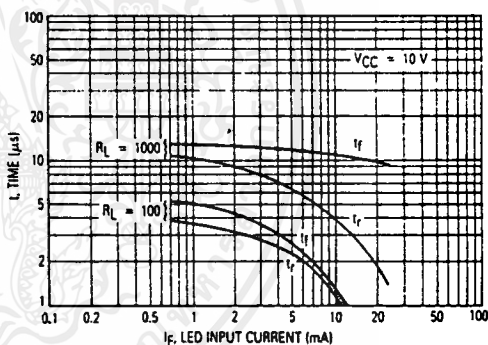
**Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage**



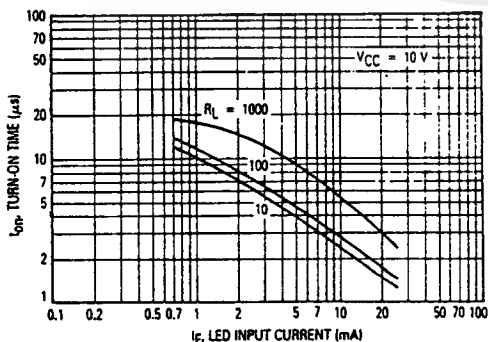
**Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature**



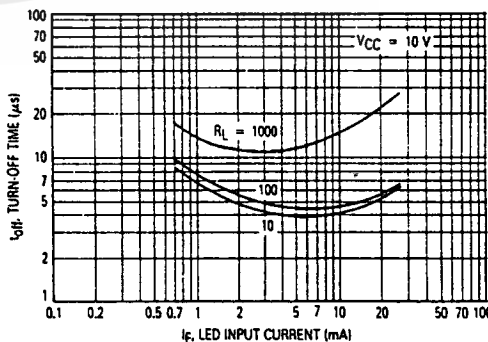
**Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature**



**Figure 6. Rise and Fall Times**



**Figure 7. Turn-On Switching Times**



**Figure 8. Turn-Off Switching Times**

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

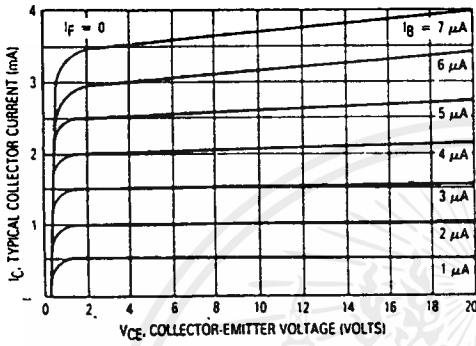


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

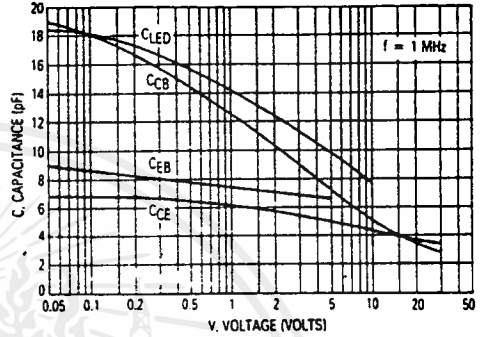


Figure 10. Capacitances versus Voltage

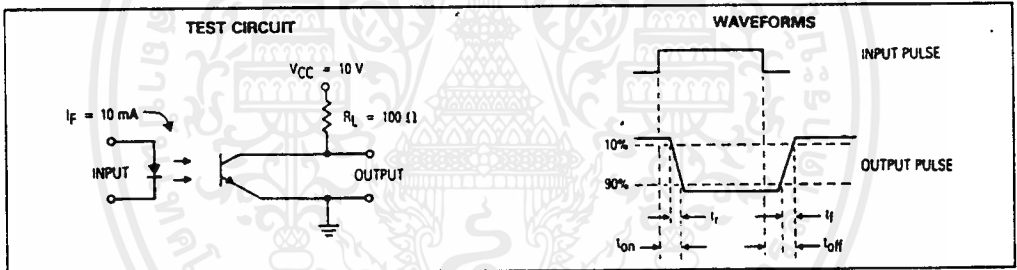
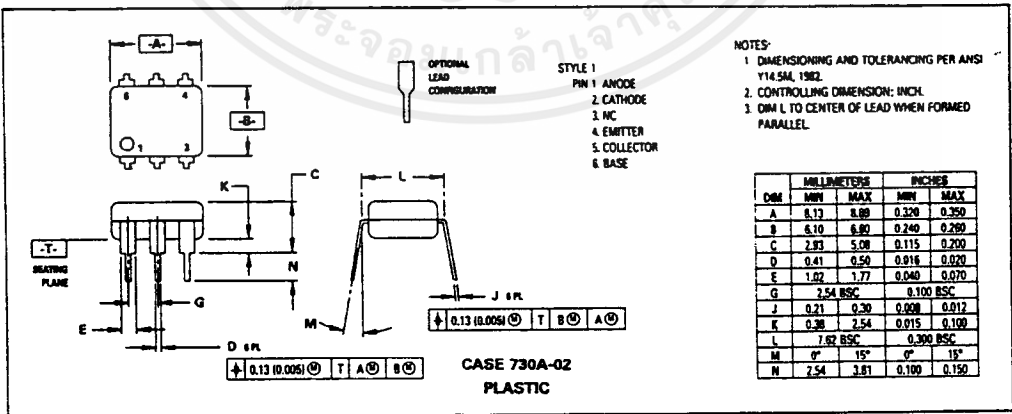


Figure 11. Switching Times

### OUTLINE DIMENSIONS



SCL4066B



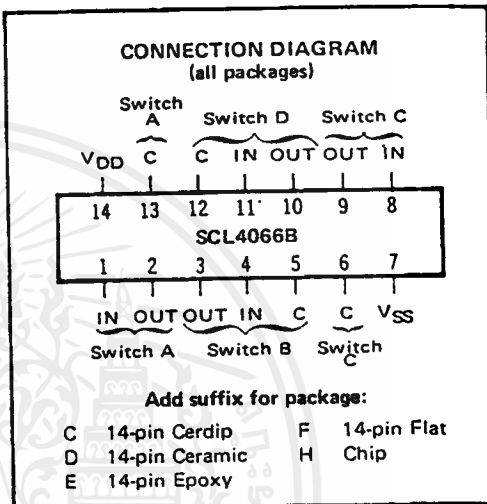
# CMOS QUAD ANALOG SWITCH

## FEATURES

- Transmission or Multiplexing of Analog or Digital Signals
- 80Ω Typical ON-Resistance for 15-Volt operation
- Switch ON-Resistance Matched to within 5Ω over 15-Volt Signal-Input Range
- ON-Resistance Flat over Full Peak-to-Peak Signal Range
- High Degree of Linearity:
  - ≤ 0.5% Distortion (typ) @  $f_{is} = 1\text{kHz}$ ,  $V_{is} = 5\text{V}_{p-p}$ ,  $V_{DD} - V_{SS} \geq 10\text{V}$ ,  $R_L = 10\text{k}\Omega$
- Extremely Low OFF switch Leakage Resulting in very Low Offset Current and High Effective OFF Resistance:
  - 10pA (typ) @  $V_{DD} - V_{SS} = 10\text{V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$
- Extremely High Control Input Impedance (Control Circuit Isolated from Signal Circuit):
  - $10^{12}\Omega$  (typ)
- Low Crosstalk between Switches:
  - 50dB (typ) @  $f_{is} = 0.9\text{MHz}$ ,  $R_L = 1\text{k}\Omega$
- Matched Control-Input to Signal-Output Capacitance Reduces Output Signal Transients
- Frequency Response, Switch ON = 40MHz (typ)

## DESCRIPTION

The SCL4066B is a Quad Bilateral Switch intended for the transmission or multiplexing of analog or digital signals. It is pin-for-pin compatible with the SCL4016B, but exhibits a much lower ON-resistance. In addition, the ON-resistance is relatively constant over the full input signal range. The SCL4066 consists of four independent bilateral switches. A single control signal is required per switch. Both the P and the N device in a given switch are biased ON or OFF simultaneously by the control signal. As shown below, the well of the N-channel device on each switch is either tied to the input when the switch is ON or to  $V_{SS}$  when the switch is OFF. This configuration minimizes the variation of the switch-transistor threshold



## RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

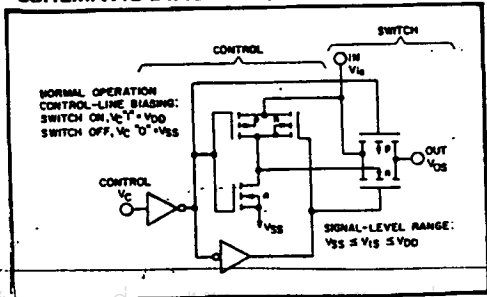
For maximum reliability:

DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	$T_A$	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C
E Device			

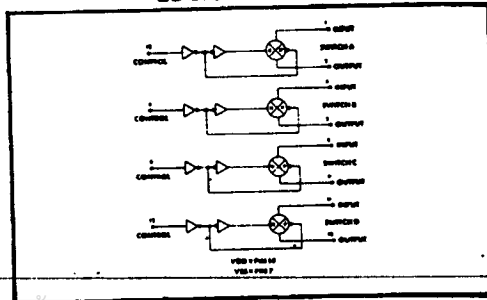
voltage with input-signal, and thus keeps the ON-resistance low over the full operating range.

The advantages over single-channel switches include peak input-signal voltage swings equal to the full supply voltage, and more constant ON-impedance over the input-signal range. For sample-and-hold applications, however, the SCL4016 is recommended.

## SCHEMATIC DIAGRAM (one of four switches)



## LOGIC DIAGRAM



## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### STATIC CHARACTERISTICS<sup>1,3</sup>

PARAMETER	CONDITIONS	V <sub>SS</sub> (Vdc)	V <sub>DD</sub> (Vdc)	T <sub>LOW</sub> <sup>2</sup>		25°C			T <sub>HIGH</sub> <sup>2</sup>		Units	
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.		
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I <sub>DD</sub> -V <sub>IN</sub> = V <sub>SS</sub> or V <sub>DD</sub> All valid input combinations	0	5	-	0.05	-	0.0005	0.05	-	1.5	μA	
		0	10	-	0.1	-	0.001	0.1	-	3.0		
		0	15	-	0.2	-	0.002	0.2	-	6.0		
MINIMUM INPUT HIGH VOLTAGE (Control Input)	V <sub>IH</sub> V <sub>IS</sub> = V <sub>SS</sub> V <sub>OS</sub> = V <sub>DD</sub> I <sub>OS</sub> = 10μA	0	5	-	4.0	-	2.75	4.0	-	4.0	Vdc	
		0	10	-	8.0	-	5.5	8.0	-	8.0		
		0	15	-	12.0	-	8.25	12.0	-	12.0		
MAXIMUM INPUT LOW VOLTAGE (Control Input)	V <sub>IL</sub> V <sub>IS</sub> = V <sub>SS</sub> V <sub>OS</sub> = V <sub>DD</sub> I <sub>OS</sub> = 10μA	0	5	1.0	-	1.0	2.25	-	1.0	-	Vdc	
		0	10	2.0	-	2.0	4.5	-	2.0	-		
		0	15	3.0	-	3.0	6.75	-	3.0	-		
SWITCH INPUT/OUTPUT LEAKAGE	I <sub>OFF</sub> V <sub>C</sub> = V <sub>SS</sub> V <sub>IS</sub> = ±7.5Vdc	-7.5	+7.5	-	±100	-	±0.01	±100	-	±200	nA	
ON-RESISTANCE C,D,F,H device	R <sub>ON</sub> V <sub>C</sub> = V <sub>DD</sub> V <sub>SS</sub> < V <sub>IS</sub> < V <sub>DD</sub> R <sub>L</sub> = 10kΩ	-7.5	+7.5	-	220	-	80	280	-	320	Ω	
		0	+15	-	-	-	-	-	-	-		
		-5	+5	-	310	-	120	400	-	550		
	E device	R <sub>ON</sub> V <sub>C</sub> = V <sub>DD</sub> V <sub>SS</sub> < V <sub>IS</sub> < V <sub>DD</sub> R <sub>L</sub> = 10kΩ	-2.5	+2.5	-	2000	-	270	2500	-	3500	Ω
			0	+5	-	-	-	-	-	-	-	
			-7.5	+7.5	-	250	-	80	280	-	300	
ON-RESISTANCE MATCH (Same package)	ΔR <sub>ON</sub> V <sub>C</sub> = V <sub>DD</sub> V <sub>SS</sub> < V <sub>IS</sub> < V <sub>DD</sub> R <sub>L</sub> = 10kΩ	-7.5	+7.5	-	-	-	5	-	-	-	Ω	
		0	+15	-	-	-	10	-	-	-		
		-5	+5	-	-	-	10	-	-	-		
		-2.5	+2.5	-	-	-	10	-	-	-	Ω	
		0	+5	-	-	-	-	-	-	-	Ω	

NOTES: <sup>1</sup> Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications"

<sup>2</sup> T<sub>LOW</sub> = -55°C for C, D, F, H device.

= -40°C for E device.

T<sub>HIGH</sub> = +125°C for C, D, F, H device.

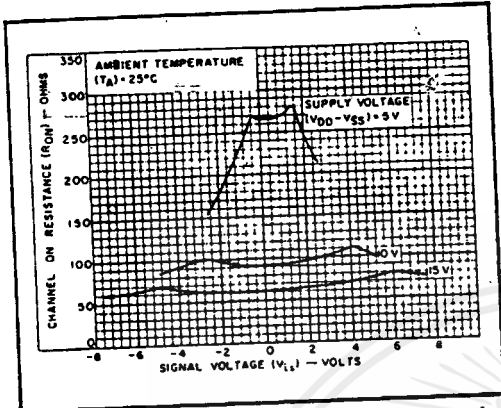
= + 85°C for E device.

<sup>3</sup> This device has been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

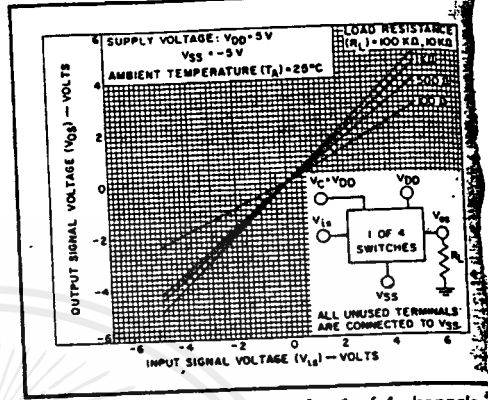
## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

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

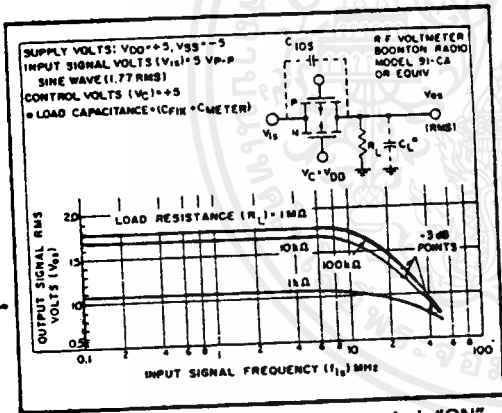
PARAMETER	CONDITIONS	$V_{SS}$ (Vdc)	$V_{DD}$ (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
<b>SIGNAL INPUTS (<math>V_{is}</math>) AND OUTPUTS (<math>V_{os}</math>)</b>							
PROPAGATION DELAY TIME Signal Input to Signal Output	$t_{PLH}$ , $t_{PHL}$ $V_c = V_{DD}$ $V_{is} = \text{Square Wave}$ $R_L = 10\text{k}\Omega$	0	5	-	20	40	ns
		0	10	-	10	20	
		0	15	-	7.5	15	
BANDWIDTH (-3dB) (Sine Wave)	BW $V_c = V_{DD}$ $R_L$ $V_{is} = 5V_{pp}$ centered @ 0.0Vdc	-5	+5	-	54	-	MHz
		-	-	-	40	-	
		-	-	-	38	-	
		-	-	-	37	-	
INSERTION LOSS  ( $= 20 \log_{10} \frac{V_{os}}{V_{is}}$ )	$V_c = V_{DD}$ $R_L$ $V_{is} = 5V_{pp}$ centered @ 0.0Vdc	-5	+5	-	2.3	-	dB
		-	-	-	0.2	-	
		-	-	-	0.1	-	
		-	-	-	0.05	-	
SIGNAL DISTORTION (Sine Wave)	$V_c = V_{DD}$ $V_{is} = 5V_{pp}$ centered @ 0.0Vdc $f_{is} = 1.0\text{kHz}$ $R_L = 10\text{k}\Omega$	-5	+5	-	0.16	-	%
FEEDTHROUGH (-50dB)	$V_c = V_{SS}$ $R_L$ $V_{is} = 5V_{pp}$ centered @ 0.0Vdc	-5	+5	-	1250	-	kHz
		-	-	-	140	-	
		-	-	-	18	-	
		-	-	-	2	-	
CROSSTALK (-50dB) Between two switches	$V_c(A) = V_{DD}$ $V_c(B) = V_{SS}$ $V_{is}(A) = 5V_{pp}$ centered @ 0.0Vdc $R_L = 10\text{k}\Omega$	-5	+5	-	0.9	-	MHz
CAPACITANCE	$V_c = V_{SS}$	-	+	-	8	-	pF
		-	+	-	8	-	pF
		-	+	-	0.5	-	pF
<b>CONTROL INPUT (<math>V_c</math>)</b>							
PROPAGATION DELAY TIME Turn on	$t_{PC}$ $V_{SS} < V_{is} < V_{DD}$ $R_L = 10\text{k}\Omega$	0	5	-	50	100	ns
		0	10	-	25	50	
		0	15	-	20	40	
MAXIMUM INPUT FREQUENCY	$f_c$ $V_{SS} < V_{is} < V_{DD}$ $R_L = 1.0\text{k}\Omega$	0	5	-	5	-	MHz
		0	10	-	10	-	
		0	15	-	12	-	
CROSSTALK (To signal port)	$V_c = \text{Square Wave}$ $R_L = 10\text{k}\Omega$ $R_{in} = 1.0\text{k}\Omega$	0	5	-	30	-	mV
		0	10	-	50	-	
		0	15	-	100	-	



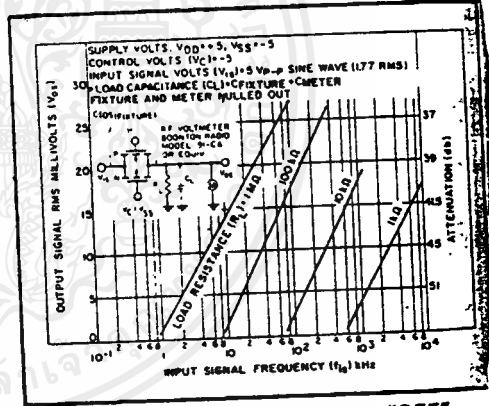
Typical channel ON resistance vs. signal voltage for three values of supply voltage (VDD-VSS)



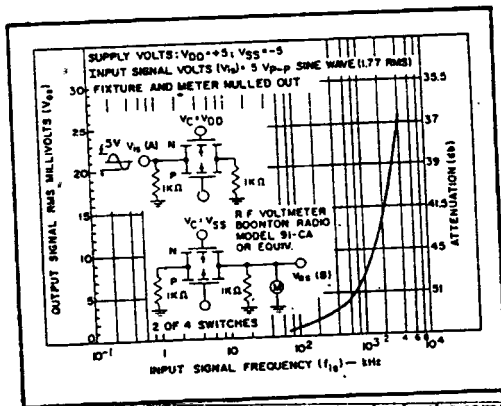
Typical ON characteristics for 1 of 4 channels



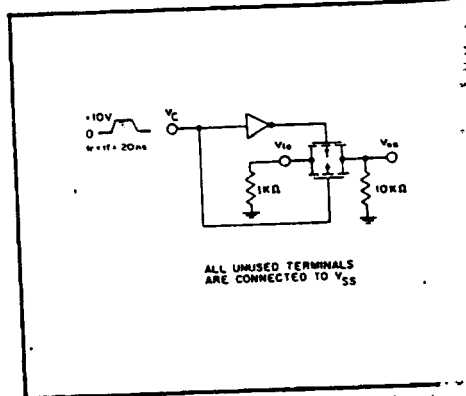
Typ. switch frequency response - switch "ON"



Typ. feedthru vs. freq. - switch "OFF"



Typ. crosstalk between switch circuits in the same package

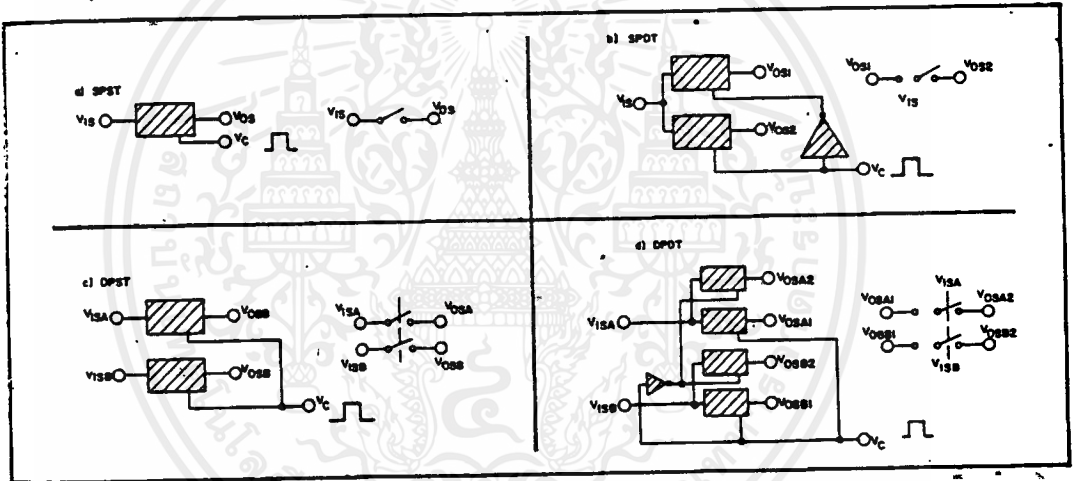


Test circuit; crosstalk-control input to signal

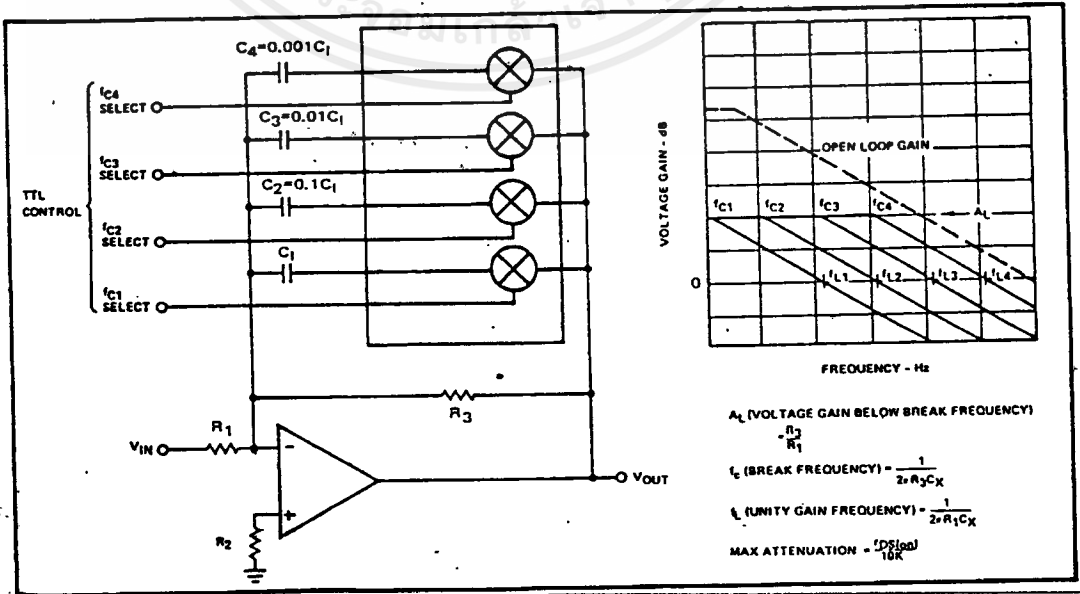
SPECIAL CONSIDERATIONS – SCL4066B

1. In applications where separate power sources are used to drive  $V_{DD}$  and the signal inputs, the  $V_{DD}$  current capability should exceed  $V_{DD}/R_L$  ( $R_L$  = effective external load of the 4 SCL4066B bilateral switches). This provision avoids any permanent current flow or clamp action on the  $V_{DD}$  supply when power is applied or removed from SCL4066B.
2. In certain applications, the external load-resistor current may include both  $V_{DD}$  and signal-line components. To avoid drawing  $V_{DD}$  current when switch current flows into terminals 1, 4, 8, or 11, the voltage drop across the bidirectional switch must not exceed 0.8 volt (calculated from  $R_{ON}$  values shown). No  $V_{DD}$  current will flow through  $R_L$  if the switch current flows into terminals 2, 3, 9, or 10. Failure to observe this condition may result in distortion of the signal.

APPLICATIONS INFORMATION



Basic Switch Functions using the SCL4066B



Active Low Pass Filter with Digitally Selected Break Frequency

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือกันของผู้ร่วมงานทุกคน  
คำปรึกษาจากอาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษา ความช่วยเหลือในการถ่าย  
เอกสารจากพี่ๆ ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นจากเพื่อนๆ  
ตลอดจนกำลังใจจากน้องๆ ในนามของผู้ร่วมงานทั้งหมดขอขอบพระคุณทุกท่าน มา ณ ที่นี้



\*\*\*\*\*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

1. ซีเอ็ดบุ๊คเซ็น , "ไอซีน่าสน" , วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 88 , 2531
2. ยืน ภู่วรรณ , "ทฤษฎีและการประยุกต์ไมโครโพรเซสเซอร์" , ซีเอ็ดบุ๊คเซ็น , 2532
3. Bernard Grob , "Basic Electronics", McGraw-Hill Book Company , 1984
4. Jacob Millman & Arvin Grabel , "Microelectronics" , McGraw-Hill International Editions , 1987
5. Don Lancaster , "TTL Cookbook" , Howard W. Sams. & co., Inc , 1974
6. Motololar , "CMOS Data Book" , prepare by Technical Information Center , third printing , 1979