

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบันทึกเบอร์โทรศัพท์

TELEPHONE NUMBER RECORDER



โดย  
นาย ชัชวาล สันติมนิรัตน์

ปฏิญานិพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 54987  
วัน,เดือน,ปี..... - 4 เม.ย. 2548

.....  
.....  
.....

เครื่องบันทึกเบอร์โทรศัพท์  
TELEPHONE NUMBER RECORDER



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบันทึกเบอร์โทรศัพท์

Telephone Number Recorder

ผู้จัดทำ

นาย ชัชวาล สันติมติรัตน์ 42010076



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.สุรพล บุญจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกเบอร์โทรศัพท์  
Telephone Number Recorder

โดย นาย ชัชวาล สันติมณีรัตน์ 42010076

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้นำเสนอการจัดทำเครื่องบันทึกเบอร์โทรศัพท์อัตโนมัติ หลักการก็คือสามารถบันทึกเบอร์โทรศัพท์ที่โทรออก สามารถบันทึกเวลาที่ใช้สายในแต่ละครั้งลงในคอมพิวเตอร์ โดยใช้วงจรดีเทคเตอร์ในการตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ ถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์ ตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ และใช้วงจรMCS51ทำการติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการบันทึกเบอร์โทรศัพท์ที่โทรออกและเวลาที่ใช้สาย พร้อมทั้งเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งาน โดยใช้ Visual Basic และการเขียนโปรแกรมโดยใช้ Visual Basic ด้านอื่นๆได้ในอนาคต

ABSTRACT

This Project will present how to report telephone number in computer. Thus the essence of this project is report telephone number that call . And can report time that we call each in computer. By use Detector Circuit check hang on telephone, decode telephone number, check ringback tone and use MCS51 contact with computer for report telephone number that call and report call time. This project is applied Visual Basic programming, I wish that the idea of this can be applied to another project .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรนี้ใช้เวลาในการศึกษาหาข้อมูล รวบรวมข้อมูล และเก็บรายละเอียดต่างๆ ประมาณหนึ่งทอม ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการทำงานได้พบกับอุปสรรคต่างๆ มากมาย ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยที่ได้รับการสนับสนุนความช่วยเหลือ การแนะนำการให้คำปรึกษาจากคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์สุรพล บุญจันทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงการ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาทำให้ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วง และที่สำคัญที่สุดขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นแรงสนับสนุนอันยิ่งใหญ่ทั้งกำลังใจ และกำลังทรัพย์ และเป็นผู้ให้ตลอดมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์	3
2.1.1 การสนทนา	4
2.1.2 สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์	4
2.1.3 ลักษณะของสัญญาณ โทรศัพท์	6
2.2 ภาคถอดรหัสสัญญาณความถี่DTMF	11
2.2.1 คุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว MT8870	11
2.2.2 โครงสร้างไอซี MT 8870	11
2.2.3 หน้าที่การทำงานภายในไอซี MT 8870	12
2.2.4 การนำ MT 8870 ไปใช้งาน	17
2.3 ส่วนควบคุมการทำงาน	17
2.3.1 พอร์ตของ 8051	17
2.4 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232	18
2.4.1 คอนเนคเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ	19
2.5 Visual Basic เบื้องต้น	21
2.5.1 การใช้งาน Visual Basic เบื้องต้น	22
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	24
3.1 ส่วนของวงจรดีเทคเตอร์	25
3.1.1 วงจรตรวจสอบการยกหู โทรศัพท์ (Hook Switch Detector)	25
3.1.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone Detector Circuit)	26
3.1.3 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)	27
3.2 ส่วนควบคุมการทำงาน	29
3.2.1 ส่วนควบคุมการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์	29
3.2.2 การทำงานของโปรแกรมควบคุมการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์	30
3.2.3 รายละเอียดของโปรแกรมควบคุมการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์	31
3.3 ส่วนแสดงและประมวลผล	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3.1	รายละเอียดของโปรแกรม Virsual Basic รับข้อมูลจากส่วนควบคุม	33
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	37
4.1	การทดลองวงจรดีเทคเตอร์	37
4.1.1	วงจรตรวจสอบการขงหนู	37
4.1.2	วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ	38
4.2	การทดลองและผลการทดลองในส่วนแสดงผลและประมวลผล	42
บทที่ 5	บทสรุปและวิจารณ์	44
5.1	ปัญหาและแนวทางแก้ไข	44
บรรณานุกรม		45
ภาคผนวก		46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1	บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างของโครงการ	3
รูปที่ 2.1	สัญญาณให้หมุน	4
รูปที่ 2.2	สัญญาณไม่ว่าง	5
รูปที่ 2.3	สัญญาณเรียกกลับ	5
รูปที่ 2.4	สัญญาณกริ่งเรียก	6
รูปที่ 2.5	แสดงหน้าปัดมโหรีศัพท์แบบกดปุ่มและความถี่ที่ใช้	7
รูปที่ 2.6	ลักษณะของสัญญาณเมื่อผู้เรียกเรียกเข้ามา	8
รูปที่ 2.7	ลักษณะทางไฟฟ้าที่ปรากฏที่คู่สายขณะทำการเรียก	9
รูปที่ 2.8	ผังการทำงานของมโหรีศัพท์	10
รูปที่ 2.9	โครงสร้างภายในของ MT 8870	11
รูปที่ 2.10	ความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่	12
รูปที่ 2.11	วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย	14
รูปที่ 2.12	การต่อวงจรภาคอินพุต	16
รูปที่ 2.13	การต่อวงจรผลิตความถี่	16
รูปที่ 2.14	วงจรใช้งานเบื้องต้นของไอซี MT 8870	17
รูปที่ 2.15	การจัดขาของคอนเนคเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232	19
รูปที่ 2.16	การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ	20
รูปที่ 2.17	หน้าจอสำหรับเปิด Project ใหม่	22
รูปที่ 2.18	รูปแสดงจอภาพของ Visual Basic	23
รูปที่ 3.1	บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของโครงการ	24
รูปที่ 3.2	แสดงวงจรตรวจสอบการยกหูมโหรีศัพท์	25
รูปที่ 3.3	แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ	27
รูปที่ 3.4	วงจรถอดรหัสหมายเลข มโหรีศัพท์	28
รูปที่ 3.5	แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนควบคุมการทำงาน	29
รูปที่ 3.6	วงจรดีเทคเตอร์	35
รูปที่ 3.7	วงจรส่วนควบคุม	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.1 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบการขงหนูโทรศัพท์	37
รูปที่ 4.2 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุตของ IC LM 567	38
รูปที่ 4.3 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุตของ IC 741	41
รูปที่ 4.4 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุตของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ	42
รูปที่ 4.5 แสดงรูปแบบเมื่อทำการ RUN โปรแกรม	42
รูปที่ 4.6 แสดงข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง	43



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางความถี่มอดูเลตเมื่อคคหมายเลข	3
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงค่าถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ	13



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัจจุบันเป็นยุคแห่งการติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล การสื่อสารจึงมีความสำคัญอย่างมากในชีวิตประจำวัน “โทรศัพท์” เป็นการสื่อสารชนิดหนึ่งที่น่าใช้กันอย่างแพร่หลายนั้น ก็เพราะเป็นการสื่อสารที่มีความสะดวกสบาย รวดเร็ว ปัจจุบันนี้ได้มีการนำเอาสัญญาณคู่สายโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ มากมายด้วยกัน ตัวอย่างเช่น เป็นเครื่องควบคุมอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ

ในการใช้โทรศัพท์ติดต่อคงจะดีถ้าสามารถบันทึกเบอร์โทรศัพท์พร้อมทั้งใช้โทรออกในแต่ละครั้งเพื่อเป็นประโยชน์ในการตรวจสอบ ข้อมูลการใช้โทรศัพท์ในแต่ละเดือนว่าเราใช้ไปมากมายเท่าไร ทั้งยังสามารถเช็คข้อมูลการใช้โทรศัพท์โทรออกได้ตลอดเวลา การที่เราใช้ข้อมูลการโทรออกจะช่วยให้เราสามารถควบคุมค่าใช้จ่าย โทรศัพท์ได้ดีขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาระบบการทำงานของโทรศัพท์
2. ออกแบบและสร้างวงจรเพื่อดีเทคสัญญาณโทรศัพท์ได้
3. ศึกษาการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม
4. ออกแบบและสร้างวงจรเพื่ออินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมได้
5. เขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลที่เข้ามาจากวงจรดีเทคได้
6. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานทั้งหมดได้

### 1.3 เป้าหมายในการทำโครงการ

ในการทำโครงการชิ้นนี้ เป็นการออกแบบและสร้างโดยใช้งานได้จริง โดยทำการตรวจจับสัญญาณที่ได้จากการกดคีย์โทรศัพท์แต่ข้อมูลนั้นเป็นแบบขนานจึงเปลี่ยนเป็นอนุกรมโดยวงจรอินเตอร์เฟสและแสดงผลออกมาทางหน้าจอ Monitor อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ทำมีความรู้เกี่ยวกับระบบการทำงานของโทรศัพท์เพิ่มมากขึ้น สามารถใช้โปรแกรม Visual Basic ช่วยในการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 แนวคิดของโครงการ

จากสถานะของกลุ่มสายโทรศัพท์ทำให้เราสามารถที่จะคิดเทคโนโลยีสถานะเหล่านั้นมาใช้งานได้ ทำอย่างไรที่จะทำให้คอมพิวเตอร์รับรู้ข้อมูลที่อ่านมาได้ เราได้ทำการสร้างวงจรถอนอินเตอร์เฟส เพื่อที่ให้การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ผ่าน RS232 ได้ ส่วนของโปรแกรมเราเลือกใช้โปรแกรม Visual Basic ในการแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีการแสดงผลที่มีเสถียรภาพ สวยงาม ง่ายต่อการศึกษา และสามารถพัฒนาบน Windows ได้



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรม โครงสร้างของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์

1. เครื่องโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
2. เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า “สัญญาณหมุน” บอกว่าพร้อมที่จะทำการหมายเลขที่จะติดต่อได้ ซึ่งก็คือ เสียงที่ได้ยินเวลาที่ยกหู เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 Hz กับ 440 Hz มอดูเลตรวมกัน
3. เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกจะติดต่อกับ ไปยังชุมสายที่ควบคุม
4. เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่าหมายเลขที่ต้องติดต่อกับว่าว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณตอบกลับเป็นความถี่ 480 Hz กับ 620 Hz มอดูเลตรวมกันมา
5. สามารถเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าและเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานเสียง
6. โทรศัพท์จะปรับระดับแรงดันอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันขึ้น
7. เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสายเพื่อแจ้งให้ทราบว่า สิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายทำการเลิกติดต่อกับอีกฝ่ายได้

ความถี่ (Hz)	รหัสหรือหมายเลข		
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#
ความถี่	1209	1336	1477

ตารางที่ 2.1 ความถี่มอดูเลตเมื่อกดหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.1 การสนทนา

เมื่อปลายสายหรือผู้เรียก หรือผู้ถูกเรียก ขงหูโทรศัพท์ขึ้น การทำงานในส่วนวงจรควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุด เพื่อที่จะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่จะเรียกเข้ามาต่อไป แต่หน้าที่ของชุมสายสำหรับตอนนี้ก็คือ การทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการภายหลัง

ในระหว่างที่ทำหารสนทนาอยู่ เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำงาน 2 รูปแบบไปพร้อมๆ กัน คือ แปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง (Acoustic Energy) ซึ่งจะเรียกว่า รูปแบบการรับสัญญาณ (Receiver Mode) และในทางกลับกัน รูปแบบที่ทำหน้าที่แปลงจากสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า จะเรียกว่ารูปแบบการส่งสัญญาณ (Transmitter Mode) ในรูปแบบหลังนี้เอง ที่มีเรื่องของการป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้อง ก็คือ การที่ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงตนเองจากหูฟังด้วย เรียกเสียงนี้ว่า Side Tone ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้อนกลับมา เพราะไม่เช่นนั้นก็ไม่สามารรู้ได้เลยว่า ควรพูดให้มีเสียงดังในระดับใดจึงจะพอเหมาะที่คู่สนทนาจะได้ยินเสียงของผู้เรียกได้อย่างชัดเจน

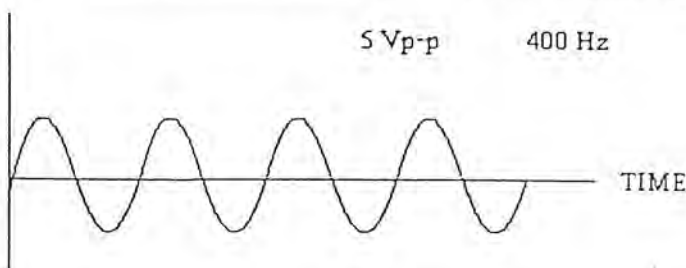
เมื่อสิ้นสุดการสนทนาทั้ง 2 ฝ่าย และวางหูโทรศัพท์ลง สัญญาณจากสวิตช์ก็จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่ออยู่ออก อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะว่างและพร้อมสำหรับการติดต่อครั้งต่อไป

### 2.1.2 สัญญาณต่าง ๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์

สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์ที่ส่งมายังผู้ใช้ (Subscriber) เป็นการบอกสถานะการติดต่อของอุปกรณ์ส่วนต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ และแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าควรทำอะไร เมื่อได้รับสัญญาณแต่ละชนิด รายละเอียดของสัญญาณต่างๆ มีดังนี้

สัญญาณสมาชิก คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งสถานะต่างๆ ในการติดต่อให้ผู้ใช้เรียกทราบว่าควรทำอะไรเมื่อได้รับสัญญาณ สัญญาณสมาชิกประกอบด้วย

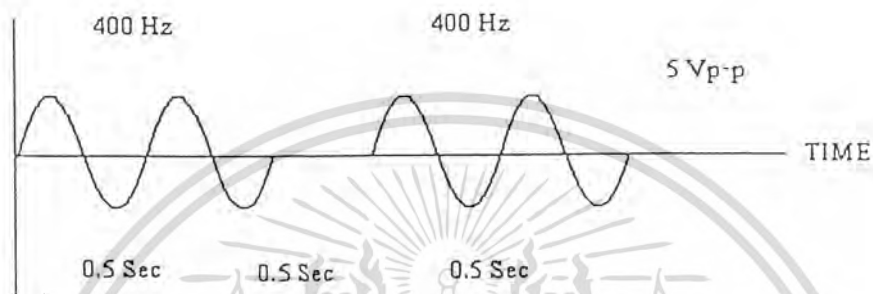
1.สัญญาณให้หมุน (DT : Dial Tone) สัญญาณให้หมุนนี้ เป็นสัญญาณแบบคลื่นไซน์ ความถี่ 400 Hz ส่งมาอย่างต่อเนื่อง และมีระดับขนาด 400 มิลลิโวลต์ พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สัญญาณให้หมุน

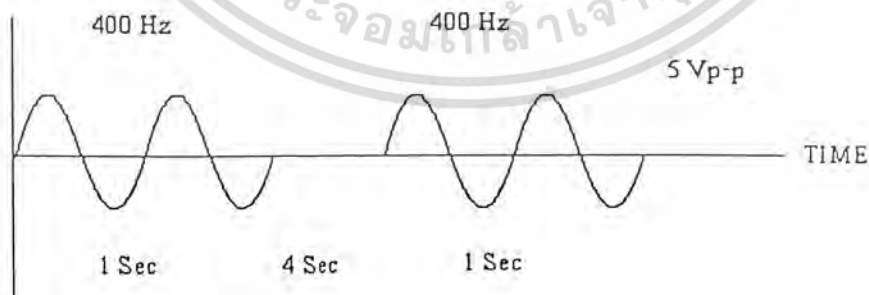
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัญญาณสายไม่ว่าง (BT : Busy Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงให้สมาชิกทราบว่าผู้รับสายไม่ว่างหรือการต่อระหว่างชุมสายไม่ว่าง ผู้เรียกจึงควรวางหูโทรศัพท์สักระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มทำการเรียกใหม่ สัญญาณไม่ว่างเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ มีความถี่ 400 Hz ส่งมาให้คู่สายเป็นช่วงๆ โดยเป็นจังหวะดัง 0.5 วินาที สลับกันไป และมีขนาด 250 ถึง 300 มิลลิโวลต์พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สัญญาณไม่ว่าง

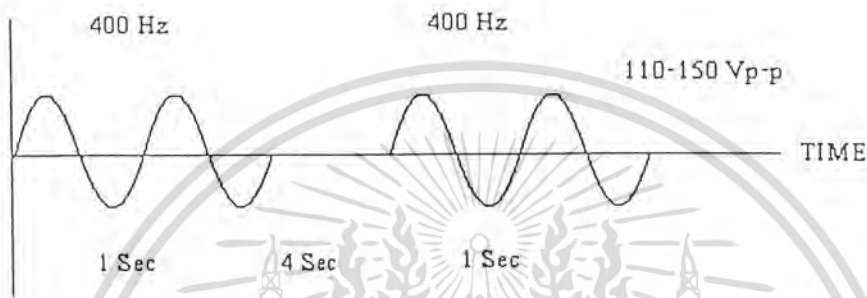
3. สัญญาณเรียกกลับ (RBT : Ring Back Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่า การต่อถูกขึ้นตอนตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ และส่งสัญญาณกริ่งให้กับผู้รับ เพื่อตอบรับการเรียก สัญญาณกริ่งเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ที่มีความถี่ 20 Hz มาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที ระดับขนาด 5 โวลต์พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 สัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สัญญาณกริ่งเรียก (RGT : Ringing Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่าการต่อทุกชั้นตอน เป็นไปตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ สามารถดำเนินการติดต่อได้สำเร็จ และส่งสัญญาณกริ่งมาให้ผู้รับตอบรับการเรียก สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ มีความถี่ 20 Hz ส่งมาเป็นช่วง โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที มีระดับสัญญาณขนาด 100 โวลต์พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.4



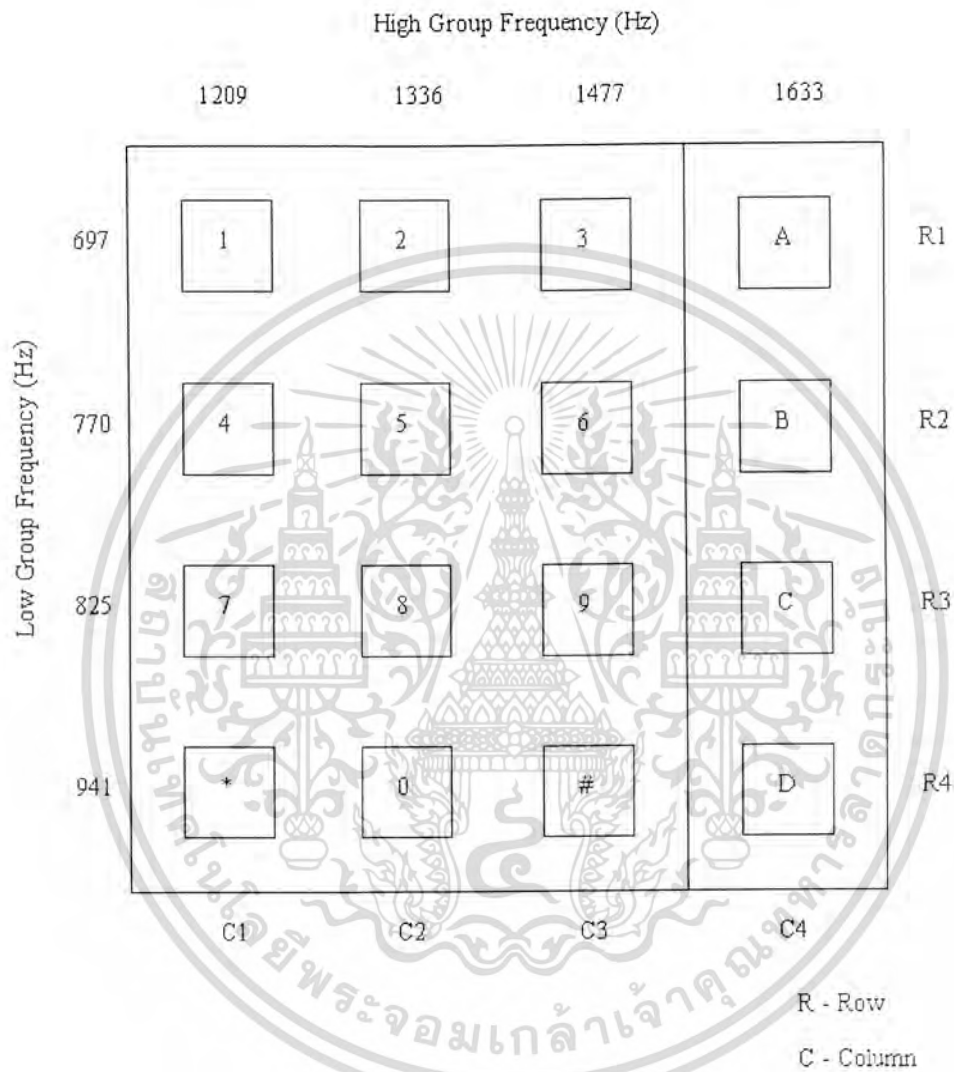
รูปที่ 2.4 สัญญาณกริ่งเรียก

### 2.1.3 ลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์

สัญญาณโทรศัพท์มีทั้งสัญญาณไฟตรง และไฟสลับ ซึ่งจะพิจารณาสัญญาณโทรศัพท์ได้ เป็น 2 ลักษณะ ตามวิธีการใช้ คือ

#### 1. เมื่อเป็นผู้เรียก

เมื่อโทรศัพท์ไม่ได้ใช้ หรือไม่ได้ยกหู สัญญาณระหว่างคู่สายจะเป็น 48 โวลต์ ดีซีเมื่อยกหู ฟังขึ้นสัญญาณระหว่างโทรศัพท์จะตกลงมาเป็น 5 โวลต์ ดีซี ในขณะเดียวกันก็จะมีสัญญาณ 600 มิลลิโวลต์ ผสมมาด้วย เมื่อหมุนหรือกดหน้าปัทม์ เพื่อเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยนั้น ในแบบหมุนหน้าปัทม์จะส่งพัลส์ที่หมุน โดยจะส่งพัลส์ในแบบ 100 พัลส์ต่อวินาที สำหรับในแบบ กดปุ่มหน้าปัทม์นั้น จะส่งสัญญาณคู่ความถี่ต่ำและความถี่สูงรวมกัน ซึ่งจะเป็นความถี่มาตรฐานที่กำหนดไว้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงหน้าปัทม์โทรศัพท์แบบกดปุ่มและความถี่ที่ใช้

ขณะรอสัญญาณหลังการหมุน หรือกดปุ่มหน้าปัทม์ ถ้าได้รับสัญญาณเรียกกลับ แสดงว่ากำลังมีการเรียกไปยังหมายเลขที่กำลังติดต่ออยู่ โดยเป็นสัญญาณเป็นจังหวะ 1 วินาที หยุด 4 วินาทีสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

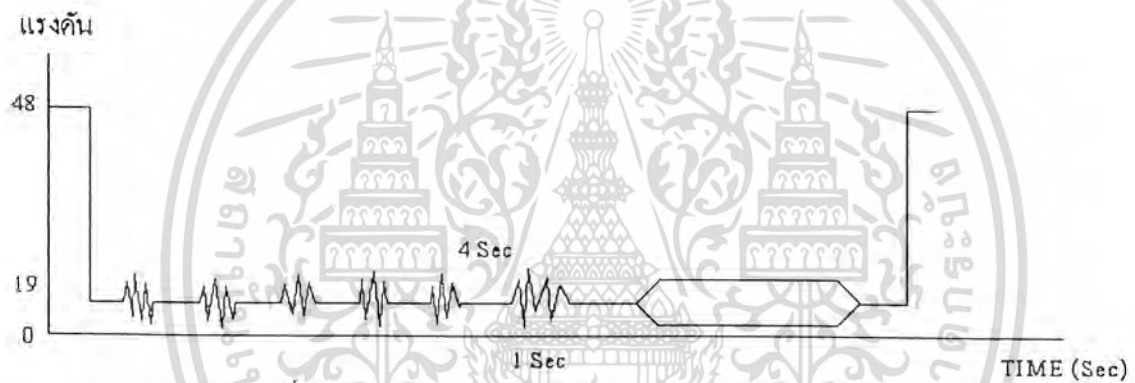
กัน ที่มีความถี่ 440 Hz และระดับสัญญาณ 200 มิลลิโวลต์ แต่ถ้าหากว่าได้รับสัญญาณสายไม่วาง ซึ่งจะเป็นสัญญาณคัง และหยุดสลับกันเป็นจังหวะทุก 0.5 Hz และระดับสัญญาณ 400 มิลลิโวลต์

ขณะพุดสัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์ยังคงเป็นสัญญาณดีซี 5 โวลต์ เช่นเดิม แต่จะมีสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณเอซี ระดับสัญญาณขนาดไม่เกิน 1 โวลต์ กร่อมอยู่บนสัญญาณดีซี

## 2. เมื่อเป็นผู้รับ

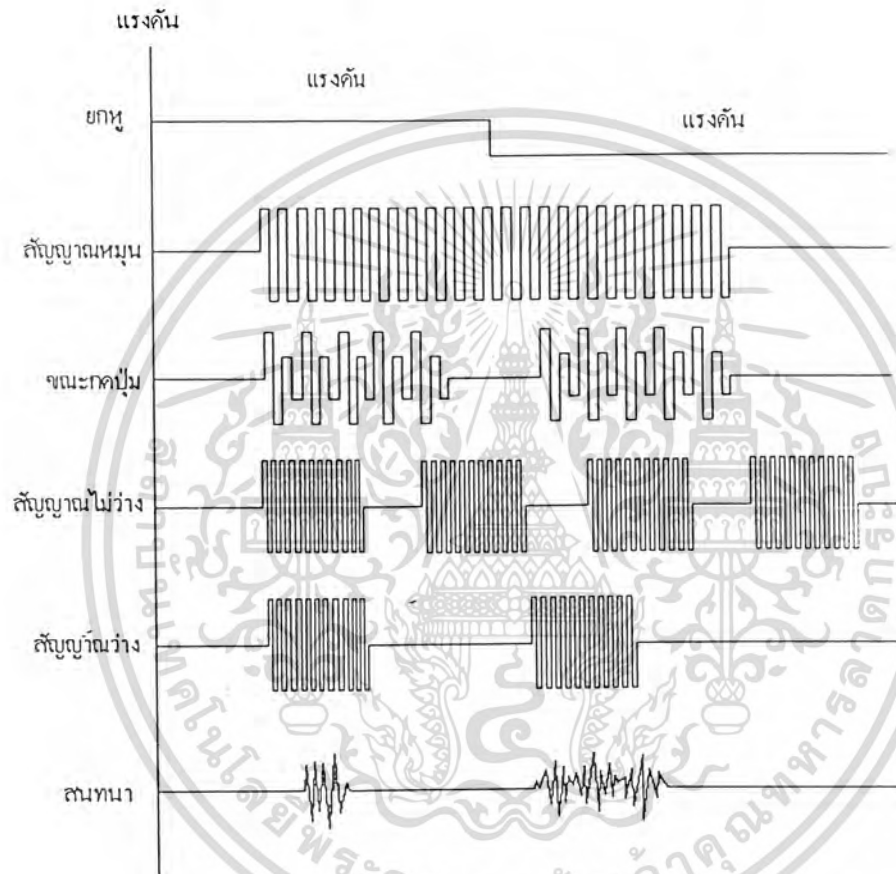
ขณะยังวางหูอยู่ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะเป็น 48 โวลต์ ดีซี เมื่อมีสัญญาณกระดิ่ง จะมีสัญญาณเอซี ความถี่ 16 Hz ระดับสัญญาณ 270 โวลต์ คัง 1 วินาที และหยุด 4 วินาที สลับกัน

เมื่อกยกหูโทรศัพท์ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะตกลงไปเป็น 10 โวลต์ดีซีและจะได้ยินเสียงจากผู้เรียก



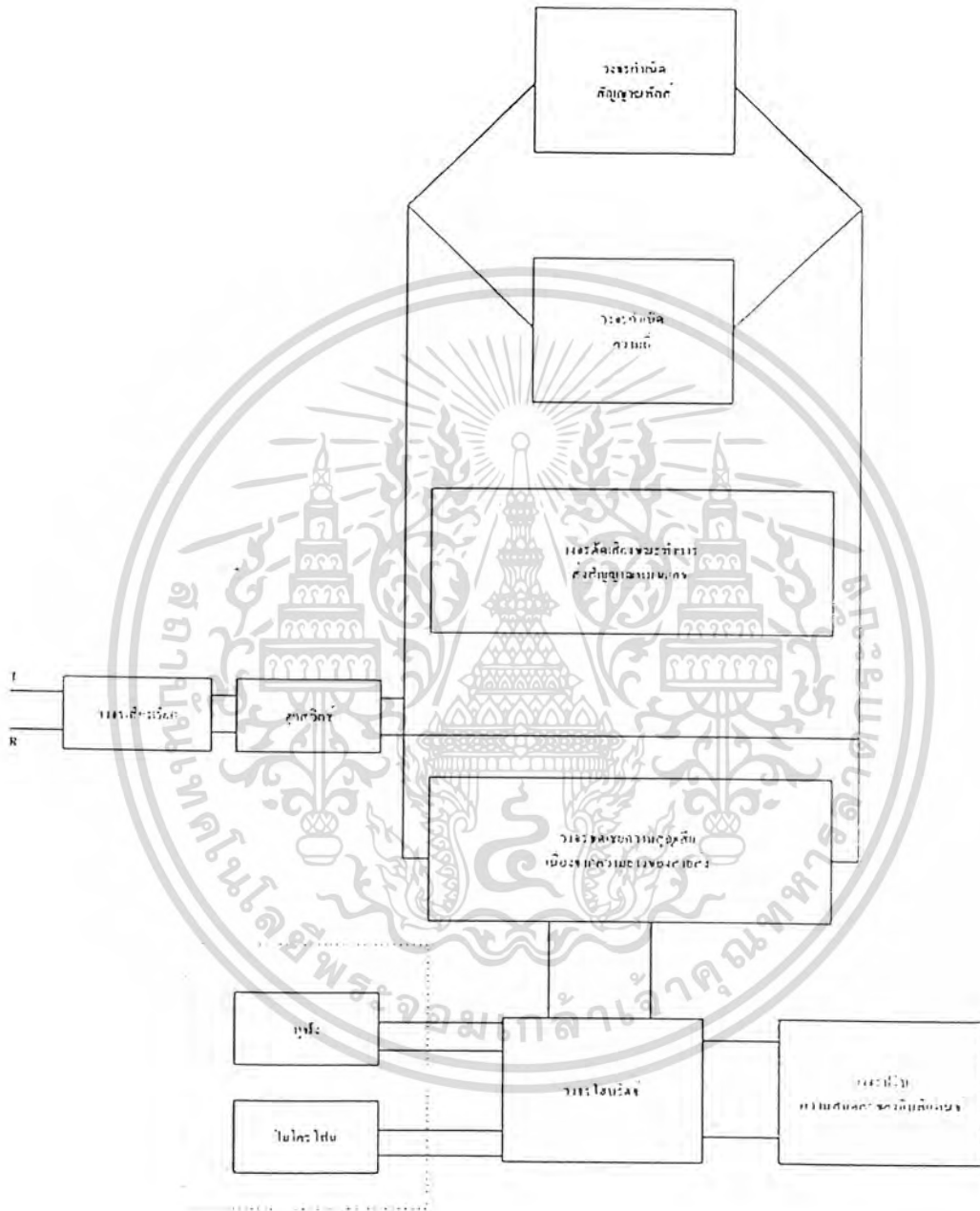
รูปที่ 2.6 ลักษณะของสัญญาณเมื่อผู้เรียกเรียกเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ลักษณะทางไฟฟ้าปรากฏที่คู่สายในขณะที่ทำการเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ผังการทำงานของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ภาคถอดรหัสสัญญาณความถี่ DTMF

### 2.2.1 คุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว MT 8870

1. เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Receiver)
2. กินกระแสไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับไอซี TTL
3. สามารถตั้งอัตราการขยายภายในตัวไอซีได้
4. สามารถปรับช่วงคาบเวลาของความถี่ได้
5. เป็นไอซีคุณภาพสูง

### 2.2.2 โครงสร้างไอซี MT 8870

โครงสร้างภายในของ MT 8870 ประกอบด้วยวงจรความถี่ และวงจรถอดรหัสทางดิจิทัล เป็นไอซี ที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี IOS2-CMOS ในส่วนของวงจรรองความถี่ใช้เทคนิคของ Switch Capacitor สำหรับการกรองความถี่สูงและกรองความถี่ต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามา ส่วน Output เป็นวงจรค้าง 3 สถานะ

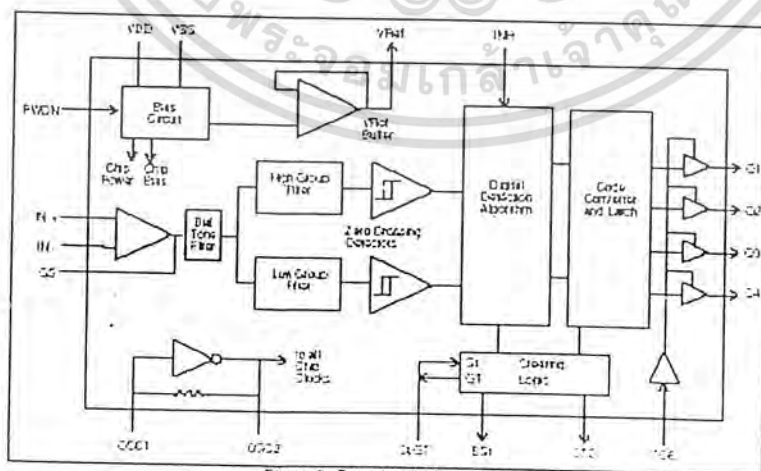


Figure 1 - Functional Block Diagram

### รูปที่ 2.9 โครงสร้างภายในของ MT 8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

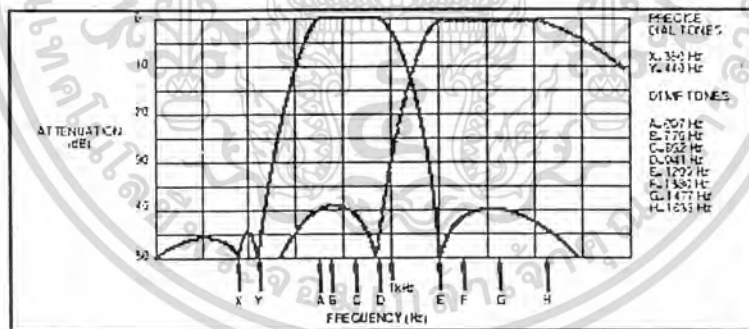
## 2.2.3 หน้าที่การทำงานภายในไอซี MT 8870

ภายในไอซี MT 8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
2. ภาคถอดรหัส (Decoder Section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Streerir Circuit)
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential input)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

### 1. ภาคกรองความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็นสองกลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรความถี่อันดับ 6 ชนิด ช่วงความถี่ คือ ช่วงความถี่สูง (High Frequency) และช่วงความถี่ต่ำ (Low Frequency)



รูปที่ 2.10 ความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

### 2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกรองเรียบร้อยจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็น ความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาปน เมื่อตรวจสอบว่าความถี่ถูกต้อง สัญญาณที่เข้ามา EAT (Early Streering) ก็จะทำงานสำหรับค่าที่ได้จากการถอดรหัสสัญญาณความถี่ต่างๆ นั้นแสดงในตารางที่ 2.2

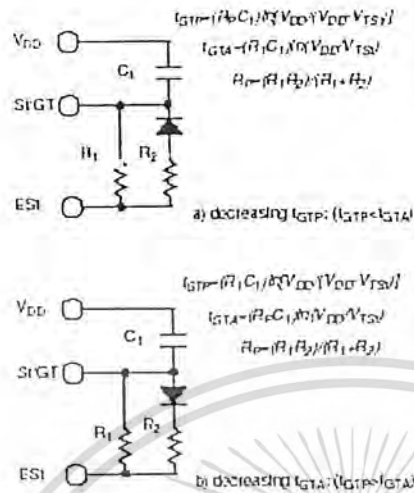
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output	VC	Int	Est	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$u_4$
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	C	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	C	0
9	H	X	H	1	0	C	1
0	H	X	H	1	0	1	0
.	H	X	H	1	0	1	1
+	H	X	H	1	1	C	0
4	H	L	H	1	1	C	1
E	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	C	0
z	H	H	L				
B	H	H	L	undefined, no output code			
G	H	H	L	MSI format the same as the			
D	H	H	L	provides decimal code			

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าถอดรหัสที่ได้จากควมถี่ต่างๆ

### 3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ไปที่ Output จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามามีระยะเวลาตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาให้เป็นเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลาที่ยาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็น 1 นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 2.11 เมื่อขา EST เป็น 1 ทำให้ VC สูงขึ้นจนถึงค่าเทรตโฮลต์ วงจรถอดรหัสถึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต



รูปที่ 2.11 วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย

อธิบายขั้นตอนการทำงาน

- A- ตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาแต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง Output ไม่เปลี่ยนแปลง
- B- ความถี่ # n ถูกตรวจสอบพบ และมีคาบเวลาที่ต้องการ ความถี่ที่ถูกถอดรหัส และค้างไว้ที่ Output

ไว้ที่ Output

- C- จบความถี่ # n ช่วงห่างถูกต้อง Output ยังคงค้างจนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่
- D- Output เปลี่ยนเป็น อิมพีแดนซ์สูง
- E- ความถี่ # n+1 ถูกตรวจสอบพบช่วงเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ที่ถูกถอดรหัสและค้างไว้
- F- ความถี่ # n+1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง Output ยังคงค้างอยู่
- G- ความถี่ # n+1 ช่วงห่างถูกต้อง Output ยังคงค้างอยู่จนถึงความถี่ใหม่

อธิบายคำศัพท์

- Vin- สัญลักษณ์ความถี่ DTMF ที่เข้ามา
- Est – Early Steering Output ให้แสดงความถี่ที่ต้องการ
- St/Gt – Steering input /Guard Time Output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก
- StD – Delayed Steering output ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือที่หายไปมีค่าเวลาตามที่กำหนดเพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ
- TOE – Tone Output Enable (input) ใช้ควบคุม Q1-Q2 ให้เป็นอิมพีแดนซ์สูง
- Trec – คาบเวลาที่นานที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Tid – เวลาสั้นที่สุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
- Tdo – เวลาราวนานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง
- Tdp – เวลาที่ใช้ในการตรวจพบความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- Tda – เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- Tgtp – ช่วงคาบเวลาของความถี่ของการปรากฏความถี่ DTMF
- Tgta – ช่วงคาบเวลาของความถี่การหายไปของความถี่ DTMF

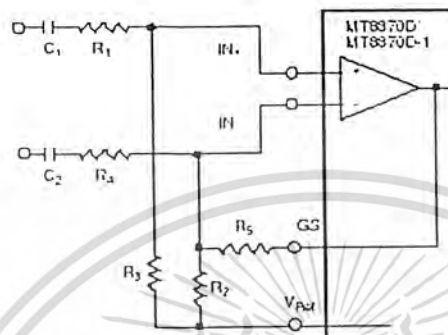
สำหรับคำว่า Guard Time หมายถึง ช่วงคาบเวลาความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่ตั้งใจไว้ จึงจะได้การยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดว่า เวลาที่เราตั้งใจไว้ โดย RC ก็คือ Guard Time นั้นเอง เมื่อสัญญาณ ความถี่เข้ามานานเท่ากับหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งใจไว้ จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ที่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไปการตั้งเวลาและการคำนวณดูได้จากรูป 2.11

#### 4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วน Input ของ MT8870 เป็นภาคขยายสัญญาณจากออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราการขยายโดยตรงต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป และ แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับ Input ซึ่งสามารถคำนวณอัตราการขยายความแตกต่างของ Input และ อิมพีแดนซ์ดังนี้

$$\text{อัตราการขยาย (Av diff)} = R5/R1$$

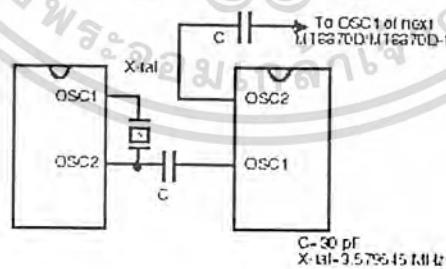
$$\text{อินพุทอิมพีแดนซ์ (Zin diff)} = 2/R1^2 + (1/WC)^2$$



รูปที่ 2.12 การต่อวงจรภาคอินพุท

### 5. ภาคนำหนดความถี่

ในภาคนี้จะมีวงจรเวลาอยู่ภายในเพียงแต่ต่อแร่ X-TAL ที่มีความถี่ 3.579545 MHz ก็จะสามารถใช้งานได้เสีย

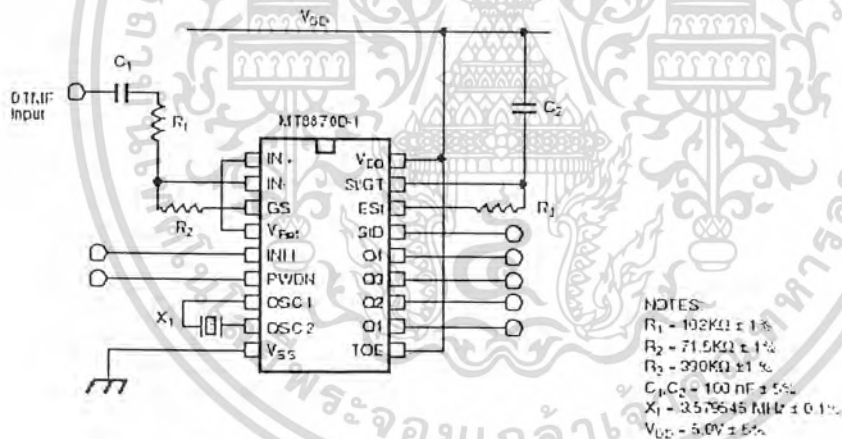


รูปที่ 2.13 การต่อวงจรผลิตความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.24 การนำ MT8870 ไปใช้งาน

1. นำไปใช้งานด้านการควบคุมระยะไกล
2. เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
3. ใช้ในการด้านเครดิตการ์ด
4. ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
5. ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อย ๆ หรือ PABX
6. ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
7. เครื่องกันขโมย
8. การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
9. ใช้เป็นเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์



รูปที่ 2.14 วงจรใช้งานเบื้องต้นของไอซี MT8870

## 2.3 ส่วนควบคุมการทำงาน

### 2.3.1 พอร์ทของ 8051

8051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 40 ขา ซึ่งมีขาต่างๆ ดังนี้

- Vcc (ขา 40) ต่อกับ +5 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Vss (ขา20)เป็นขา กราวด์
- พอร์ต 0 (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P0.7-P0.0) มีโครงสร้างแบบ Open - Drain Bi - directional
  - พอร์ต 0 (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P0.7-P0.0) ใช้งานได้ 2 หน้าที คือ แอคเตสบัต และคาต้าบัตเมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกหรือไอโอพอร์ต ถ้าต้องการให้ทำงานเป็น อินพุตต้องส่งลอจิก “1” ไปยังพอร์ตนี้ จะมีผลให้ Q ของ D-FF เป็น “0” ทำให้FET ตัวล่างมีสถานะ OFF สัญญาณที่ใช้อ่าน อินพุตพอร์ตแลตซ์โดยส่งสัญญาณ READLATCH ไปกระตุ้นที่ Tri-Stage Buffer ตัวบนและการอ่าน Port(Pin) จะใช้สัญญาณ Read(Pin)
  - พอร์ต 1 (ขา 21-28) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P1.0-P1.7) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ต 0 แต่ จะใช้ ความต้านทานภายในพูลอัพแทน Internal Pull up Register
  - พอร์ต 2 (ขา 21-28) มีทั้งหมด 8 บิต คือ ขา (P2.7-P2.0) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ต 0 โดยมี FET ตัวเดียวส่วนด้านบนใช้ความต้านทานพูลอัพแทน (Internal Pullup) พอร์ตนี้ทำงาน 2 หน้าทีคือ สามารถใช้เป็นแอคเตสบัตขนาด 8 บิต (A15-A8) และเป็นไอโอพอร์ตใช้งานทั่วไปเมื่อจะใช้งาน เป็นอินพุตพอร์ตต้องส่งลอจิก “1” มาที่พอร์ตนี้ก่อนเพื่อบังคับให้ FET อยู่ในสภาวะ Off
  - พอร์ต 3 (ขา 10-17) มีทั้งหมด 8 บิต คือ ขา (P3.7-P3.0) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ต 1 ทำงานได้ 2 หน้าทีคือ เป็นไอโอพอร์ตถ้าจะโปรแกรมให้เป็นอินพุตพอร์ตต้องส่งลอจิก “1” มาที่ พอร์ตนี้ก่อนและอีกหน้าที่หนึ่งคือใช้ส่งสัญญาณควบคุมออกมาและรับสัญญาณเข้าไป

## 2.4 มาตรฐานพอร์ทอนุกรม RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12 V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3 ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space) มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล ( Data Terminal Equipment : DTE ) กับวงจรข้อมูลปลายทาง ( Data Circuit Termination : DCE ) ไว้ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่ได้เห็นได้ชัดคือ คอนเนคเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเนคเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเนคเตอร์ที่อยู่ทีโมเด็มจะเป็นแบบ DCE

สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์ โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

#### 2.4.1 คอนเนคเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเนคเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเนคเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเนคเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปแบบที่ 2.15

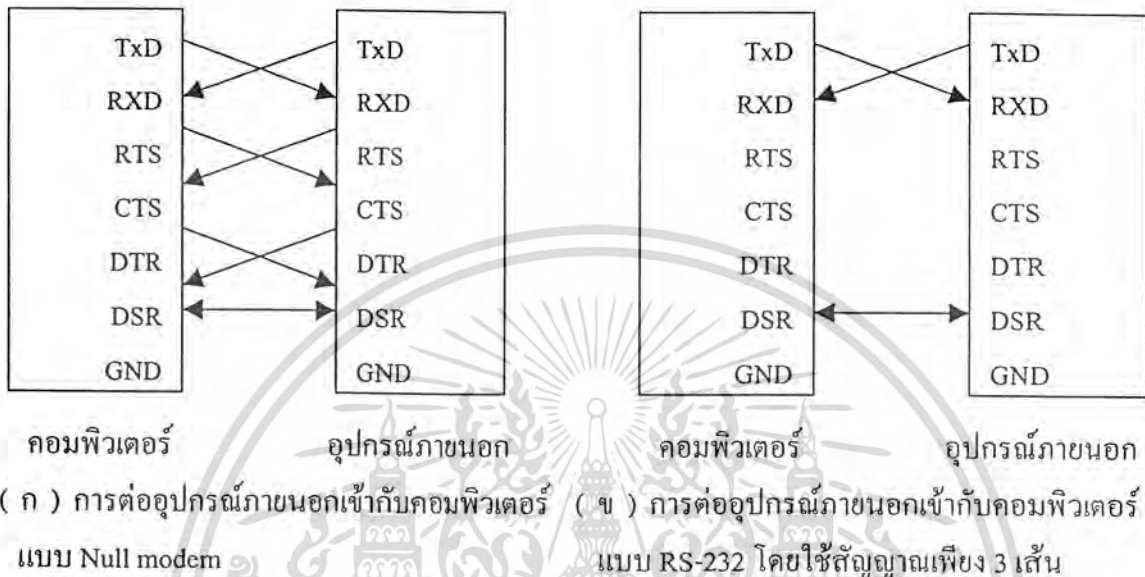
( ก ) คอนเนคเตอร์อนุกรม 9 ขาหรือแบบ DB-9 ( มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์ )

( ข ) คอนเนคเตอร์อนุกรม 25 ขาแบบ DB-25 ขาหรือแบบ DB-25 ( มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์ )

คอนเนคเตอร์ DB-9	คอนเนคเตอร์ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect : DCD	อินพุต
2	3	Received Data : RxD	อินพุต
3	2	Transmitted Data : TxD	เอาต์พุต
4	20	Data Terminal Ready : DTR	เอาต์พุต
5	7	Signal Ground : GND	เอาต์พุต
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	4	Request To Send : RTS	เอาต์พุต
8	5	Clear To Send : CTS	อินพุต
9	22	Ring Indicator : RI	อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.15 การจัดขาของคอนเนคเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 ทั้งแบบ DB-9 และ DB-25



รูปที่ 2.16 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ

สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังในรูปที่ 2.16 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูลในรูปที่ 2.16 ( ก ) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem หรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มรูปแบบ ส่วนในรูปที่ 2.16 ( ข ) เป็นการเชื่อมต่อแบบ RS-232 โดยใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นหนึ่งสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้

- Data Carrier Detect : DCD ขานี้จะแอกติฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห้จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก
- Receive Data : RD, RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์
- Transmitted Data : TD, TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำเอาข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Data terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ถ้าใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem ซึ่งจะใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์
- Signal Ground :GND ขากราวด์ของระบบ
- Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งส่งมาจากขา DTR
- Request To Send : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3สาย จะต้องเชื่อมต่อกับขา RTS และขา CTS ของมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับและการส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา
- Clear To Send : CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจาก RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่
- Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะถูกใช้งาน จะใช้งานเมื่อมีการเชื่อมต่อกับ โมเด็มและ โปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

## 2.5 Visual Basic เบื้องต้น

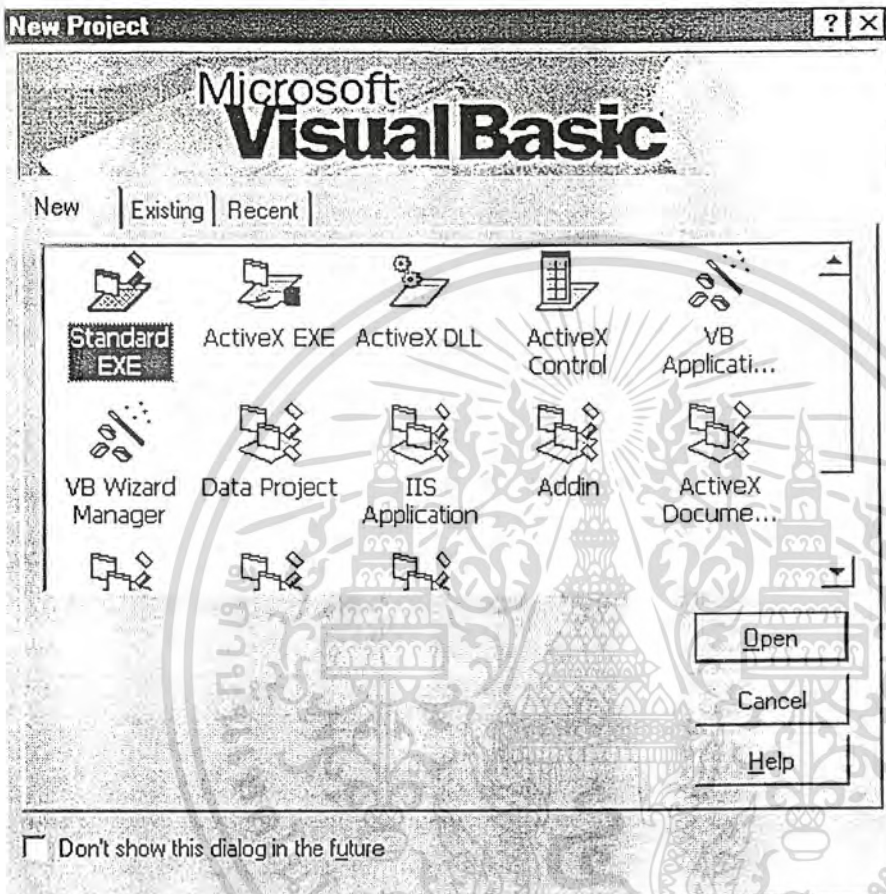
เราจะพบว่าในปัจจุบันนี้ Windows เป็นระบบปฏิบัติการที่นิยมมาก และการใช้ Windows ก็แพร่หลายไปทั่วโลกไม่ว่าใครก็สามารถใช้ Windows อย่างง่ายคายนั้นเพราะ Windows สามารถใช้งานและเรียนรู้ได้ง่ายและจุดเด่นที่สำคัญอีกอย่างนั้นก็คือมันสามารถที่จะทำงานหลายอย่างพร้อมๆ กันได้ (Multitasking) ดังนั้น Software ที่เป็นที่ยอมรับปัจจุบันนี้จึงเป็น โปรแกรมที่สามารถทำงานบน Windows ได้

Visual Basic เป็นโปรแกรมภาษาของคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาให้สามารถใช้งานได้ง่ายและสามารถพัฒนาโปรแกรมบน Window แต่ก่อนจะพบว่าการเขียนโปรแกรมบน Windows การที่จะเขียนหน้าต่างของ Windows ขึ้นมานั้นจะต้องใช้คำสั่งต่างๆ มากมาย แต่ถ้าเป็น Visual Basic แล้วสามารถสร้างได้ง่ายคาย ต่อไปจะกล่าวถึงการใช้งาน Visual Basis 6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.1 การใช้งาน Visual Basic เบื้องต้น

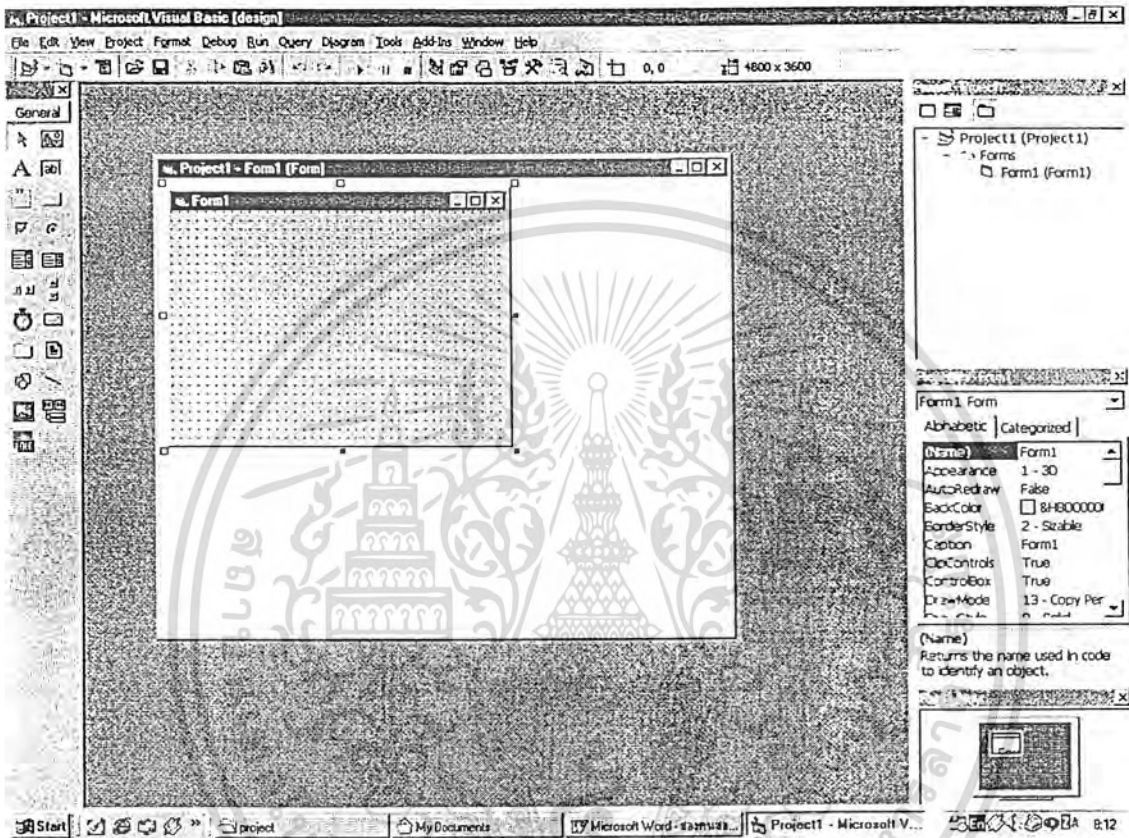
สิ่งแรกที่จะพบเมื่อเข้าสู่โปรแกรมก็คือหน้าจอสำหรับเปิด Project ดังรูป



รูปที่ 2.17 หน้าจอสำหรับเปิด Project ใหม่

ในนี้จะเลือก “ Standard EXE ” เพื่อเข้าสู่การใช้งาน Visual Basic ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมต่อไป  
 ดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

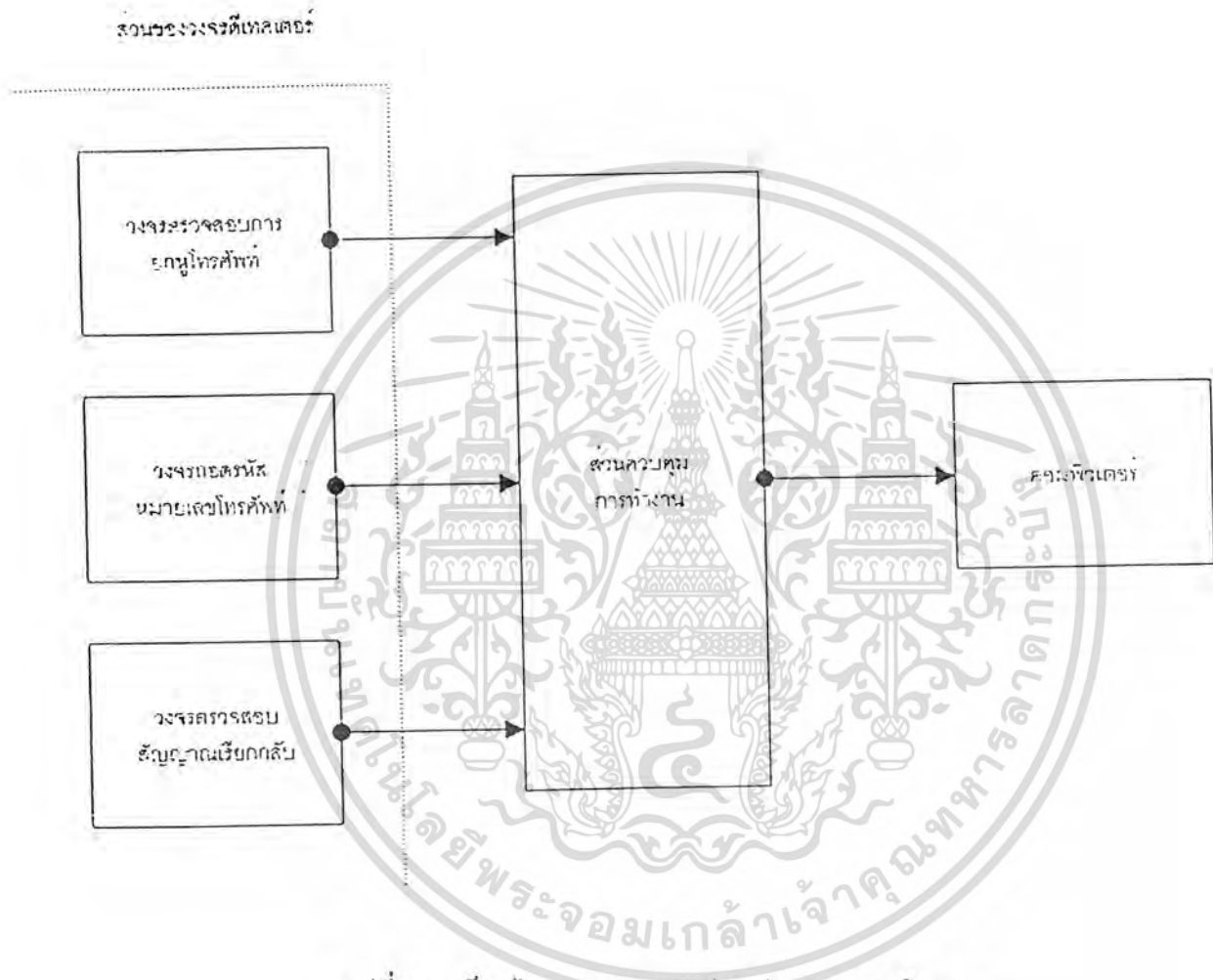


รูปที่ 2.18 รูปแสดงจอภาพของ Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การคำนวณและการสร้าง



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของโครงการ

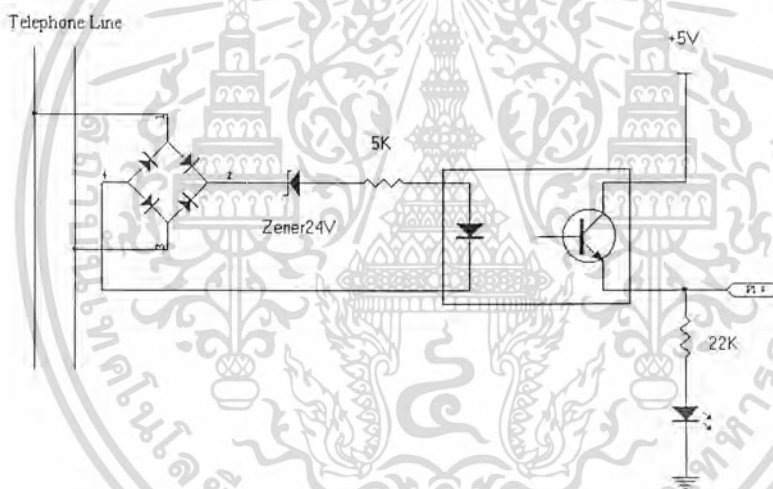
### 3.1 วงจรดีเทคเตอร์

ประกอบด้วยวงจร 3 ส่วน ได้แก่ วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ (Hook Switch Detector) วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit) และวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (RingBack Tone Circuit) วงจรเหล่านี้จะต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์ของเครื่องที่ต้องการแสดงข้อมูลการใช้งานโทรศัพท์ เพื่อรับสัญญาณอินพุตจากคู่สายโทรศัพท์นั้น และเอาต์พุตของวงจรจะส่งไปยังส่วนควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.1 วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ (Hook Switch Detector)

หลักการการทำงานของวงจรคือ ใช้การเปรียบเทียบของแรงดันระหว่าง การยกหูและการวางหู ซึ่งในขณะที่วางหูอยู่นั้นจะมีแรงดันตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ประมาณ 48 โวลต์และในขณะที่ทำการยกหูจะทำให้แรงดันตกลงเหลือประมาณ 6-10 โวลต์ ซึ่งก็แล้วแต่ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่อง พิจารณาในขณะที่ทำการวางหู แรงดันไฟ 48 โวลต์ จะผ่านวงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ซึ่งจะให้ขั้วของแรงดันแน่นอน แรงดันดังกล่าวมีค่ามากกว่าแรงดัน Zener ของซีเนอร์ ไดโอดขนาด 24 โวลต์ เป็นผลให้มีกระแสไหลผ่านความต้านทาน 5 กิโลโอห์ม จึงทำให้มีกระแสไหลผ่าน LED ในออปติโอโซเลเตอร์และไปกระตุ้นให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสตามไปด้วย เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 1 กิโลโอห์มที่เอาต์พุตเป็น 5 โวลต์ ซึ่งแทนด้วยระดับ ลอจิก "1" พิจารณาในขณะที่ทำการยกหู แรงดันจะตกลงเหลือประมาณ 6-9 โวลต์ แรงดันดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าแรงดันซีเนอร์ จึงไม่มีกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไปได้เป็นผลให้ LED และ ทรานซิสเตอร์ในออปติโอโซเลเตอร์ไม่นำกระแส แรงดันเอาต์พุตจึงตกลงเป็น 0 โวลต์ ซึ่งแทนด้วยระดับลอจิก "0"



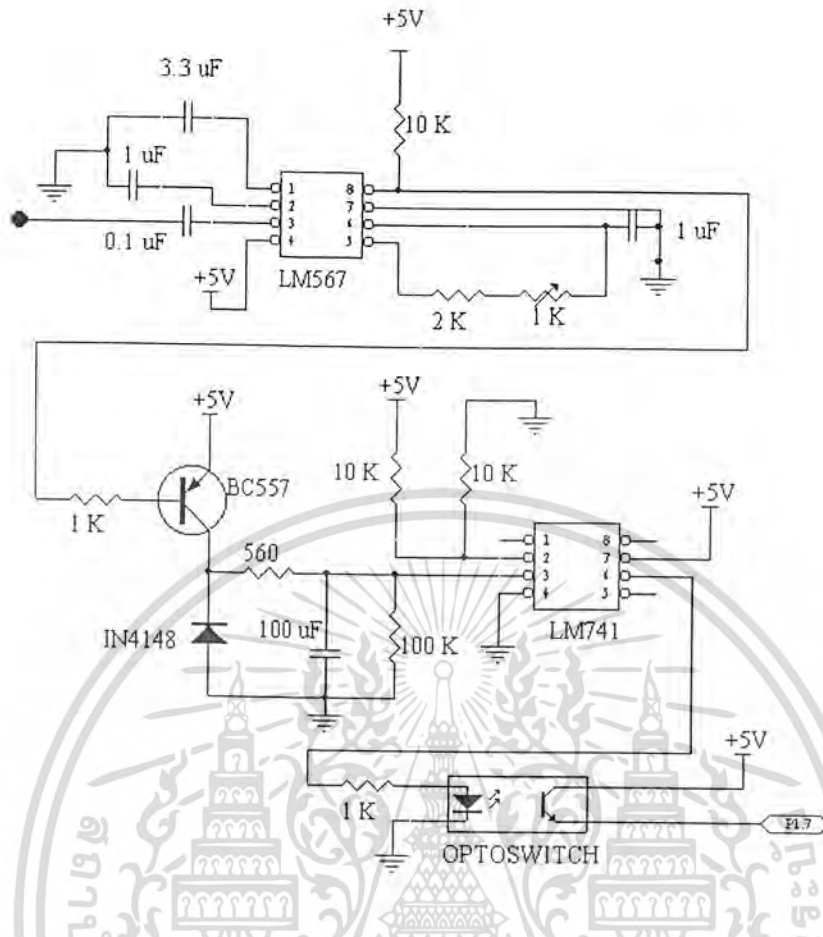
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ (Hook Switch Detector)

### 3.1.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone Detector Circuit)

วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับแสดงดังรูป เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์แล้ว รีเลย์จะทำการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรนี้ และเมื่อกดหมายเลขปลายทางแล้วก็จะได้รับสัญญาณคอบกลับมา ถ้าหากสายปลายทางว่างก็จะได้รับสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) ความถี่ประมาณ 425 Hz ดัง 2 วินาที ดับ 4 วินาที แต่ถ้าสายปลายทางไม่ว่างก็จะได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) ความถี่ประมาณ 425 Hz ดัง 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ จะผ่านมาเข้า IC

LM567 ซึ่งถูกต่อเป็นวงจรถวายจับสัญญาณ (Tone Detector) เพื่อตรวจจับสัญญาณความถี่ประมาณ 425 Hz โดยการกำหนดค่าจากตัวต้านทานและตัวเก็บประจุซึ่งต่ออยู่ที่ขา 5 และ ขา 6 ของ IC LM 567 จากความสัมพันธ์  $f_0 = 1.1/RC$  เมื่อมีสัญญาณอินพุตซึ่งมีความถี่ประมาณ 425 Hz มาเข้าวงจรนี้ เอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น "0" และเมื่อไม่มีอินพุต ความถี่ดังกล่าวเอาท์พุทที่ ขา 8 จะเป็น "1" เมื่ออินพุตเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง เอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น "0" นาน 0.5 วินาที เป็น "1" นาน 0.5 วินาที สลับกันไป ถ้าอินพุตเป็นสัญญาณเรียกกลับ เอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น "0" นาน 2 วินาทีเป็น "1" นาน 4 วินาทีสลับกันไป เมื่อสัญญาณนี้ผ่านทรานซิสเตอร์ BC 557 ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินเวอร์เตอร์ (Inverter) สัญญาณจะกลับสถานะ กล่าวคือ สัญญาณสายไม่ว่างก็จะเป็น "0" นาน 0.5 วินาทีตามเดิม แต่ถ้าเป็นสัญญาณเรียกกลับจะเป็น "0" นาน 4 วินาที "1" นาน 2 วินาที สัญญาณจะถูกลดแรงดันลงเมื่อผ่านตัวต้านทาน 560 โอห์ม และทำให้ตัวเก็บประจุ 100  $\mu F$  เกิดการประจุและคายประจุ ช่วงเวลาการติดดับของสัญญาณไม่เพียงพอที่จะทำให้ตัวเก็บประจุสามารถคายประจุได้ทัน แรงดันที่ขา 3 ของ IC LM741 จึงสูงกว่าแรงดันที่ขา 2 ทำให้เอาท์พุทที่ขา 6 เป็น "1" และทำให้เอาท์พุทของวงจรที่ขา 4 IC 4N25 เป็น "1" แต่เมื่อปลายทางรับสายจะทำให้ตัวเก็บประจุไม่เกิดประจุ แรงดันที่ขา 3 จึงต่ำกว่าแรงดันที่ขา 2 ทำให้เอาท์พุทที่ขา 6 และเอาท์พุทของวงจรเป็น "0" อย่างต่อเนื่อง แต่เนื่องจากเอาท์พุทของวงจร ในทางปฏิบัติไม่เป็น "0" จริงตามทฤษฎีจึงต้องนำทรานซิสเตอร์ BC 557 มาทำการปรับระดับแรงดันให้ใกล้เคียงกับทฤษฎีแต่เอาท์พุทกลับสภาวะเป็นตรงกันข้ามกับ ขา 6 ทำให้ส่วนควบคุมการทำงานทราบว่ายปลายทางรับสายแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

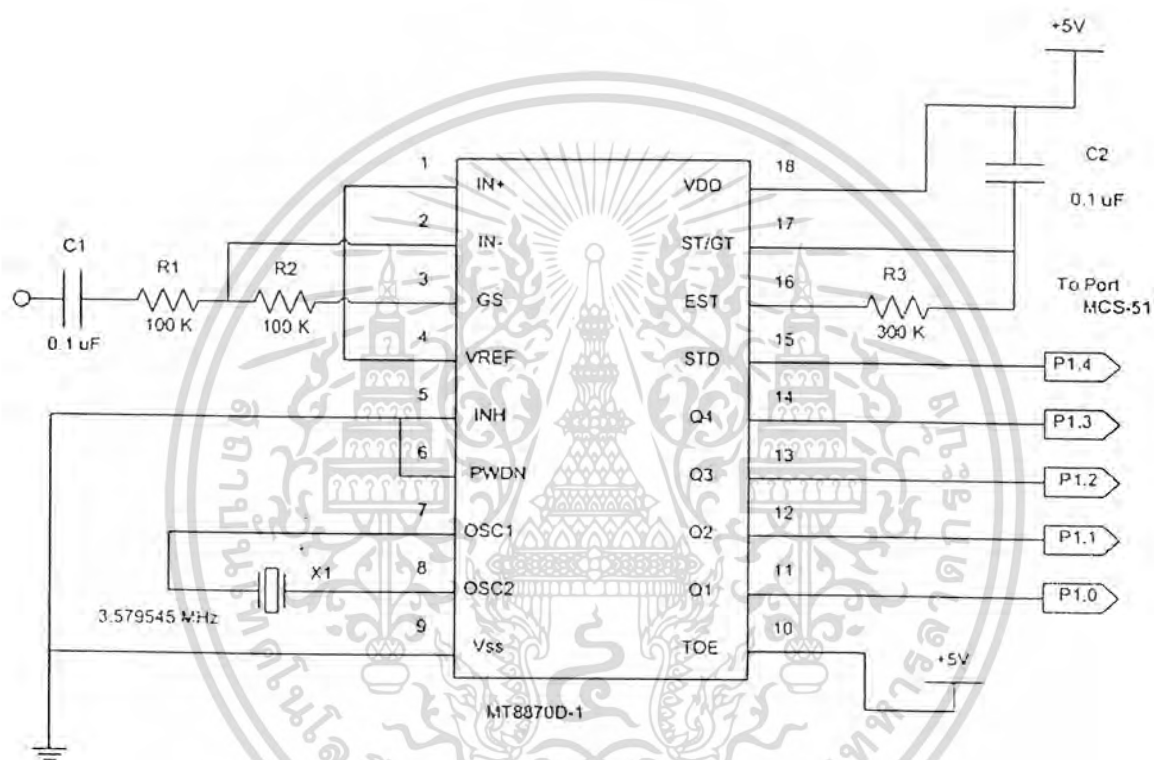


รูปที่ 3.3 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone Detector Circuit)

### 3.1.3 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)

การใช้ไอซี MT8870 ซึ่งจะทำหน้าที่ในการถอดรหัสความถี่ DTMF ออกมาเป็นรหัสไบนารี 4 บิตภายใน MT8870 ประกอบด้วยภาคกรองความถี่ ภาคถอดรหัส ภาคตรวจสอบสัญญาณ ภาคขยายสัญญาณความแตกต่างและภาคกำเนิดความถี่ โดยจะใช้คริสตอล 3.579545 MHz เป็นฐานเวลา จากวงจรจะใช้เมฆซึ่ง 600 โอห์มมาเป็นตัวคัปปลิ่ง สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์มายังวงจรเฉพาะสัญญาณไฟกระพริบเท่านั้น และยังทำหน้าที่ในการแยกกราวด์ของวงจรอีกด้วย เพราะบนคู่สายโทรศัพท์จะมีสัญญาณรบกวนต่างๆ มากมาย ซึ่งอาจจะมีผลต่อการดีโค๊ดสัญญาณได้สัญญาณจากการกดหมายเลข 1 ตัว จะถูกถอดรหัสออกเป็นเลขไบนารี 4 บิต ทางขา 11,12,13 และ 14 (Q1-Q4) ส่วนสัญญาณที่ขา 15 จะเป็น "1" ขณะกดปุ่มโทรศัพท์ เมื่อไม่กดจะเป็น "0" สัญญาณนี้จะบอกให้ส่วนควบคุมทราบว่ามีการกดปุ่มโทรศัพท์ จากนั้นไอซีจะทำการแลตซ์ค่าสัญญาณนั้นเอาไว้จนกว่าจะได้รับสัญญาณใหม่เข้ามา แล้วจึงค่อยเปลี่ยนเป็นรหัสตัวใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)

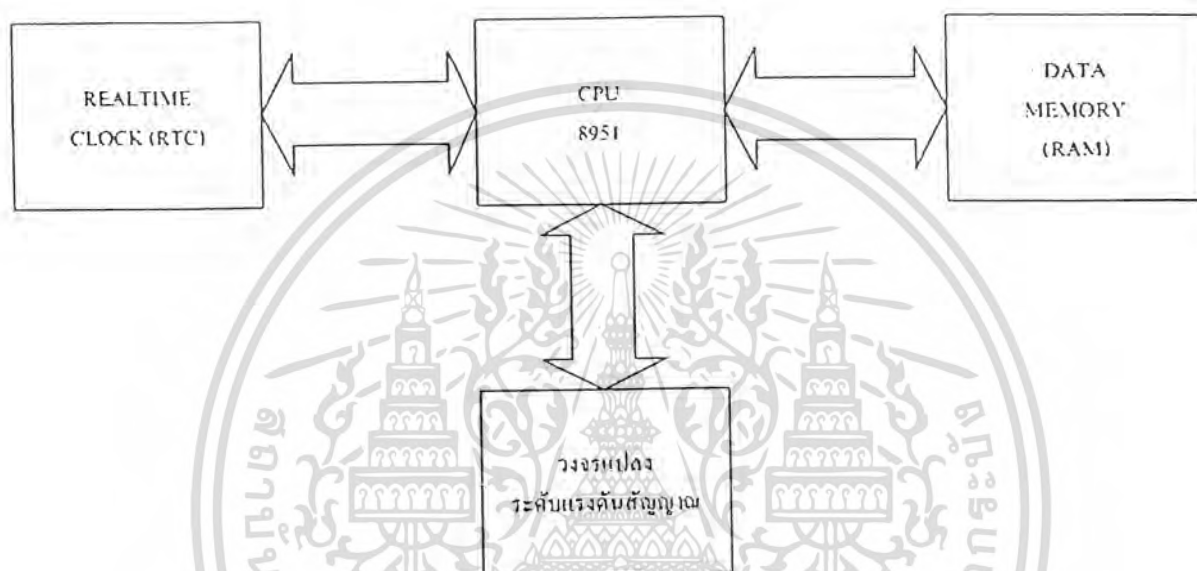
### 3.2 ส่วนควบคุมการทำงาน

ในโครงงานนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C51 ทั้งนี้เพื่อที่สะดวกในการทดลองและใช้งานจริงได้ ซึ่งส่วนประกอบของส่วนควบคุมการทำงานนี้จะมีส่วนรายละเอียดของบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 3.5 วงจรดีเทคเตอร์จะทำกรดีเทคสัญญาณในสถานะต่างๆ บนคู่สายโทรศัพท์เข้ามาในส่วนควบคุมการทำงาน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 จะเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด ซึ่งข้อมูลต่างๆ ที่ส่งเข้ามาจะถูกเก็บเอาไว้ใน RAM ส่วนการถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง RAM กับ CPU จะใช้ IC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74LS373 ในการแลตซ์แอดเดรสเอาไว้ และส่วนควบคุมนี้จะมีวงจร RTC ทำหน้าที่ในการสร้างฐานเวลาให้กับ 89C51 ซึ่งจะส่งค่าเวลามาตรฐานเข้าไปเก็บไว้ใน RAM เช่นกัน

ส่วน IC MAX232 จะเป็น IC ที่ใช้แปลงระดับแรงดันของสัญญาณให้ระดับแรงดันตามมาตรฐาน RS 232



รูปที่ 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนควบคุมการทำงาน

### 3.2.1 ส่วนควบคุมการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์

สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์จะผ่านวงจรดีเทคเตอร์เพื่อแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วป้อนให้กับพอร์ทของ 8951 ซึ่งสัญญาณจากวงจรดีเทคเตอร์มีดังนี้

1. สัญญาณตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ เป็นสัญญาณข้อมูล 1 บิต ขนาดประมาณ 5 โวลท์ ซึ่งแทนด้วยระดับลอจิก " 1 " เมื่อมีการวางหูและมีขนาดประมาณ 0 โวลท์ ซึ่งแทนด้วยระดับลอจิก " 0 " เมื่อมีการยกหู สัญญาณดังกล่าวจะส่งเข้าพอร์ท 1 ( ขา 7 ) ของ 8951
2. สัญญาณตรวจสอบการกดปุ่มเลขหมายโทรศัพท์ เป็นสัญญาณข้อมูล 1 บิต ได้จากขา 15 ของ IC MT 8870 ของวงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์ ซึ่งแทนด้วยระดับลอจิก " 1 " ขณะกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์ และแทนด้วยระดับลอจิก " 0 " เมื่อไม่มีการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์ สัญญาณดังกล่าวจะส่งเข้าพอร์ท 1 ( ขา 5 ) ของ 8951

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ เมื่อมีการกดหมายเลขโทรศัพท์ 1 ตัว IC MT 8870 ของวงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์จะทำการถอดรหัสออกเป็นเลขไบนารี 4 บิต สัญญาณจากขา 14 จะเป็นบิตที่มีนัยสำคัญสูงสุด แล้วลดลงมาจนถึงบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดที่ขา 11 สัญญาณดังกล่าวจะส่งเข้าพอร์ท 1 (ขา1-4) ของ 8951
4. สัญญาณการตรวจสอบการรับสายของปลายทาง สัญญาณนี้ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับเป็นสัญญาณข้อมูล 1 บิต จะแทนด้วยระดับลอจิก “ 0 ” เมื่อปลายทางยังไม่รับสาย และจะแทนด้วยระดับลอจิก “ 1 ” เมื่อปลายทางรับสายแล้ว สัญญาณนี้จะถูกส่งเข้าพอร์ท 1 (ขา8) ของ 8951

### 3.2.2 การทำงานของโปรแกรมควบคุมการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์

เมื่อเริ่มทำงานก็จะมี Initial ระบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น RTC การส่งสัญญาณผ่านพอร์ทอนุกรม, พื้นที่เก็บข้อมูลและ ตัวแปรต่างๆ จากนั้นโปรแกรมก็จะตรวจสอบว่ามีการยกหูโทรศัพท์หรือไม่โดยจะตรวจสอบสัญญาณ Hook นั้นเอง ถ้าพบว่ามีการยกหูโทรศัพท์ก็จะทำให้ Relay ทำงาน เพื่อต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรที่เหลือ เมื่อมีการกดปุ่มหมายเลข สัญญาณ STD จะปรากฏขึ้นจึงสามารถอ่านตัวเลขเข้าสู่ระบบได้ โดยอ่านตัวเลขเข้ามาเรื่อยๆ ครั้งละ 1 ตัว โดยจะตรวจสอบสัญญาณ STD อยู่ตลอดเวลา แต่ถ้ามีการวางหูโทรศัพท์ในช่วงนี้ก็จะยกเลิกการทำงาน แล้วกลับไปตรวจสอบสัญญาณ Hook ต่อไป แต่ถ้าไม่มีการกดตัวเลขแล้วเป็นเวลาประมาณ 5 วินาที จะมาทำการตรวจสอบว่าสัญญาณ Ringback เท่ากับ 1 หรือไม่ ถ้าใช่แสดงว่าผู้รับ ได้รับสายแล้ว เราก็จะทำการบันทึกเวลาเริ่มโทรออกเอาไว้

### 3.2.3 รายละเอียดของโปรแกรมควบคุมการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์

```

DATA EQU P1
READYTOREAD BIT P1.4
OPEN BIT P1.5
ONHOOK BIT P1.6
RINGBACK BIT P1.7

ORG 0000H
MOV TMOD, #021H ;Set T0 16 bit, T1 8 bit
MOV TH1, #0FDH ;Serial port 9600 bps
MOV TL1, #0FDH ;
SETB TR1 ;Start timer
MOV SCON, #040H ;Serial port MODE 1, Rx disable
MAIN MOV DATA, #0DFH ;Set OPEN as output (default=0),
MOV R0, #020H ;Start address to write at 20H
MOV R1, #00H ;Define Number of Digit
JNB ONHOOK, $ ;Onhook?
SETB OPEN ;Connect telephone line to MT8870
WAIT_DIGIT JNB READYTOREAD, CHECK_OFF ;Press Digit on telephone?
INC R0 ;Next address to write
INC R1 ;Increase number of Digit
MOV A, DATA ;Read digit from data
MOV @R0, A ;Write digit to address pointed by R0
JB READYTOREAD, $
CHECK_BACK JNB RINGBACK, CHECK_OFF ;Ringback call?
MOV R0, #020H ;Start address to read at 20H
NEXT_DIGIT INC R0 ;Next address to read
MOV A, @R0 ;Move data to accumulator for operation
MOV @R0, #00H ;Clear data in memory
ANL A, #0FH ;Use only low bit
ACALL HEX_TO_ASCII ;Convert hex to ASCII
ACALL SERIAL_SEND ;Send to serial port
DJNZ R1, NEXT_DIGIT ;All digit have sent?

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A, #00H ;NULL
ACALL SERIAL_SEND ;Send NULL
AJMP CHECK_END
CHECK_OFF JB ONHOOK, WAIT_DIGIT ;Offhook?
AJMP MAIN
CHECK_END JB ONHOOK, $ ;Offhook?
AJMP MAIN ;Sub Scriber Program
HEX_TO_ASCII ADD A, #030H ; Convert hex to ascii code
CJNE A, #03AH, NOT_0 ;Digit 0 ?
MOV A, #030H ;
NOT_0 CJNE A, #03BH, NOT_STAR ;Digit * ?
MOV A, #02AH ;
NOT_STAR CJNE A, #03CH, NOT_SHARP ;Digit # ?
MOV A, #023H ;
NOT_SHARP NOP
RET ;Send data to serial port
SERIAL_SEND CLR TI ;See the book page 385-390 for detail
MOV SBUF, A ;
JNB TI, $ ;
CLR TI ;
ACALL DELAY_100ms ;
RET ;Delay 100 ms
DELAY_100ms MOV R7, #100
DELAY_100ms1 MOV R6, #0E6H
DELAY_100ms2 NOP
NOP
DJNZ R6, DELAY_100ms2
DJNZ R7, DELAY_100ms1
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ส่วนแสดงและประมวลผล

ในการติดต่อกับส่วนควบคุมนั้นเราจะใช้ Visual Basic ซึ่งเป็นภาษาที่ง่ายและได้รับความนิยมสูง อีกทั้งยังมี Component สำเร็จรูปต่างๆ ให้ใช้งานมากมาย ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม นั้นเราใช้ Component ชื่อ Microsoft Com Control ที่สร้างมาเพื่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรม

#### 3.3.1 รายละเอียดของโปรแกรม Visual Basic รับข้อมูลจากส่วนควบคุม

```
Dim comport As Integer
```

```
Dim BufferRead As String
```

```
Dim DigitRead As String
```

```
Private Sub Combo1_Click()
```

```
If MSComm1.PortOpen Then MSComm1.PortOpen = False
```

```
comport = Combo1.ListIndex
```

```
If comport = 0 Then comport = 2
```

```
MSComm1.CommPort = comport
```

```
If Not MSComm1.PortOpen Then MSComm1.PortOpen = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CommandSave_Click()
```

```
Dim Freeara As Integer
```

```
Dim Filename As String
```

```
Dim BufferWrite As String
```

```
BufferWrite = TextDigit.Text
```

```
Freeara = FreeFile
```

```
CommonDialog1.ShowSave
```

```
Filename = CommonDialog1.FileName
```

```
Open Filename For Output As #Freeara
```

```
Print #Freeara, BufferWrite
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Close #Freearea
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
comport = 2
```

```
If Not MSComm1.PortOpen Then MSComm1.PortOpen = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
```

```
If MSComm1.PortOpen Then MSComm1.PortOpen = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
```

```
BufferRead = MSComm1.Input
```

```
If BufferRead <> Null Then
```

```
    DigitRead = DigitRead & BufferRead
```

```
Else
```

```
    TextDigit.Text = Format(Date, "dd,mm,yyyy") & vbTab & Format(Time, "hh:mm:ss") &  
vbTab & DigitRead & vbCrLf
```

```
    DigitRead = ""
```

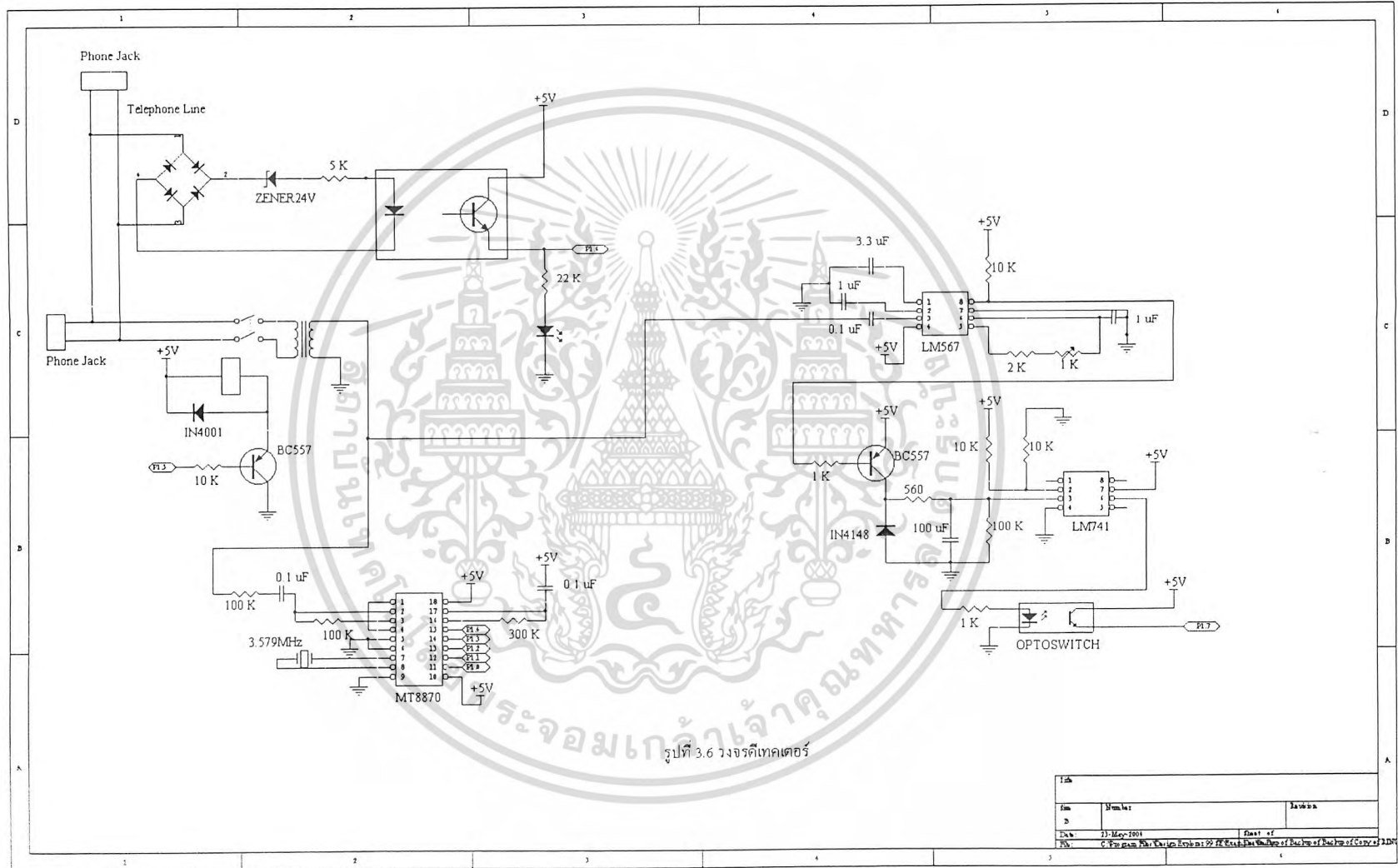
```
End If
```

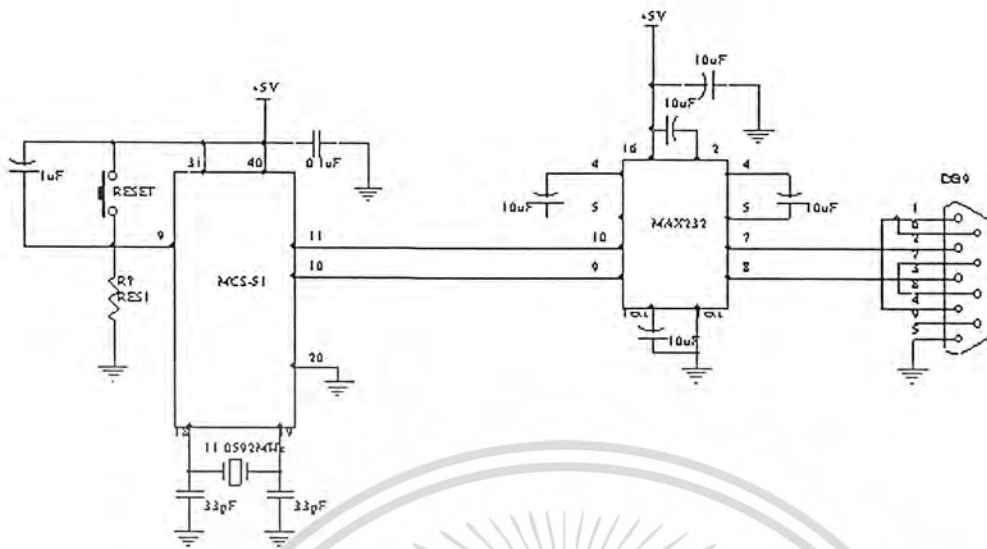
```
End Sub
```

```
Private Sub TextDigit_Change()
```

```
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 3.7 วงจรส่วนควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

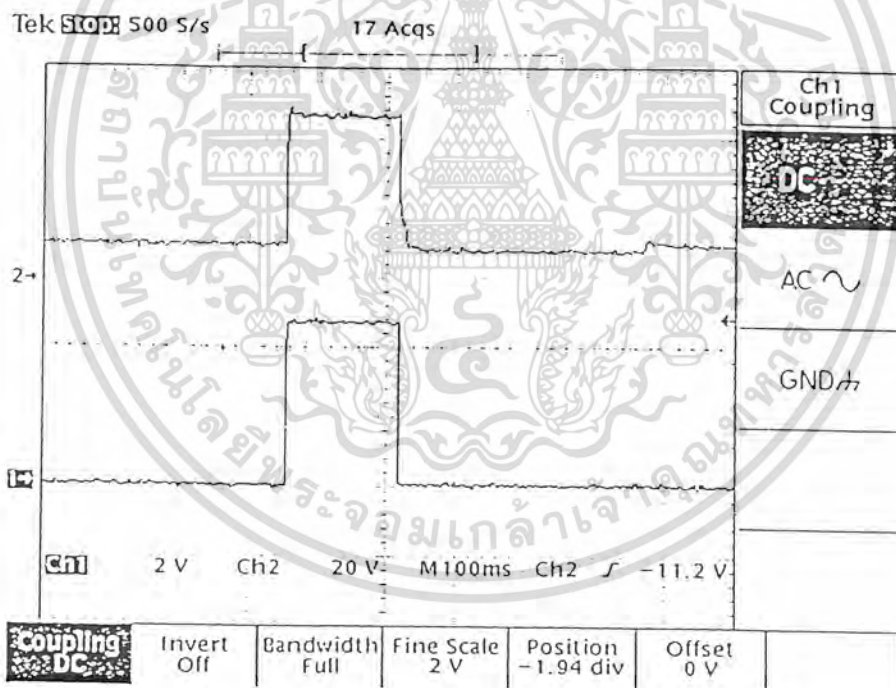
## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 การทดลองวงจรดีเทคเตอร์

##### 4.1.1 วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

จากวงจรรูปที่ 3.2 จะได้ผลการทดลองดังรูป



รูปที่ 4.1 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

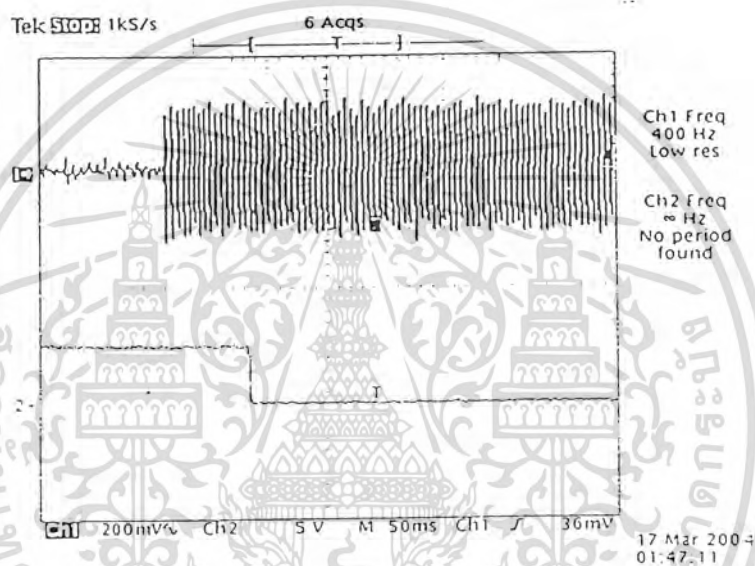
จากรูปที่ 4.1 รูปด้านล่างจะเป็นเอาต์พุตที่ได้จากวงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ จะเห็นว่าขณะที่คู่สายวางหูอยู่แรงดันไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแรงดัน 5 โวลต์ แทนด้วยระดับลอจิก “ 1 ” เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ส่วนในขณะการยกหู แรงดันจะลดลงเหลือ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

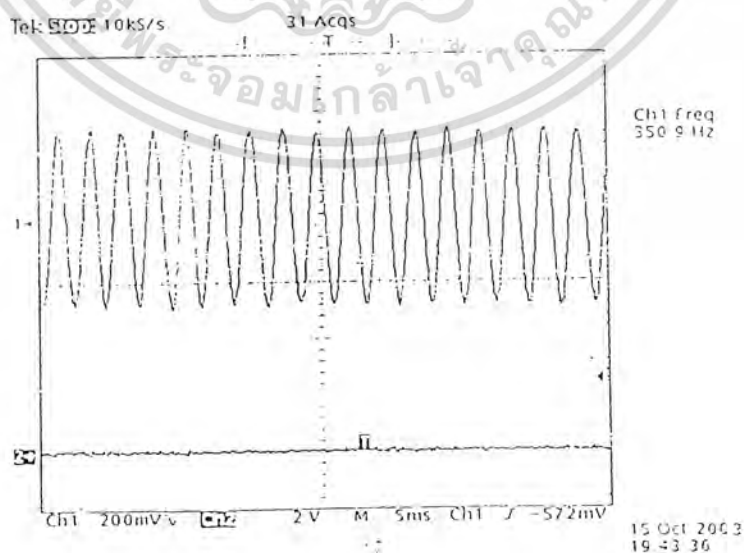
โวลต์ แทนด้วยระดับลอจิก “ 0 ” รูปด้านบนเป็นสัญญาณที่วัดक्रमกลุ่มสายโทรศัพท์ซึ่งในขณะทำการวางหุระดับแรงดันไฟฟ้าจะมีค่าประมาณ 48 โวลต์ ขณะที่ทำการขกนุแรงดันไฟฟ้าจะลดลงเหลือประมาณ 10 โวลต์

#### 4.1.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ

จากรูปที่ 3.3 จะได้ผลการทดลองดังรูป

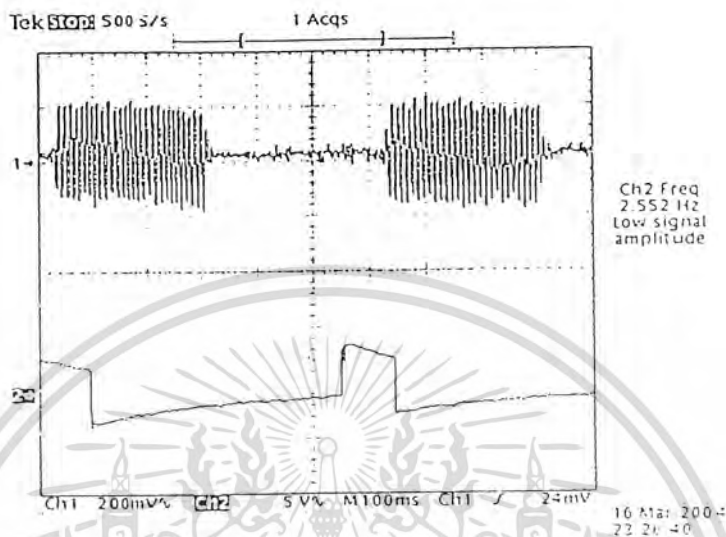


(a)



(b)

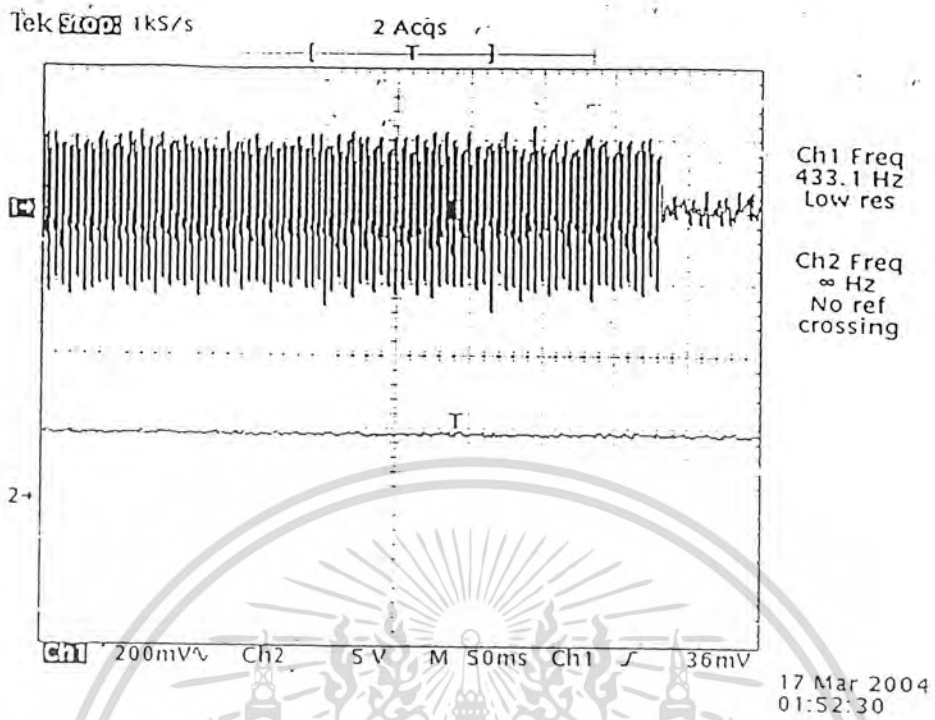
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



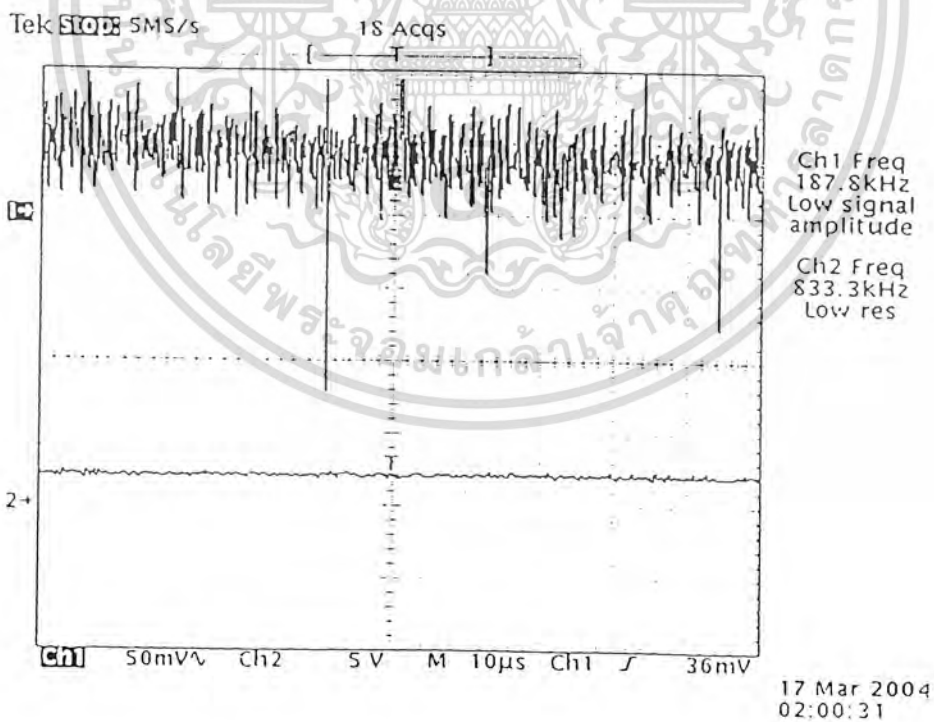
(c)

รูปที่ 4.2 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุตของ IC LM 567

จากรูปที่ 4.2 ( a ) เป็นสัญญาณที่ได้จากการตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ ซึ่งแทนด้วยระดับของลอจิก “ 0 ” เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับความถี่ประมาณ 425 Hz เข้ามา และแทนด้วยระดับลอจิก “ 1 ” เมื่อมีความถี่อื่นเข้ามา ส่วนรูปที่ 4.2 ( b ) เป็นสัญญาณที่ได้จากการตรวจสอบสัญญาณให้หมุนหรือให้กดหมายเลข ซึ่งเป็นระดับลอจิก “ 0 ” ตลอด ส่วนในรูปที่ 4.2 ( c ) เป็นสัญญาณที่ได้จากการตรวจสอบสัญญาณไม่ว่าง



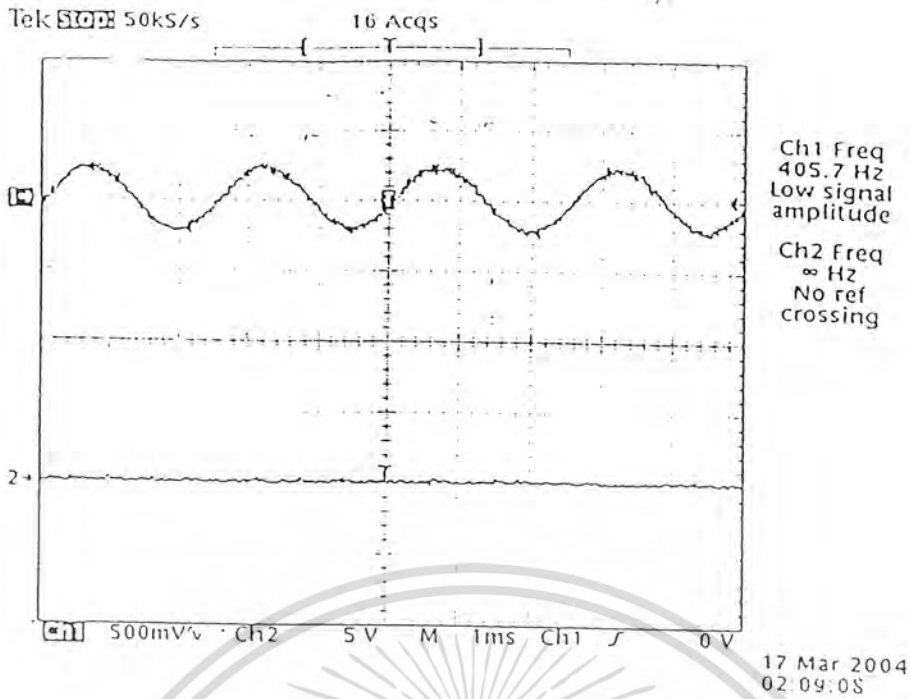
รูป (a) สัญญาณเมื่อปลายทางยังไม่รับสาย



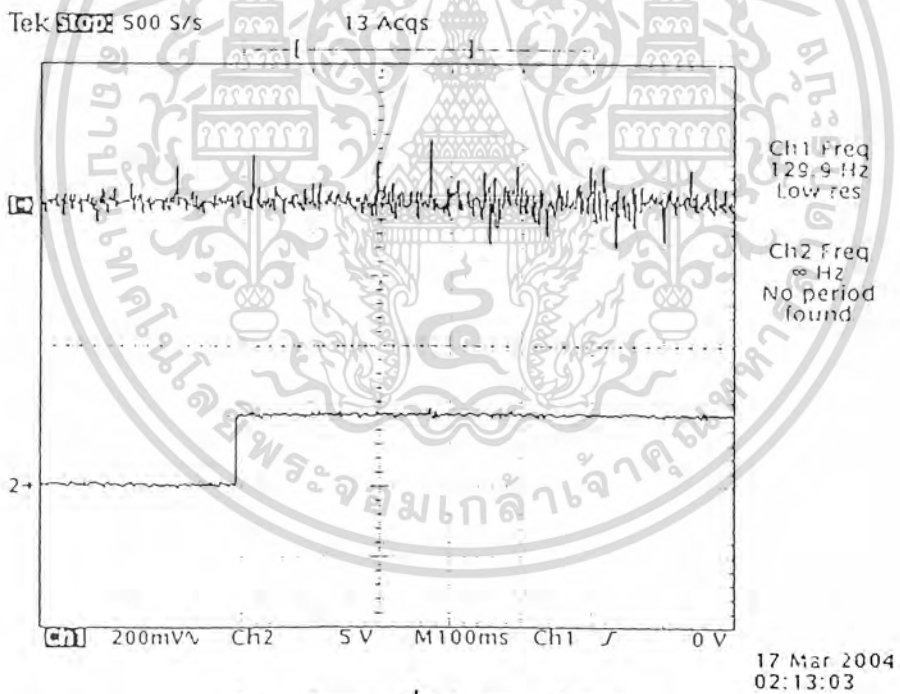
รูป (b) สัญญาณเมื่อปลายทางรับสาย

รูปที่ 4.3 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุตของ IC 741

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป (a) สัญญาณเมื่อปลายทางยังไม่รับสาย



รูป (b) สัญญาณเมื่อปลายทางรับสาย

รูปที่ 4.4 แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากเอาท์พุทของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การทดลองและผลการทดลองในส่วนแสดงผลและประมวลผล

ในส่วนแสดงผลนี้จะทำการทดลองแสดงค่าที่ได้รับจากส่วนวงจรดีเทคเตอร์ นำมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ โดยติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ ( COM1 หรือ COM2 ) และเมื่อทำการ RUN โปรแกรม Visual Basic จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงรูปแบบเมื่อทำการ RUN โปรแกรม

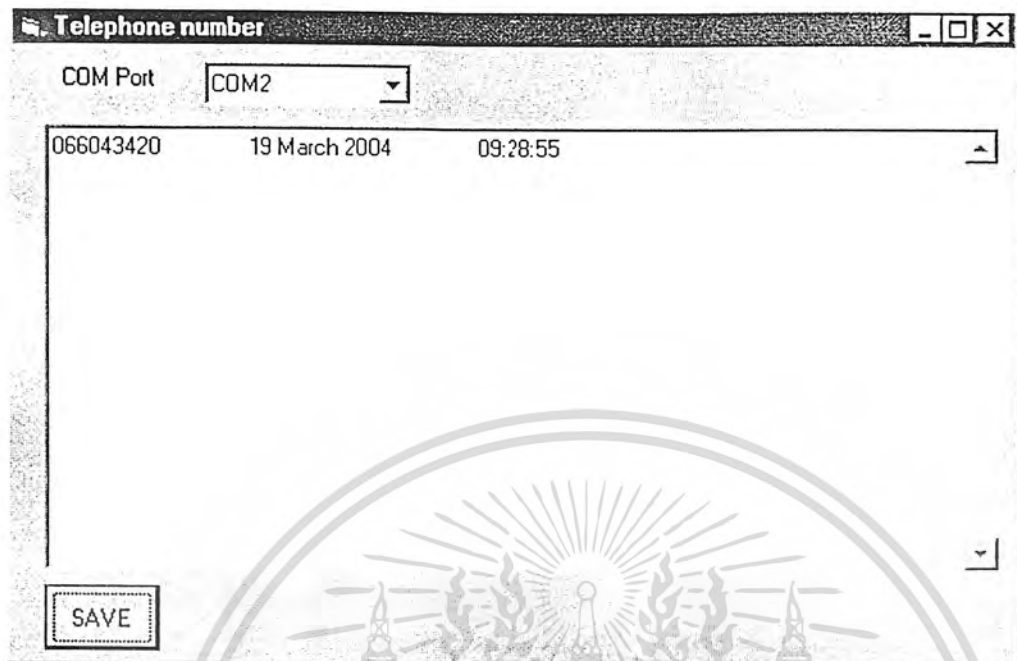
### ขั้นตอนการทดลอง

1. จัดเตรียมวงจรดีเทคเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ให้อยู่ในสภาวะพร้อมใช้งาน
2. ทำการ RUN โปรแกรม Visual Basic ตามที่ได้เขียนไว้
3. ทดลองโทรหมายเลขปลายทาง ในที่นี้ใช้เบอร์ 066043420 และทำการอ่านผลการทดลองที่ได้

### ผลการทดลอง

จากการทดลอง RUN โปรแกรมจะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุปและวิจารณ์

#### 5.1 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในการปฏิบัติและทดลองวงจรตรวจสอบการขงูโทรศัพท์ที่จะพบว่า ค่า R1 จะมีผลกระทบต่อวงจรถัดเตอร์เพราะถ้าหากกำหนดค่า R1 ไม่เหมาะสมจะมีปัญหาทำให้เมื่อมีการขงูโทรศัพท์แล้วสัญญาณให้กดหมายเลขโทรศัพท์ ( Dial Tone ) จะขาดหายไปทำให้เราไม่สามารถติดต่อสื่อสารได้ ทั้งนี้ถ้าเจอปัญหาดังกล่าวให้เพิ่มค่า R1 ขึ้นจนสัญญาณกลับมาเป็นปกติ ซึ่งค่า R1 จะมีค่าเท่าไรนั้นต้องทดลองเปลี่ยนค่าไปเรื่อยๆ พร้อมทั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุตของวงจรถัดด้วย เพราะถ้า R1 มีค่ามากเกินไป จะทำให้กระแสที่ส่งไปยังออปโตไอโซเลเตอร์มีค่าน้อยเกินไป ทำให้แรงดันที่เอาต์พุตของวงจรถัดต่ำลง และในขณะเดียวกัน ค่าของ R2 จะต้องมีค่าที่เหมาะสมด้วย ซึ่งเมื่อเรานำไปต่อเข้ากับ MCS-51 จะต้องปรับค่า R2 ให้เหมาะสม ( ปรับจนได้ค่าเอาต์พุตตามต้องการ )



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

1. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวรรณ. คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual Basic 6. กรุงเทพมหานคร: อินโฟเพรส , 2544
2. แผนกหนังสือพิเศษด้านอิเล็กทรอนิกส์. รวมโครงการงานอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครคอมพิวเตอร์ . กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2539
3. รัชชชัย เลื่อนจวี. เทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร , 2536



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLERS

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

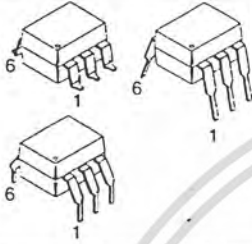
4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

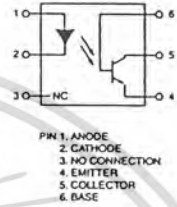
4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

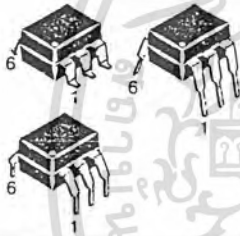
## WHITE PACKAGE (-M SUFFIX)



## SCHEMATIC



## BLACK PACKAGE (NO -M SUFFIX)



## DESCRIPTION

The general purpose optocouplers consist of a gallium arsenide infrared emitting diode driving a silicon phototransistor in a 6-pin dual in-line package.

## FEATURES

- Also available in white package by specifying -M suffix, eg. 4N25-M
- UL recognized (File # E90700)
- VDE recognized (File # 94766)
  - Add option V for white package (e.g., 4N25V-M)
  - Add option 300 for black package (e.g., 4N25.300)

## APPLICATIONS

- Power supply regulators
- Digital logic inputs
- Microprocessor inputs

## GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

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

Parameter	Symbol	Value	Units
<b>TOTAL DEVICE</b>			
Storage Temperature	$T_{STG}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	$T_{OPR}$	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Wave solder temperature (see page 14 for reflow solder profiles)	$T_{SOL}$	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	250 3.3 (non-M), 2.94 (-M)	mW
<b>EMITTER</b>			
DC/Average Forward Input Current	$I_F$	100 (non-M), 60 (-M)	mA
Reverse Input Voltage	$V_R$	6	V
Forward Current - Peak (300 $\mu\text{s}$ , 2% Duty Cycle)	$I_F(pk)$	3	A
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 (non-M), 120 (-M) 2.0 (non-M), 1.41 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$
<b>DETECTOR</b>			
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	30	V
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	70	V
Emitter-Collector Voltage	$V_{ECO}$	7	V
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 2.0 (non-M), 1.76 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise specified)

### INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Unit
<b>EMITTER</b>						
Input Forward Voltage	(I <sub>F</sub> = 10 mA)	V <sub>F</sub>		1.18	1.50	V
Reverse Leakage Current	(V <sub>R</sub> = 6.0 V)	I <sub>R</sub>		0.001	10	µA
<b>DETECTOR</b>						
Collector-Emitter Breakdown Voltage	(I <sub>C</sub> = 1.0 mA, I <sub>F</sub> = 0)	BV <sub>CEO</sub>	30	100		V
Collector-Base Breakdown Voltage	(I <sub>C</sub> = 100 µA, I <sub>F</sub> = 0)	BV <sub>CBO</sub>	70	120		V
Emitter-Collector Breakdown Voltage	(I <sub>E</sub> = 100 µA, I <sub>F</sub> = 0)	BV <sub>ECO</sub>	7	10		V
Collector-Emitter Dark Current	(V <sub>CE</sub> = 10 V, I <sub>F</sub> = 0)	I <sub>CEO</sub>		1	50	nA
Collector-Base Dark Current	(V <sub>CB</sub> = 10 V)	I <sub>CBO</sub>			20	nA
Capacitance	(V <sub>CE</sub> = 0 V, f = 1 MHz)	C <sub>CE</sub>		8		pF

### ISOLATION CHARACTERISTICS

Characteristic	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Units
Input-Output Isolation Voltage	(Non '-M', Black Package) (f = 60 Hz, t = 1 min)	V <sub>ISO</sub>	5300			Vac(rms)
	('M', White Package) (f = 60 Hz, t = 1 sec)		7500			Vac(pk)
Isolation Resistance	(V <sub>I-O</sub> = 500 VDC)	R <sub>ISO</sub>	10 <sup>11</sup>			Ω
Isolation Capacitance	(V <sub>I-O</sub> = &, f = 1 MHz)	C <sub>ISO</sub>		0.5		pF
	('M' White Package)			0.2	2	pF

Note

\* Typical values at T<sub>A</sub> = 25°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

TRANSFER CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)									
DC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit		
Current Transfer Ratio, Collector to Emitter	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 10 \text{ V})$	CTR	4N35 4N36 4N37	100			%		
			H11A1	50					
			H11A5	30					
			4N25 4N26 H11A2 H11A3	20					
			4N27 4N28 H11A4	10					
			4N35 4N36 4N37	40					
	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 10 \text{ V}, T_A = -55^\circ\text{C})$								
	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 10 \text{ V}, T_A = +100^\circ\text{C})$								
	Collector-Emitter Saturation Voltage	$(I_C = 2 \text{ mA}, I_F = 50 \text{ mA})$	V <sub>CE(SAT)</sub>	4N25 4N26 4N27 4N28				0.5	V
4N35 4N36 4N37						0.3			
$(I_C = 0.5 \text{ mA}, I_F = 10 \text{ mA})$				H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5			0.4		
AC Characteristic		$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)	T <sub>ON</sub>	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		μs	
				4N35 4N36 4N37		2	10	μs	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**GENERAL PURPOSE 6-PIN  
PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPPLERS**

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

**TRANSFER CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  Unless otherwise specified.) (Continued)

AC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit
Turn-off Time	( $I_F = 10 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega$ ) (Fig.20)	$T_{OFF}$	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		$\mu\text{s}$
	( $I_C = 2 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega$ ) (Fig.20)		4N35 4N36 4N37		2	10	

\* Typical values at  $T_A = 25^\circ\text{C}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPPLERS

4N25	4N26	4N27	4N28	4N35	4N36
4N37	H11A1	H11A2	H11A3	H11A4	H11A5

## TYPICAL PERFORMANCE CURVES

Fig. 1 LED Forward Voltage vs. Forward Current (Black Package)

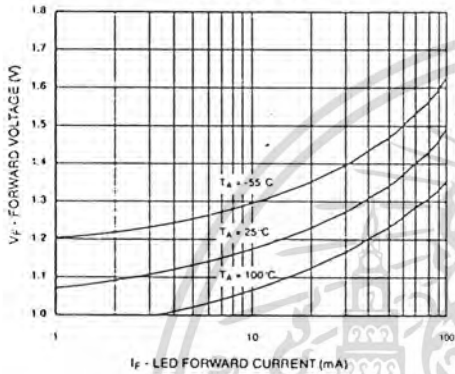


Fig. 2 LED Forward Voltage vs. Forward Current (White Package)

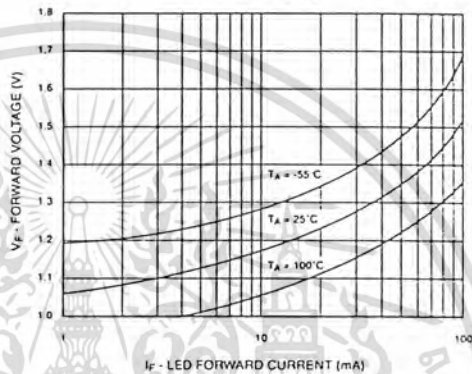


Fig.3 Normalized CTR vs. Forward Current (Black Package)

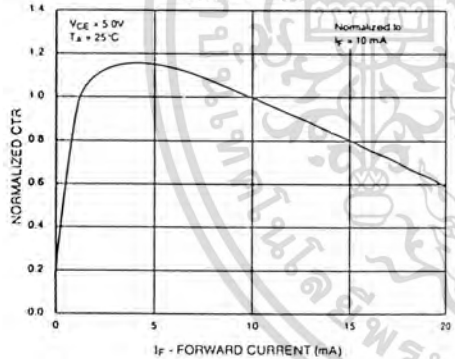


Fig.4 Normalized CTR vs. Forward Current (White Package)

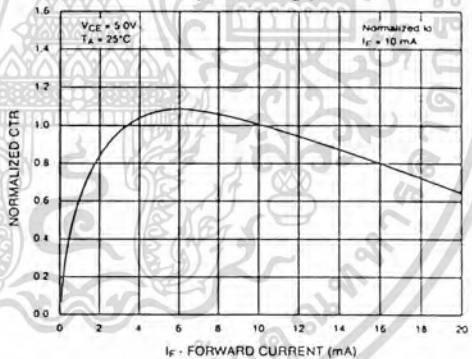


Fig. 5 Normalized CTR vs. Ambient Temperature (Black Package)

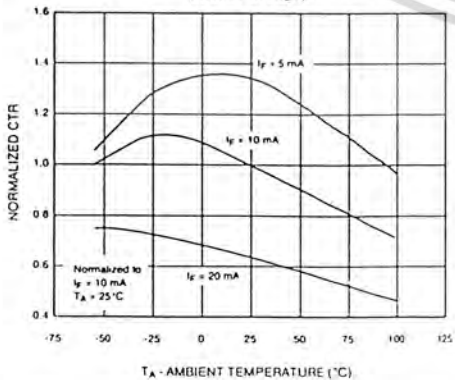
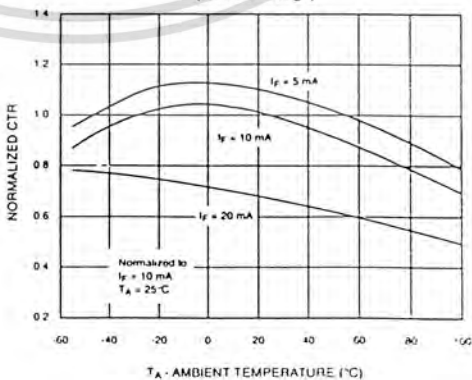


Fig. 6 Normalized CTR vs. Ambient Temperature (White Package)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPPLERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Fig. 7 CTR vs. RBE (Unsaturated)  
(Black Package)

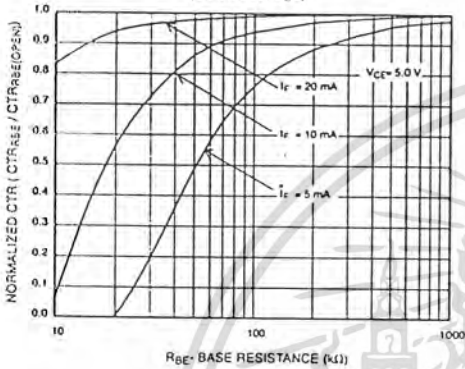


Fig. 8 CTR vs. RBE (Unsaturated)  
(White Package)

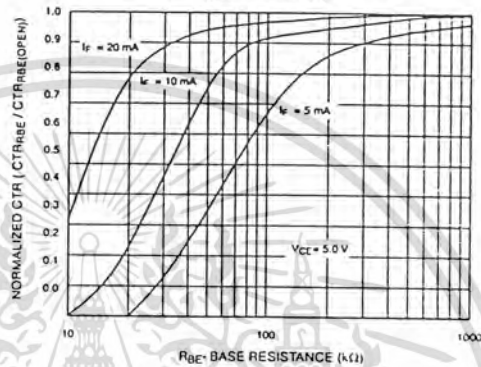


Fig. 9 CTR vs. RBE (Saturated)  
(Black Package)

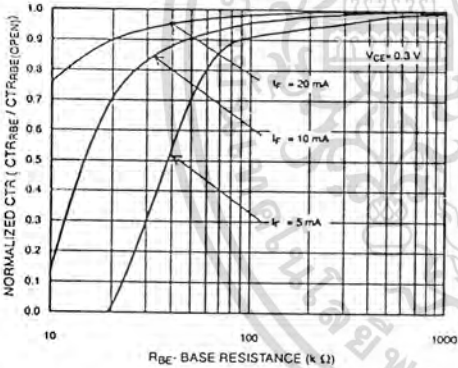


Fig. 10 CTR vs. RBE (Saturated)  
(White Package)

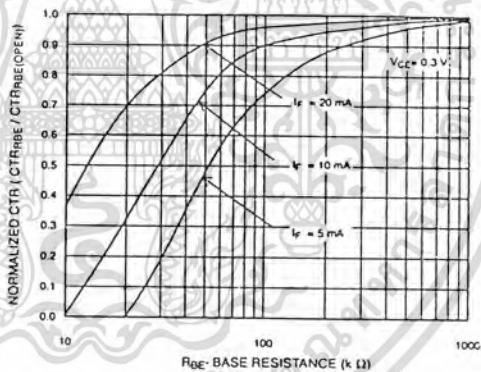


Fig. 11 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current  
(Black Package)

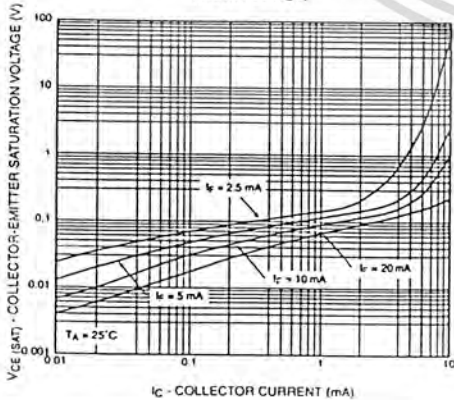
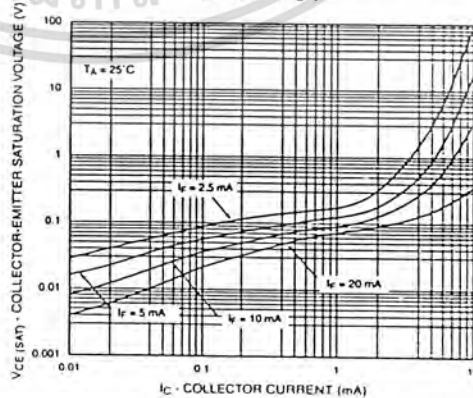


Fig. 12 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current  
(White Package)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPPLERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Fig. 13 Switching Speed vs. Load Resistor  
(Black Package)

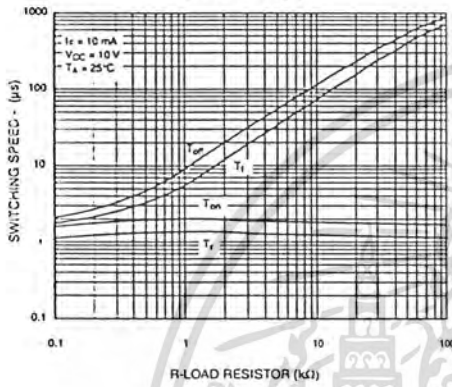


Fig. 14 Switching Speed vs. Load Resistor  
(White Package)

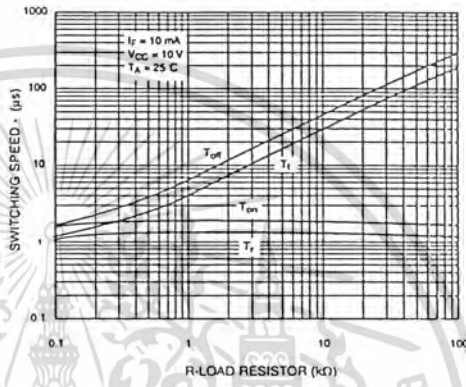


Fig. 15 Normalized  $t_{on}$  vs.  $R_{BE}$   
(Black Package)

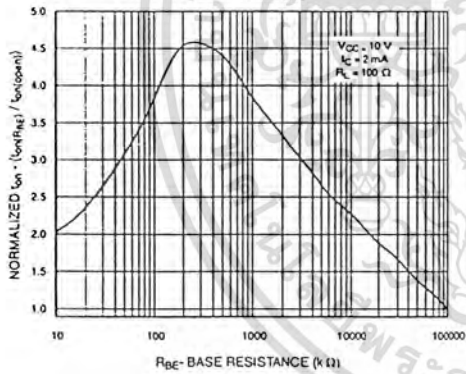


Fig. 16 Normalized  $t_{on}$  vs.  $R_{BE}$   
(White Package)

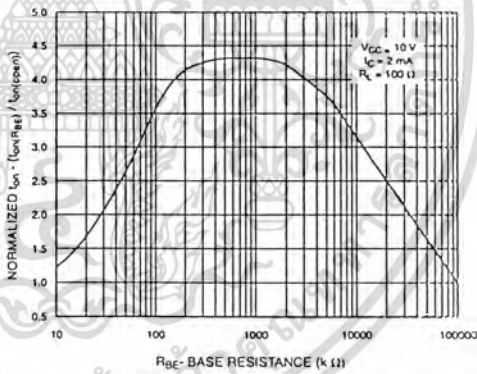


Fig. 17 Normalized  $t_{off}$  vs.  $R_{BE}$   
(Black Package)

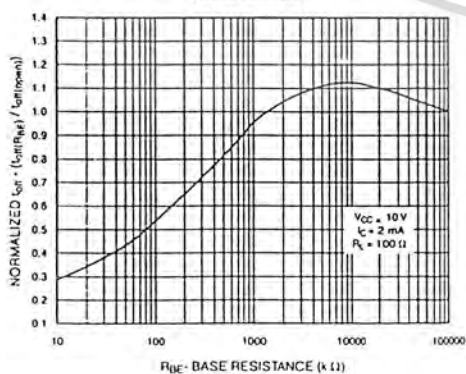
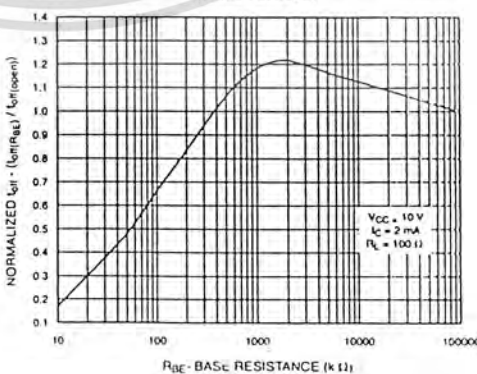


Fig. 18 Normalized  $t_{off}$  vs.  $R_{BE}$   
(White Package)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Fig. 19 Dark Current vs. Ambient Temperature

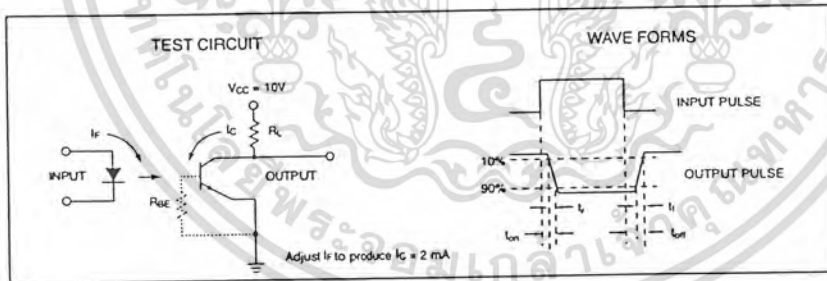
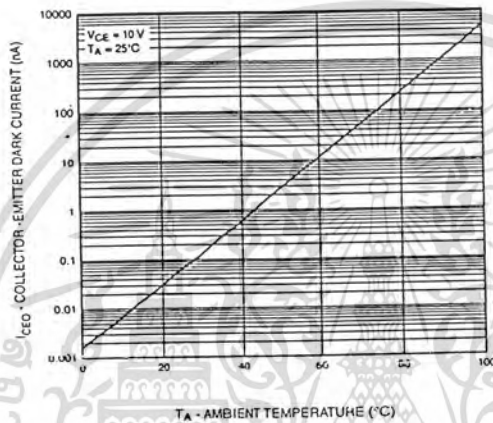
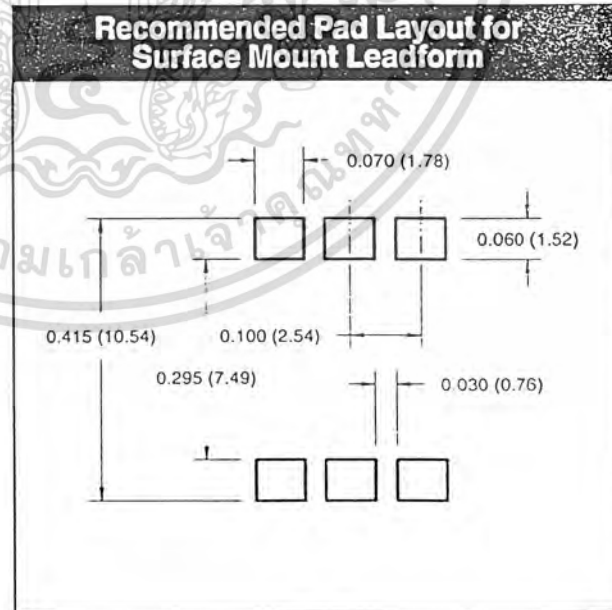
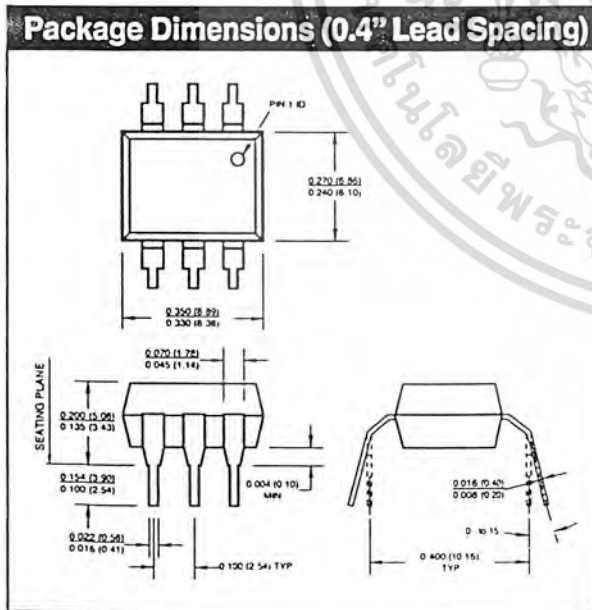
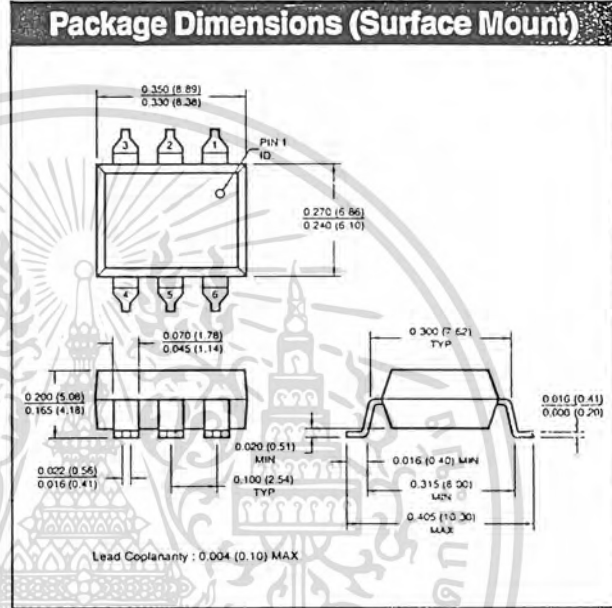
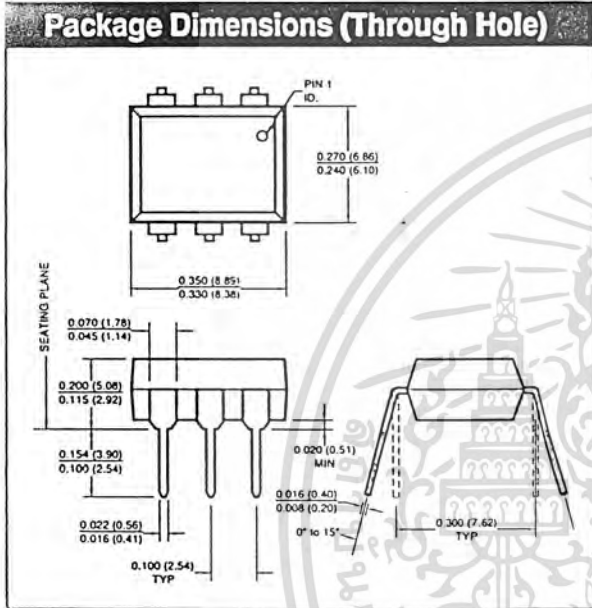


Figure 20. Switching Time Test Circuit and Waveforms

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPPLERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Black Package (No -M Suffix)



**NOTE**  
All dimensions are in inches (millimeters)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

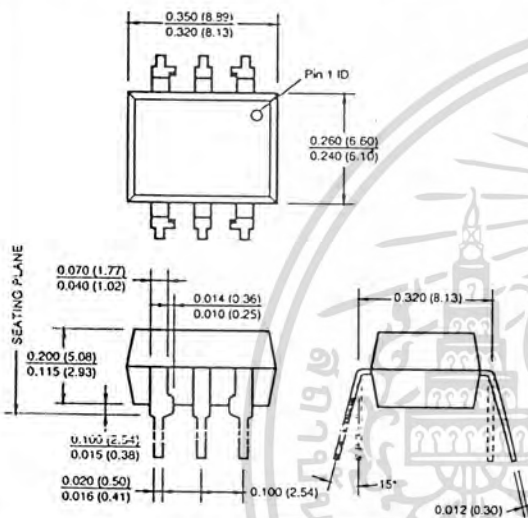
4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

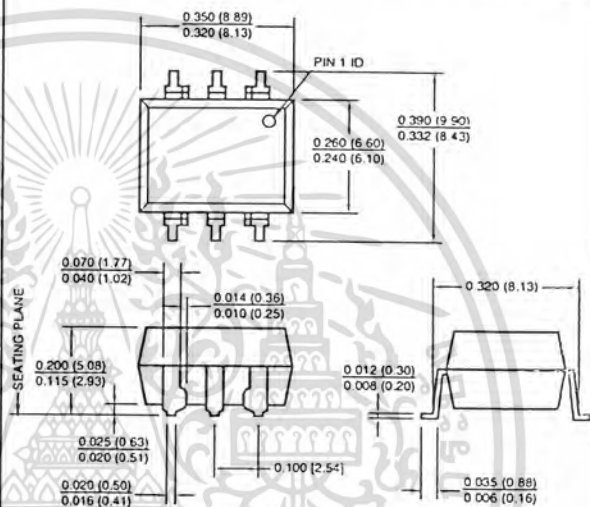
4N36  
H11A5

## White Package (-M Suffix)

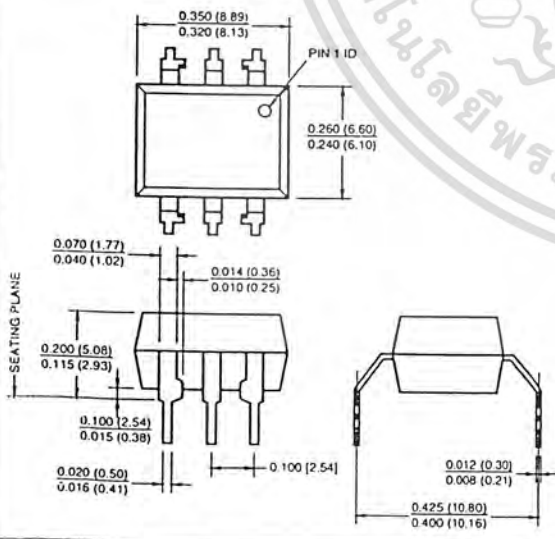
### Package Dimensions (Through Hole)



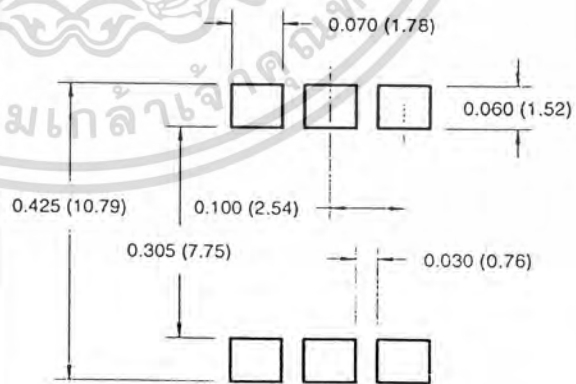
### Package Dimensions (Surface Mount)



### Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)



### Recommended Pad Layout for Surface Mount Leadform



**NOTE**

All dimensions are in inches (millimeters)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

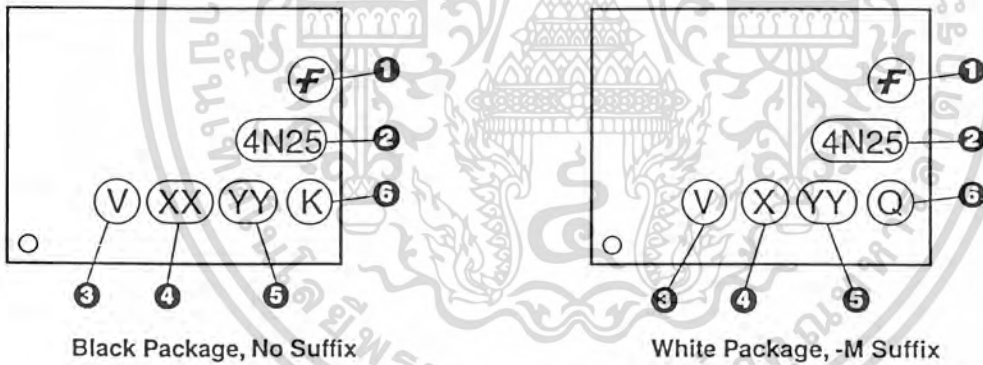
# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPPLERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

## ORDERING INFORMATION

Order Entry Identifier		
Black Package (No Suffix)	White Package (-M Suffix)	Option
.S	S	Surface Mount Lead Bend
.SD	SR2	Surface Mount; Tape and reel
.W	T	0.4" Lead Spacing
.300	V	VDE 0884
.300W	TV	VDE 0884, 0.4" Lead Spacing
.3S	SV	VDE 0884, Surface Mount
.3SD	SR2V	VDE 0884, Surface Mount, Tape & Reel

## MARKING INFORMATION



Definitions	
1	Fairchild logo
2	Device number
3	VDE mark (Note: Only appears on parts ordered with VDE option – See order entry table)
4	One or two digit year code • Two digits for black package parts, e.g., '03' • One digit for white package parts, e.g., '3'
5	Two digit work week ranging from '01' to '53'
6	Assembly package code

\*Note – Parts built in the white package (M suffix) that do not have the "V" option (see definition 3 above) that are marked with date code '325' or earlier are marked in the portrait format.

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPPLERS

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

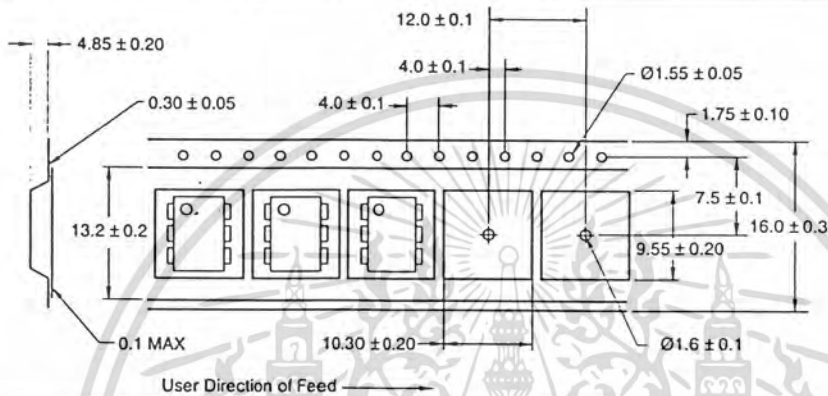
4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

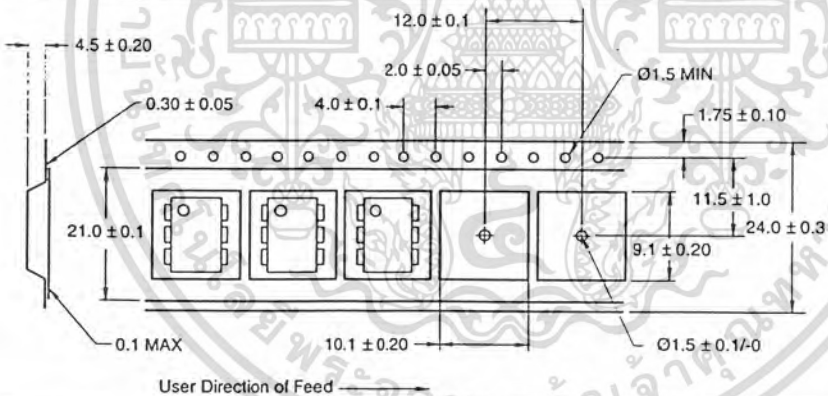
4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

## QT Carrier Tape Specifications (Black Package, No Suffix)



## QT Carrier Tape Specifications (White Package, -M Suffix)



# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

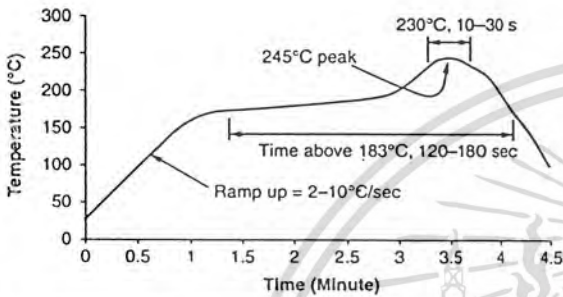
4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

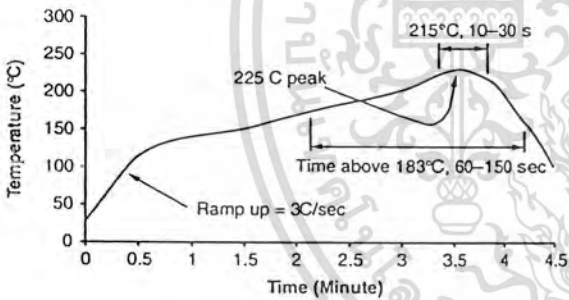
4N36  
H11A5

## Reflow Profile (White Package, -M Suffix)



- Peak reflow temperature: 245°C (package surface temperature)
- Time of temperature higher than 183°C for 120-180 seconds
- One time soldering reflow is recommended

## Reflow Profile (Black Package, No Suffix)



- Peak reflow temperature: 225°C (package surface temperature)
- Time of temperature higher than 183°C for 60-150 seconds
- One time soldering reflow is recommended

## GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

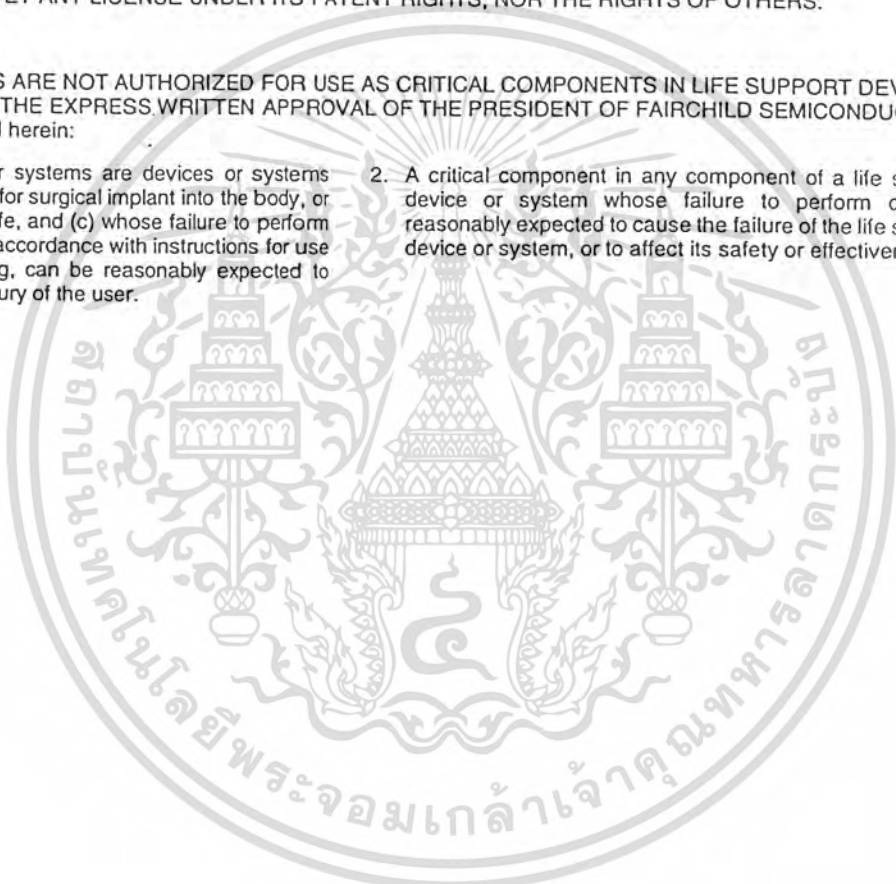
### DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

### LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



## LM567/LM567C Tone Decoder

### General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

### Features

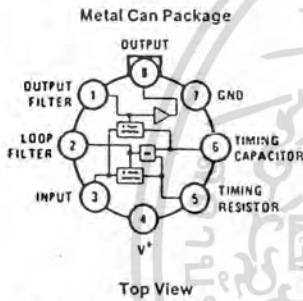
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability

- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

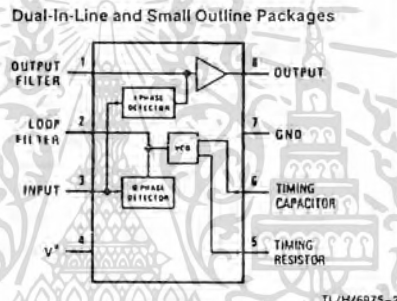
### Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

### Connection Diagrams



Top View  
Order Number LM567H or LM567CH  
See NS Package Number H08C



Top View  
Order Number LM567CM  
See NS Package Number M08A  
Order Number LM567CN  
See NS Package Number N08E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Absolute Maximum Ratings

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

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 1)	1100 mW
$V_B$	15V
$V_3$	-10V
$V_3$	$V_A + 0.5V$
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	
LM567H	-55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0°C to +70°C

## Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

## Electrical Characteristics

AC Test Circuit,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^+ = 5V$

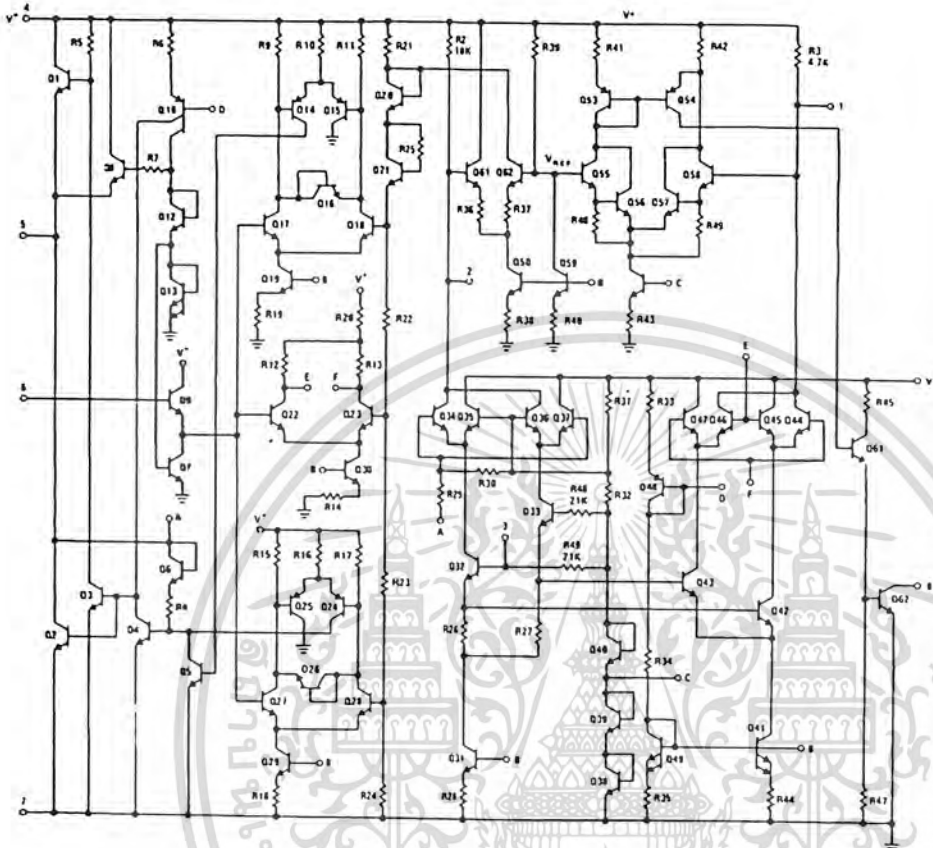
Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	$R_L = 20k$		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	$R_L = 20k$		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		k $\Omega$
Smallest Detectable Input Voltage	$I_L = 100\text{ mA}$ , $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	$I_C = 100\text{ mA}$ , $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	$B_n = 140\text{ kHz}$		-6			-6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of $f_o$
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of $f_o$
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			$\pm 0.1$			$\pm 0.1$		%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75 - 6.75V		$\pm 1$	$\pm 2$		$\pm 1$	$\pm 5$	%/V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75-5.75V)	$0 < T_A < 70$ $-55 < T_A < +125$		$35 \pm 60$ $35 \pm 140$			$35 \pm 60$ $35 \pm 140$		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V - 6.75V 4.75V - 9V		0.5 2.0	1.0 2.0		0.4 2.0	2.0 2.0	%/V %/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			$f_o/20$			$f_o/20$		
Output Leakage Current	$V_B = 15V$		0.01	25		0.01	25	$\mu\text{A}$
Output Saturation Voltage	$e_i = 25\text{ mV}$ , $I_B = 30\text{ mA}$ $e_i = 25\text{ mV}$ , $I_B = 100\text{ mA}$		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W, junction to ambient.

Note 2: Refer to RET5567X drawing for specifications of military LM567H version.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

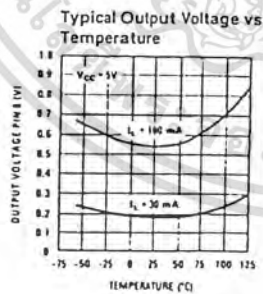
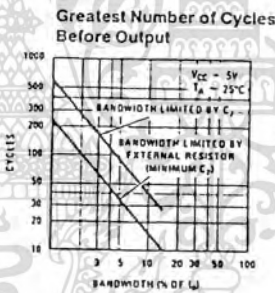
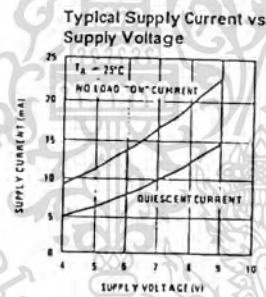
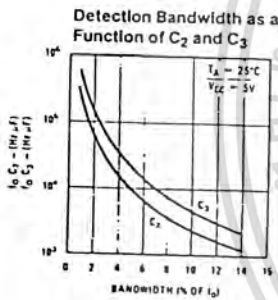
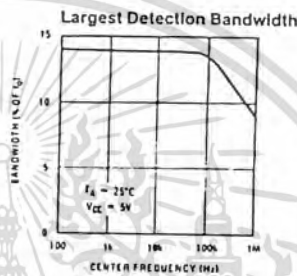
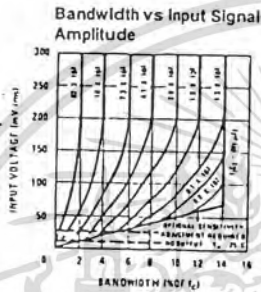
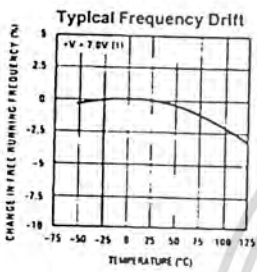
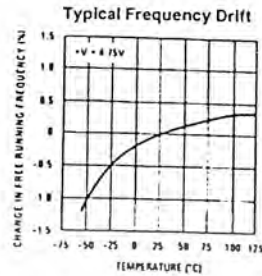
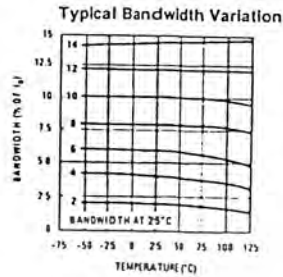
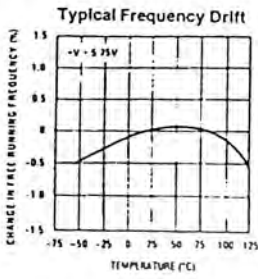
# Schematic Diagram



TL/H/6975-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

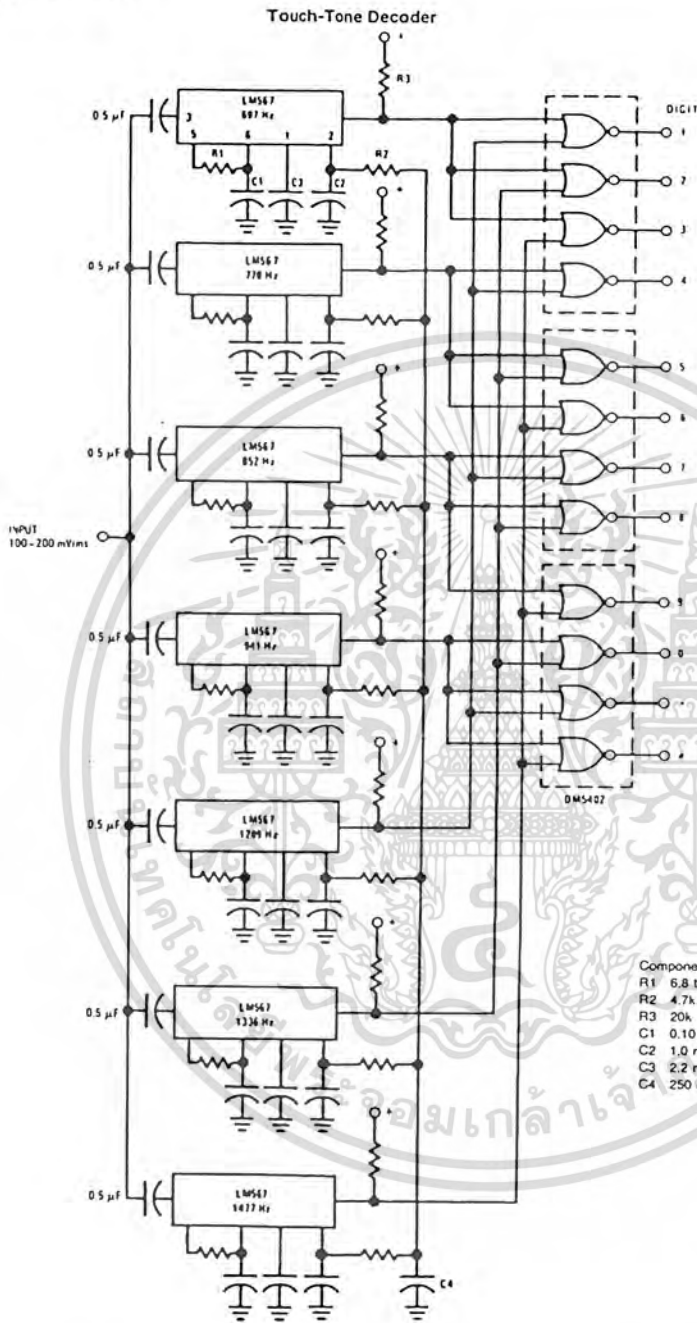
# Typical Performance Characteristics



TL/H/6975-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Typical Applications

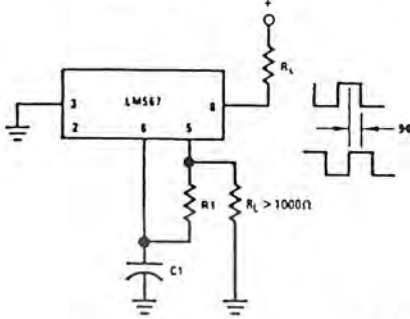


TL/H/6975-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Typical Applications (Continued)

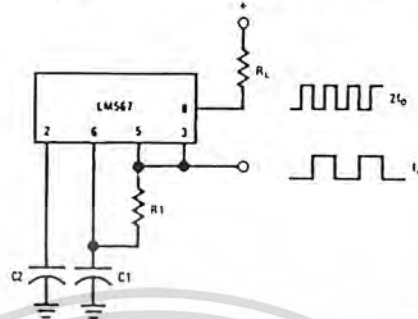
Oscillator with Quadrature Output



Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

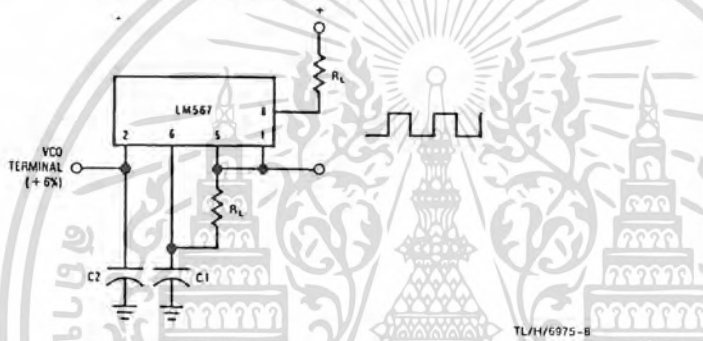
TL/H/6975-6

Oscillator with Double Frequency Output



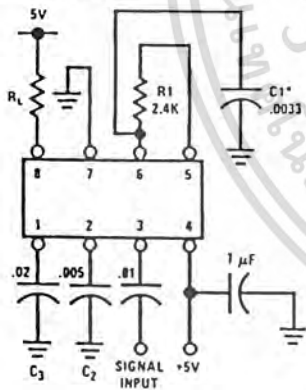
TL/H/6975-7

Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



TL/H/6975-8

## AC Test Circuit



$f_i = 100 \text{ kHz} + 5V$   
\*Note: Adjust for  $f_o = 100 \text{ kHz}$ .

TL/H/6975-9

## Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_o = \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

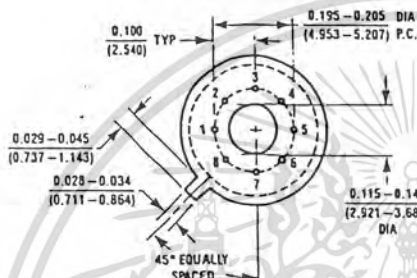
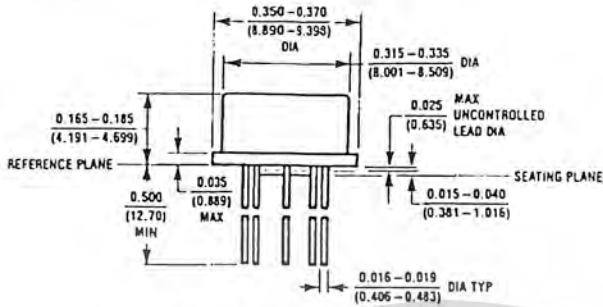
$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_o C_2}} \text{ in \% of } f_o$$

Where:

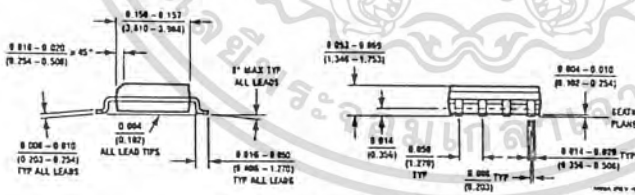
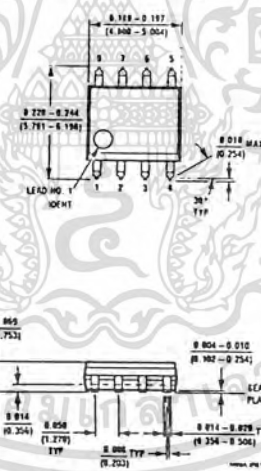
$V_i$  = Input voltage (volts rms),  $V_i \leq 200 \text{ mV}$

$C_2$  = Capacitance at Pin 2 ( $\mu\text{F}$ )

Physical Dimensions inches (millimeters)



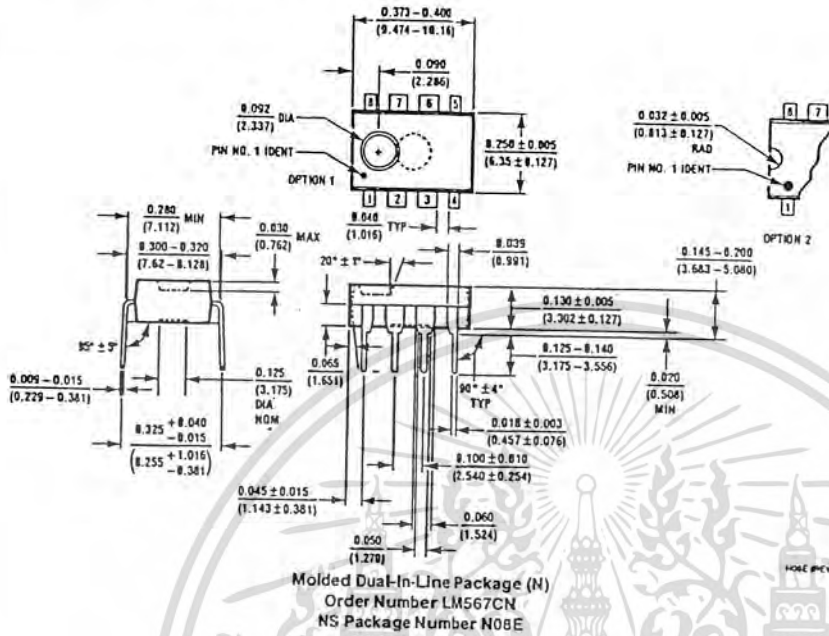
Metal Can Package (H)  
Order Number LM567H or LM567CH  
NS Package Number H08C



Small Outline Package (M)  
Order Number LM567CM  
NS Package Number M08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)




Molded Dual-In-Line Package (N)  
Order Number LM567CN  
NS Package Number N08E

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

 <p>National Semiconductor Corporation 1111 West Bardin Road Arlington, TX 76017 Tel: 1(800) 272-9959 Fax: 1(800) 737-7018</p>	<p>National Semiconductor Europe Fax: (+49) 0-180-530 85 86 Email: crjw@lvm2.nsc.com Deutsch: Tel: (+49) 0-180-530 85 85 English: Tel: (+49) 0-180-532 78 32 Français: Tel: (+49) 0-180-532 93 58 Italiano: Tel: (+49) 0-180-534 16 80</p>	<p>National Semiconductor Hong Kong Ltd. 13th Floor, Straight Block, Ocean Centre, 5 Canton Rd. Tsimshatsui, Kowloon Hong Kong Tel: (852) 2737-1600 Fax: (852) 2736-9960</p>	<p>National Semiconductor Japan Ltd. Tel: 81-043-299-2309 Fax: 81-043-299-2408</p>
--	--	--	--

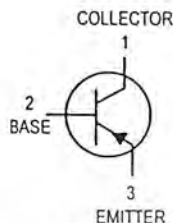
National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Amplifier Transistors

## PNP Silicon

**BC556,B**  
**BC557A,B,C**  
**BC558B**



CASE 29-04, STYLE 17  
TO-92 (TO-226AA)

### MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC 556	BC 557	BC 558	Unit
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	-65	-45	-30	Vdc
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	-80	-50	-30	Vdc
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	-5.0			Vdc
Collector Current — Continuous	$I_C$	-100			mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	625		5.0	mW mW/°C
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.5		12	Watt mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-55 to +150			°C

### THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	-----	------

### OFF CHARACTERISTICS

Collector-Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = -2.0$ mAdc, $I_B = 0$ )	BC556	$V_{(BR)CEO}$	-65	—	—	V
	BC557		-45	—	—	
	BC558		-30	—	—	
Collector-Base Breakdown Voltage ( $I_C = -100$ $\mu$ Adc)	BC556	$V_{(BR)CBO}$	-80	—	—	V
	BC557		-50	—	—	
	BC558		-30	—	—	
Emitter-Base Breakdown Voltage ( $I_E = -100$ $\mu$ Adc, $I_C = 0$ )	BC556	$V_{(BR)EBO}$	-5.0	—	—	V
	BC557		-5.0	—	—	
	BC558		-5.0	—	—	
Collector-Emitter Leakage Current ( $V_{CES} = -40$ V) ( $V_{CES} = -20$ V)  ( $V_{CES} = -20$ V, $T_A = 125^\circ\text{C}$ )	BC556	$I_{CES}$	—	-2.0	-100	nA
	BC557		—	-2.0	-100	
	BC558		—	-2.0	-100	
	BC556		—	—	-4.0	$\mu$ A
	BC557		—	—	-4.0	
	BC558		—	—	-4.0	

**BC556,B BC557A,B,C BC558B**
**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
<b>ON CHARACTERISTICS</b>						
DC Current Gain ( $I_C = -10 \mu\text{Adc}$ , $V_{CE} = -5.0 \text{ V}$ )	BC557A BC556B/557B/558B BC557C	hFE	— 90 150 270	— — —	—	
( $I_C = -2.0 \text{ mAdc}$ , $V_{CE} = -5.0 \text{ V}$ )	BC556 BC557 BC558 BC557A BC556B/557B/558B BC557C		120 120 120 120 180 420	— — — 170 220 290 500	500 800 800	
( $I_C = -100 \text{ mAdc}$ , $V_{CE} = -5.0 \text{ V}$ )	BC557A BC556B/557B/558B BC557C		— — —	120 180 300	— — —	
Collector–Emitter Saturation Voltage ( $I_C = -10 \text{ mAdc}$ , $I_B = -0.5 \text{ mAdc}$ ) ( $I_C = -10 \text{ mAdc}$ , $I_B = \text{see Note 1}$ ) ( $I_C = -100 \text{ mAdc}$ , $I_B = -5.0 \text{ mAdc}$ )	$V_{CE(\text{sat})}$		— — —	-0.075 -0.3 -0.25	-0.3 -0.6 -0.65	V
Base–Emitter Saturation Voltage ( $I_C = -10 \text{ mAdc}$ , $I_B = -0.5 \text{ mAdc}$ ) ( $I_C = -100 \text{ mAdc}$ , $I_B = -5.0 \text{ mAdc}$ )	$V_{BE(\text{sat})}$		— —	-0.7 -1.0	— —	V
Base–Emitter On Voltage ( $I_C = -2.0 \text{ mAdc}$ , $V_{CE} = -5.0 \text{ Vdc}$ ) ( $I_C = -10 \text{ mAdc}$ , $V_{CE} = -5.0 \text{ Vdc}$ )	$V_{BE(\text{on})}$		-0.55 —	-0.62 -0.7	-0.7 -0.82	V
<b>SMALL–SIGNAL CHARACTERISTICS</b>						
Current–Gain — Bandwidth Product ( $I_C = -10 \text{ mA}$ , $V_{CE} = -5.0 \text{ V}$ , $f = 100 \text{ MHz}$ )	BC556 BC557 BC558	$f_T$	— — —	280 320 360	— — —	MHz
Output Capacitance ( $V_{CB} = -10 \text{ V}$ , $I_C = 0$ , $f = 1.0 \text{ MHz}$ )		$C_{ob}$	—	3.0	6.0	pF
Noise Figure ( $I_C = -0.2 \text{ mAdc}$ , $V_{CE} = -5.0 \text{ V}$ , $R_S = 2.0 \text{ k}\Omega$ , $f = 1.0 \text{ kHz}$ , $\Delta f = 200 \text{ Hz}$ )	BC556 BC557 BC558	NF	— — —	2.0 2.0 2.0	10 10 10	dB
Small–Signal Current Gain ( $I_C = -2.0 \text{ mAdc}$ , $V_{CE} = -5.0 \text{ V}$ , $f = 1.0 \text{ kHz}$ )	BC556 BC557/558 BC557A BC556B/557B/558B BC557C	$h_{fe}$	125 125 125 240 450	— — 220 330 600	500 900 260 500 900	—

Note 1:  $I_C = -10 \text{ mAdc}$  on the constant base current characteristics, which yields the point  $I_C = -11 \text{ mAdc}$ ,  $V_{CE} = -1.0 \text{ V}$ .

BC557/BC558

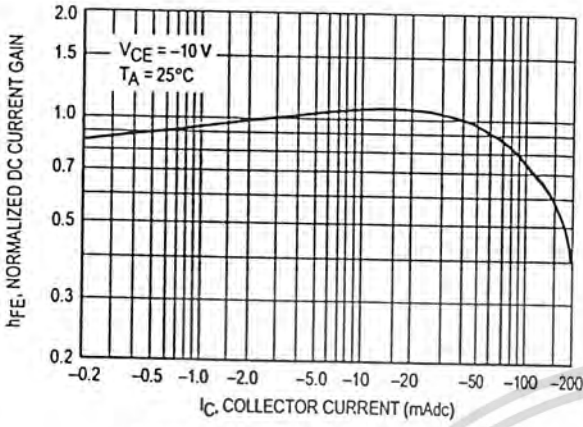


Figure 1. Normalized DC Current Gain

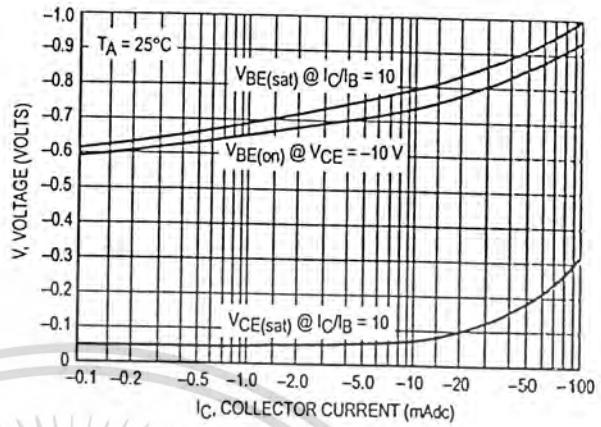


Figure 2. "Saturation" and "On" Voltages

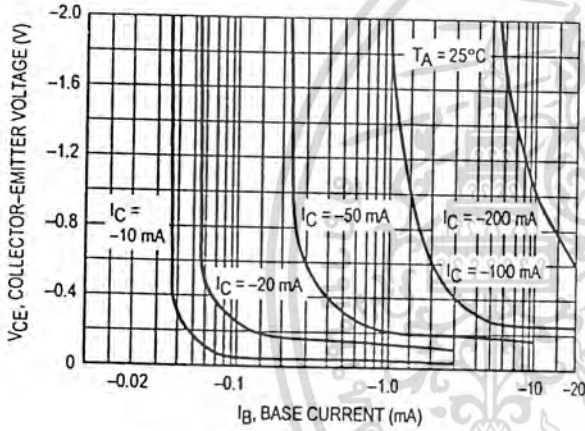


Figure 3. Collector Saturation Region

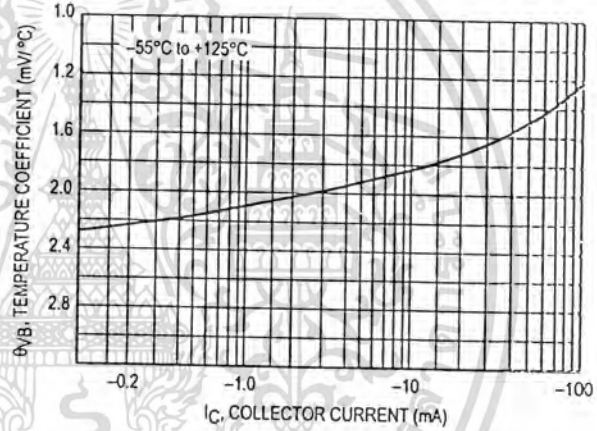


Figure 4. Base-Emitter Temperature Coefficient

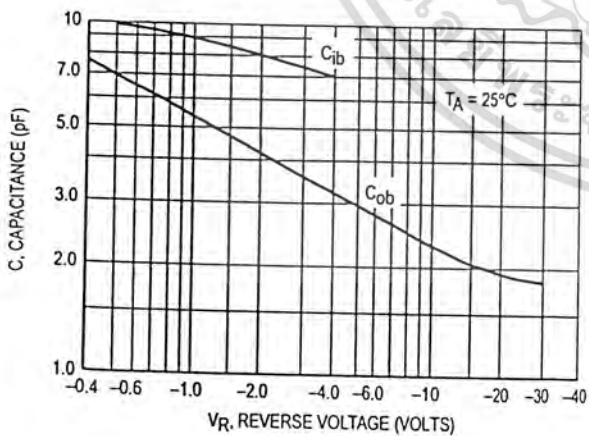


Figure 5. Capacitances

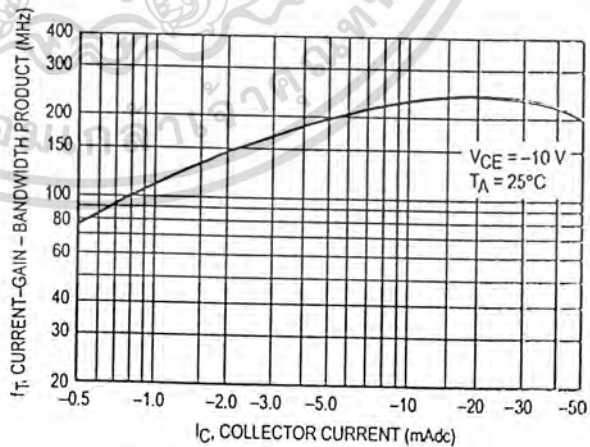


Figure 6. Current-Gain - Bandwidth Product

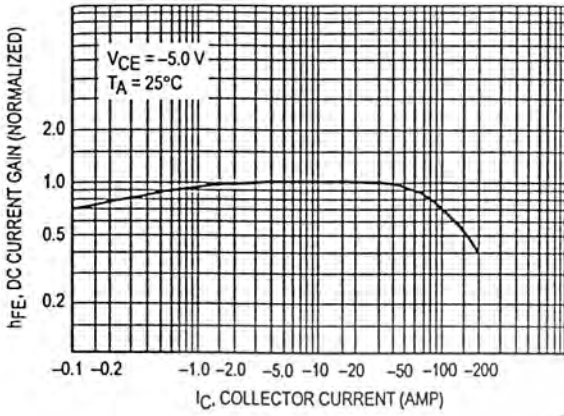


Figure 7. DC Current Gain

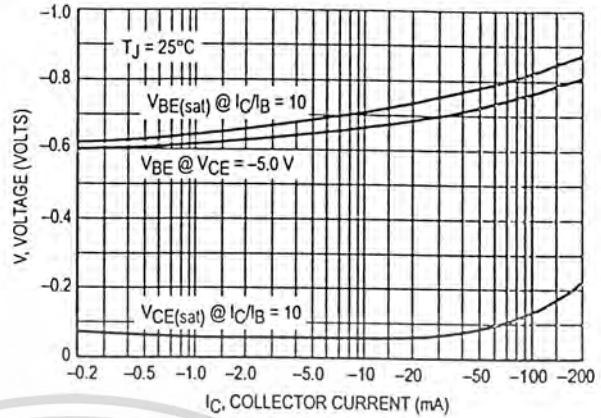


Figure 8. "On" Voltage

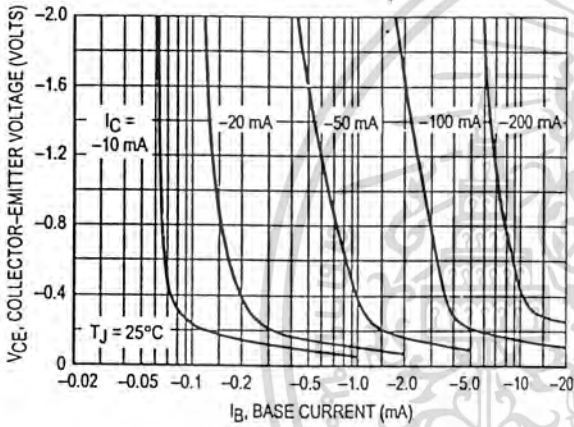


Figure 9. Collector Saturation Region

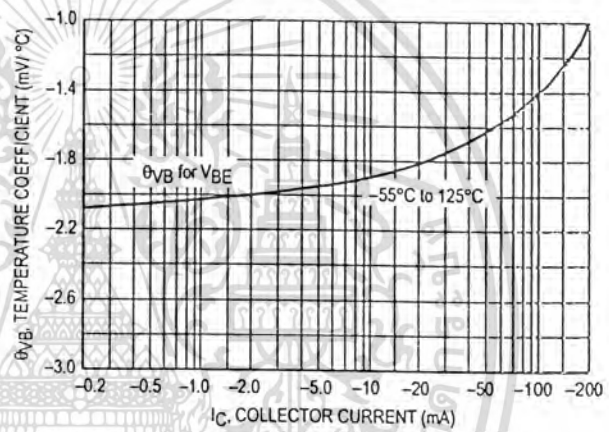


Figure 10. Base-Emitter Temperature Coefficient

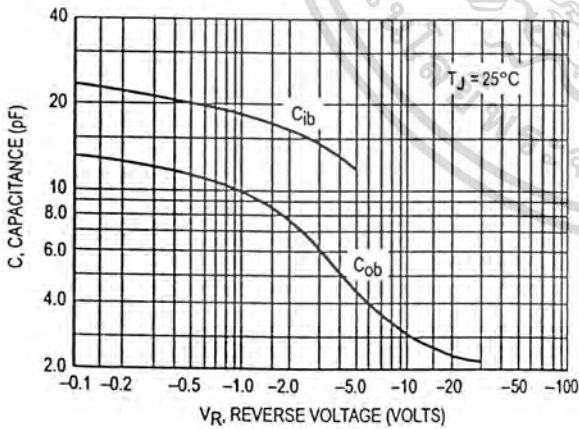


Figure 11. Capacitance

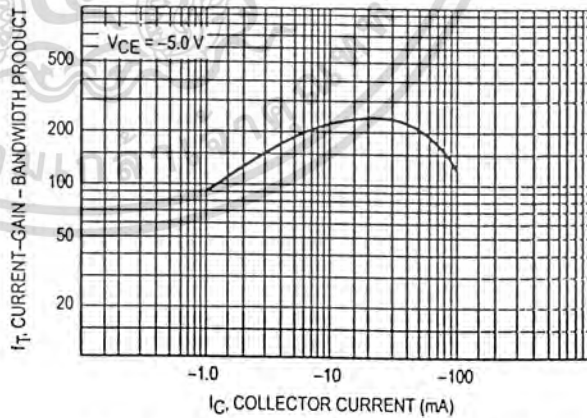


Figure 12. Current-Gain - Bandwidth Product

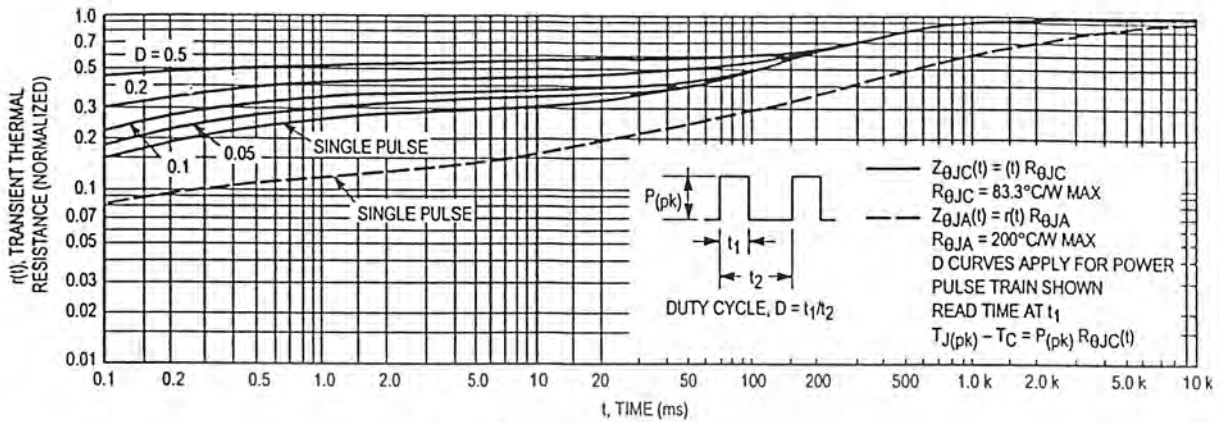


Figure 13. Thermal Response

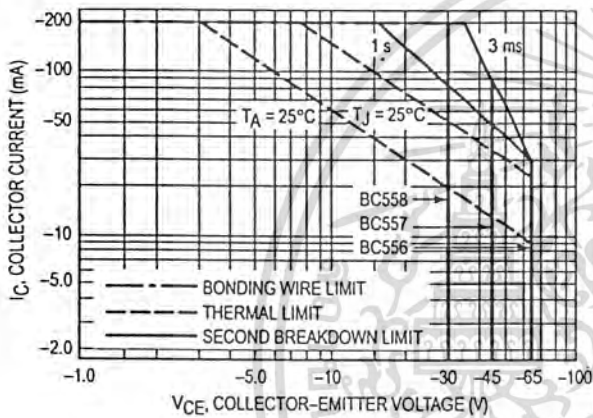
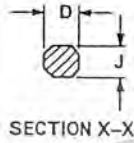
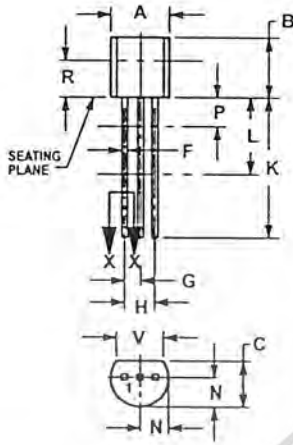


Figure 14. Active Region — Safe Operating Area

The safe operating area curves indicate  $I_C$ - $V_{CE}$  limits of the transistor that must be observed for reliable operation. Collector load lines for specific circuits must fall below the limits indicated by the applicable curve.

The data of Figure 14 is based upon  $T_{J(pk)} = 150^\circ\text{C}$ ;  $T_C$  or  $T_A$  is variable depending upon conditions. Pulse curves are valid for duty cycles to 10% provided  $T_{J(pk)} \leq 150^\circ\text{C}$ .  $T_{J(pk)}$  may be calculated from the data in Figure 13. At high case or ambient temperatures, thermal limitations will reduce the power than can be handled to values less than the limitations imposed by second breakdown.

PACKAGE DIMENSIONS



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
  3. CONTOUR OF PACKAGE BEYOND DIMENSION R IS UNCONTROLLED.
  4. DIMENSION F APPLIES BETWEEN P AND L. DIMENSION D AND J APPLY BETWEEN L AND K. MINIMUM LEAD DIMENSION IS UNCONTROLLED IN P AND BEYOND DIMENSION K MINIMUM.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.175	0.205	4.45	5.20
B	0.170	0.210	4.32	5.33
C	0.125	0.165	3.18	4.19
D	0.016	0.022	0.41	0.55
F	0.016	0.019	0.41	0.48
G	0.045	0.055	1.15	1.39
H	0.095	0.105	2.42	2.66
J	0.015	0.020	0.39	0.50
K	0.500	—	12.70	—
L	0.250	—	6.35	—
M	0.080	0.105	2.04	2.66
P	—	0.100	—	2.54
R	0.115	—	2.93	—
V	0.135	—	3.43	—

CASE 029-04  
(TO-226AA)  
ISSUE AD

- STYLE 17:
1. COLLECTOR
  2. BASE
  3. EMITTER

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:

USA/EUROPE: Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, Toshikatsu Otsuki,  
6F Seibu-Butsuryu-Center, 3-14-2 Tatsumi Kolo-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-8315

MFAX: RMFA00@email.sps.mot.com - TOUCHTONE (602) 244-6609  
INTERNET: http://Design-NET.com

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



BC556/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## LM741 Operational Amplifier

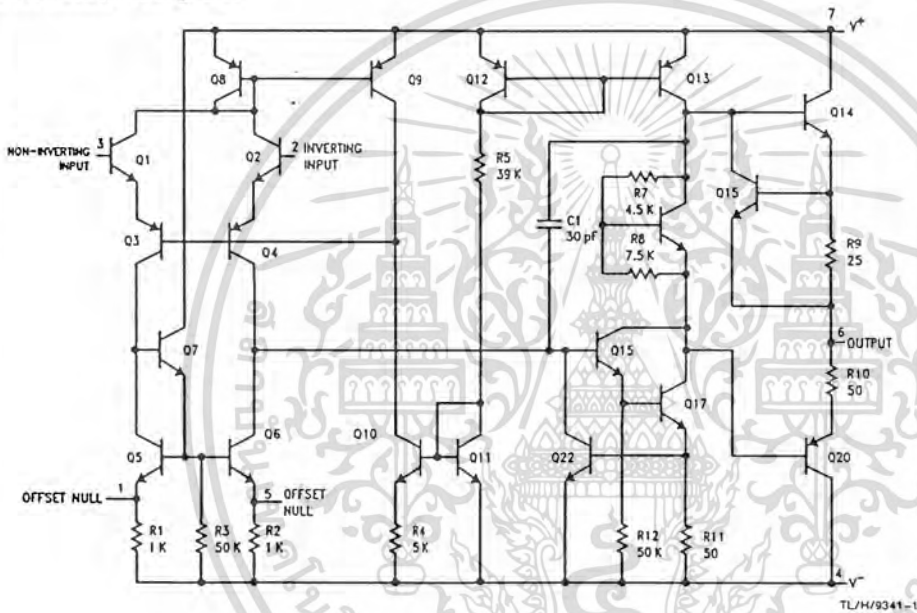
### General Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications. The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and

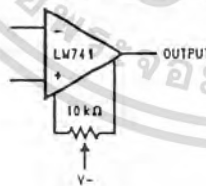
output, no latch-up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C/LM741E are identical to the LM741/LM741A except that the LM741C/LM741E have their performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.

### Schematic Diagram



Offset Nulling Circuit



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Absolute Maximum Ratings

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

(Note 5)

	LM741A	LM741E	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 1)	500 mW	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 2)	±15V	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	0°C to +70°C	-55°C to +125°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Junction Temperature	150°C	100°C	150°C	100°C
Soldering Information				
N-Package (10 seconds)	260°C	260°C	260°C	260°C
J- or H-Package (10 seconds)	300°C	300°C	300°C	300°C
M-Package				
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	215°C	215°C	215°C	215°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

ESD Tolerance (Note 6)	400V	400V	400V	400V
------------------------	------	------	------	------

## Electrical Characteristics (Note 3)

Parameter	Conditions	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$ $R_S \leq 50\Omega$		0.8	3.0		1.0	5.0		2.0	6.0	mV mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_S \leq 50\Omega$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$			4.0			6.0			7.5	mV mV
	Average Input Offset Voltage Drift			15							$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	±10				±15			±15		mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			70		85	500			300	nA
Average Input Offset Current Drift			0.5								nA/°C
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			0.210			1.5			0.8	$\mu\text{A}$
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		M $\Omega$
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $V_S = \pm 20\text{V}$	0.5									M $\Omega$
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$							±12	±13		V
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$										V
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_S = \pm 20\text{V}, V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}, V_O = \pm 10\text{V}$	50			50	200		20	200		V/mV V/mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_S = \pm 20\text{V}, V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}, V_O = \pm 10\text{V}$	32							15		V/mV V/mV
	$V_S = \pm 5\text{V}, V_O = \pm 2\text{V}$	10									V/mV
											V/mV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Electrical Characteristics (Note 3) (Continued)

Parameter	Conditions	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 20V$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	$\pm 16$ $\pm 15$									V V
	$V_S = \pm 15V$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$				$\pm 12$ $\pm 10$	$\pm 14$ $\pm 13$		$\pm 12$ $\pm 10$	$\pm 14$ $\pm 13$		V V
Output Short Circuit Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	10 10	25	35 40		25			25		mA mA
Common-Mode Rejection Ratio	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega, V_{CM} = \pm 12V$ $R_S \leq 50\Omega, V_{CM} = \pm 12V$	80	95		70	90		70	90		dB dB
Supply Voltage Rejection Ratio	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $V_S = \pm 20V$ to $V_S = \pm 5V$ $R_S \leq 50\Omega$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	86	96		77	96		77	96		dB dB
Transient Response	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Unity Gain	Rise Time		0.25	0.8		0.3		0.3		$\mu\text{s}$
		Overshoot		6.0	20		5		5		%
Bandwidth (Note 4)	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.437	1.5								MHz
Slew Rate	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Unity Gain	0.3	0.7			0.5		0.5			V/ $\mu\text{s}$
Supply Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$					1.7	2.8		1.7	2.8	mA
Power Consumption	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 20V$ $V_S = \pm 15V$		80	150							mW mW
	LM741A	$V_S = \pm 20V$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$			165 135						mW mW
LM741E	$V_S = \pm 20V$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$			150 150							mW mW
LM741	$V_S = \pm 15V$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$					60 45	100 75				mW mW

Note 1: For operation at elevated temperatures, these devices must be derated based on thermal resistance, and  $T_j$  max. (listed under "Absolute Maximum Ratings").  $T_j = T_A + (\theta_{JA} P_D)$ .

Thermal Resistance	CerDip (J)	DIP (N)	HO8 (H)	SO-8 (M)
$\theta_{JA}$ (Junction to Ambient)	100°C/W	100°C/W	170°C/W	195°C/W
$\theta_{JC}$ (Junction to Case)	N/A	N/A	25°C/W	N/A

Note 2: For supply voltages less than  $\pm 15V$ , the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

Note 3: Unless otherwise specified, these specifications apply for  $V_S = \pm 15V$ ,  $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$  (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to  $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$ .

Note 4: Calculated value from: BW (MHz) = 0.35/Rise Time( $\mu\text{s}$ ).

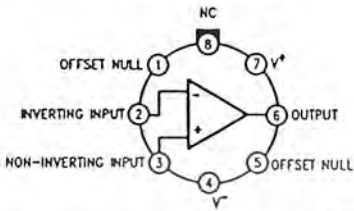
Note 5: For military specifications see RETS741X for LM741 and RETS741AX for LM741A.

Note 6: Human body model, 1.5 k $\Omega$  in series with 100 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Connection Diagrams

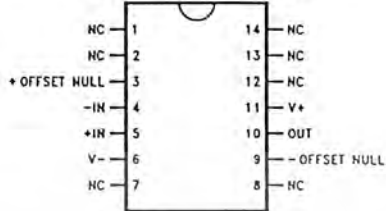
Metal Can Package



TL/H/9341-2

Order Number LM741H, LM741H/883\*,  
LM741AH/883 or LM741CH  
See NS Package Number H08C

Ceramic Dual-In-Line Package



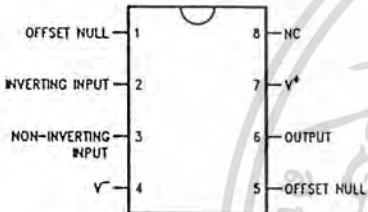
TL/H/9341-5

Order Number LM741J-14/883\*, LM741AJ-14/883\*\*  
See NS Package Number J14A

\*also available per JM38510/10101

\*\*also available per JM38510/10102

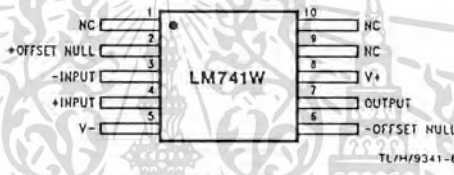
Dual-In-Line or S.O. Package



TL/H/9341-3

Order Number LM741J, LM741J/883,  
LM741CM, LM741CN or LM741EN  
See NS Package Number J08A, M08A or N08E

Ceramic Flatpak



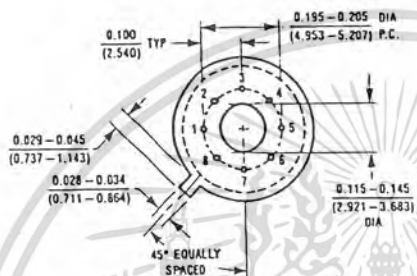
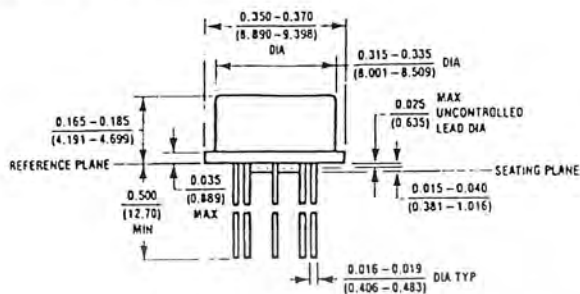
TL/H/9341-6

Order Number LM741W/883  
See NS Package Number W10A

\*LM741H is available per JM38510/10101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

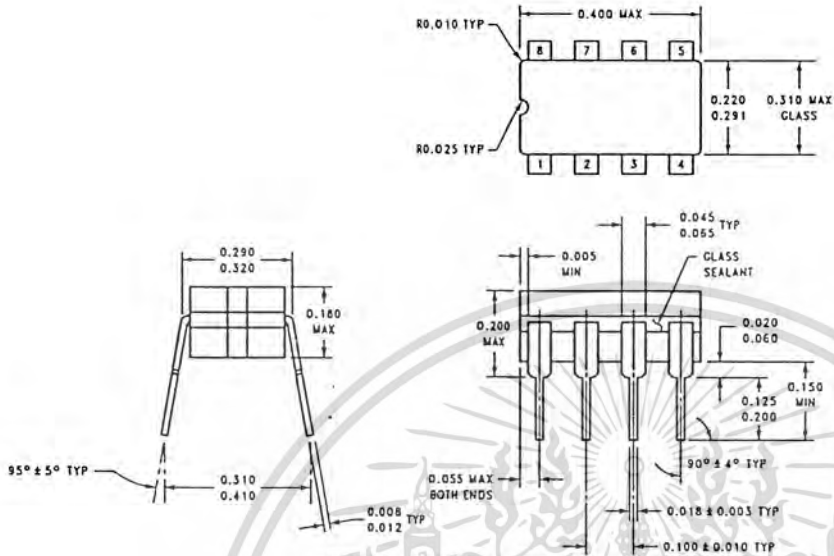
Physical Dimensions inches (millimeters)



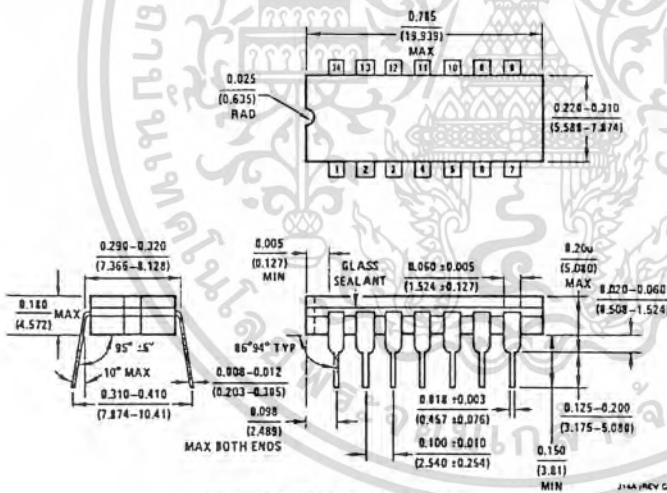
Metal Can Package (H)  
Order Number LM741H, LM741H/883, LM741AH/883, LM741CH or LM741EH  
NS Package Number H08C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



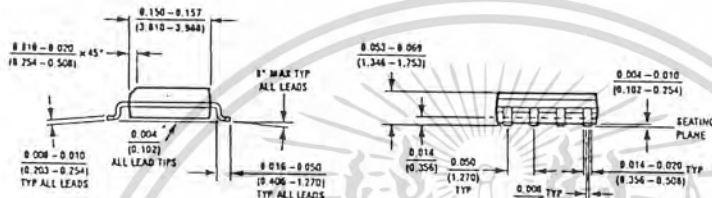
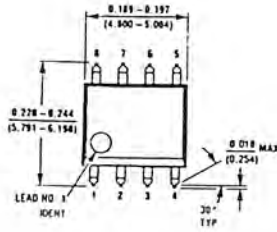
Ceramic Dual-In-Line Package (J)  
Order Number LM741CJ or LM741J/883  
NS Package Number J08A



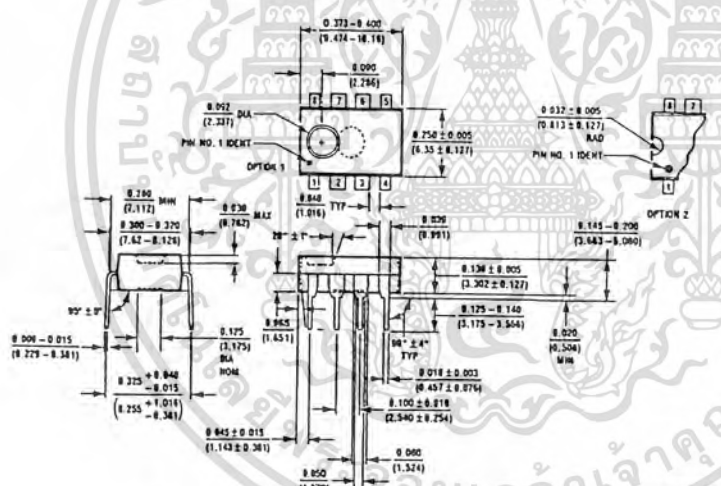
Ceramic Dual-In-Line Package (J)  
Order Number LM741J-14/883 or LM741AJ-14/883  
NS Package Number J14A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



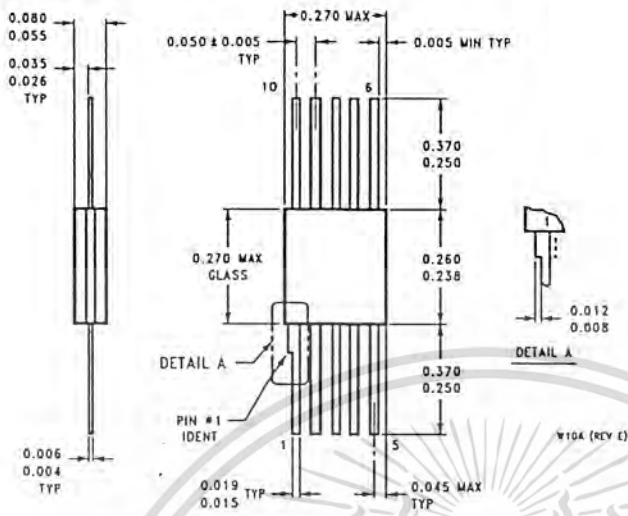
Small Outline Package (M)  
Order Number LM741CM  
NS Package Number M08A



Dual-In-Line Package (N)  
Order Number LM741CN or LM741EN  
NS Package Number N08E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)




10-Lead Ceramic Flatpak (W)  
Order Number LM741W/883  
NS Package Number W10A

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

 <p><b>National Semiconductor Corporation</b> 1111 West Barton Road Arlington, TX 76017 Tel: 1(800) 272-9959 Fax: 1(800) 737-7018</p>	<p><b>National Semiconductor Europe</b> Fax: (+49) 0-180-530 85 86 Email: cnjwge@lavm2.nsc.com Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85 English Tel: (+49) 0-180-532 78 32 Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58 Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80</p>	<p><b>National Semiconductor Hong Kong Ltd.</b> 13th Floor, Straight Block, Ocean Centre, 5 Canton Rd Tsimshatsui, Kowloon Hong Kong Tel: (852) 2737-1600 Fax: (852) 2736-9960</p>	<p><b>National Semiconductor Japan Ltd.</b> Tel: 81-043-299-2309 Fax: 81-043-299-2408</p>
---	--	--	---

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Features

- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

ISSUE 5

March 1997

### Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
-40 °C to +85 °C	

### Description

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. 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 three-state bus interface.

### Applications

- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answering machine

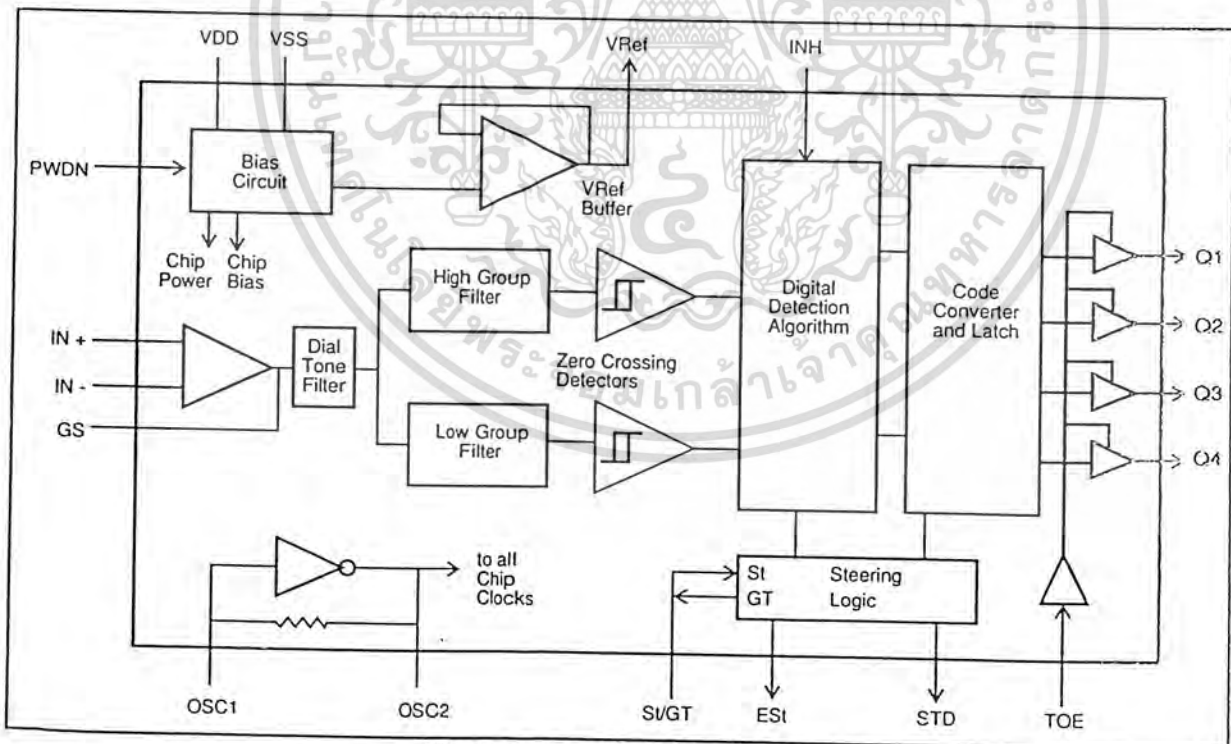


Figure 1 - Functional Block Diagram

# MT8870D/MT8870D-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

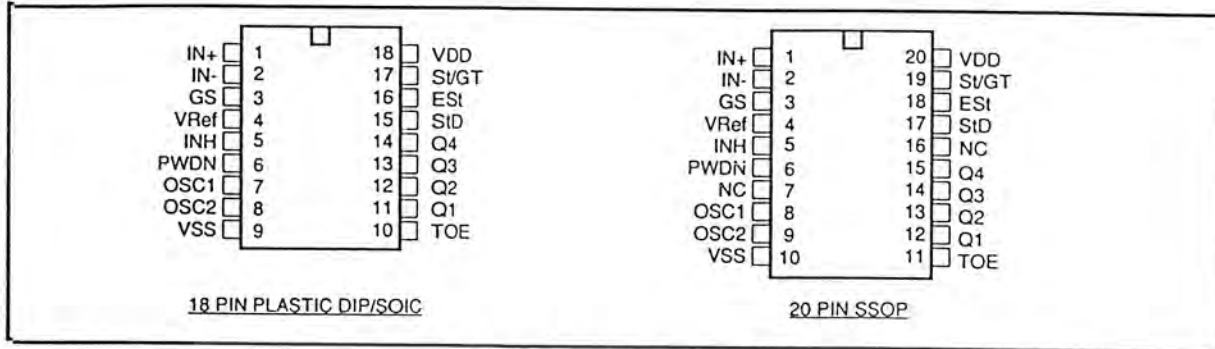


Figure 2 - Pin Connections

## Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	2	IN-	Inverting Op-Amp (Input).
3	3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V <sub>Ref</sub>	Reference Voltage (Output). Nominally V <sub>DD</sub> /2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	Clock (Input).
8	9	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V <sub>SS</sub>	Ground (Input). 0V typical.
10	11	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	17	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on S/VT falls below V <sub>TSI</sub> .
16	18	EST	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause EST to return to a logic low.
17	19	S/VT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V <sub>TSI</sub> detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V <sub>TSI</sub> frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of EST and the voltage on St.
18	20	V <sub>DD</sub>	Positive power supply (Input). +5V typical.
	7, 16	NC	No Connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Functional Description**

The MT8870D/MT8870D-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

**Filter Section**

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

**Decoder Section**

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while

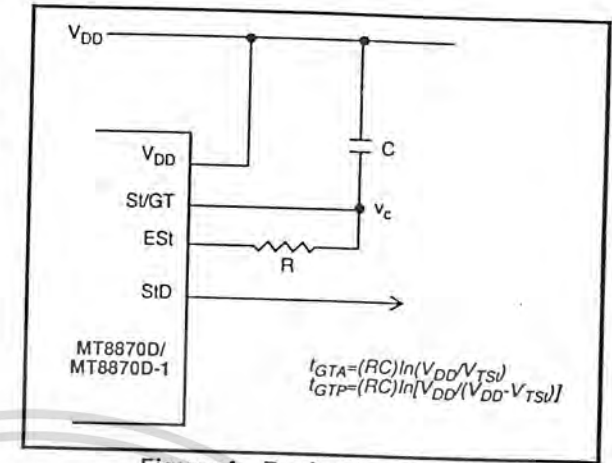


Figure 4 - Basic Steering Circuit

providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (Est) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause Est to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

**Steering Circuit**

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by Est. A logic high on Est causes v<sub>c</sub> (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

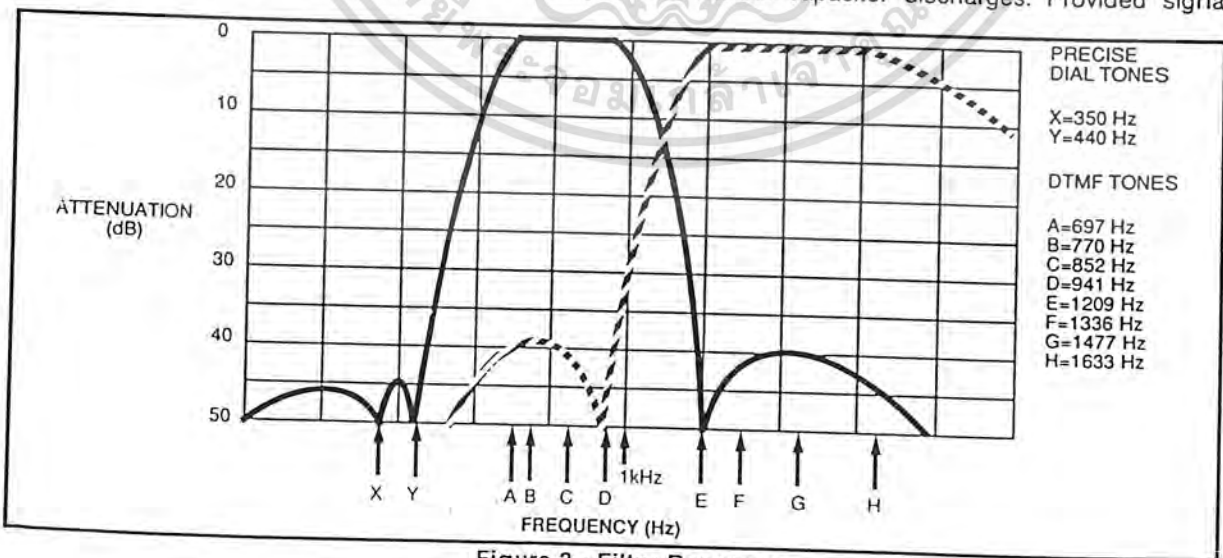


Figure 3 - Filter Response

condition is maintained (EST remains high) for the validation period ( $t_{GTP}$ ),  $v_c$  reaches the threshold ( $V_{TSI}$ ) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives  $v_c$  to  $V_{DD}$ . GT continues to drive high as long as EST remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

**Guard Time Adjustment**

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 4 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

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

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

The value of  $t_{DP}$  is a device parameter (see Figure 11) and  $t_{REC}$  is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1  $\mu$ F is

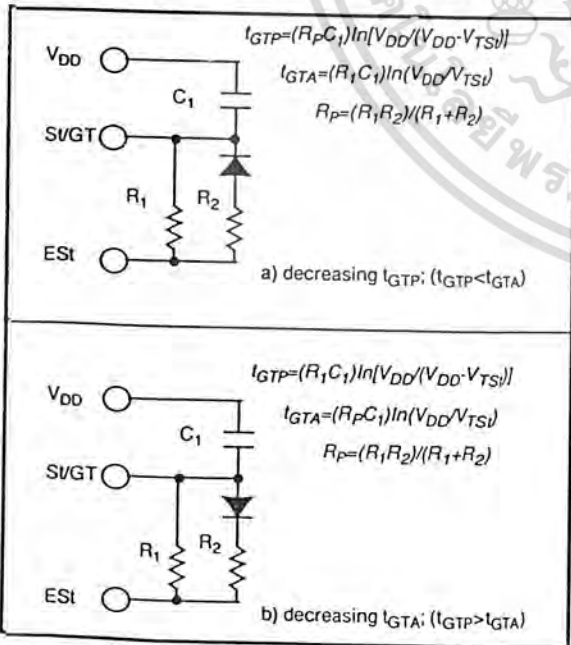


Figure 5 - Guard Time Adjustment

Digit	TOE	INH	EST	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
.	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

Table 1. Functional Decode Table  
L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE  
X = DON'T CARE

recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present ( $t_{GTP}$ ) and tone absent ( $t_{GTA}$ ). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing  $t_{REC}$  improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short  $t_{REC}$  with a long  $t_{DO}$  would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

**Power-down and Inhibit Mode**

A logic high applied to pin 6 (PWDN) will power down the device to minimize the power consumption in a standby mode. It stops the oscillator and the functions of the filters.

Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A, B, C, and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

**Differential Input Configuration**

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source ( $V_{Ref}$ ) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and  $V_{Ref}$  biasing the input at  $1/2V_{DD}$ . Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor  $R_5$ .

**Crystal Oscillator**

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.

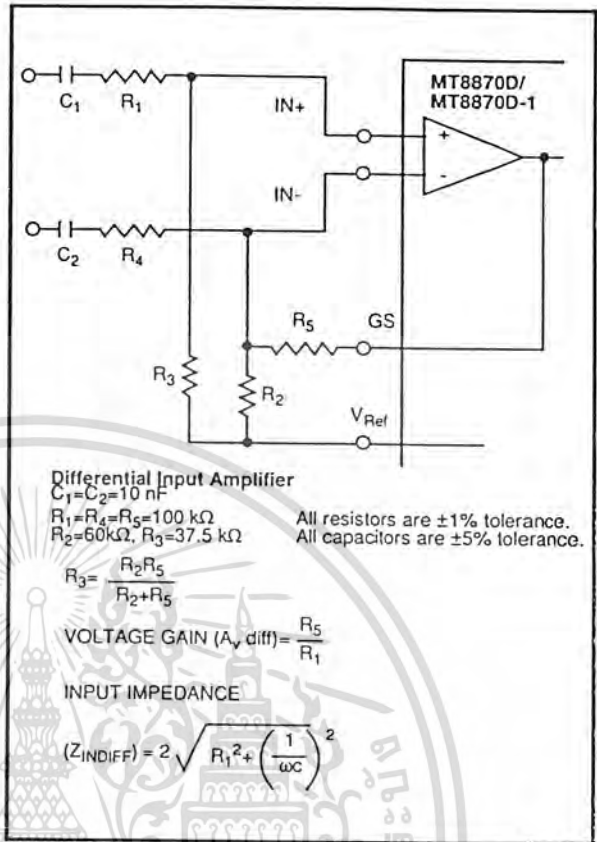


Figure 6 - Differential Input Configuration

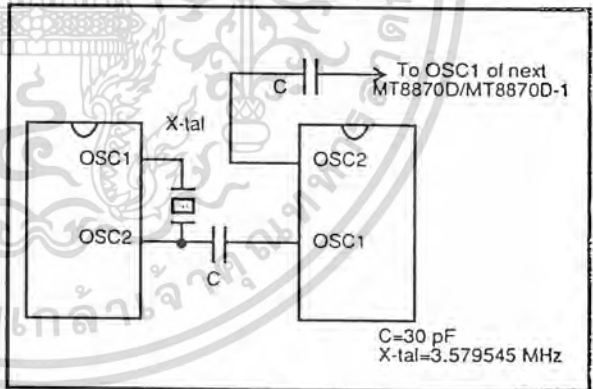


Figure 7 - Oscillator Connection

Parameter	Unit	Resonator
R1	Ohms	10.752
L1	mH	.432
C1	pF	4.984
C0	pF	37.915
Qm	-	896.37
Δf	%	±0.2%

Table 2. Recommended Resonator Specifications  
Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e.,  $1/2\pi/R1C1$ .

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R<sub>1</sub> and R<sub>2</sub> to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R<sub>3</sub> and C<sub>2</sub> are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

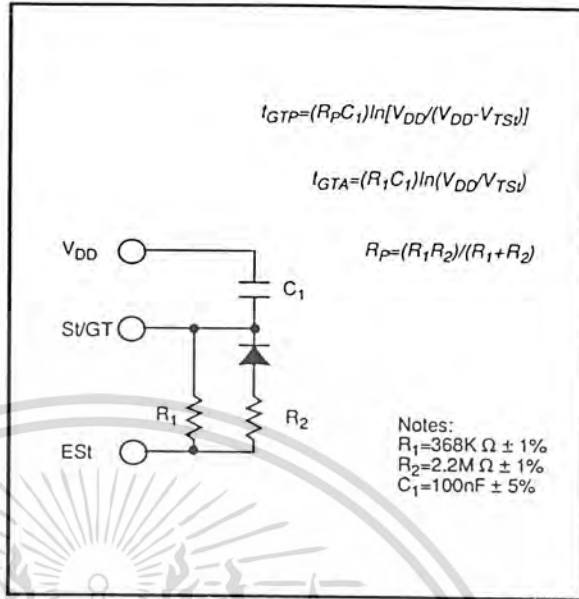


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

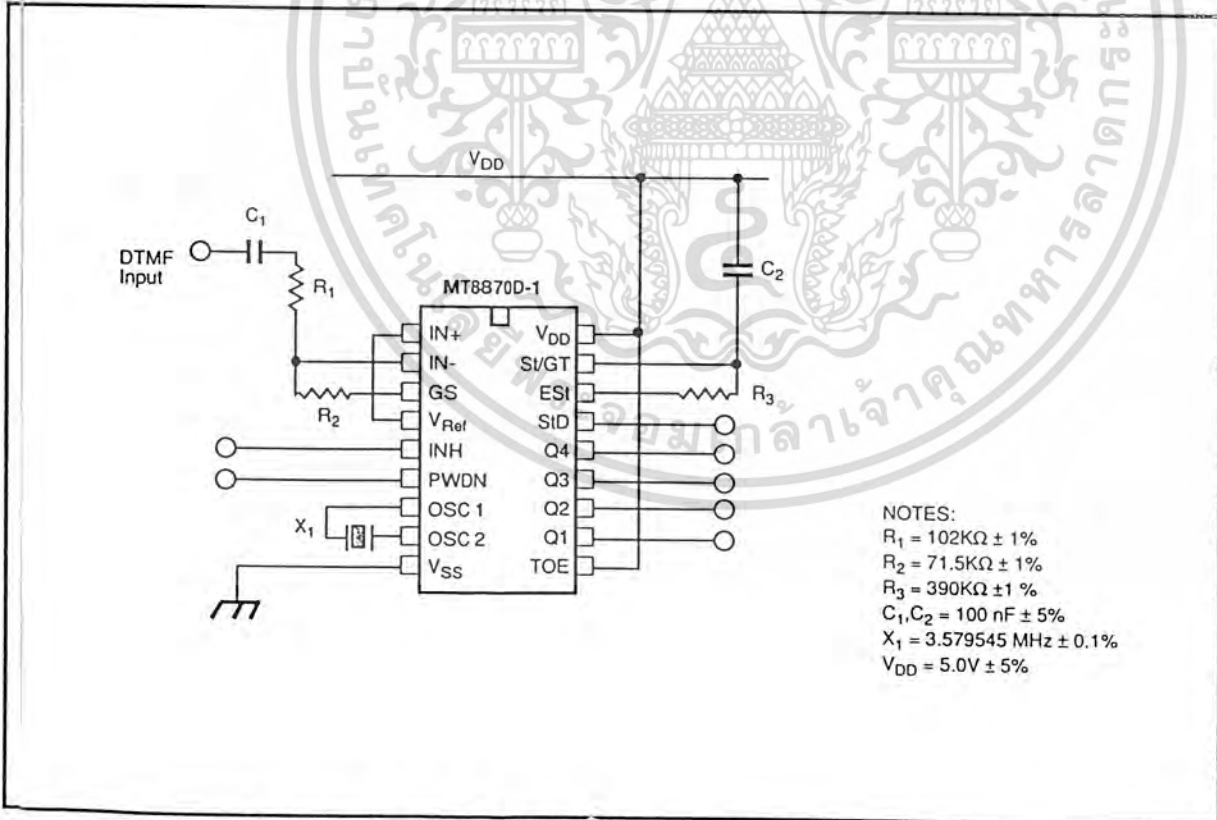


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

# ISO<sup>2</sup>-CMOS MT8870D/MT8870D-1

## Absolute Maximum Ratings<sup>†</sup>

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	$V_{DD}$		7	V
2	Voltage on any pin	$V_I$	$V_{SS}-0.3$	$V_{DD}+0.3$	V
3	Current at any pin (other than supply)	$I_I$		10	mA
4	Storage temperature	$T_{STG}$	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	$P_D$		500	mW

<sup>†</sup> Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied. Derate above 75 °C at 16 mW / °C. All leads soldered to board.

## Recommended Operating Conditions - Voltages are with respect to ground ( $V_{SS}$ ) unless otherwise stated.

	Parameter	Sym	Min	Typ <sup>‡</sup>	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	$V_{DD}$	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	$T_O$	-40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	$f_c$		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq. Tolerance	$\Delta f_c$		±0.1		%	

<sup>‡</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

## DC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$ , $V_{SS}=0V$ , $-40^\circ C \leq T_O \leq +85^\circ C$ , unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>‡</sup>	Max	Units	Test Conditions	
1	SUPPLY	Standby supply current	$I_{DDQ}$	10	25	μA	PWDN= $V_{DD}$	
2		Operating supply current	$I_{DD}$	3.0	9.0	mA		
3		Power consumption	$P_O$		15		mW	$f_c=3.579545$ MHz
4	INPUTS	High level input	$V_{IH}$	3.5		V	$V_{DD}=5.0V$	
5		Low level input voltage	$V_{IL}$			1.5	V	$V_{DD}=5.0V$
6		Input leakage current	$I_{IH}/I_{IL}$		0.1		μA	$V_{IN}=V_{SS}$ or $V_{DD}$
7		Pull up (source) current	$I_{SO}$		7.5	20	μA	TOE (pin 10)=0, $V_{DD}=5.0V$
8		Pull down (sink) current	$I_{SI}$		15	45	μA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, $V_{DD}=5.0V$
9		Input impedance (IN+, IN-)	$R_{IN}$		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	$V_{TSl}$	2.2	2.4	2.5	V	$V_{DD} = 5.0V$
11	OUTPUTS	Low level output voltage	$V_{OL}$		$V_{SS}+0.03$	V	No load	
12		High level output voltage	$V_{OH}$	$V_{DD}-0.03$			V	No load
13		Output low (sink) current	$I_{OL}$	1.0	2.5		mA	$V_{OUT}=0.4$ V
14		Output high (source) current	$I_{OH}$	0.4	0.8		mA	$V_{OUT}=4.6$ V
15		$V_{Ref}$ output voltage	$V_{Ref}$	2.3	2.5	2.7	V	No load, $V_{DD} = 5.0V$
16		$V_{Ref}$ output resistance	$R_{OR}$		1		kΩ	

<sup>‡</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ 4:17 คร่ำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MT8870D/MT8870D-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

**Operating Characteristics** -  $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$ ,  $V_{SS}=0V$ ,  $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$ , unless otherwise stated.  
**Gain Setting Amplifier**

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>‡</sup>	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	$I_{IN}$			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	$R_{IN}$	10			M $\Omega$	
3	Input offset voltage	$V_{OS}$			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	$0.75 V \leq V_{IN} \leq 4.25 V$ biased at $V_{Ref} = 2.5 V$
6	DC open loop voltage gain	$A_{VOL}$	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	$f_C$	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	$V_O$	4.0			$V_{pp}$	Load $\geq 100 k\Omega$ to $V_{SS}$ @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	$C_L$			100	pF	
10	Resistive load (GS)	$R_L$			50	k $\Omega$	
11	Common mode range	$V_{CM}$	2.5			$V_{pp}$	No Load

**MT8870D AC Electrical Characteristics** -  $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$ ,  $V_{SS}=0V$ ,  $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$ , using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>‡</sup>	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
				27.5		869	mV <sub>RMS</sub>
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2$ Hz				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
7	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

<sup>‡</sup> Typical figures are at 25 °C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

**\*NOTES**

1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms, tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by  $\pm 1.5\% \pm 2$  Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz)  $\pm 2\%$ .
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. Guaranteed by design and characterization.

**MT8870D-1 AC Electrical Characteristics** -  $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$ ,  $V_{SS}=0V$ ,  $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$ , using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>‡</sup>	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV <sub>RMS</sub>	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV <sub>RMS</sub>	
3	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
4	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
5	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2$ Hz				2,3,5,9
6	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
7	Third zone tolerance			-18.5		dB	2,3,4,5,9,12
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

‡ Typical figures are at 25 °C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

**\*NOTES**

1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms, tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by  $\pm 1.5\% \pm 2$  Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz ) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz)  $\pm 2\%$ .
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.
13. Guaranteed by design and characterization.

# MT8870D/MT8870D-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

AC Electrical Characteristics -  $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$ ,  $V_{SS}=0V$ ,  $-40^{\circ}C \leq T_o \leq +85^{\circ}C$ , using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>†</sup>	Max	Units	Conditions
T I M I N G	Tone present detect time	$t_{DP}$	5	11	14	ms	Note 1
	Tone absent detect time	$t_{DA}$	0.5	4	8.5	ms	Note 1
	Tone duration accept	$t_{REC}$			40	ms	Note 2
	Tone duration reject	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	Note 2
	Interdigit pause accept	$t_{ID}$			40	ms	Note 2
	Interdigit pause reject	$t_{DO}$	20			ms	Note 2
O U T P U T S	Propagation delay (St to Q)	$t_{PQ}$		8	11	$\mu s$	TOE= $V_{DD}$
	Propagation delay (St to StD)	$t_{PSID}$		12	16	$\mu s$	TOE= $V_{DD}$
	Output data set up (Q to StD)	$t_{OSID}$		3.4		$\mu s$	TOE= $V_{DD}$
	Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	$t_{PTE}$		50		ns	load of 10 k $\Omega$ , 50 pF
	Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	$t_{PTD}$		300		ns	load of 10 k $\Omega$ , 50 pF
P D W N	Power-up time	$t_{PU}$		30		ms	Note 3
	Power-down time	$t_{PD}$		20		ms	
C L O C K	Crystal/clock frequency	$f_C$	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
	Clock input rise time	$t_{LHCL}$			110	ns	Ext. clock
	Clock input fall time	$t_{HLCL}$			110	ns	Ext. clock
	Clock input duty cycle	DC <sub>CL</sub>	40	50	60	%	Ext. clock
	Capacitive load (OSC2)	$C_{LO}$			30	pF	

<sup>†</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

- \*NOTES:
- Used for guard-time calculation purposes only.
  - These, user adjustable parameters, are not device specifications. The adjustable settings of these minimums and maximums are recommendations based upon network requirements.
  - With valid tone present at input,  $t_{PU}$  equals time from PDWN going low until EST going high.

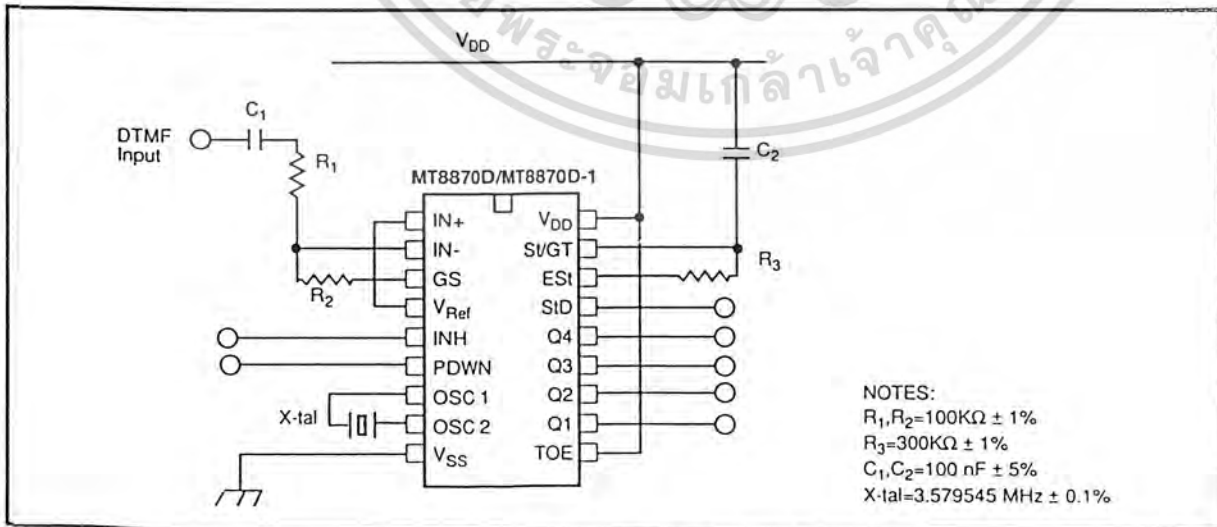


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

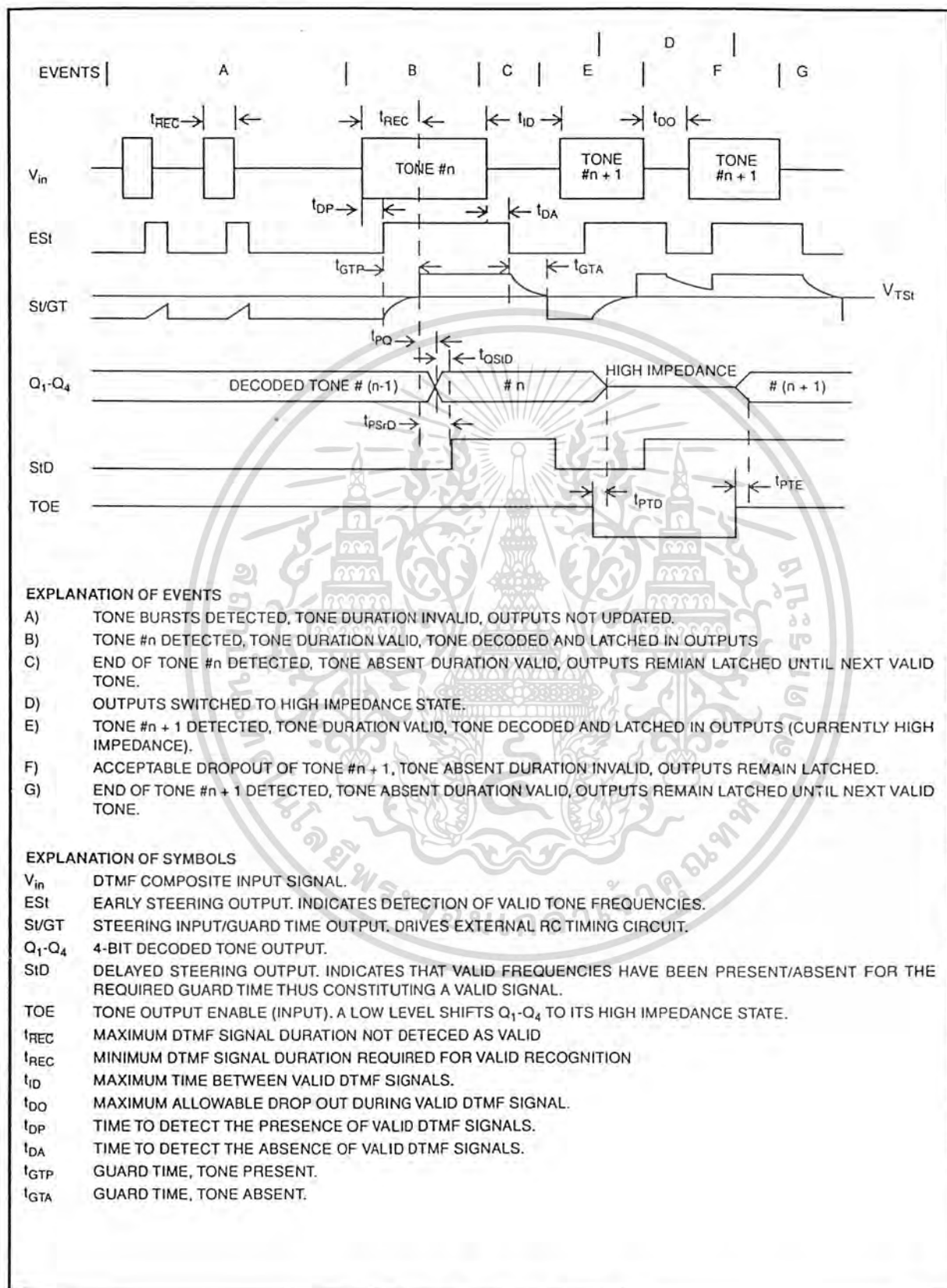


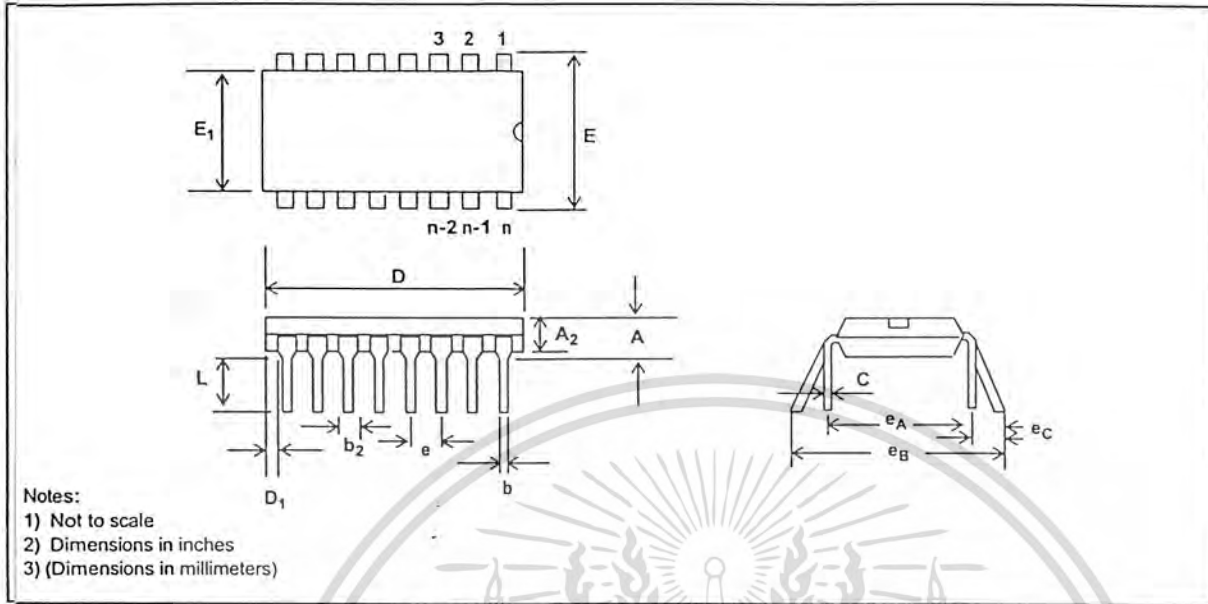
Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน 4-21  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notes:



# Package Outlines



Plastic Dual-In-Line Packages (PDIP) - E Suffix

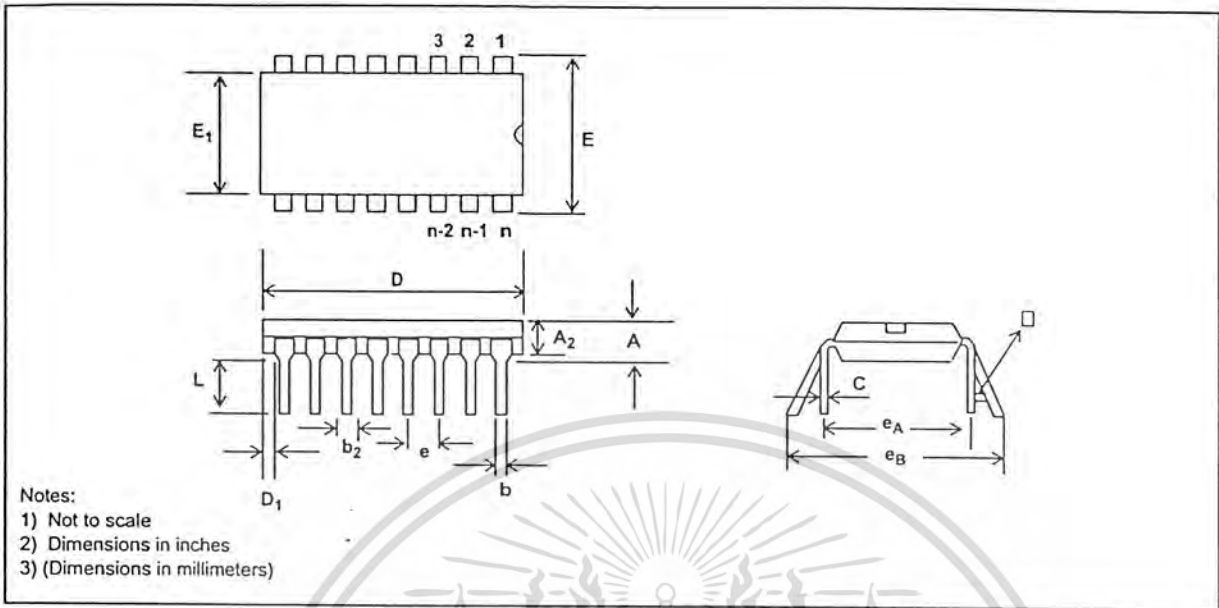
DIM	8-Pin		16-Pin		18-Pin		20-Pin	
	Plastic		Plastic		Plastic		Plastic	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)
A <sub>2</sub>	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)
b	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)
b <sub>2</sub>	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)
C	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)
D	0.355 (9.02)	0.400 (10.16)	0.780 (19.81)	0.800 (20.32)	0.880 (22.35)	0.920 (23.37)	0.980 (24.89)	1.060 (26.9)
D <sub>1</sub>	0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)	
E	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)
E <sub>1</sub>	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)
e	0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)	
e <sub>A</sub>	0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)	
L	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)
e <sub>B</sub>		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)
e <sub>C</sub>	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)

NOTE: Controlling dimensions in parenthesis ( ) are in millimeters.

General-8

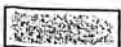
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Package Outlines



Plastic Dual-In-Line Packages (PDIP) - E Suffix

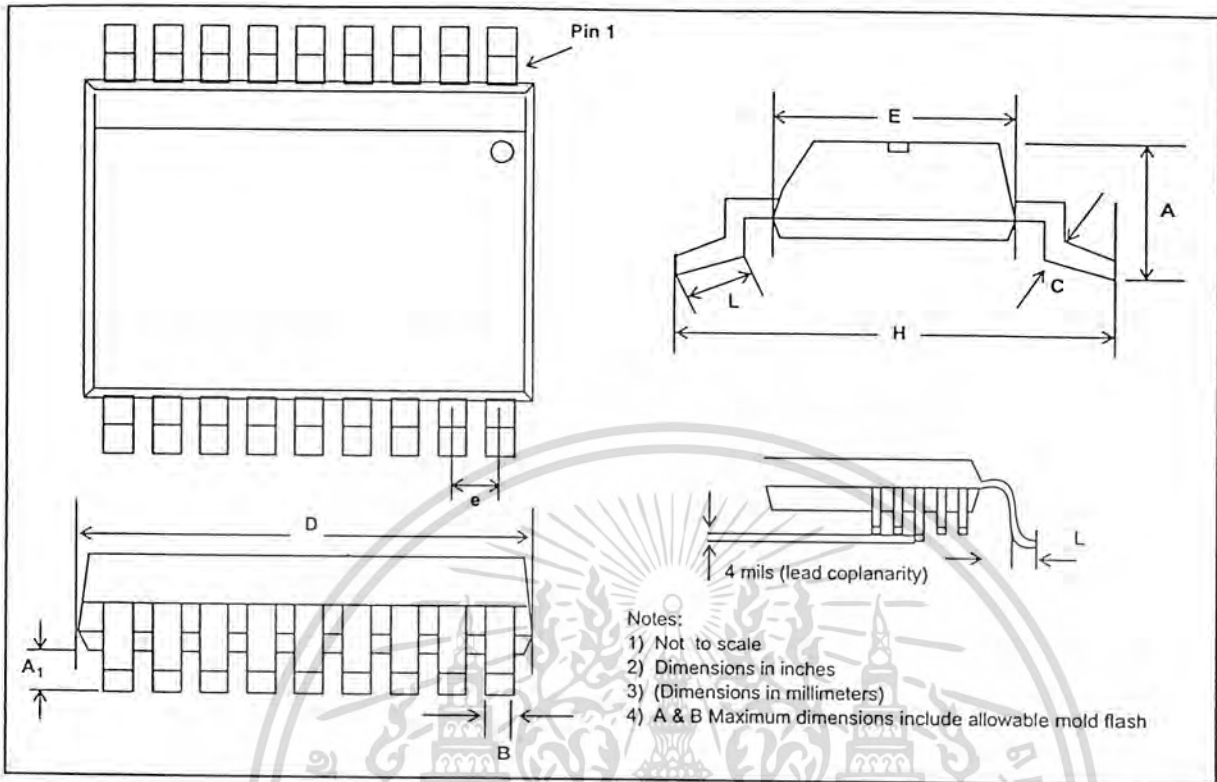
DIM	22-Pin		24-Pin		28-Pin		40-Pin	
	Plastic		Plastic		Plastic		Plastic	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A		0.210 (5.33)		0.250 (6.35)		0.250 (6.35)		0.250 (6.35)
A <sub>2</sub>	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)
b	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)
b <sub>2</sub>	0.045 (1.15)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)
C	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)
D	1.050 (26.67)	1.120 (28.44)	1.150 (29.3)	1.290 (32.7)	1.380 (35.1)	1.565 (39.7)	1.980 (50.3)	2.095 (53.2)
D <sub>1</sub>	0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)	
E	0.390 (9.91)	0.430 (10.92)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)
E <sub>1</sub>	0.330 (8.39)	0.380 (9.65)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)
E <sub>1</sub>			0.246 (6.25)	0.254 (6.45)				
e	0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)	
e <sub>A</sub>	0.400 BSC (10.16)		0.600 BSC (15.24)		0.600 BSC (15.24)		0.600 BSC (15.24)	
e <sub>A</sub>			0.300 BSC (7.62)					
e <sub>B</sub>				0.430 (10.92)				
L	0.115 (2.93)	0.160 (4.06)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)
□		15□		15□		15□		15□



Shaded areas for 300 Mil Body Width 24 PDIP only

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Package Outlines



DIM	16-Pin		18-Pin		20-Pin		24-Pin		28-Pin	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)
A <sub>1</sub>	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)
B	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)	0.013 (0.33)	0.030 (0.51)	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)
C	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)
D	0.398 (10.1)	0.413 (10.5)	0.447 (11.35)	0.4625 (11.75)	0.496 (12.60)	0.512 (13.00)	0.5985 (15.2)	0.614 (15.6)	0.697 (17.7)	0.7125 (18.1)
E	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)
e	0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)	
H	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)
L	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)

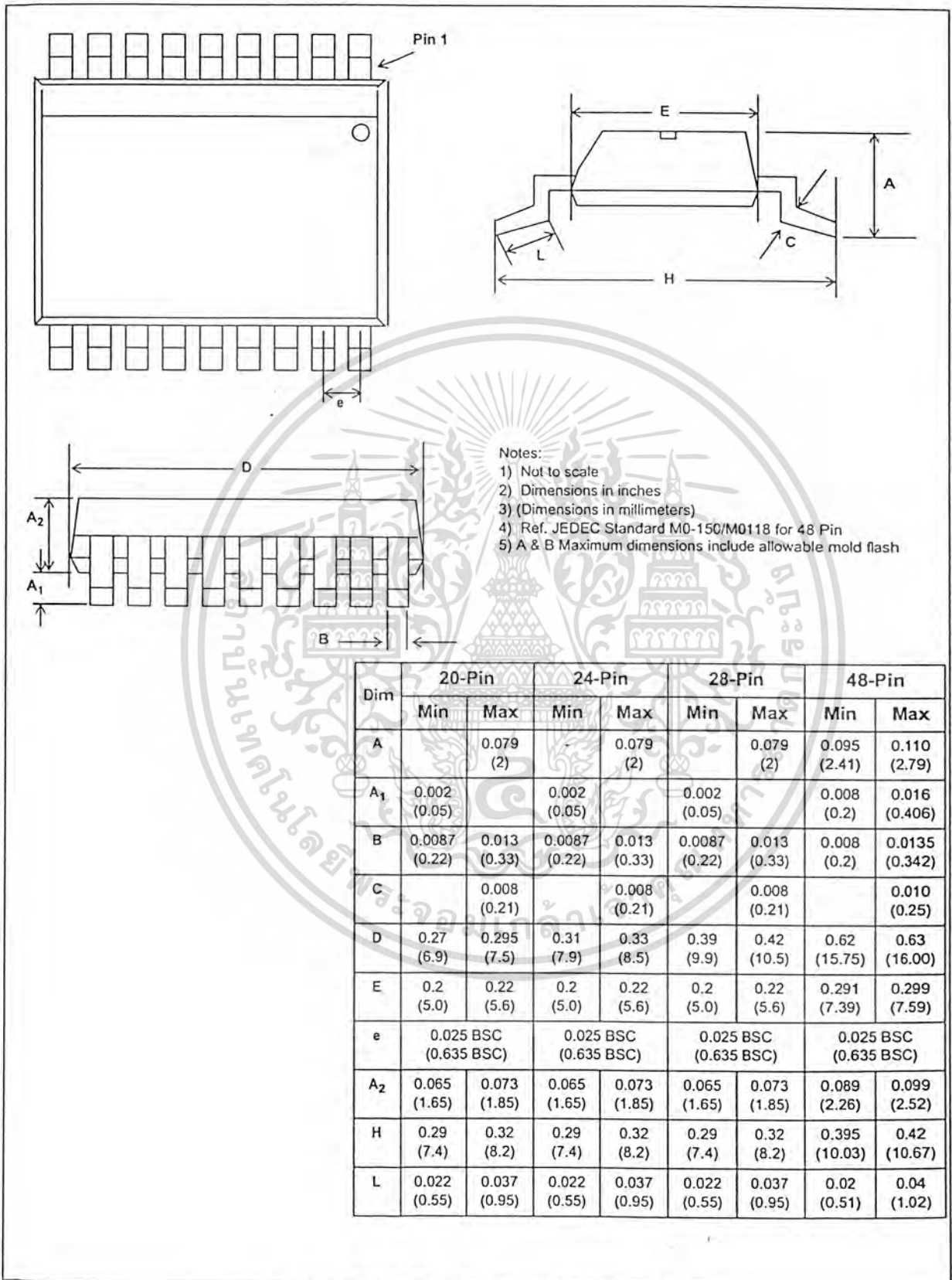
Lead SOIC Package - S Suffix

NOTES: 1. Controlling dimensions in parenthesis ( ) are in millimeters.  
2. Converted inch dimensions are not necessarily exact.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

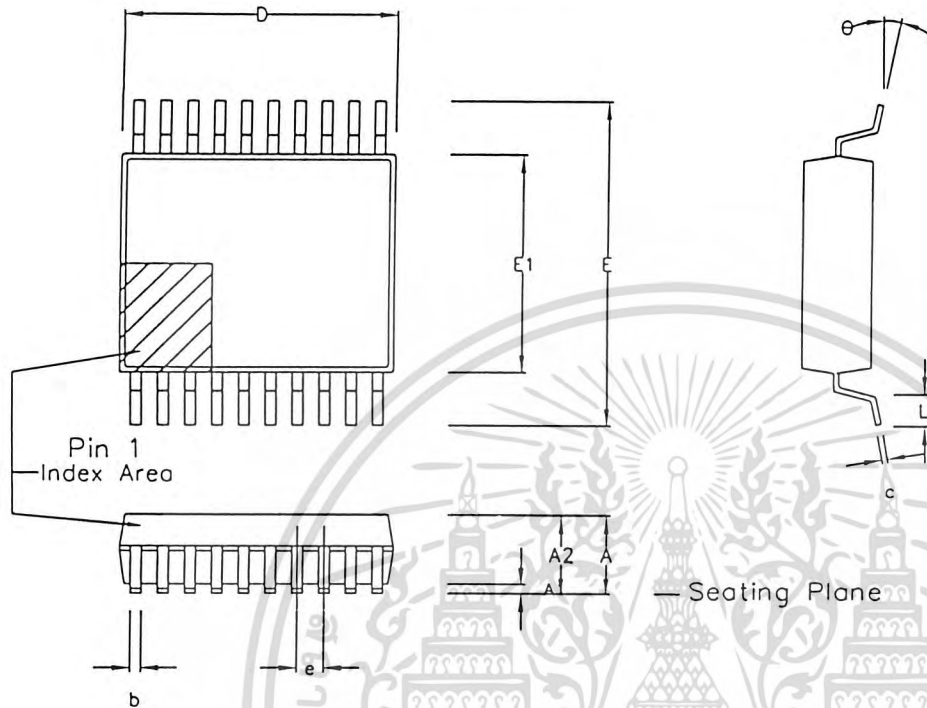
General-7

# Package Outlines



Small Shrink Outline Package (SSOP) - N Suffix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



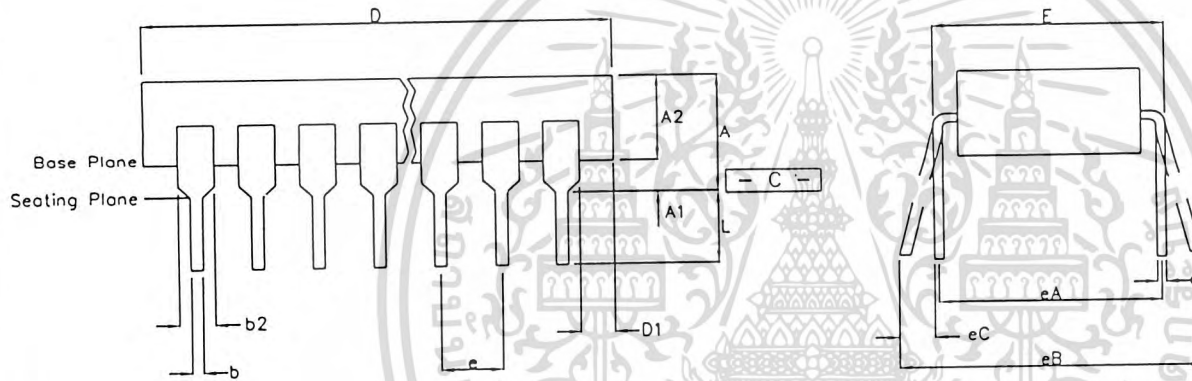
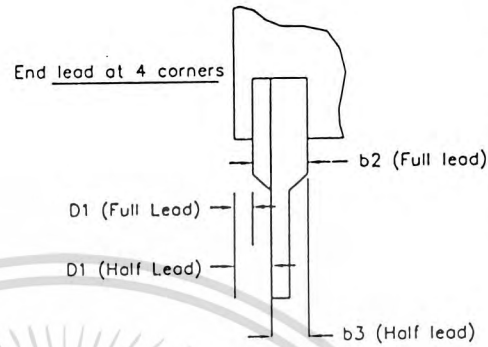
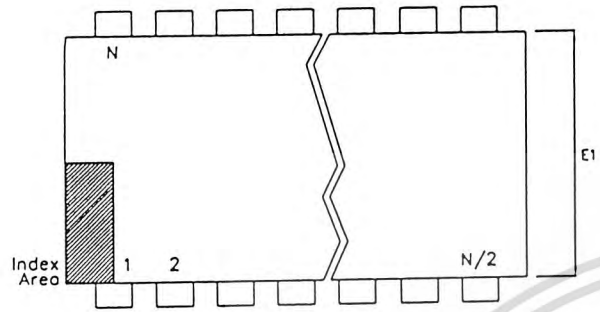
Symbol	Control Dimensions in millimetres			Altern. Dimensions in inches		
	MIN	Nominal	MAX	MIN	Nominal	MAX
A	1.70		2.00	0.067		0.079
A1	0.05		0.20	0.002		0.008
A2	1.65		1.85	0.065		0.073
D	6.90		7.50	0.272		0.295
E	7.40		8.20	0.291		0.323
E1	5.00		5.60	0.197		0.220
L	0.55		0.95	0.022		0.037
e	0.65 BSC.			0.026 BSC.		
b	0.22		0.38	0.009		0.015
c	0.09		0.25	0.004		0.010
θ	0°		8°	0°		8°
Pin features						
N	20					
Conforms to JEDEC MO-150 AE Iss. B						

This drawing supersedes: -  
418/ED/51481/002 (Swindon/Plymouth)

Notes:

1. A visual index feature, e.g. a dot, must be located within the cross-hatched area.
2. Controlling dimension are in millimeters.
3. Dimensions D and E1 do not include mould flash or protusion. Mould flash or protusion shall not exceed 0.20 mm per side. D and E1 are maximum plastic body size dimensions including mould mismatch.
4. Dimension b does not include dambar protusion/intrusion. Allowable dambar protusion shall be 0.13 mm total in excess of b dimension. Dambar intrusion shall not reduce dimension b by more than 0.07 mm.

© Zarlink Semiconductor 2002 All rights reserved.					Package Code	DD
ISSUE	1	2	3		Previous package codes	NP / N
ACN	201933	205234	212477		Package Outline for 20 lead SSOP (5.3mm Body Width)	
DATE	27Feb97	25Sep98	3Apr02		GPD00294	
APPRD.						



	Min mm	Max mm	Min Inches	Max Inches
A		5.33		0.210
A1	0.38		0.015	
A2	2.92	4.95	0.115	0.195
b	0.36	0.56	0.014	0.022
b2	1.14	1.78	0.045	0.070
b3	n/a	n/a	n/a	n/a
c	0.20	0.36	0.008	0.014
D	22.35	23.37	0.880	0.920
D1	0.13		0.005	
E	7.62	8.26	0.300	0.325
E1	6.10	7.11	0.240	0.280
e	2.54 BSC		0.100 BSC	
eA	7.62 BSC		0.300 BSC	
eB		10.92		0.430
eC	0.00	1.52	0.000	0.060
L	2.92	3.81	0.115	0.150
N		18		18

Conforms to Jedec MS-001AC Issue D

Notes:

1. Leadframe Material: Copper
2. Leadframe finish: Solder Plate
3. Dimensions D, D1 & E1 do not include mould flash or protrusions.
4. Dimensions E & eA are measured with leads constrained to be perpendicular to datum
5. Dimensions eB & eC are measured with the leads unconstrained
6. Controlling dimensions are Inches. Millimeter conversions are not necessarily exact.
7. N is the maximum of terminal positions.

This drawing supersedes: -  
Plymouth/Swindon drawing # 418/ED/39502/004

© Zarlink Semiconductor 2002 All rights reserved.

ISSUE	1	2		
ACN	202563	212483		
DATE	9Jun97	5Apr02		
APPRD.				



Previous package codes

DP / E

Package Code DA

Package Outline for .  
18 Lead PDIP

GPD00348



For more information about all Zarlink products  
visit our Web Site at  
[www.zarlink.com](http://www.zarlink.com)

Information relating to products and services furnished herein by Zarlink Semiconductor Inc. trading as Zarlink Semiconductor or its subsidiaries (collectively "Zarlink") is believed to be reliable. However, Zarlink assumes no liability for errors that may appear in this publication, or for liability otherwise arising from the application or use of any such information, product or service or for any infringement of patents or other intellectual property rights owned by third parties which may result from such application or use. Neither the supply of such information or purchase of product or service conveys any license, either express or implied, under patents or other intellectual property rights owned by Zarlink or licensed from third parties by Zarlink, whatsoever. Purchasers of products are also hereby notified that the use of product in certain ways or in combination with Zarlink, or non-Zarlink furnished goods or services may infringe patents or other intellectual property rights owned by Zarlink.

This publication is issued to provide information only and (unless agreed by Zarlink in writing) may not be used, applied or reproduced for any purpose nor form part of any order or contract nor to be regarded as a representation relating to the products or services concerned. The products, their specifications, services and other information appearing in this publication are subject to change by Zarlink without notice. No warranty or guarantee express or implied is made regarding the capability, performance or suitability of any product or service. Information concerning possible methods of use is provided as a guide only and does not constitute any guarantee that such methods of use will be satisfactory in a specific piece of equipment. It is the user's responsibility to fully determine the performance and suitability of any equipment using such information and to ensure that any publication or data used is up to date and has not been superseded. Manufacturing does not necessarily include testing of all functions or parameters. These products are not suitable for use in any medical products whose failure to perform may result in significant injury or death to the user. All products and materials are sold and services provided subject to Zarlink's conditions of sale which are available on request.

Purchase of Zarlink's I<sup>2</sup>C components conveys a licence under the Philips I<sup>2</sup>C Patent rights to use these components in and I<sup>2</sup>C System, provided that the system conforms to the I<sup>2</sup>C Standard Specification as defined by Philips.

Zarlink, ZL and the Zarlink Semiconductor logo are trademarks of Zarlink Semiconductor Inc.

Copyright Zarlink Semiconductor Inc. All Rights Reserved.

TECHNICAL DOCUMENTATION - NOT FOR RESALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้