สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# เครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

# EMERGENCY TELEPHONE

โดย

นาย กบิน แซ่ตัน

นาย ปรีชา ฉัตรสง่า

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46549
วัน, เดือน, ปี 4 เม.ย. 2546

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# EMERGENCY TELEPHONE

MR. KABIN SAETAN

MR.PREECHAR CHATSNGA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF THE TECHNOLOGY TELECOMMUNICATION

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'SINSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

นักศึกษา 1. นาย กบิน แซ่ตัน 42015629
2. นาย ปรีชา ฉัตรสง่า 42015642

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ มยุรี เลิศเวชกุล

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2544

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

.....

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | **เครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์** |
| **นักศึกษา** | **นาย กบิน แซ่ตัน รหัสประจำตัว 42015629** |
| | **นาย ปรีชา ฉัตรสง่า รหัสประจำตัว 42015642** |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | **อาจารย์ มยุรี เลิศเวชกุล** |
| **ระดับการศึกษา** | **ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต** |
| | **สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม** |
| **ภาควิชา** | **เทคนิคอุตสาหกรรม** |
| **ปีการศึกษา** | **2544** |

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์ โดยจะสร้างเป็นเครื่องเตือนภัยขึ้นมาแล้วนำไปต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายในบ้าน เครื่องเตือนภัยจะทำงานโดยอาศัยระบบเซนเซอร์อินฟาเรด เพื่อตรวจจับผู้บุกรุก และในขณะเดียวกันถ้ามีผู้บุกรุกเข้ามาเครื่องก็จะทำการเรียกไปยังเลขหมายโทรศัพท์อัตโนมัติทันที เมื่อผู้รับสายปลายทางแล้ว ข้อความที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำก็จะถูกส่งออกไปยังปลายทางทันที เครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์นี้ได้ทำเซนเซอร์ขึ้นมาสองตัว เพื่อป้องกันการเดินผ่านของแมลงหรือสัตว์อื่นๆ โดยถ้าเซนเซอร์ทำงานเพียงตัวเดียวเครื่องก็จะไม่ทำงาน เครื่องจะทำงานก็ต่อเมื่อมีการทำงานของเซนเซอร์พร้อมกันทั้งสองตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **THESIS TITLE** | **EMERGENCY TELEPHONE** |
| **STUDENT** | **Mr. Kabin Saetan No. 42015629** |
| | **Mr. Preechar Chatsnga No. 42015642** |
| **ADVISOR** | **Mayuree Lertwatechakul** |
| **COURSE** | **Bachelor of Industrial Technology in Telecommunications** |
| **DEPARTMENT** | **Industrial Technology** |
| **YEAR** | **2001** |

**ABSTRACT**

This thesis presents concern about the alarm system to shows as some invader enter in the house area. The infrared sensor is used to check. At the same time it will call the appoint telephone number by automatic. When the terminal answer your call already. The information is recorded in the memory of IC, it will send out immediately.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำและช่วยเหลือจาก ท่านอาจารย์ มยุรี เลิศเวชกุล ซึ่งคอยให้คำปรึกษาในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ ขอขอบคุณ อาจารย์ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร ที่คอยช่วยจัดหาอุปกรณ์ ขอขอบคุณ นาย อมรชัย ฉัตรสง่า ซึ่งเสียสละเวลาช่วยเหลือทางบ้านเพื่อให้ผมได้มีเวลาทำปริญญานิพนธ์นี้ ขอขอบคุณนาย พรเทพ บุญอิ่ม ที่คอยช่วยเหลือในการทำลายวงจรและให้ยืมคอมพิวเตอร์ใช้ โครงงานนี้ไม่อาจจะสำเร็จได้ถ้าขาดแคลนสติปัญญาและเงินทุนที่ บิดา มารดา ท่านมอบให้มา รวมทั้งหยาดเหงื่อแรงงานที่ได้ทุ่มเทจนงานสำเร็จได้จากเพื่อนสมาชิกทุกท่านและยังบุคคลอื่นที่ไม่สามารถนำมากล่าวได้ ขอให้ผลบุญที่เกิดขึ้นจงคลบรรดารให้ท่านทั้งหลายจงมีแต่ความสุขความเจริญทั้งทางกายและทางใจ สุดท้ายที่จะลืมเสียมิได้คืออุปกรณ์เครื่องไม้เครื่องมือต่างๆที่ทำหน้าที่ของมันอย่างไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อยและไม่สร้างปัญหาให้ด้วย ขอบคุณครับ

คณะผู้จัดทำ

2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **บทคัดย่อ** | ข |
| **ABSTRACT** | ค |
| **กิตติกรรมประกาศ** | ง |
| **บทที่ 1 บทนำ** | |
| 1.1 ความเป็นมาของโครงงาน | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขต | 2 |
| 1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน | 2 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ** | |
| 2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ | 3 |
| 2.1.1 ระบบโทรศัพท์ | 3 |
| 2.1.2 เครื่องโทรศัพท์ | 3 |
| 2.2 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข | 5 |
| 2.3 ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง | 7 |
| 2.4 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ | 7 |
| 2.5 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบ DTMF กับ Pulse | 9 |
| 2.6 การส่งเลขโดยการใช้ไอซีสำเร็จรูป | 9 |
| 2.7 วงจรสร้างสัญญาณเรียก | 11 |
| 2.8 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว | 12 |
| 2.9 สัญญาณเรียกแบบหลายความถี่ | 13 |
| 2.10 สัญญาณพื้นฐาน | 13 |
| 2.11 ระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์ | 16 |
| 2.12 วงจร โมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ | 17 |
| 2.13 การออกแบบวงจรการใช้งานไอซี 555 เป็นโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ | 21 |
| **บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ** | |
| 3.1 Block Diagram ของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์ | 22 |
| 3.2 แผนภูมิการทำงานของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์ | 23 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 3.3 ส่วนของวงจรชุดเรียกอัตโนมัติ | 24 |
| 3.3.1 ไอซีชุดเรียกอัตโนมัติเบอร์ UM 91210C | 24 |
| 3.3.2 การทำงานของวงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ | 24 |
| 3.4 วงจรตรวจจับอินฟาเรด | 26 |
| 3.4.1 การทำงานอธิบายตามบล็อกไดอะแกรม | 26 |
| 3.4.2 การทำงานของวงจรตรวจจับด้วยอินฟาเรด | 26 |
| 3.5 ส่วนของการบันทึกเสียงระบบดิจิตอล | 27 |
| 3.5.1 บันทึกเสียงโดยไอซี ISD 1420 | 27 |
| 3.5.2 หลักการทำงานของส่วนบันทึกเสียงดิจิตอล | 28 |
| 3.6 ส่วนการ Detect เมื่อมีผู้รับสายปลายทาง | 29 |
| 3.7 ส่วนของการเรียกซ้ำ | 31 |
| 3.8 หลักการทำงานรวมของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์ | 31 |
| **บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง** | |
| 4.1 การทดลอง | 38 |
| 4.2 ผลการทดลอง | 38 |
| **บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์** | |
| 5.1 สรุป | 48 |
| 5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน | 48 |
| **บรรณานุกรม** | |
| **ภาคผนวก ก. ลายทองแดงและตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของโครงงาน** | |
| **ภาคผนวก ข. ข้อมูลไอซี** | |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์ | 4 |
| รูปที่ 2.2 แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลซ์อย่างง่าย | 5 |
| รูปที่ 2.3 แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนหมายเลข " 4 " | 6 |
| รูปที่ 2.4 แสดงตำแหน่งความถี่ของหมายเลขโทรศัพท์ | 7 |
| รูปที่ 2.5 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แบบแยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF | 8 |
| รูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมของระบบ DTMF | |
| (ก) วงจรแบบแรกๆ | 10 |
| (ข) วงจรที่ถูกพัฒนาในรูปของ ไอซี สำเร็จรูป | 10 |
| รูปที่ 2.7 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ | 11 |
| รูปที่ 2.8 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว | |
| (ก) ทรานสดิวเซอร์ที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า | 12 |
| (ข) เปียโซทรานสดิวเซอร์ | 13 |
| รูปที่ 2.9 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่ | 13 |
| รูปที่ 2.10 แสดงสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อ | 15 |
| รูปที่ 2.11 แสดงวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบง่ายของไอซีเบอร์ 555 | 17 |
| รูปที่ 2.12 แสดงส่วนต่าง ๆ ภายในของไอซีเบอร์ 555 | 17 |
| รูปที่ 2.13 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันที่จุดต่าง ๆ ในวงจร | 19 |
| รูปที่ 2.14 กราฟแสดงช่วงเวลา Time delay ค่าต่าง ๆ ของวงจรซึ่งขึ้นอยู่กับค่า Ra และ C | 20 |
| รูปที่ 2.15 แสดงวงจรโมโนสเตเบิ้ล | 21 |
| รูปที่ 3.1 แสดง Block Diagram ของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์ | 22 |
| รูปที่ 3.2 แผนภูมิแสดงการทำงานของวงจรเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์ | 23 |
| รูปที่ 3.3 Block Diagram ของวงจรตรวจจับด้วยอินฟาเรด | 26 |
| รูปที่ 3.4 Block Diagram ภายในไอซี ISD 1420 | 28 |
| รูปที่ 3.5 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลง Output ของไอซี 567 และไอซี 555 ตามช่วงเวลาต่างๆ | 29 |
| รูปที่ 3.6 ไดอะแกรมของไอซีเบอร์ LM 567 | 30 |
| รูปที่ 3.7 วงจรตรวจจับอินฟาเรดภาครับ | 33 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า


รูปที่ 3.8 วงจรตรวจจับอินฟาเรดภาคส่ง 34
รูปที่ 3.9 วงจรดีเทคเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง 35
รูปที่ 3.10 วงจรบันทึกเสียงอัตโนมัติระบบดิจิตอล 36
รูปที่ 3.11 วงจรชุดเรียกอัตโนมัติ 37
รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะสัญญาณที่วัดตกคร่อมอินฟาเรดตัวส่งขณะไม่มีสิ่งกีดขวาง 38
รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะสัญญาณที่วัดตกคร่อมอินฟาเรดตัวรับขณะไม่มีสิ่งกีดขวาง 39
รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะสัญญาณที่ขยายจากอินฟาเรดตัวรับขณะไม่มีสิ่งกีดขวาง 39
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะสัญญาณที่มีสิ่งกีดขวางมาบังลำแสงอินฟาเรด 40
รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 1 ที่ส่งผ่านคู่สาย 40
รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 2 ที่ส่งผ่านคู่สาย 41
รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 3 ที่ส่งผ่านคู่สาย 41
รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 4 ที่ส่งผ่านคู่สาย 42
รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 5 ที่ส่งผ่านคู่สาย 42
รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 6 ที่ส่งผ่านคู่สาย 43
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 7 ที่ส่งผ่านคู่สาย 43
รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 8 ที่ส่งผ่านคู่สาย 44
รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 9 ที่ส่งผ่านคู่สาย 44
รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 0 ที่ส่งผ่านคู่สาย 45
รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ Busy Tone กับสัญญาณที่ Detect ได้โดยใช้ไอซี 567 45
รูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ Ring back Tone กับสัญญาณที่ Detect ได้โดยใช้ไอซี 567 46
รูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ Busy Tone ได้โดยใช้ไอซี 567 กับสัญญาณเอาท์พุทไอซี 555 46
รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะสัญญาณเสียงวัดที่ขา 14 ของ ไอซี ISD 1420 47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ในปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมอย่างรวดเร็ว มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยระบบการสื่อสารที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันนี้มีระบบการสื่อสารซึ่งถือกันว่าเป็นระบบสื่อสารที่ทุกคนต้องใช้ และจากการที่ระบบโทรศัพท์ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันนี้เป็นระบบกดปุ่ม(DTMF) ซึ่งมีการส่งสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi Frequency)ระหว่างเครื่องโทรศัพท์และชุมสายโทรศัพท์จึงได้นำแนวความคิดเกี่ยวกับการรับส่งสัญญาณ DTMFของระบบโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้งานในการทำเป็นโครงงานโทรศัพท์เตือนภัยโดยโทรแจ้งไปยังเบอร์ที่ทำการบันทึกไว้อัตโนมัติ ซึ่งปกติแล้วมนุษย์จะเป็นผู้ติดต่อและส่งเสียงไปเองเมื่อเกิดเหตุร้ายขึ้น จากเหตุผลที่ว่าในสภาวะปัจจุบันสังคมมีการแข่งขันทางด้านต่างๆมากขึ้นทำให้ต่างคนต่างต้องออกจากบ้านเพื่อทำงานให้ความเป็นอยู่ของครบครัวดีที่ดี ขึ้นทำให้ต้องทิ้งบ้านไว้โดยไม่มีคนเฝ้าหรือดูแลความปลอดภัยต่อทรัพย์สินในบ้าน ดังนั้นถ้าเรามีอุปกรณ์ที่สามารถเตือนภัยได้ก็จะทำให้เราอุ่นใจเมื่อออกจากบ้าน

สำหรับโครงงานนี้เป็น “ เครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์ “ จะอาศัยอินฟราเรดเซนเซอร์เป็นตัวตรวจจับ เมื่อมีผู้ไม่หวังดีเข้ามาที่บ้านเรา เซนเซอร์ก็จะทำงานโดยกระตุ้นให้รีเลย์ทำงานเปลี่ยนคอนแทคก็จะเสมือนยกหูโทรศัพท์และมีการเรียกไปยังเลขหมายที่เรากำหนดไว้อาจจะที่ทำงานของเรา หรือสถานีตำรวจใกล้บ้านเรา เมื่อมีผู้รับปลายทางและพูดตอบกลับมา สัญญาณเสียงที่ตอบกลับมาก็ส่งไปวงจรดีเทคสัญญาณทำงานเพื่อไป กระตุ้นสวิทซ์ของชุดบันทึกเสียงพูดระบบดิจิตอลซึ่งเราบันทึกไว้ให้ฝ่ายรับได้ยินอาจเป็นคำพูดแจ้งเตือนภัยต่างๆ เมื่อวงจรทำงานสมบูรณ์ประมาณ 30 นาที คอนแทครีเลย์ก็จะออกจากกัน ก็เสมือนวางหูโดยอัตโนมัติ

โครงงานนี้เหมาะสำหรับใช้ในบ้านพักอาศัย อาคาร สำนักงาน ที่ต้องการระบบป้องกันการโจรกรรม นอกจากนั้นยังสมารถใช้ป้องกันเหตุร้ายอื่นๆ เช่น ป้องกันไฟไหม้

## 1.2 วัตถุประสงค์

- สามารถตรวจจับผู้บุกรุกได้
- เรียนรู้การทำงานของระบบเตือนภัย
- เรียนรู้การทำงานต่างๆ ที่เกี่ยวกับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ขอบเขต

- เครื่องสามารถทำการเรียกอัตโนมัติได้
- สามารถตรวจจับผู้บุกรุกได้
- สามารถเปลี่ยนเบอร์ที่ต้องการเรียกได้

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

- ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน
- ทำการออกแบบวงจรต่างๆ
- จัดหาอุปกรณ์ทั้งหมด
- ออกแบบลายวงจรและทำการประกอบ
- แก้ไขและดัดแปลงส่วนที่มีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# ทฤษฎีและหลักการ

## 2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

### 2.1.1 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการระหว่างสมาชิก และผู้รู้เลขหมายสมาชิก สามารถเรียกคู่สนทนาธุระต่างๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นได้

การเรียกทางโทรศัพท์ คือ การเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ ระหว่างผู้เรียกและผู้รับ

ผู้เรียก คือ ผู้เริ่มต้นการเรียก จะด้วยการแจ้งให้พนักงานช่วยต่อกับผู้รับหมุนหรือกดลขหมายของผู้รับเมื่อโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของชุมสายอัตโนมัติ

ผู้รับคือ ผู้ที่ตอบรับการเรียกทางโทรศัพท์ เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก

คู่สายสมาชิก คือ คู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูด แจกจ่ายออกมาจากสถานีที่ติดตั้งเครื่องชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ไปยังบ้านของผู้เช่าหรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียกและสมาชิกผู้รับโดยอัตโนมัติ

เครื่องโทรศัพท์ คือ อุปกรณ์สำหรับสมาชิก ใช้พูดและฟังในการสนทนาผ่านโครงข่ายโทรศัพท์

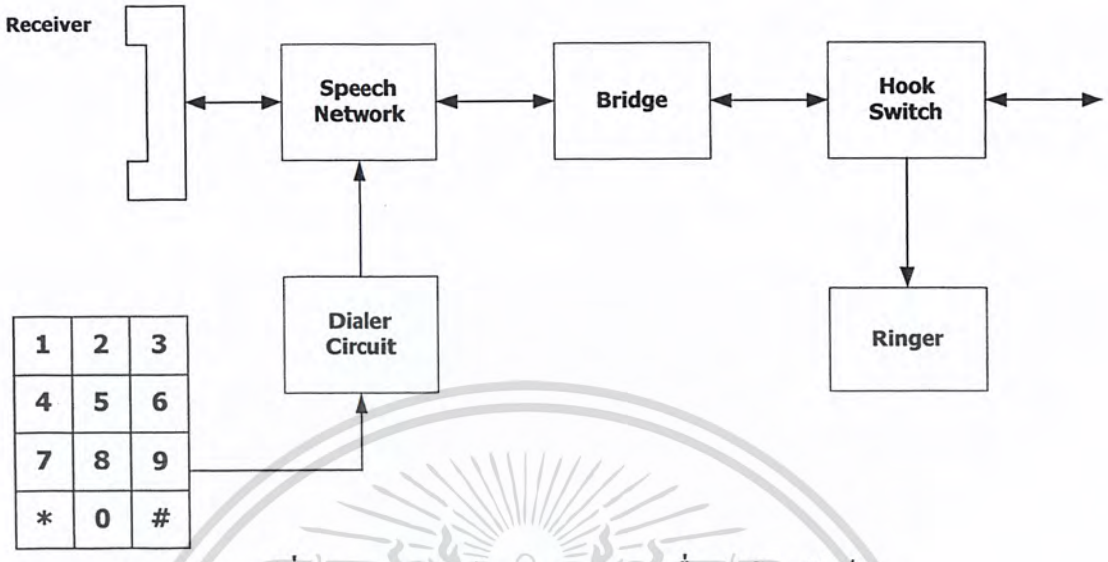
### 2.1.2 เครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักใหญ่ๆ 7 อย่างด้วยกัน

1. ส่วนรับ (Receiver)
2. ส่วนส่ง (Transmitter)
3. กระดิ่ง (Ringer)
4. สปีช เน็ตเวิร์ค (Speech Network)
5. ฮุคสวิตซ์ (Hook Switch)
6. ไดอัลเลอร์ (Dialer)
7. วงจรแปลงสัญญาณไฟตรง (Bridge Rectifier)

แสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์**

ตำแหน่งของส่วนส่งและรับ ปกติจะติดอยู่ที่ตัวพูด–หูฟัง (handset) ของเครื่องรับโทรศัพท์ ซึ่งในส่วนส่งมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า (Electrical Signal) ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกส่งไป สวิตชิ่งเซ็นเตอร์ (Switching Center) แต่ส่วนรับมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงสัญญาณที่ส่วนรับนั้น จะประกอบด้วยสัญญาณแถบความถี่เสียง (Voiceband Signal) จากสวิตชิ่งเซ็นเตอร์และการลดทอนการป้อนกลับจากส่วนส่ง

สำหรับ Speech Network จะมีหน้าที่แยกสัญญาณส่งและรับในเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นสัญญาณทั้งหมดระหว่าง สวิตชิ่งเซ็นเตอร์และเครื่องรับโทรศัพท์ อาจจะส่งไปในคู่สายเดียวกันก็ได้

ชุดสวิตชิ่งมีอยู่ 2 สถานะ คือ วางสาย และ ยกหู ทั้ง 2 สถานะนี้ขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณว่าง (idle) หรือใช้งาน (Busy) ตามลำดับ สถานะ ยกหู ปกติจะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหูเมื่อยกหูกระแสที่ส่งจะบอกให้อุปกรณ์สวิตชิ่งเซ็นเตอร์รับรู้ว่าอยู่ในสถานะ ยกหู สวิตชิ่งเซ็นเตอร์จะปิดกันสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal) และเตรียมรับสัญญาณ Dial Tone ฮุคสวิตซ์จะต่อสายโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเมื่ออยู่ในสถานะวางสาย และต่อสายโทรศัพท์กับ สปีชเน็ตเวิร์คในสถานะ ยกหู

ในสถานะ ยกหู วงจรโทรศัพท์จะรับ DC Bias จาก Power Supply ที่สวิตชิ่งเซ็นเตอร์ ส่วนสถานะ วางสาย จะปรากฏสัญญาณกระดิ่ง เมื่อมีผู้เรียกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งถูกสร้างขึ้นที่สวิตชิ่งเซ็นเตอร์และถูกส่งมาทำให้กระดิ่งในโทรศัพท์ทำงาน

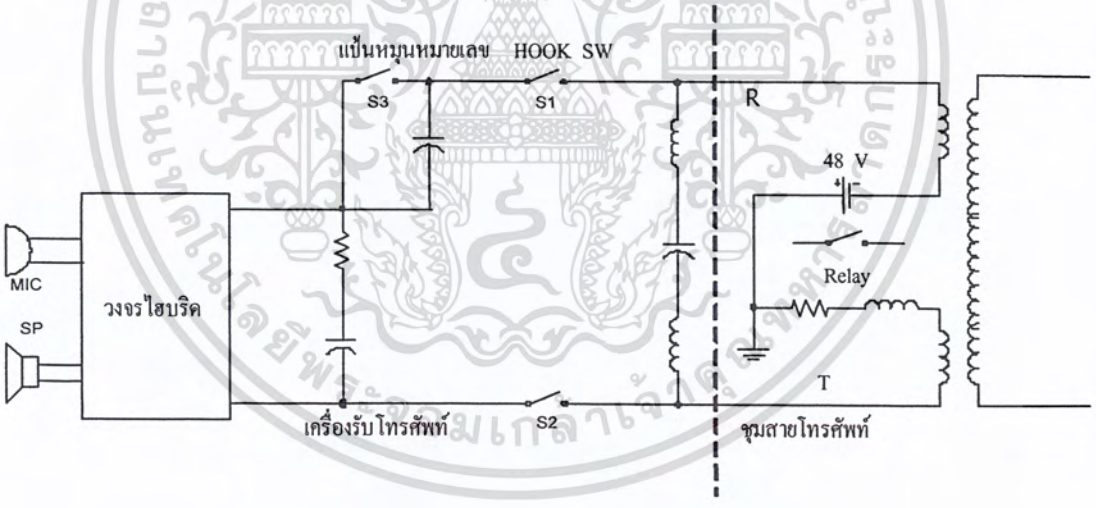
วงจรแปลงสัญญาณไฟตรง ทำหน้าที่ผ่านกระแสไฟตรงจากคู่สายโทรศัพท์ไปเลี้ยงวงจรโทรศัพท์เมื่อ ฮุคสวิตซ์อยู่ในสภาวะยก และทำหน้าที่ให้สัญญาณทั้งด้านบวกและด้านลบผ่านวงจรโทรศัพท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งหมายเลขโทรศัพท์สามารถกระทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลซ์ที่แสดงถึงหมายเลขต่างๆ กัน และอีกวิธีหนึ่ง เป็นการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่างๆ กัน โดยค่าตัวเลขจะถูกแทนค่าด้วยความถี่ 2 ค่าที่มอดดูเลตกัน

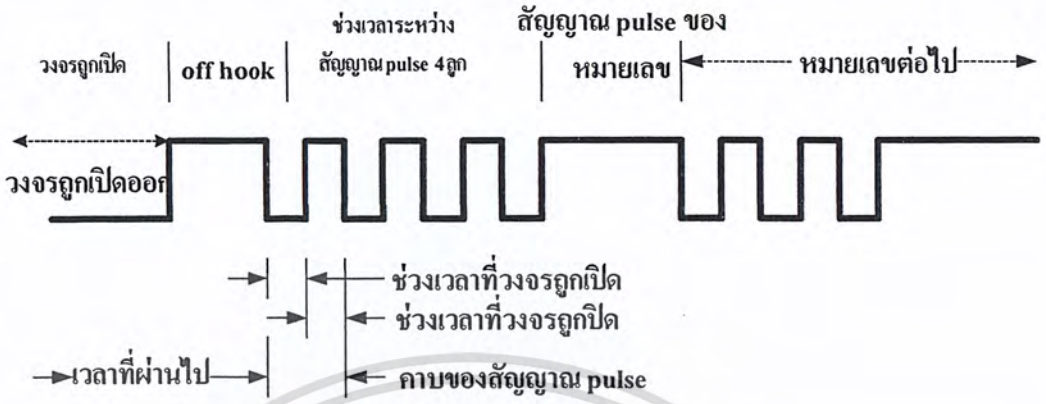
## 2.2 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายลข

ในรูปที่ 2.2 จะเป็นวงจรที่ใช้การส่งหมายเลขโทรศัพท์ในแบบหมุน จะเห็นว่าสวิตซ์ S3 จะเปิดวงจรออก เมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ ก็จะไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าไปในวงจรส่วนที่อยู่ถัดไปได้ จึงเสมือนกับว่าเป็นการขัดจังหวะ (interruption) การไหลของกระแสสำหรับจำนวนครั้งที่สวิตซ์ S3 ถูกเปิดออกจะขึ้นกับระยะห่างของแป้นหมุน (Dialer) ที่ถูกหมุนไปกับตำแหน่งปกติในขณะที่ไม่มีการหมุนหมายเลขใดๆ เป็นต้นว่า ถ้าหมุนหมายเลข 4 สวิตซ์ S3 ก็จะถูกทำให้เปิดออก 4 ครั้ง หรือว่าหมุนหมายเลข 7 สวิตซ์ S3 ก็จะถูกเปิดออก 7 ครั้ง ซึ่งสวิตซ์ S3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่ปล่อยให้แป้นหมุนกลับสู่ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการหมุนหมายเลขอยู่




**รูปที่ 2.2 แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลซ์อย่างง่าย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.3 แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนหมายเลข "4"**

รูปที่ 2.3จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์จากรูปนี้จะเห็นว่าในตอนแรกโทรศัพท์อยู่ในสภาวะออนฮุค (ON–HOOK) คือ หูโทรศัพท์จะถูกวางอยู่บนที่วางหูโทรศัพท์ตามปกติ ไม่มีกระแสจากชุมสายไหลเข้าสู่เครื่องรับโทรศัพท์เพราะขณะนี้วงจรถูกเปิดออกโดยฮุคสวิตซ์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะออฟฮุค (OFF–HOOK) ฮุคสวิตซ์จะถูกปิดวงจรลงทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลขโดนในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข "4" ก็จะทำให้วงจรถูกเปิดออกด้วยสวิตซ์ S3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้สัญญาณดังรูปข้างบน

ในระบบโทรศัพท์แบบที่ส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลซ์นี้ จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณในอัตรา 10 พัลซ์ต่อวินาที หรือ 10 pps ( pules per second) และเพื่อความเข้าในที่ตรงกันในการพิจารณาสัญญาณที่เกิดขึ้นจึงควรที่จะทราบความหมายของคำต่อไปนี้

- คาบของสัญญาณพัลซ์ (pulse period) = ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด (break duration)บวกกับช่วงเวลาที่วงจรถูกปิด (make duration ) ซึ่งคาบเวลาของสัญญาณพัลซ์จะถูกออกแบบให้มีค่าอย่างต่ำเท่ากับ 100 มิลลิวินาที

- อัตราการส่งสัญญาณพัลซ์ (pulse rate ) = จำนวนพัลซ์ที่ถูกส่งออกไปใน 1 วินาที = 100 / คาบเวลาของสัญญาณพัลซ์ (เป็นมิลลิวินาที)

- เปอร์เซ็นต์ของการเปิดวงจร (percent break) = 100 x ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (interdiigic interval) ถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 มิลลิวินาที

สำหรับในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดค่ามาตรฐานของสัญญาณไว้แน่นอน เช่น ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดจะต้องไม่ต่ำกว่า 60 มิลลิวินาที หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60% สำหรับประเทศอื่นๆ มักจะใช้ที่อัตรา 67% เป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

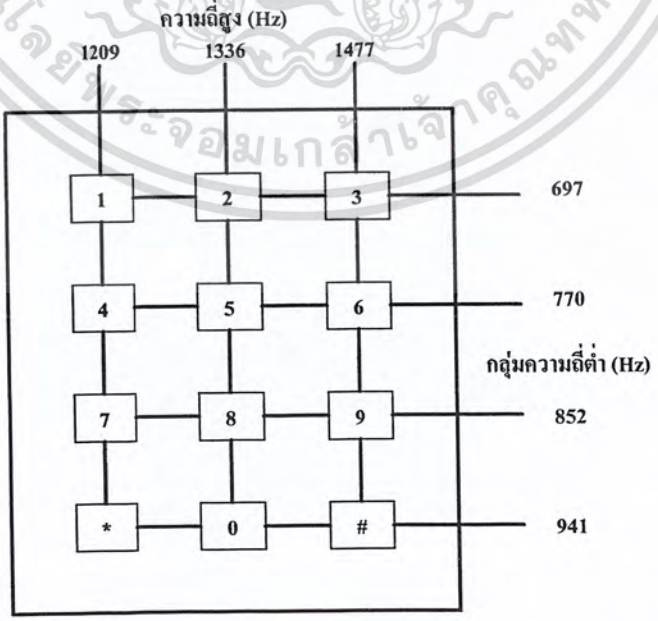
## 2.3 ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

ตามปกติในสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์ จะมีค่าความต้านทาน ตัวเก็บประจุ และขดลวดเหนี่ยวนำแฝงอยู่ โดยเฉลี่ยอยู่แล้วทุกๆ ระยะทาง 1 ไมล์ ที่เพิ่มขึ้นของสายส่ง จะเสมือนว่ามีตัวเก็บประจุต่อคร่อมอยู่ระหว่างสายส่งประมาณ 0.07μF และมีตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกันอยู่ โดยจะมีค่าประมาณ 42 โอห์ม และ 1mH ตามลำดับซึ่งอุปกรณ์แฝงพวกนี้จะมีผลให้สัญญาณ พัลซ์ (pules) ที่ถูกส่งไปตามสายส่งเกิดความผิดเพี้ยนทั้งขนาด (amplitude) และคาบเวลา (period) ดังนั้นชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถรับรู้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนเหล่านี้ไว้และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อ

## 2.4 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่

เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะพบได้มากกว่าระบบส่งแบบ pulseระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่จะต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดดูเลตกันไปเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงพูด (0–4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่จะเป็นความถี่ที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.4 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ มอดดูเลตกัน

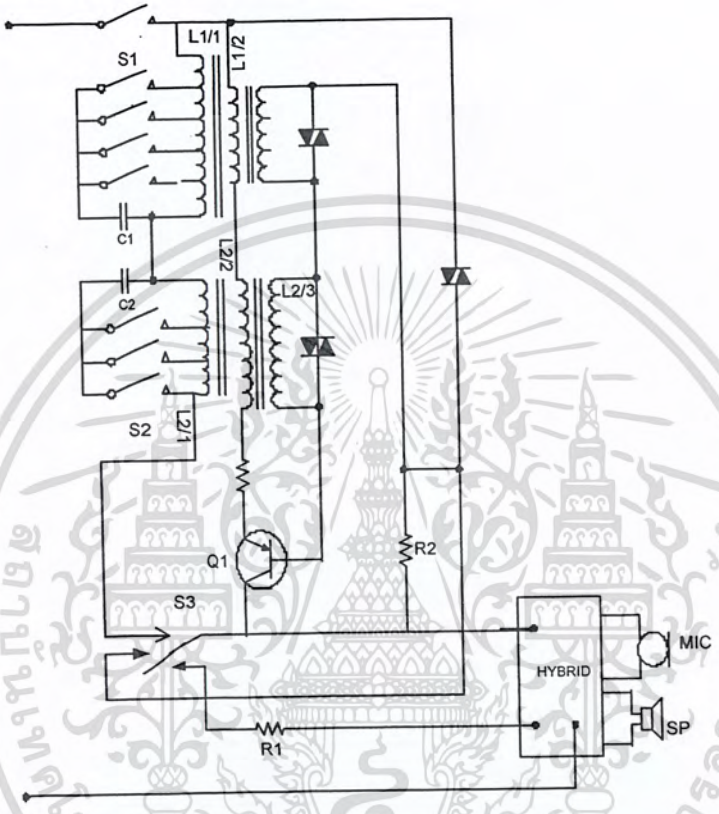
สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ที่สร้างความถี่เหล่านี้ขึ้นมาก็คือ วงจรในรูปที่ 2.5 ซึ่งเป็นวงจรที่ยังคงใช้อุปกรณ์ต่างๆ มาต่อร่วมกันเป็นวงจรอยู่ ซึ่งปัจจุบันจะมีการใช้อุปกรณ์ที่ถูกผลิตในรูปไอซีสำเร็จรูปมาใช้งานมากกว่า




**รูปที่ 2.4 แสดงตำแหน่งความถี่ของหมายเลขโทรศัพท์**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ที่ใช้ในแต่ละแถว และ คอลัมน์ นั้น จะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ทั้ง 4 แถว เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ และความถี่ทั้ง 4 คอลัมน์ เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่สูง การที่กดปุ่มหมายเลขใดๆ จะทำให้วงจรภายในผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่




**รูปที่ 2.5 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แบบแยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF**

การทำงานของวงจรจะเริ่มจากสวิตซ์ S1 (สวิตซ์ในแนวนอน) S2 (สวิตซ์ในแนวตั้ง)และ S3 จะถูกเปิดวงจรอยู่ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นกระแสจากชุมสายโทรศัพท์จะผ่าน S4, L1/1และ L2/1 ทรานซิสเตอร์ Q1 จะไม่นำกระแส เมื่อมีการกดหมายเลขสวิตซ์ S1, S2 จะถูกปิดลงตามตำแหน่งของหมายเลขที่ถูกกด C1,C2 จะถูกต่อเข้ากับ L1/1 และ L2/1 ตามลำดับเกิดเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ขึ้นโดย L1/1 และ C1 และขณะที่ S3 จะถูกปิดลงเช่นกัน ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่มอดดูเลตสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์ทั้งสองเข้าด้วยกันและส่งไปยังชุมสาย ในขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่นั้นส่วนของหูฟังและไมโครโฟนก็จะถูกต่อขนานกันจึงทำให้ได้ยินสัญญาณที่เกิดขึ้นจากวงจรออสซิลเลเตอร์ด้วย สำหรับชุมสายก็จะมีวงจรตรวจจับเอาสัญญาณไปประมวลผลต่อไป และยังต้องมีวงจรกรองความถี่ป้องกันไม่ให้มีความถี่แปลกปลอมอื่นๆ เข้าไปในชุมสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบ DTMF กับ Pulse

คราวนี้มาลองเปรียบเทียบระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบ ว่าแบบใดจะมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน ในตอนต้นทราบแล้วว่าในการส่งสัญญาณแบบพัลซ์ 1 ลูก ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100msec. (60msec. สำหรับช่วงการเปิดวงจรและ 40 msec. สำหรับช่วงการปิดวงจร) และยังต้องมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 700 msec. ยิ่งถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามากและยาวมากขึ้นเท่าใดย่อมต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่นหมายเลข 555–5555 จะต้องใช้เวลาในการส่งสัญญาณพัลซ์ = 5 (msec.) x 7 (หมายเลข) = 3.5วินาที และระยะทางของช่วงเวลาว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ = 700 ( msec.) x 6 = 4.2 วินาที จะใช้เวลาในการส่งทั้งหมด = 3.5 + 4.2 = 7.7 วินาที แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้การส่งระบบ DTMF จะใช้เวลาเท่ากับ 7 x 100 (msec.) = 0.7 วินาทีเท่านั้นเอง ดังนั้นจะเห็นได้ชัดเจนประการหนึ่งแล้วว่าระบบ DTMF จะสามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายโทรศพท์ได้มากว่าระบบที่ใช้การส่งสัญญาณพัลซ์ เป็นผลให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำได้อย่างประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วย

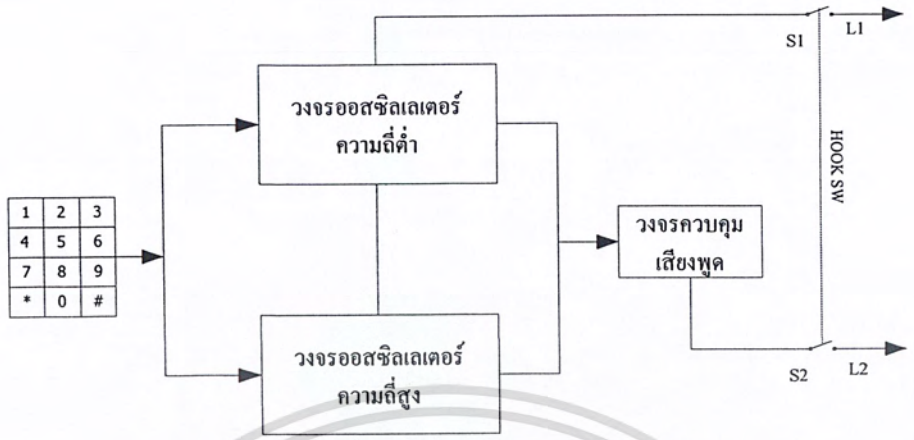
ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้อุปกรณ์โซลิดสเตทได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความประหยัด และสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสายโทรศัพท์
- สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

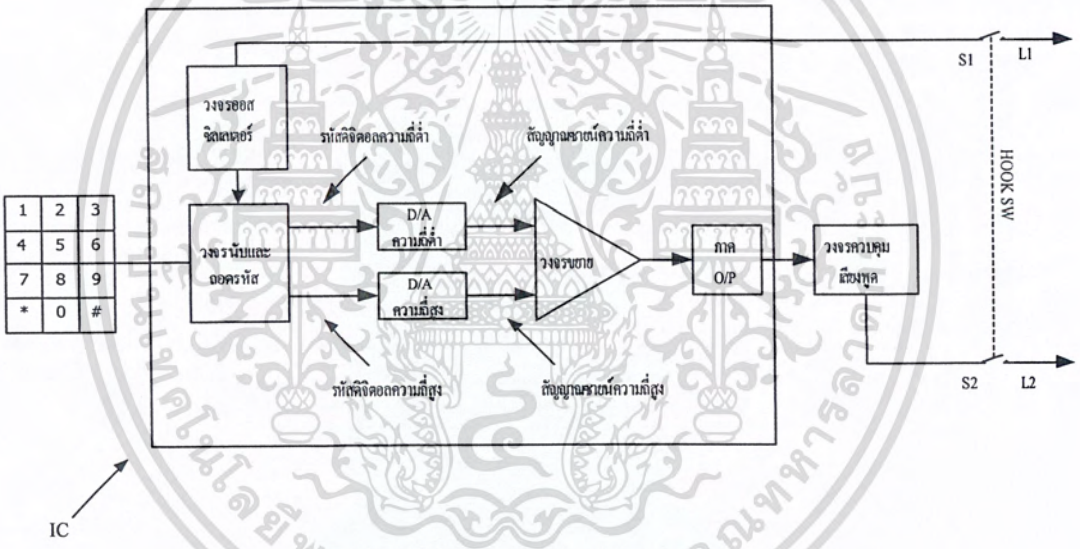
## 2.6 การส่งเลขโดยการใช้ไอซีสำเร็จรูป

ในรูปที่ 2.6 (ก) เป็นบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบ DTMF ซึ่งในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์จำพวกพาสซีฟ (passive element) ในการนำมาสร้างเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ซึ่งแน่นอนว่าปัญหาที่พบสำหรับวงจรที่อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปและอายุการใช้งาน ผลที่ตามมาก็คือความถี่ที่ผลิตออกมาย่อมมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งเหตุผลท้ายก็จะทำใช้ชุมสายเกิดการทำงานผิดพลาดในการติดต่อกับผู้ถูกเรียก ดังนั้นในการสร้างไอซีสำเร็จรูปขึ้นมาใช้งานแทนอุปกรณ์พาสซีฟย่อมที่จะแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ในระดับหนึ่ง ในรูปที่ 2.6 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



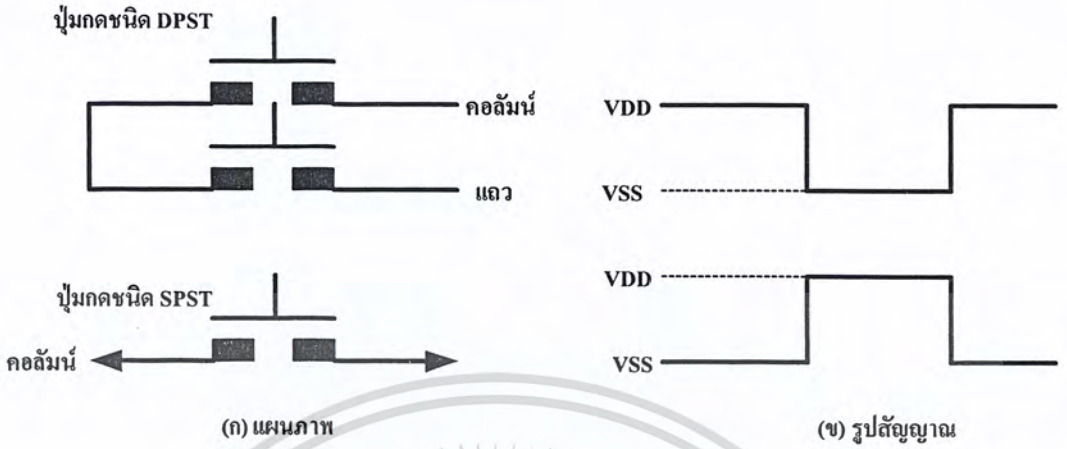

(ก) วงจรแบบแรกๆ




(ข) วงจรที่ถูกพัฒนาในรูปของ ไอซี สำเร็จรูป

**รูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมของระบบ DTMF**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.7 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ**

บล็อกไดอะแกรมของไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF ซึ่งในวงจรภายในจะประกอบด้วย วงจรนับและถอดรหัส (counter and decode) ซึ่งในวงจรถอดรหัสก็จะแยกแยะว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งจะตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวแถวและคอลัมน์ เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวนอนและกนวคอลัมน์ไปหารจากค่าความถี่หลักสัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิตอล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นก็นำทั้ง 2สัญญาณ ไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลไปเป็นอนาล็อก (D/A converter) และนำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ (summing amp) แล้วจึงถูกส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (speech network) ผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์

ไอซีอาจจะถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกันกับแป้นปุ่มหมายเลข (key pad) ชนิด DPST(dual–pole single throw) ซึ่งจะมีหน้าที่สัมผัส 2 หน้า หรืออาจจะเป็นชนิด SPST (single–pole single throw) ก็ได้ ในรูปที่ 2.7 เป็นแผนภาพและรูปของสัญญาณ เมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ จะสังเกตว่าในการ decode ของแนวแถวจะแอคทีฟที่ลอจิก "0" แต่ในคอลัมน์จะแอคทีฟที่ลอจิก "1"

## 2.7 วงจรสร้างสัญญาณเรียก (electronic ringer)

ในระบบโทรศัพท์รุ่นแรกๆ จะนำเอาอุปกรณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic) มาเป็นทรานสดิวเซอร์ (transducer) ในการเปลี่ยนรูปพลังงานเสียง แต่ปัจจุบันจะมีการนำอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวเซอร์ (electronic tranducer) มาใช้แทนซึ่งมีข้อได้เปรียบกว่าทรานสดิวเซอร์แบบแม่เหล็กหลายประการ เช่น ขนาด , น้ำหนักน้อยกว่า , มีราคาถูกกว่า และมีความน่าเชื่อเชื่อถือในการทำงานสูงกว่าด้วย จึงมีความนิยมในการใช้งานมากกว่า อิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวเซอร์จะสามารถนำไปแปลงเป็นสัญญาณที่มีความถี่เดียว (single tone) หรืออาจจะสร้างได้หลายความถี่ (muti–tone) ก็ได้ ซึ่งก็ตรงกับความต้องการในการออกแบบวงจรสร้างสัญญาณเรียกซึ่งก็แบ่งได้เป็น2

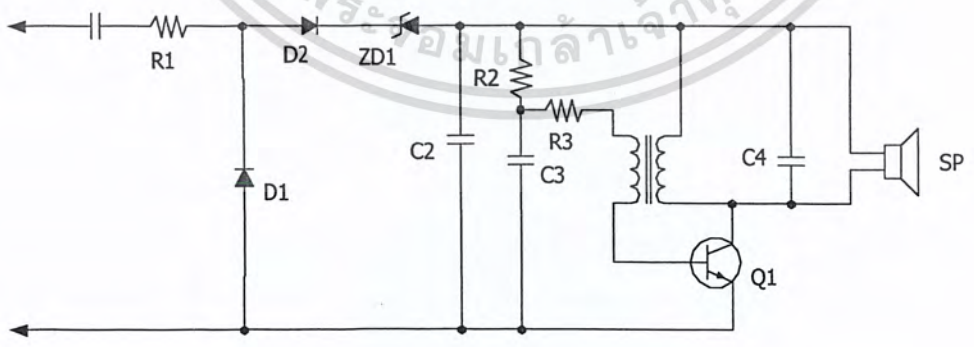
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทหลักๆ คือ วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว (single–tone ringer) และวงจรที่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้หลายความถี่ (muti tone ringer)

## 2.8 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว

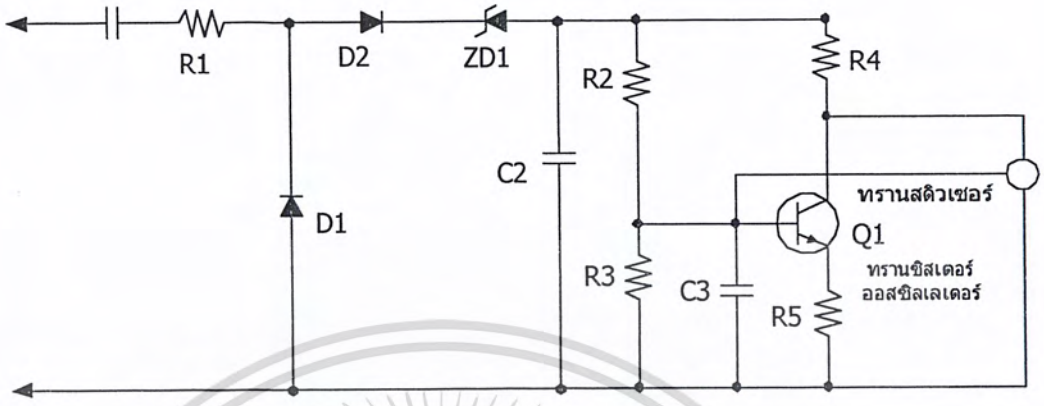
วงจรที่มีคุณสมบัติอย่างนี้จะใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ สร้างสัญญาณที่มีความถี่คงที่ขึ้นมาค่าหนึ่งและจะถูกนำไปใช้ขับทรานสดิวเซอร์ แต่ทรานสดิวเซอร์จุถูกควบคุมให้ขับหรือไม่ขับสัญญาณก็ขึ้นกับสัญญาณเรียก (ringer signel) ซึ่งเป็นสัญญาณ AC ทีมาจากชุมสายอีกทีหนึ่ง โดยในไซเกิลบวกของสัญญาณ AC วงจรจะถูกออกแบบให้ทรานสดิวเซอร์สามารถจะขับสัญญาณออกไปได้ แต่ในไซเกิลลบจะไม่มีการขับสัญญาณใดๆ ทั้งสิ้น ในรูปที่ 2.8 เป็นวงจรที่สร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว ในรูปที่ 2.8 (ก) ยังใช้ทรานสดิวเซอร์แบบแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนรูป (ข) เป็นเปียโซทรานสดิวเซอร์ ( piezoelectric transducer) หลักการทำงานของวงจรในรูปที่ 2.8 คือ ในไซเกิลบวกของสัญญาณ AC จากชุมสายโทรศัพท์จะทำให้ D2 แอคทีฟทำให้มีแรงดันไฟตรงจ่ายให้ Q1 ก็จะสามารถทำให้วงจรออสซิลเลเตอร์ สร้างสัญญาณเพื่อนำไปขับทรานสดิวเซอร์ต่อไป แต่ในไซเกิลลบ D1 จะแอคทีฟ D2 จะบล็อกสัญญาณไม่ให้ผ่านไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์ได้ จึงไม่มีสัญญาณที่ออสซิลเลตออกมาขับทรานสดิวเซอร์

สำหรับ C2 ทำหน้าที่กรองสัญญาณที่ผ่าน D2 มาให้เรียบและป้องกันสัญญาณทราน สดิวเซียนร์ที่จะเข้าไปยังวงจรส่วนหลังได้ ซีเนอร์ไดโอด ZD1 จะเป็นตัวกำหนดระดับสัญญาณ (threshold voltage) ที่สามารถผ่านไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์ได้




**(ก) ทรานสดิวเซอร์ที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

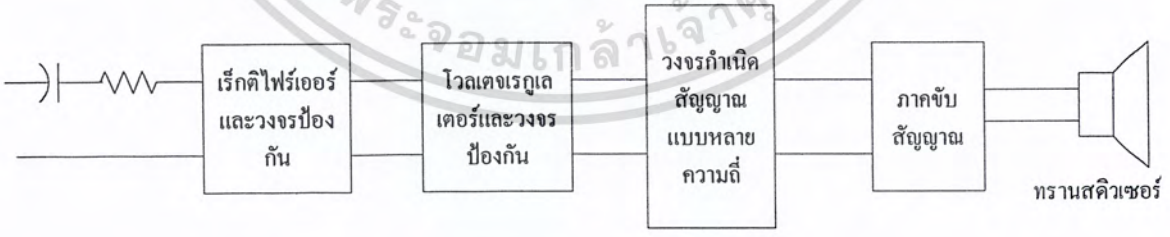



(ข) เปียโซทรานสดิวเซอร์

**รูปที่ 2.8 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว**

## 2.9 สัญญาณเรียกแบบหลายความถี่

การผลิตความถี่ของวงจรแบบนี้สามารถให้ความถี่ออกมามากกว่า 2 ความถี่ โดยที่อัตราการเปลี่ยนจากความถี่หนึ่งไปอีกความถี่หนึ่ง จะเท่ากับความถี่ของสัญญาณ AC ช่วงที่มีสัญญาณเรียก ในรูปที่ 2.9 เป็นบล็อกไดอะแกรมของระบบสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อมีสัญญาณ AC เข้ามา ก็จะมีการเร็กติไฟร์เพื่อให้ได้เป็นสัญญาณไฟตรงนำไปจ่ายให้กับวงจร




**รูปที่ 2.9 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่**

## 2.10 สัญญาณพื้นฐาน

สัญญาณ คือ ข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันในระหว่างชุมสายกับชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ทั่วๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์

1. การเตรียมพร้อม (Alerting)
2. การส่งที่อยู่ข่าวสาร (Transmitting address information)
3. การตรวจตรา (Supervising)
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting information signaling)

สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber Signaling)

1. สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่ากับชุมสาย

1.1 Off Hook คือ สภาพผู้เช่ายกหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพ Close Loop (Low Impedance)

1.2 On Hook คือ สภาพผู้เช่าวางหู สายจะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)

1.3 Dilling คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า impedance จะสูงต่ำสลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่มสัญญาณออก จะเป็น ความถี่ DTMF ไปยังชุมสาย

2. สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

2.1 สัญญาณให้หมุน ( Dial Tone ) เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า ขณะนี้ชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะรับเลขหมายจากผู้เรียกแล้ว ให้ผู้เรียกส่งเลขหมายได้ สัญญาณมีความถี่ 400–425 Hz แบบต่อเนื่อง modulate ด้วยความถี่ 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

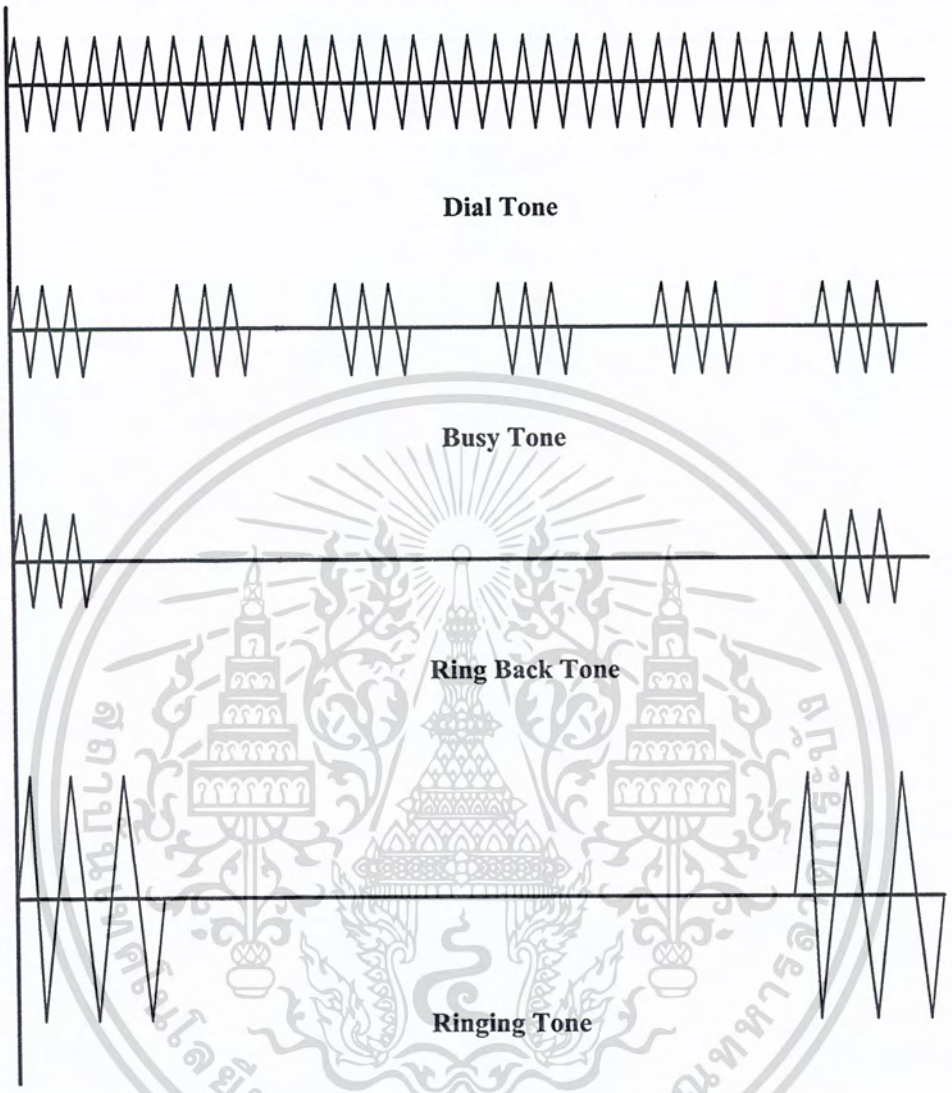
2.2 สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) เป็นสัญญาณเรียก ซึ่งส่งไปให้เครื่องของผู้ถูกเรียกจะได้ยินเป็นเสียงกระดิ่งหรือโทนต่างๆ ตามชนิดของเครื่องรับโทรศัพท์มีความถี่ 25 Hz ค่าแรงดัน 70–100 Vp-p โดยส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที เป็นสัญญาณที่ส่งไปให้ผู้ถูกเรียกทราบ

2.3 Ring Back Tone เป็นสัญญาณที่ผู้ถูกเรียกได้ยินหลังจากหมุนเสร็จแล้ว ที่ชุมสายโทรศัพท์ แจ้งให้ทราบว่าการต่อได้สำเร็จแล้วเป็นสัญญาณ 425 Hz โดยดัง 1 วินาที หยุด 4วินาที

2.4 Busy Tone เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง ถ้ายกหูแล้วได้ยินสัญญาณนี้แสดงว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง และถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนหมายเลขไปแล้วแสดงว่า ผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่างเป็นสัญญาณความถี่ 425 Hz ดัง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที สลับกัน

2.5 สัญญาณโทนอื่นๆ เช่น Nu Tone เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนยังไม่มีการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.10 แสดงสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อ**

3. สัญญาณที่ติดต่อระหว่างชุมสาย (Inter Exchange Sigaling)

3.1 Seizure เป็นสัญญาณ ให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะรี้ถูกใช้งานอยู่ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ ที่รับเรียกเลขหมายของผู้เรียกที่จะส่งมา

3.2 Address Information เป็นสัญญาณบอกเลขหมาย หรือประเภทของผู้เช่า

3.3 Answer Signal สัญญาณนี้ใช้เมื่อผู้ถูกเรียก ยกหูรับ หน้าที่หลักของสัญญาณนี้คือ

3.3.1 เริ่มต้นคิดเงิน

3.3.2 ส่งสัญญาณคิดเงิน

3.3.3 ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Clear-Forward จะถูกส่งเมื่อผู้เรียก วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่างๆ

3.5 Clear-Back จะถูกส่งเมื่อผู้เรียก วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทางเริ่มต้นจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อ พร้อมกับส่งสัญญาณ Clear-Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

## 2.11 ระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

แสดงระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับ ดังรูปที่ 2.3 อธิบายได้ดังนี้

เครื่องส่ง

- ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48 โวลท์
- เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ศักดาจะลดลงเหลือประมาณ 8 โวลท์ พร้อมทั้งมีสัญญาณ Dial tone เมื่อกดรหัสสัญญาณความถี่ หมายเลขโทรศัพท์แล้วสัญญาณ Dial tone จะหายไป
- กดรหัสสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ รหัสสัญญาณโทรศัพท์จะเป็นสัญญาณ DTMF
- ขณะที่รอการรับสายจากผู้เรียก จะมีสัญญาณตอบรับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ คือ Busy Tone และ Ring Back Tone
- เมื่อผู้ถูกเรียกรับสายแล้ว สัญญาจะอยู่ที่ระดับสัญญาณกระแสตรง 8 โวลท์ และมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียง และความดังของเสียงพูด
- เมื่อผู้เรียก วางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์ จะกลับไปที่ 48 โวลท์ ดังเดิม

เครื่องรับ

- ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48โวลท์
- เมื่อมีผู้เรียก เรียกเข้ามา จะมีสัญญาณ Ringing Tone เข้ามา ซึ่งจะตรงกับสัญญาณ Ring Back Tone ของผู้เรียก
- เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูรับโทรศัพท์ ขนาดของศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์ จะเหลือประมาณ 8 โวลท์ และจะมีการกระเพื่อม ตามลักษณะความถี่เสียง และ ความดังของเสียงพูด
- เมื่อผู้ถูกเรียกวางหูโทรศัพท์ขนาดศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์ จะกลับไปที่ 48 โวลท์ ดังเดิม

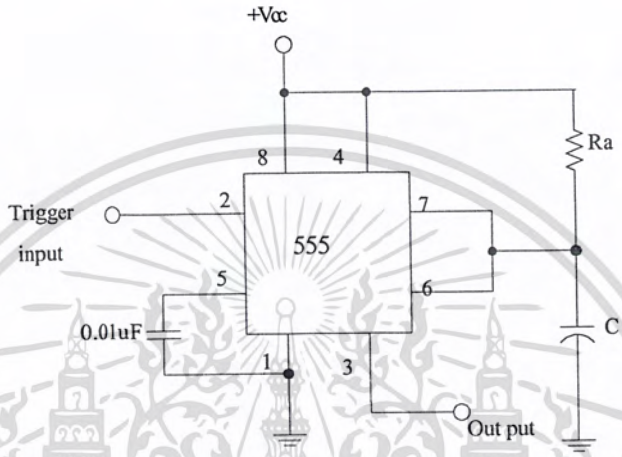
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



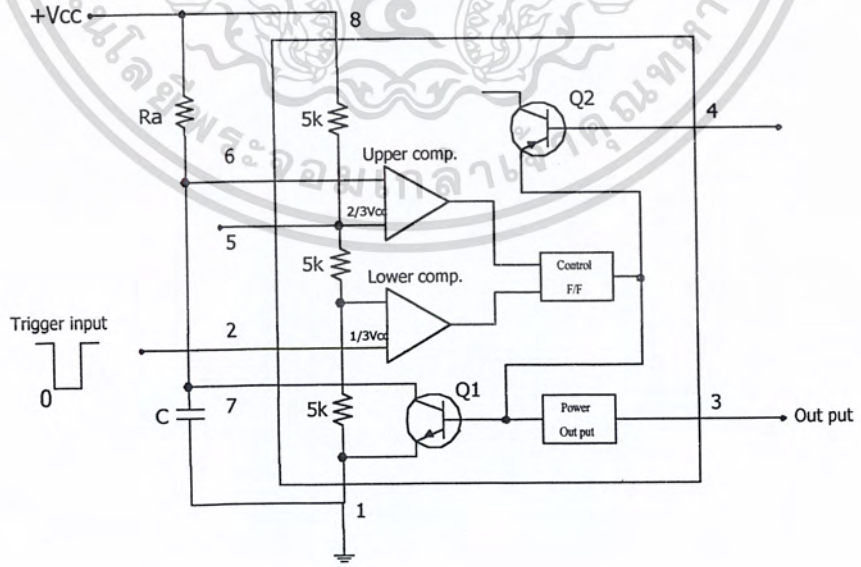
## 2.12 วงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ (Monostale Multivibrator Circuit)

หลักการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ หรือ วงจรวันช๊อตมัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งประกอบขึ้นจากไทม์เมอร์ไอซีเบอร์ 555 ดังแสดงในรูป 2.11




**รูปที่ 2.11 แสดงวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบง่ายของไอซีเบอร์ 555**

หลักการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ของวงจรรูปที่ 2.11 อาจจะพิจารณาได้ง่าย ๆ โดยใช้รูปที่ 2.12




**รูปที่ 2.12 แสดงส่วนต่าง ๆ ภายในของไอซีเบอร์ 555**

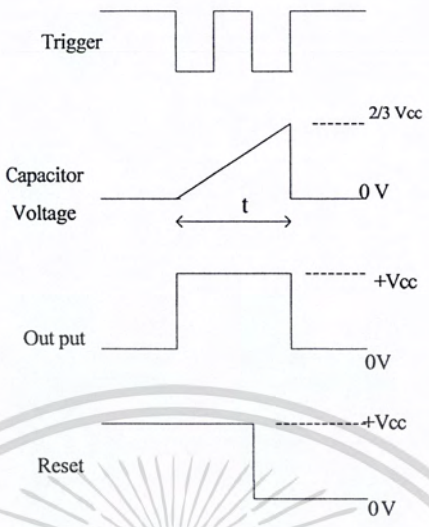
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46549

แผนผังภายในไอซี และอยู่ในสภาวะพร้อมที่จะทำงานส่วนของ Control Flip-Flop จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 อยู่ในสภาวะ ON ดังนั้นตัวเก็บประจุ C ที่ต่ออยู่ภายนอกจะถูกลัดวงจรไว้ด้วยทรานซิสเตอร์ Q1 นี้ และที่ขา 3 ซึ่งเป็นเอาท์พุทของวงจรจะมีศักย์เท่ากับจุดกราวด์ ซึ่งเป็นระดับศักย์ต่ำ ตัวความต้านทาน 3 ตัวภายในไอซีซึ่งมีค่า 5 กิโลโอห์ม จะทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งแรงดันโดยแบ่งแรงดัน Vcc ออกเป็น 2/3 Vcc และ 1/3 Vcc ตามลำดับ แรงดันทั้งสองนี้จะมีส่วนในการกำหนดช่วงเวลาของ พัลซ์ที่เอาท์พุท ดังนั้นที่ขั้วบวกด้านอินพุทของ Lower comparator จะได้รับแรงดันเท่ากับ 1/3 Vcc เมื่อที่ขา 2 ของไอซีซึ่งเป็นขั้วลบด้านอินพุทของ Lower comparator นี้ได้รับสัญญาณทริกเกอร์ ซึ่งเป็นพัลซ์แบบลบ เข้ามาและมีขนาดสูงกว่าค่า 1/3 Vcc แล้ว Lower comparator จะทำให้ส่วน Control Flip-Flop มีสถานะที่เอาท์พุทเปลี่ยนไปเป็นตรงข้าม ดังนั้นจึงมีผลให้ทรานซิสเตอร์ Q1 เปลี่ยนเป็นสภาวะคัทออฟ (cut off) ตัวเก็บประจุ C ซึ่งบางที่เรียกว่า Timing capacitor จึงถูกเปิดวงจรออก ที่ขา 3 ซึ่งเป็นเอาท์พุทของวงจรจึงมีศักย์ระดับสูงและอาจประมาณว่าเท่ากับค่า Vcc ในขณะที่ทรานซิสเตอร์ Q1 อยู่ในสภาวะคัทออฟ ตัวเก็บประจุ C เริ่มสะสมประจุ ทำให้มีแรงดันตกคร่อมเพิ่มขึ้นอย่างเอกโปเนนเชียล และมุ่งไปสู่ค่า Vcc โดยใช้เวลาเท่าค่าเวลาคงที่ของ Ra.C และในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ C นี้มีค่าเท่ากับ 2/3 Vcc จะทำให้ส่วนของวงจรฟลิบฟลอบเปลี่ยนสถานะ ผลที่ตามมาก็คือทรานซิสเตอร์ Q1 จะกลับสู่สภาวะ ON อีกครั้งหนึ่ง ตัวเก็บประจุ C ก็จะคายประจุออกโดยผ่าน Q1 ทำให้แรงดันตกคร่อมลดลงอย่างรวดเร็วสู่ค่าแรงดันที่จุดกราวด์ และดังนั้นที่ขา 3 ซึ่งเป็นแรงดันเอาท์พุทของวงจรก็จะมีศักย์ระดับต่ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งประมาณได้ว่ามีค่าเท่ากับศักย์ที่จุดกราวด์

การทำงานของวงจรดังกล่าวนี้จะทำให้ได้พัลซ์รูปสี่เหลี่ยม (Rectangular wave form) ออกมาที่เอาท์พุทของไอซีในแต่ละครั้งที่มีการทริกเกอร์ด้วยสัญญาณพัลซ์จากภายนอก และสัญญาณทริกเกอร์แต่ละสัญญาณต้องมีช่วงเวลาห่างกันไม่น้อยกว่า ขนาดความกว้างของพัลซ์ที่เอาท์พุท การเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ขณะที่เวลาเปลี่ยนไป เขียนแสดงและเปรียบเทียบได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**2.13 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันที่จุดต่าง ๆ ในวงจร**

สมาการการเก็บประจุของตัว C เขียนได้ดังนี้คือ

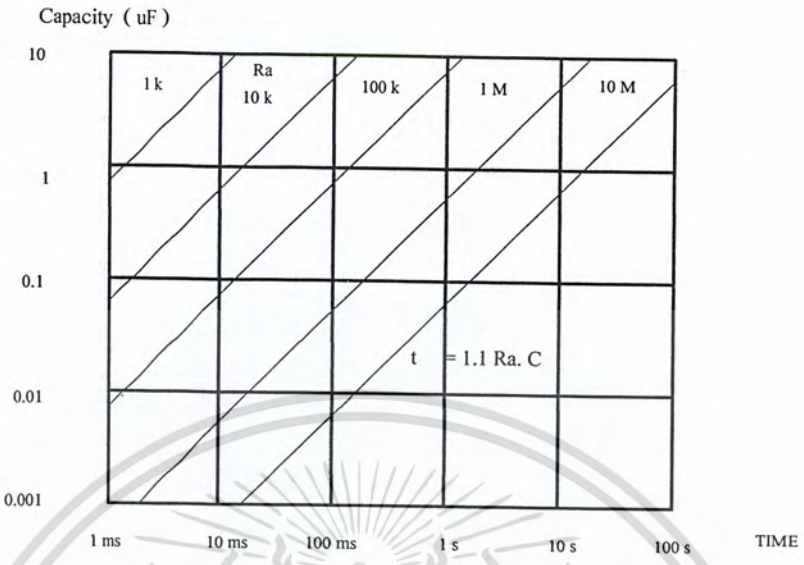
$$Vc = Vcc\ (1- \exp( -t/Ra.c))$$

ช่วงเวลาที่ใช้สำหรับการเก็บประจุของตัว C เพื่อให้มีแรงดันตกคร่อมเป็น 2/3 Vcc สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$t = 1.1\ Ra.C \qquad \text{วินาที}$$

นั้นคือช่วงเวลาที่เอาท์พุทของไอซี (ขา 3) จะมีศักย์ในระดับสูงได้จะมีค่าเท่ากับ 1.1 Ra.C วินาที หรือก็คือช่วงเวลาที่ปรากฏพัลซ์ที่เอาท์พุทนั่นเอง เมื่อค่า Ra และ C เปลี่ยนไปแต่ละค่าจะทำให้ได้ช่วงเวลา t (time delay) ค่าต่าง ๆ ซึ่งเขียนแสดงได้ด้วยกราฟดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.14 กราฟแสดงช่วงเวลา Time delay ค่าต่าง ๆ ของวงจรซึ่งขึ้นอยู่กับค่า Ra และ C**

ในกรณีที่สัญญาณทริกเกอร์พัลซ์แบบลบถูกป้อนเข้าที่ขา 2 (trigger input) และขา 4 (reset terminal) ในเวลาพร้อมกันขณะที่วงจรกำลังทำงาน จะทำให้ตัวเก็บประจุ C ซึ่งเป็น timing capacitor คายประจุอย่างรวดเร็วแรงดันตกคร่อมจะลดลงอย่างทันที่ทันใด วงจรจะคืนสู่สภาวะซึ่งพร้อมที่จะทำงานใหม่อีกครั้ง ดังนั้นขา 4 ซึ่งเป็น Reset terminal จึงทำหน้าที่คล้ายกับตัวยับยั้งการทำงานของวงจร เมื่อขา 4 นี้มีแรงดันสูงกว่า 1 โวลท์ วงจรจะทำงานได้อย่างอิสระ แต่เมื่อใดก็ตามที่ขา 4 มีแรงดันต่ำกว่า 0.4 โวลท์ วงจรถูกควบคุม และมีผลให้เอาท์พุทมีศักย์ต่ำในทันที ภายหลังจากสัญญาณทริกเกอร์แรกถูกป้อนเข้ามาที่ขา 4 ที่เอาท์พุทของวงจรก็จะมีศักย์ระดับต่ำอยู่ต่อไปจนกว่าสัญญาณทริกเกอร์ใหม่จะถูกป้อนเข้ามาอีก

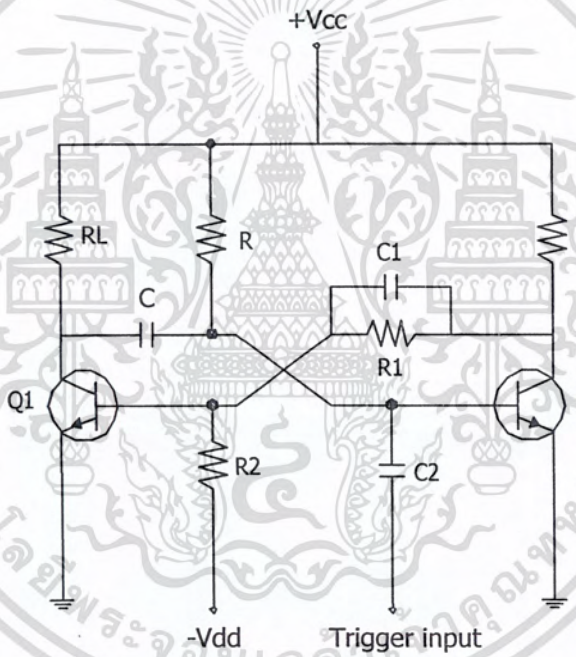
ในงานที่ไม่จำเป็นต้องใช้ขา 4 จึงควรต่อขา 4 นี้เข้ากับแรงดัน Vcc ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดสัญญาณทริกเกอร์ใด ๆ เข้ามาที่ขา 4 ได้ และสำหรับขาที่ 5 ซึ่งเป็นขา Control voltage การเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่ขา 5 นี้จะมีผลทำให้ช่วงเวลาต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย และตัวเวลา time dely ของวงจรก็จะไม่เป็นไปตามสมาการที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นในกรณีที่ไม่จำเป็นต้องใช้ขาที่ 5 จะต้องต่อขา 5 นี้ผ่านตัวเก็บประจุค่าราว ๆ 0.01μF ลงที่จุดกราวด์ทั้งนี้เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนใด ๆ ที่ไม่ต้องการให้เข้ามาได้ ผลการคำนวณค่าความกว้างของพัลซ์ที่เอาท์พุทจึงจะไม่ผิดพลาด หรือผิดพลาดน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.13 การออกแบบวงจรการใช้งานไอซี 555 เป็นโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์

ไอซี 555 เป็นที่รู้จักแพร่หลายและมีใช้กันมาก แต่การมาใช้เป็นโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ นั้นมีข้อจำกัดหลายประการ เมื่อเทียบกับไอซีพวก TTL หรือ CMOS และอื่นๆ โดยการใช้งานไอซี 555 จะทำงานได้ช้ากว่า ดังนั้น ถ้าต้องการ tw แคบกว่า 10 μs แล้ว ไอซี 555 ไม่สามารถตอบสนองได้ ต้องใช้ ไอซี TTL แต่ ไอซี 555 ให้ข้อดีที่ใช้ได้กับแรงดันช่วงกว้าง และให้กระแสเอาท์พุทได้สูงถึง 200 mA

การต่อเป็นโมโนสเตเบิ้ล ของ ไอซี 555 จะให้ความกว้าง tw = 1.1 RC




**รูปที่ 2.15 แสดงวงจรโมโนสเตเบิ้ล**

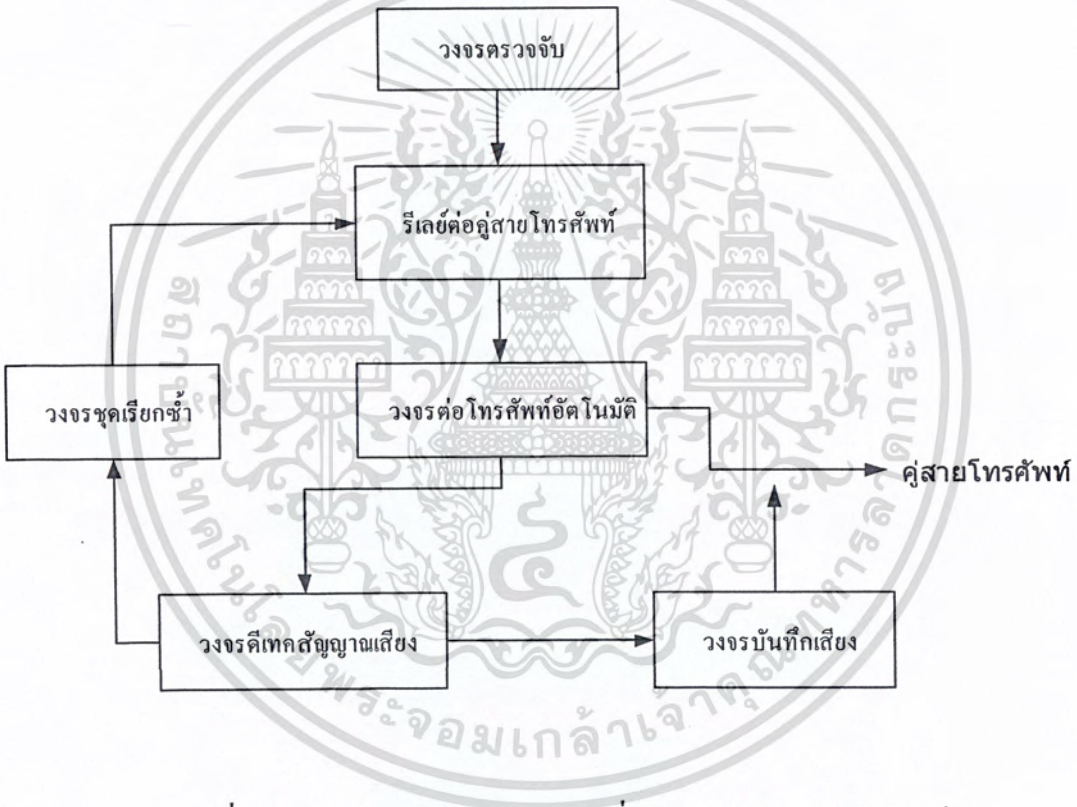
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# หลักการทำงานและการออกแบบ

## 3.1 Block Diagram ของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

เราสามารถแยก Block diagram ของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์เป็นส่วนต่างๆ ดังนี้




**รูปที่ 3.1 แสดง Block Diagram ของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 แผนภูมิการทำงานของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

**รูปที่ 3.2 แผนภูมิแสดงการทำงานของวงจรเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.3 ส่วนของวงจรชุดเรียกอัตโนมัติ

### 3.3.1 ไอซีชุดเรียกอัตโนมัติเบอร์ UM91210C

ข้อมูลทั่วไป

- เป็นไอซีตีนตะขาบ 8 ขา ที่ทำหน้าที่เป็นวงจรเข้ารหัสสัญญาณโทรศัพท์ในระบบพัลซ์และระบบโทน (Pulse / Tone ncoder) ที่มีการจ่ายข้อมูลสุดท้ายเรียกทวนข้อมูลที่เรียกว่าระบบรีไดอัล
- เป็นไอซีที่ใช้ระบบกดปุ่มมิใช่ระบบที่ใช้หลักการหมุนหน้าปัดไทม์หรือระบบที่เราเรียกว่าระบบทัชโทนและทัชพัลซ์
- ความจุข้อมูลสำหรับการทวน (Redil) จำนวน 32 ตำแหน่งหมายเลข
- เป็นระบบทวนหมายเลขสุดท้ายของระบบพัลซ์หรือโทนที่สามารถทวนได้ไม่จำกัดแต่ต้องหลังจากการกดพัลซ์หรือกดฮุคสวิสซ์
- การพอสแต่ละครั้งจะใช้เวลาในการเคลียร์วงจรไม่เกิน 3.6 วินาที
- เป็นไอซี ซีมอส ที่กินกำลังน้อยมากโดยใช้ไฟเลี้ยงวงจร 2.0 ถึง 5.5 โวลท์
- หมายเลขกลุ่มสุดท้ายจะถูกส่งเข้าหน่วยเก็บข้อมูลหรือระบบรีไดอัลและมันจะล้างข้อมูลอัตโนมัติเมื่อเรากดหมายเลขใหม่เข้าไปในเวลาต่อไป
- วงจรกำเนิดความถี่ใช้คริสตอลความถี่ 3.5795454 MHz ซึ่งเป็นหน่วยความถี่อ้างอิง
- อัตราส่วนของการเมคและเบรกในระบบพัลซ์สามารถเลือกได้ว่าจะเป็น 33.3 / 66.6 หรือ 40 / 60 ด้วยขาเมคและเบรกของไอซี
- ใช้ทัชคีย์ตำแหน่ง P แทนการกดฮุคสวิทซ์ได้โดยมีเวลาหน่วงรีเซทวงจรไม่เกิน 0.58 วินาที
- ใช้คีย์บอร์ดแมตริกซ์ 4 คูณ 4 หรืออาจสร้างเป็นแมตริกซ์ 2 ใน 8 ก็ได้
- ในขณะสแตนด์บายกินกระแสน้อย

### 3.3.2 การทำงานของวงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ

เมื่อรีเลย์ RY1 ทำงานหน้าสัมผัสของรีเลย์ RY1 ก็จะสัมผัสกัน RY1 เป็นตัวตัดต่อวงจรเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ เมื่อบริดจ์ไดโอดทำหน้าที่ปรับขั้วของแรงดันจากคู่สายโทรศัพท์ให้มีขั้วแน่นอนก่อนผ่านไดโอด D2 และ R7 ผ่านซีเนอร์ไดโอด D5 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรเร็กกูเลเตอร์ 3.6 โวลท์ โดยมี C15 ทำหน้าที่เป็นวงจรฟิลเตอร์ป้อนไฟเลี้ยงให้กับ IC2 เบอร์ UM91210C ที่ขา 10 โดยจะต้องต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรตลอดเวลาเพื่อให้มีไฟเลี้ยงจ่ายกับวงจรตลอดเวลาและไม่ให้เบอร์โทรศัพท์ที่เรากดครั้งสุดท้ายหายไป วงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติใช้หลักการของรีไดอัลทำการบันทึกหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งจะถูกสั่งจากคีย์บอร์ดที่เป็นระบบแมตริกซ์ โดยทางคอลัมน์จะมีสถานะเป็นลอจิก 0 และ ทางโรว์จะมีสถานะเป็นลอจิก 1 ในสภาวะปกติเมื่อกดคีย์บอร์ดในแต่ละปุ่มวงจรออสซิลเลเตอร์จะเริ่มทำการสแกนความถี่ระหว่างโรว์กับคอลลัมน์ ด้วยความถี่สแกนนิ่ง 445 Hz และเป็นคีย์ประเภทที่สามารถดีเบาส์ด้วยวงจรภายในไอซี

ขา 5 ของไอซี 2 เบอร์ UM91210C เป็นขาฮุคสวิตซ์ หรือขา HS เราใช้แทนการกดที่วางหูหรือฮุคสวิทซ์ที่วางหูของตัวเครื่องรับโทรศัพท์ปกติต้องต่อเข้ากับขานี้ลงกราวด์ หากเราจ่ายไฟเลี้ยงที่ขานี้เป็นบวกเมื่อไรมันจะมีสภาพเหมือนเรากดฮุคสวิตซ์ทันที จากวงจรเมื่อรีเลย์ RY1 ทำงานต่อคู่สายโทรศัพท์ก็จะทำให้มีกระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ Q1 ที่มี R8 และ R9 ทำหน้าที่เป็นโวลท์ดีไวเดอร์เมื่อขา B ของ Q1 ทำงานได้ไฟบวกก็จะทำให้มีกระแสไหลผ่าน R10 ผ่านเข้าขา 5 ของไอซี 2 เบอร์ UM91210C เมื่อขา 5 ได้รับไฟบวกก็จะเหมือนกับเป็นการยกหูโทรศัพท์

ขา 6 ของไอซีเป็นขาเมค / เบรก เพื่อใช้ในระบบพัลซ์แต่ในวงจรใช้เป็นระบบโทนเราจึงต่อขานี้ลงกราวด์

ขา 7 เป็นขาเลือกการทำงาน (Mode select) ถ้าต้องการใช้ระบบโทนต้องต่อขา 7 ลงกราวด์ถ้าต้องการใช้ระบบพัลซ์ต้องต่อขานี้เข้ากับไฟบวก

ขา 14 เป็นขาไดอัลพัลซ์เอาท์ (DP) โดยปกติขานี้จะ ON เมื่ออยู่ตำแหน่ง Break และ Off ในระหว่างการเมคซึ่งมันจะทำงานอย่างนี้ได้ขาฮุคสวิตท์ (ขา 5) ต่อลงไฟลบเอาท์ขานี้จะ Off หากขา 5 ต่อกับไฟบวก

ขา 12 ขาเอาท์พุทของสัญญาณโทน (Tone Out) จะเกิดขึ้นเมื่อเรากดคีย์ในโหมดของดีทีเอ็มเอฟความถี่กลุ่มความถี่ต่ำกับกลุ่มความถี่สูงถูกสร้างขึ้นในวงจรไฮบริดจ์ส่งความถี่สองโทนเสียงออกเอาท์ ความถี่ที่ขาโทนเอาท์พุทจะออกไม่ได้แม้เราจะกดปุ่มคีย์แล้วก็ตามหากเลื่อนไปที่โหมดของพัลซ์

**ค่าความถี่สองโทนความถี่เสียงสามารถกำหนดได้ดังนี้**

| ขาอินพุท | ความถี่ตามเกณฑ์ | ความถี่แอคชวล | ความผิดพลาด |
|---|---|---|---|
| R1 | 697 Hz | 699.1 Hz | 0.31 % |
| R2 | 770 Hz | 766.2 Hz | -0.49 % |
| R3 | 852 Hz | 847.4 Hz | -0.54 % |
| R4 | 941 Hz | 948.0 Hz | 0.74 % |
| C1 | 1209 Hz | 1215.7 Hz | 0.57 % |
| C2 | 1336 Hz | 1331.7 Hz | -0.32 % |
| C3 | 1447 Hz | 1471.9 Hz | -0.33 % |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 8 และขาที่ 9 จะต่ออยู่กับคริสตอลความถี่ 3.579 MHz ที่ควบคุมความถี่ของไอซี 2 เพื่อให้สร้างเป็นความถี่ส่งออกมาทางขา 12

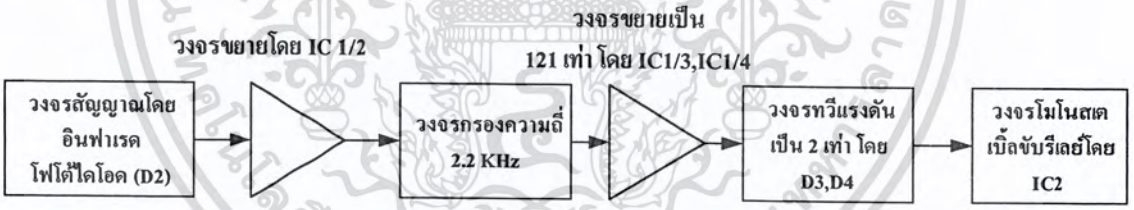
ขา 1-4 เป็นขาทางแนวนอนที่ต่อไปยังคีย์สวิทซ์ที่เป็นแบบแมตริกซ์คือขา R1-R4 ตามลำดับ

ขา 15-18 เป็นขาทางแนวตั้งหรือขาของคอลัมน์ต่อไปยังคีย์สวิทซ์ที่เป็นแบบแมตริกซ์ที่ ขา C1-C4 ตามลำดับ

## 3.4 วงจรตรวจจับด้วยอินฟาเรด

### 3.4.1 การทำงานอธิบายตามบล็อกไดอะแกรม

จากบล็อกไดอะแกรม รูปที่ 3.3 ไดโอดอินฟาเรด D2 เป็นตัวรับสัญญาณและถูกขยายโดย IC 1/2 ผ่านวงจรกรองความถี่แบบแบนพาสฟิวเตอร์ เพื่อกรองเอาเฉพาะความถี่ 2.2 กิโลเฮิร์ทและถูกขยายอีก 121 เท่า โดยวงจรทวีแรงดันเพื่อใช้ควบคุมวงจรโมโนสเตเบิ้ล ถ้าเมื่อใดก็ตามที่สัญญาณนั้นขาดหายไป เช่นคนเดินผ่านลำแสงอินฟาเรด วงจรโมโนสเตเบิ้ลก็จะทำงานและมีสัญญาณไปขับให้รีเลย์ทำงาน




**รูปที่ 3.3 Block Diagram ของวงจรตรวจจับด้วยอินฟาเรด**

### 3.4.2 การทำงานของวงจรตรวจจับด้วยอินฟาเรด

จากรูปที่ 3.7 เป็นวงจรของเครื่องตรวจจับด้วยอินฟาเรดโดยมี IC 1/1 เป็น ไอซีออปแอมป์ทำหน้าที่ผลิตความถี่ 2.2 kHz สัญญาณเอาท์พุทที่ได้อาศัยหลักการเก็บประจุของ C1 เก็บประจุเอาท์พุทที่ 1ของ IC 1/1 จะเป็นพัลซ์ซีกบวกที่มีช่วงแคบๆ แต่เมื่อ C1 คายประจุ D1 ได้รับรีเวิดไบอัสทำให้เอาท์พุทมีค่าลดลงเป็นศูนย์ ซึ่งเอาท์พุทที่ได้นี้จะทำให้ Q1 ทำงาน LED 1 , LED 3 ที่ต่ออนุกรมอยู่ด้วยซึ่งเป็นไดโอดอินฟาเรดทำหน้าที่เป็นตัวส่งคลื่นอินฟาเรดจึงทำงานไปด้วย

ในขณะเดียวกัน D2 ซึ่งเป็นอินฟาเรดโฟโต้ไดโอด ทำหน้าที่เป็นตัวรับจะรับสัญญาณที่สะท้อนมาจากกระจก อย่างไรก็ตามแรงดันที่ได้นี้ยังมีค่าต่ำมากจึงต้องป้อนเข้า IC 1/2 ที่มีอัตราขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงมากหลังจากนั้นจะผ่านวงจรกรองความถี่แบบแบนด์พาสฟิวเตอร์โดย R8, R10, C2 และ C3 ซึ่งจะกรองความถี่เฉพาะที่ต้องการคือความถี่ 2.2 kHz เท่านั้นที่ผ่านได้

IC 1/3 และ IC 1/4 ต่อแบบวงจรไม่กลับเฟส (Noninverting) ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วจะได้อัตราขยายถึง 121 เท่า สัญญาณเอาท์พุทที่ขา 7 ของ IC 1/4 จะเป็นสัญญาณพัลซ์มีค่า 0 และ 1 โวลท์

D3 และ D4 เป็นวงจรทวีแรงดันซึ่งเพิ่มแรงดันเป็น 2 เท่า และเปลี่ยนสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 7 ให้เป็นกรงดันไฟตรง เพื่อให้ค่าแรงดันนี้ได้สัดส่วนกับยอดแรงดันสูงสุดที่ขา 7 ของ IC1/4 คือ 12 โวลท์ เพื่อไปทริก ขา 2 ของ IC2 ที่ต่อเป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ล ซึ่งในสภาวะปกติเมื่อมีสัญญาณทริกที่ขา 2 วงจรจะถูกรีเซต เอาท์พุทที่ ขา 3 มีแรงดันต่ำดังนั้นวงจรรีเลย์จึงไม่ทำงาน

แต่เมื่อใดก็ตามมีสิ่งมาปิดกั้นทางเดินของแสงอินฟาเรด นั่นคือสัญญาณที่อินฟาเรดตัวรับมีค่าแรงดันเป็น 0 โวลท์ จะทำให้ C6 ซึ่งต่ออยู่ที่เอาท์พุทของวงจรทวีแรงดันคายประจุผ่าน R15 อย่างรวดเร็ว แรงดันที่ขา 2 ของ IC2 จะมีค่าเพียง 1/3 ของแรงดันจากแหล่งจ่าย (4โวลท์) เป็นเหตุให้เอาท์พุทที่ขา 3 ของ IC2 มีค่าแรงดันสูงไปขับให้รีเลย์สามารถทำงานได้

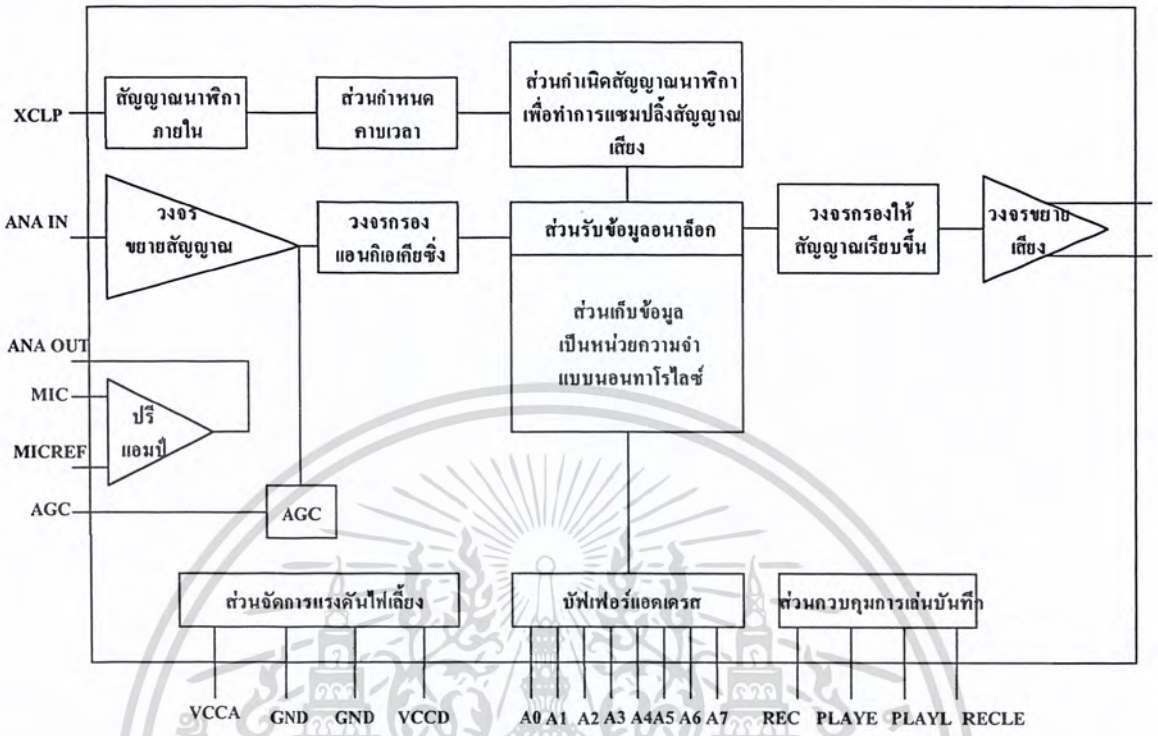
## 3.5 ส่วนของการบันทึกเสียงระบบดิจิตอล

### 3.5.1 บันทึกเสียงโดย ไอซี ISD 1420

เมื่อพูดถึงไอซีบันทึกเสียงในตระกูล ISD 14xx แล้วเมื่อพิจารณาดูแล้วยังมีข้อเสียอยู่หลายประการดังนั้นจึงขอแนะนำอุปกรณ์บันทึกเสียงในตระกูลเดียวกันนี้ตัวใหม่คือ ISD 1416 และ ISD 1420 แต่ในโครงงานนี้เครื่องบันทึกเสียงนี้เลือกใช้ ISD 1420 ซึ่งไอซีเบอร์นี้สามารถบันทึกเสียงได้นานถึง 20 วินาที คุณสมบัติต่างๆ ของไอซีทั้งสองกลุ่มนี้มีความคล้ายคลึงกันหลายประการ แต่ ISD 1420 ได้ปรับปรุงคุณสมบัติให้ดีขึ้น คือ มีวงจรสำหรับควบคุมการทำงานให้มีความหนาแน่นมากขึ้น และ มีส่วนควบคุมให้กลับเข้าสู่โหมดสแตนด์บายหรือปิดตัวเองโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานแบตเตอรี่

รูปที่ 3.4 เป็นบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในของ ISD 1420 จะเห็นส่วนประกอบภายในว่ามันสามารถบันทึกสัญญาณเสียงไปเก็บไว้ได้อย่างไร สัญญาณอนาล็อกที่ทำการบันทึกจะถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำขนาดความจุ 180,000 เซล การบันทึกไม่ได้ใช้หลักการทำงานแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D) หรือ(D/A) แต่อย่างใดสามารถบันทึกสัญญาณอนาล็อกไปเก็บไว้ในหน่วยความจำได้โดยตรงเลยโดยสัญญาณจุถูกเก็บอยู่ในรูปของแรงดันระดับต่างๆ ภายในเซลสัญญาณเอาท์พุทสามารถจะขับออกลำโพงขนาดเล็กได้โดยตรงหรือต่อเข้ากับวงจรขยายสัญญาณภายนอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.4 Block Diagram ภายในไอซี ISD 1420**

### 3.5.2 หลักการทำงานของส่วนบันทึกเสียงดิจิตอล

วงจรสมบูรณ์ของเครื่องบันทึกเสียงดิจิตอลแสดงดังรูปที่ 3.10 เป็นวงจรที่ใช้ง่ายและใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น การทำงานเริ่มต้นโดยเมื่อจ่ายไฟเลี้ยงจากแบตเตอรี่ 9 โวลท์ ให้วงจร IC 1 ก็พร้อมที่จะรับข้อมูลเพื่อทำการบันทึก โดยสวิตซ์ S2 ถูกกดให้ต่อวงจรทำให้ขาที่ควบคุมการบันทึก (REC) มีสถานะเป็น 0 ในขณะนี้จะเกิดการบันทึกเสียงเข้าไปใน IC 1 โดยมีคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (MIC 1) ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงและ R2 ,R3 เป็นตัวจัดไบอัสให้กับไมค์ สัญญาณจะถูกคับปลิ้งผ่าน C 3 มาเข้าที่ขา 18 เพื่อทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น สัญญาณที่ผ่านการขยายโดยวงจรปรีแอมป์จะออกมาทางขา 21 ซึ่งเป็นสัญญาณ อนาล็อกเอาท์พุทและคับปลิ้งผ่าน R 7 และ C 7 เข้าขา 20 ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณภายในไอซีเช่นกัน สัญญาณที่ถูกขยายจะถูกบันทึกลงในหน่วยความจำภายในไอซีที่ขา 25 (RELED) เป็นขาขับชุดแสดงสภาวะขณะทำการบันทึกซึ่งแสดงผลโดย LED 1 ที่ขา 19 มีตัวต้านทาน R8 และ C8 เป็นวงจรรักษาระดับสัญญาณการบันทึกให้คงที่หรือ AGC เพื่อให้สัญญาณของการบันทึกมีความเหมาะสมเมื่อเล่นกลับสัญญาณจะได้ไม่เกิดความผิดเพี้ยน

เมื่อทำการบันทึกไปจนครบเวลาที่กำหนดไว้คือ 20 วินาที วงจรบันทึกจะหยุดทำงานทันที หากต้องการเล่นกลับก็ต้องควบคุมที่ขา 23 (PLAY) ด้วยระดับลอจิก 0 โดยกดสวิตซ์ S1 กระบวนการเล่นกลับก็จะทำงานขึ้นภายในตัวไอซีและให้สัญญาณเอาท์พุทออกมาที่ขา 14 ถึงแม้ว่าเอาท์พุทนี้จะ

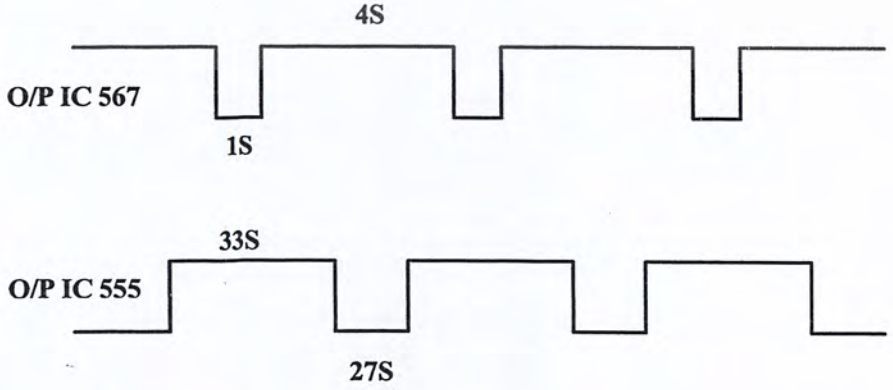
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถขับลำโพงเล็กๆได้โดยตรง แต่อาจมีระดับความดังเสียงค่อยไป ดังนั้นจึงเพิ่มภาคขยายสัญญาณเสียงเข้าไปอีก โดยสัญญาณจะถูกคับปลิ้งผ่าน R6 และ C6 มาเข้าโวลุ่ม VR1 สัญญาณจะถูกส่งเข้าขา 5 ของ IC2 เบอร์LM 386 ซึ่งเป็นไอซีขยายเสียงที่รู้จักกันดี สัญญาณทีผ่านการขยายแล้วจะออกมาทางขา 5 ของ IC2 ผ่าน C11 แล้วขับออกสู่ลำโพง SPK โดยมี C10 และ R9 ทำหน้าที่ชดเชยวงจรย่านความถี่สูงและป้องกันการออสซิลเลตทางเอาท์พุทของวงจรขยาย

แรงดันไฟเลี้ยงได้จากแบตเตอรี่ 9 โวลท์ ซึ่งแรงดันนี้สามารถจ่ายให้กับ IC2 ได้โดยตรงแต่สำหรับ IC1 ต้องการแรงดันไฟตรง 5 โวลท์ จึงต้องเพิ่มชุดเร็กกูเลเตอร์ IC3 เพื่อควบคุมแรงดันให้คงที่โดยมี D1 เป็นตัวป้องกันการต่อแบตเตอรี่ผิดขั้ว

### 3.6 ส่วนการ Detect เมื่อมีผู้รับสายปลายทาง

ส่วนนี้วงจรจะทำหน้าที่ ตรวจจับว่าปลายทางมีผู้รับสายก็จะไปกระตุ้นให้ส่วนบันทึกเสียงพูดส่งสัญญาณไปยังปลายทาง โดยอาศัย IC 567 ซึ่งเป็น IC PLL (Phase Look Loop) เป็นตัวตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone ซึ่งจะมีสัญญาณ ON ประมาณ 1 วินาที ความถี่ประมาณ 425 Hz ปกติเอาท์พุท IC567 ให้ลอจิก "1" แต่เมื่ออินพุทเป็น 425 Hz จาก Ring Back Tone ก็จะให้เอาท์พุท IC567 เป็นลอจิก "0" โดยความถี่ 425 Hz ได้จากสูตร $f = 1/\{(VR) * C4\}$ โดย $C4 = 1\ \mu F$ เราปรับค่า VR ให้ความถี่ใกล้เคียงกับ 425 Hz เพื่อจะได้ Detect ให้เอาท์พุทเป็นลอจิก "0" เมื่อเอาท์พุทของ IC 567 เปลี่ยนลอจิกจาก "0" เป็น "1" เกิดการทำงานขอบขาลง เป็นผลให้ IC 555 ซึ่งออกแบบเป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ล ให้เอาท์พุทเป็นลอจิก "1" เป็นเวลาประมาณ 33 วินาที โดยใช้สูตร $T = 11*R/*C$ ซึ่งเราใช้ $R = 30\ k$, $C = 100\ \mu F$ ทำให้ได้ $T = 33$ วินาที ซึ่งสัญญาณเอาท์พุทของ IC 567 และ IC555 จะเป็นไปตามสัญญาณ Ring Back Tone ที่ได้รับมาโดยรูปที่ 3.5 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลง เอาท์พุทของ IC 567 และ IC 555 ตามช่วงเวลาต่างๆ




**รูปที่ 3.5 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลง Output ของไอซี 567 และไอซี 555 ตามช่วงเวลาต่างๆ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเอาท์พุทของ IC 555 จะนำไปกระตุ้นให้วงจรบันทึกเสียงพูดทำงานโดยนำ เอาท์พุทของ IC 555 ป้อนที่ขา 23 ของ IC ISD 1420 ซึ่งขา 23 นี้ เป็นขา Play ของวงจรบันทึกเสียงพูดจะทำงานให้เสียงพูดตามที่เราบันทึกไว้เมื่อขา 23 มีลอจิก "0" จากรูปที่ 3.5 จะเห็นว่าในช่วงที่มีสัญญาณ Ring Back Tone จะมีการ Play ประมาณ 27 วินาที แต่ก็ไม่เป็นผลเสียอะไรเพราะเมื่อขา 23 ได้ลอจิก "1"ก็จะมีค่าเหมือนให้สวิตซ์ Play มีสถานะเป็น "OFF" แต่เมื่อขา 23 ได้ลอจิก "0" ก็จะมีค่าเหมือนให้สวิตซ์ Playมีสถานะเป็น "ON" ซึ่งเมื่อสวิตซ์ Play อยู่สกถานะ "ON" ก็จะเริ่มเล่นใหม่ทุกครั้ง เมื่อมีผู้รับสายปลายทางก็จะไม่มี สัญญาณ Ring Back Tone กลับมา ก็จะเป็นผลให้เอาท์พุท IC 555 เป็นลอจิก "0" เป็นผลให้สวิตซ์ Play อยู่สถานะ "ON" ตลอด ให้เสียงพูดที่เราบันทึกไว้แก่ผู้รับสายปลายทาง

รายละเอียดหน้าที่และการออกแบบ

ขา 1 (Output Filter) เป็นขาที่ใช้ต่อตัวเก็บประจุเพื่อกรองสัญญาณที่จะส่งออกไป

ขา 2 (Loop Filter) เป็นขาที่ใช้ต่อตัวเก็บประจุเพื่อกรองสัญญาณที่จะรับเข้ามา

ขา 3 (Input) เป็นขาที่รับสัญญาณความถี่ที่รับมาเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับความถี่กลาง

ขา 4 (V+) เป็นขาไฟเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 4.75 – 9 โวลท์

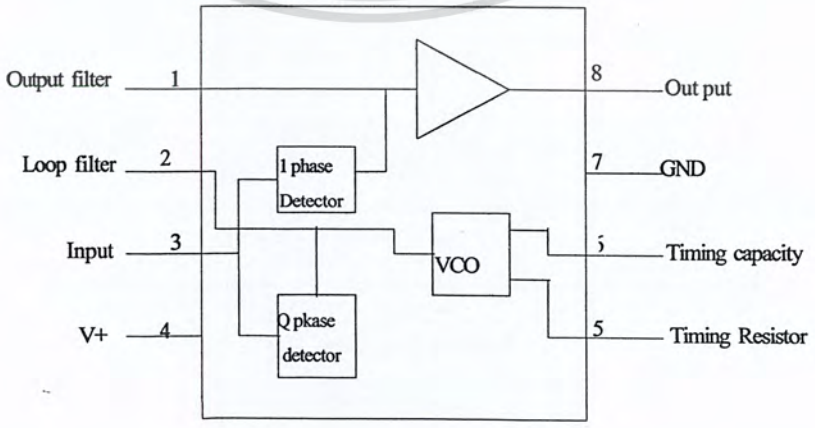
ขา 5 (Timing Resistor) เป็นขาที่ใช้กำหนดความถี่กลางร่วมกับขา 6

ขา 6 (Timing Capacitor ) เป็นขาที่ใช้กำหนดความถี่กลาง โดยค่าความถี่กลางหาได้ดังนี้

$$fo = 1/1.1RC$$

ขา 7 (Gnd) เป็นขากราวด์ของไอซี

ขา 8 (Out put) เป็นขาเอาท์พุทที่จะเป็นสถานะ "0" เมื่อมีสัญญาณอินพุทที่มีค่าความถี่ตรงกับค่าความถี่กลางแต่ในสภาวะปกติสถานะจะเป็น "1"




**รูปที่ 3.6 ไดอะแกรมของไอซีเบอร์ LM 567**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7 ส่วนของการเรียกซ้ำ

ดังที่กล่าวเอาไว้ข้างต้นเมื่อส่วนเซนเซอร์สามารถตรวจจับผู้บุกรุกตามจุดต่างๆที่เราดักเอาไว้ก็จะส่งสัญญาณไปทำให้เครื่องเตือนภัยทำการยกหูโทรศัพท์แล้วทำการโทรไปยังเลขหมายที่บันทึกไว้

การเรียกซ้ำนั้นจะทำงานก็ต่อเมื่อไม่มีผู้รับสายหรือสายไม่ว่าง โดยที่จะทำการตรวจสอบจากส่วนของชุดดีเทคทำงานหรือยัง โดยจะทำการตรวจสอบจากสัญญาณที่เข้ามา คือถ้าไม่มีผู้รับสายก็จะมีสัญญาณพัลซ์เข้ามายังชุดเรียกซ้ำ ชุดเรียกซ้ำจะสั่งให้เครื่องทำการเรียกใหม่อีกครั้ง แต่ในกรณีที่สายไม่ว่างเครื่องจะทำการเรียกซ้ำใหม่อีกครั้งทันที

### 3.8 หลักการทำงานรวมของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

เซนเซอร์จะติดตั้งไว้ตามตำแหน่งที่คาดว่าจะมีผู้บุกรุกเข้ามากระทบตามตำแหน่ง หน้าต่างบ้านและตามประตู ขณะปกติหรือกล่าวคือไม่มีสิ่งกีดขวางมาบังลำแสงอินฟาเรด ดังนั้นแสงอินฟาเรดที่ถูกสร้างจากฝั่งส่งสามารถส่งผ่านไปยังฝั่งเครื่องรับได้ แสงที่รับได้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแต่สัญญาณไฟฟ้าที่รับได้ยังมีค่าน้อยมากจึงต้องนำมาขยายโดยใช้ IC 1/2 ซึ่งมีกำลังขยายสูงมาก ต่อจากนั้นก็นำสัญญาณที่ได้ไปผ่านแบนพาสฟิวเตอร์เพื่อกรองเอาสัญญาณที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ซึ่งสัญญาณพวกนี้อาจปะปนเข้ามาได้เช่นแสงอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ สัญญาณที่ผ่านฟิวเตอร์จะถูกขยายอีกสองครั้งโดยใช้ IC1/3 และ IC1/4 ตามลำดับ สัญญาณสุดท้ายที่ได้รับจะเป็นสัญญาณพัลซ์ที่มีค่า 0 และประมาณ 10 โวลท์สัญญาณนี้จะถูกแปลงให้เป็นไฟตรงเพื่อป้อนให้กับขา 2 ของ IC555 ซึ่งจะส่งผลให้เอาท์พุทที่ขา 3 ของ IC 555 มีค่าแรงดันต่ำดังนั้นรีเลย์ที่ไว้จึงไม่ทำงาน

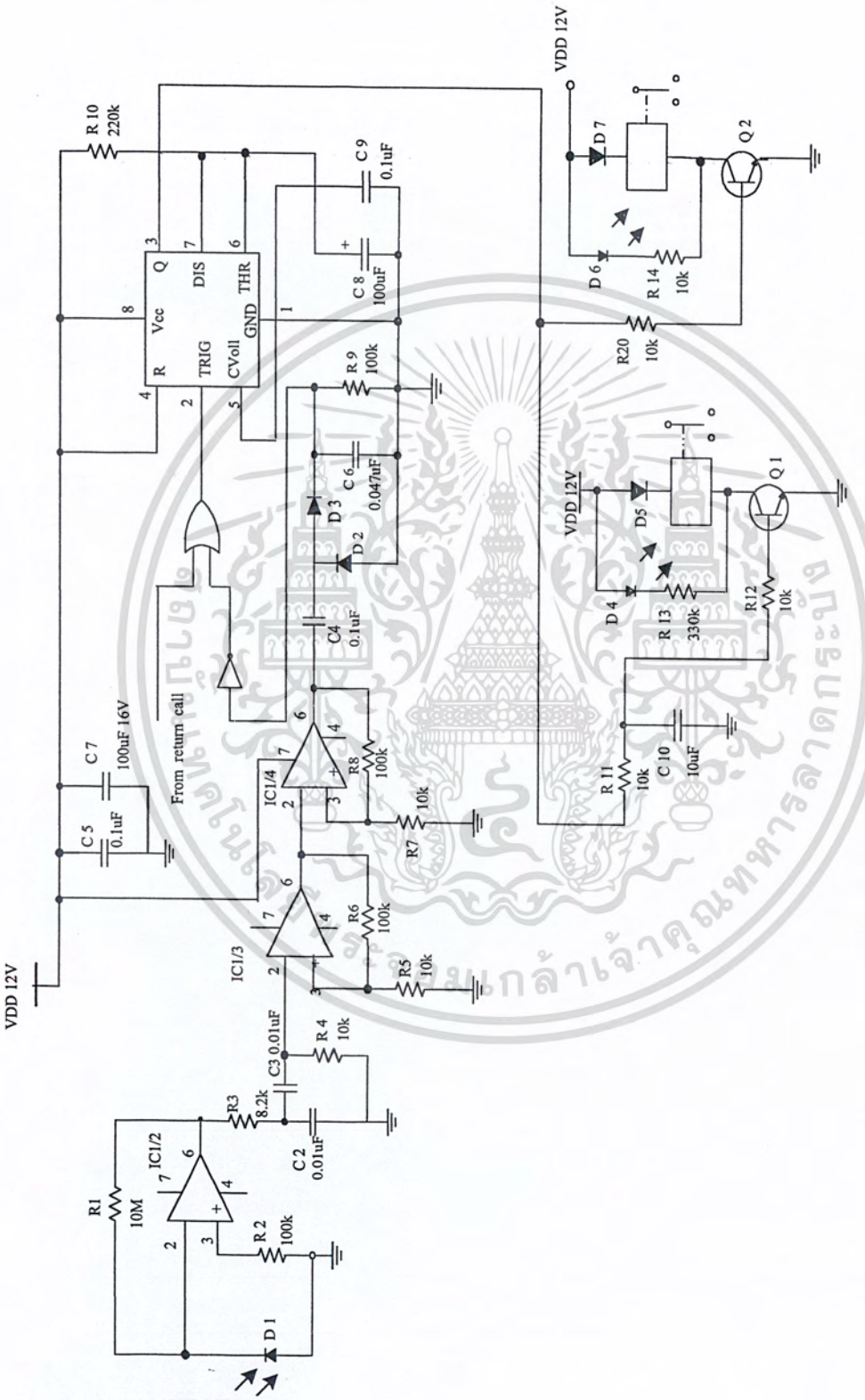
สำหรับกรณีที่มีผู้บุกรุกเข้ามาตรงตำแหน่งที่เราติดตั้งเซนเซอร์ไว้ ผลที่ตามมาก็คือลำแสงอินฟาเรดจะถูกสิ่งกีดขวางมาบัง ดังนั้นอินฟาเรดที่ถูกสร้างจากฝั่งส่งไม่สามารถส่งผ่านไปยังฝั่งรับได้ นั่นคือสัญญาณที่อินฟาเรดตัวรับจะมีค่าแรงดันเป็น 0 โวลท์ จะทำให้ C6 คายประจุผ่าน R15 อย่างรวดเร็วส่งผลทำให้แรงดันที่ขา 2 ของ IC 555 มีค่าเพียง 1/3 ของแรงดันจากแหล่งจ่ายเป็นเหตุให้เอาท์พุทที่ขา 3 ของ IC 555 ถูกต่อไว้ให้ทำงานแบบโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ มีค่าแรงดันสูงเป็นเวลาประมาณ 30 นาทีเอาท์พุทของ IC 555 ยังถูกแยกออกมาจ่ายให้กับรีเลย์ RY2 โดยผ่าน R17 และ C10 ที่ต่อในลักษณะวงจรหน่วงเวลาและต่อเข้ากับทรานซิสเตอร์ Q1 การทำงานเหมือนกับทรานซิสเตอร์ Q2 ต่อเข้ากับรีเลย์ RY2 มีคอนแทคทั้งหมด 1 คอนแทคทำหน้าที่ในการกดสวิตซ์รีไดอัล ให้กับวงจรเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ

เมื่อรีเลย์ RY1 ทำงานก็จะเหมือนกับรับการยกหูโทรศัพท์คู่สายโทรศัพท์ก็จะมีกระแสไหลเมื่อชุมสายโทรศัพท์รับรู้ถึงการยกหูก็ส่งสัญญาณไดอัลโทนมาให้กับชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

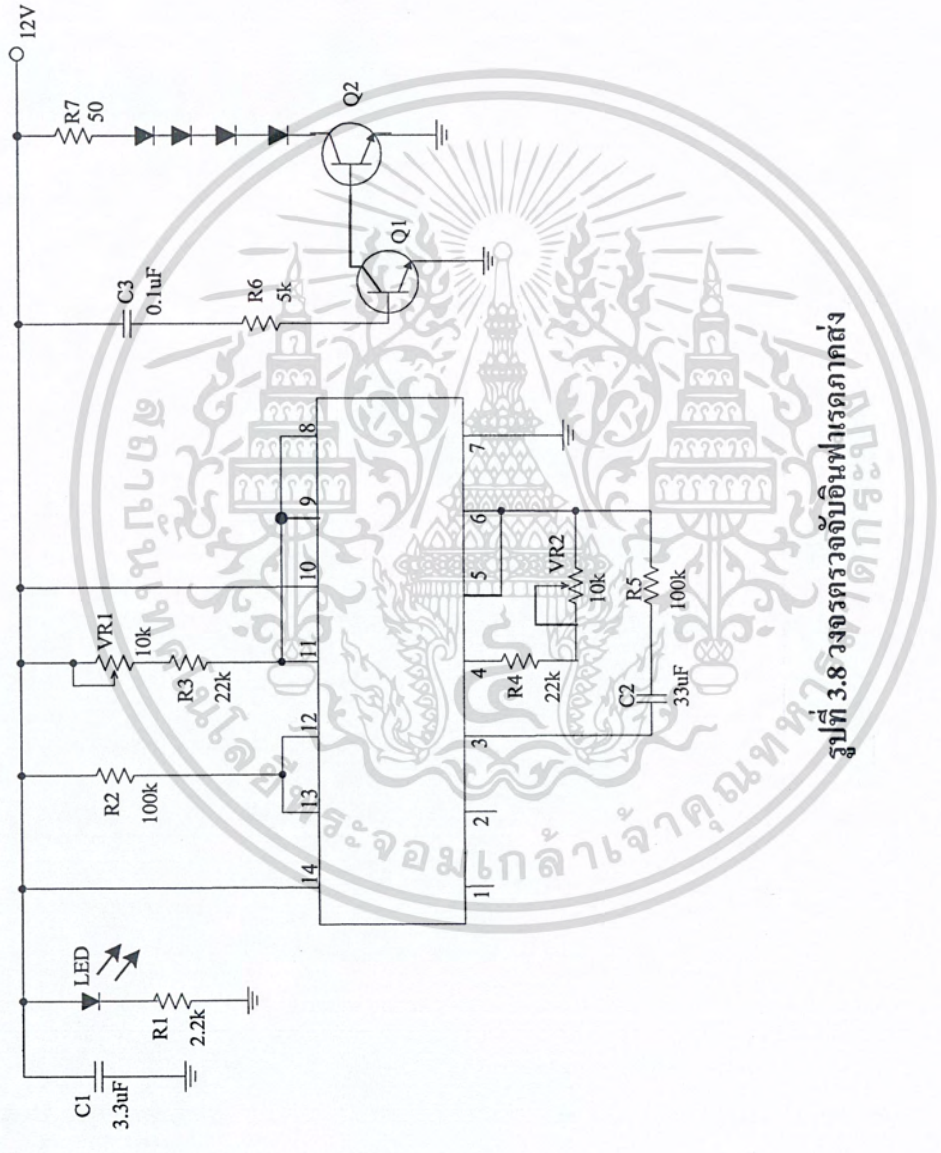
ได้รับไดอัลโทน จากชุมสายโทรศัพท์และ RY2 จะทำงานคือ คอนแทคจะต่อหลังจาก RY 1 ทำงาน เมื่อคอนแทคต่อก็เปรียบเสมือนกับเป็นการกดสวิตซ์ไดอัล ที่ต่อระหว่าง 4 และ ขา 18 ให้ซ๊อตถึงกัน ก็จะทำให้วงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติทำการเรียกเบอร์ที่เราทำการบันทึกไว้ จะมีกล่าวไว้ในรายละเอียดของวงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ เมื่อปลายทางมีผู้รับสาย ส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทางก็จะกระตุ้น ส่วนบันทึกเสียงระบบดิจิตอล ส่งสัญญาณเสียงพูดโทรศัพท์ที่เราบันทึกไว้ไปยังปลายทาง ส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทางนี้มีกล่าวในรายละเอียดในหัวข้อ 3.6 ส่วนบันทึกเสียงอัตโนมัติระบบดิจิตอล นั้นอาศัย IC ISD 1420 เป็นตัวหลักที่ใช้ในการบันทึกและทำการเล่น ซึ่งหลักการทำงานมีกล่าวรายละเอียดในหัวข้อ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



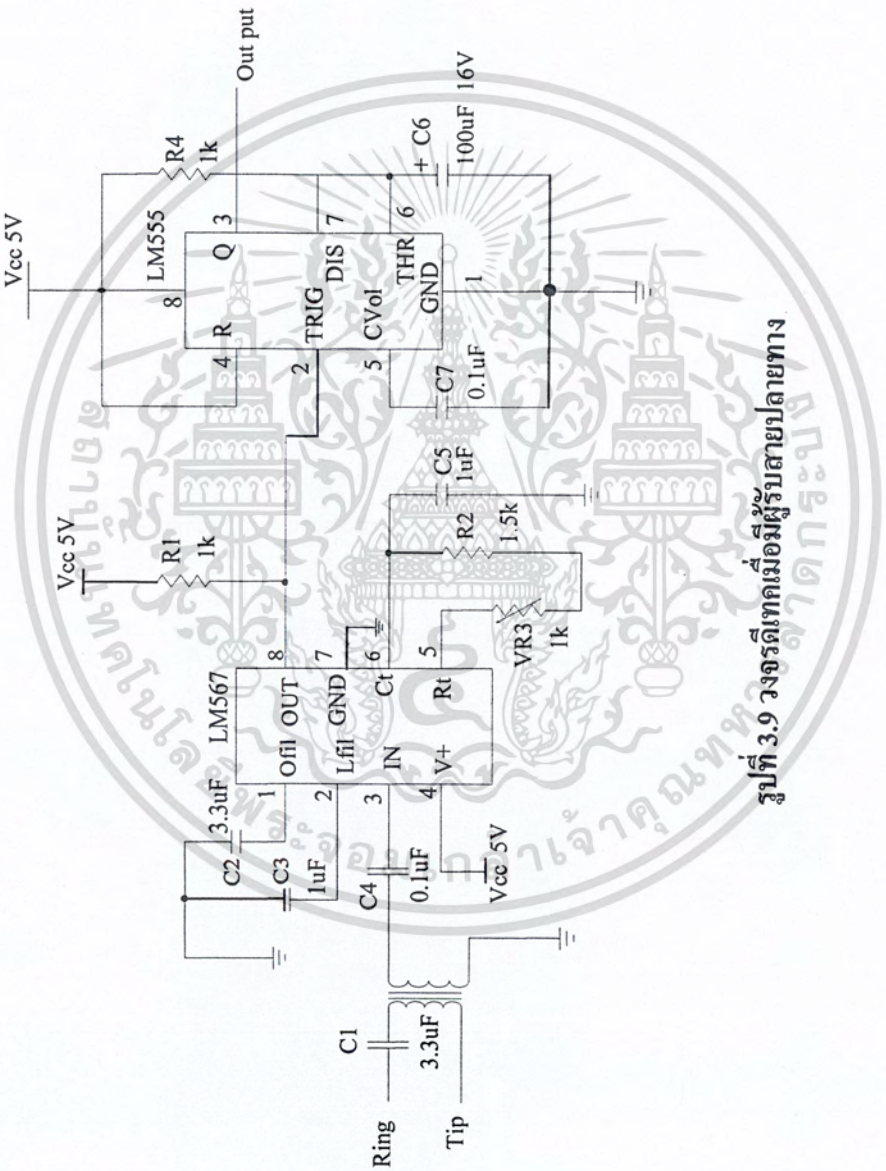

**รูปที่ 3.7 วงจรตรวจจับอินฟาเรดภาครับ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



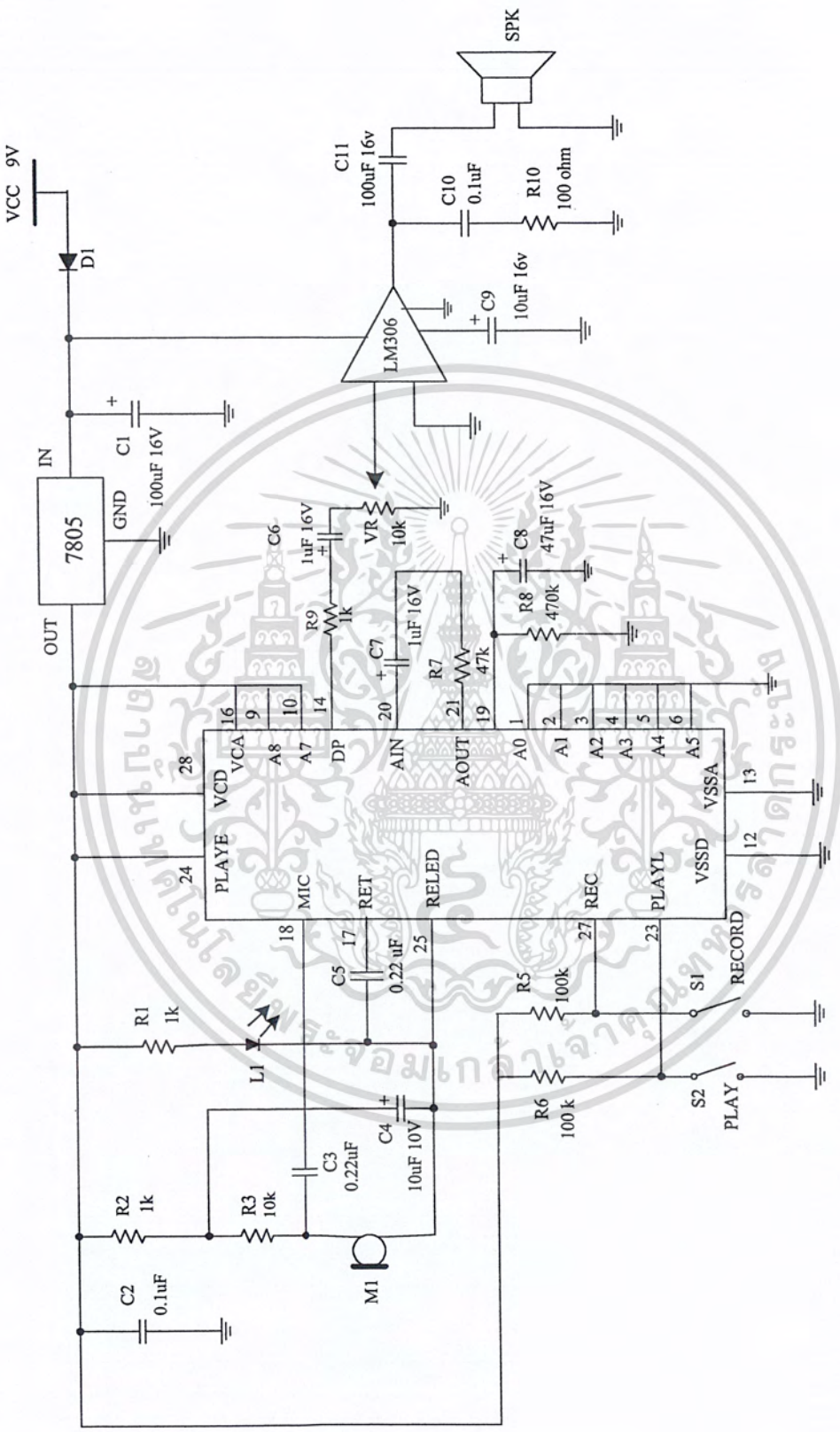

**รูปที่ 3.8** วงจรตรวจจับเปลวไฟแรงดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



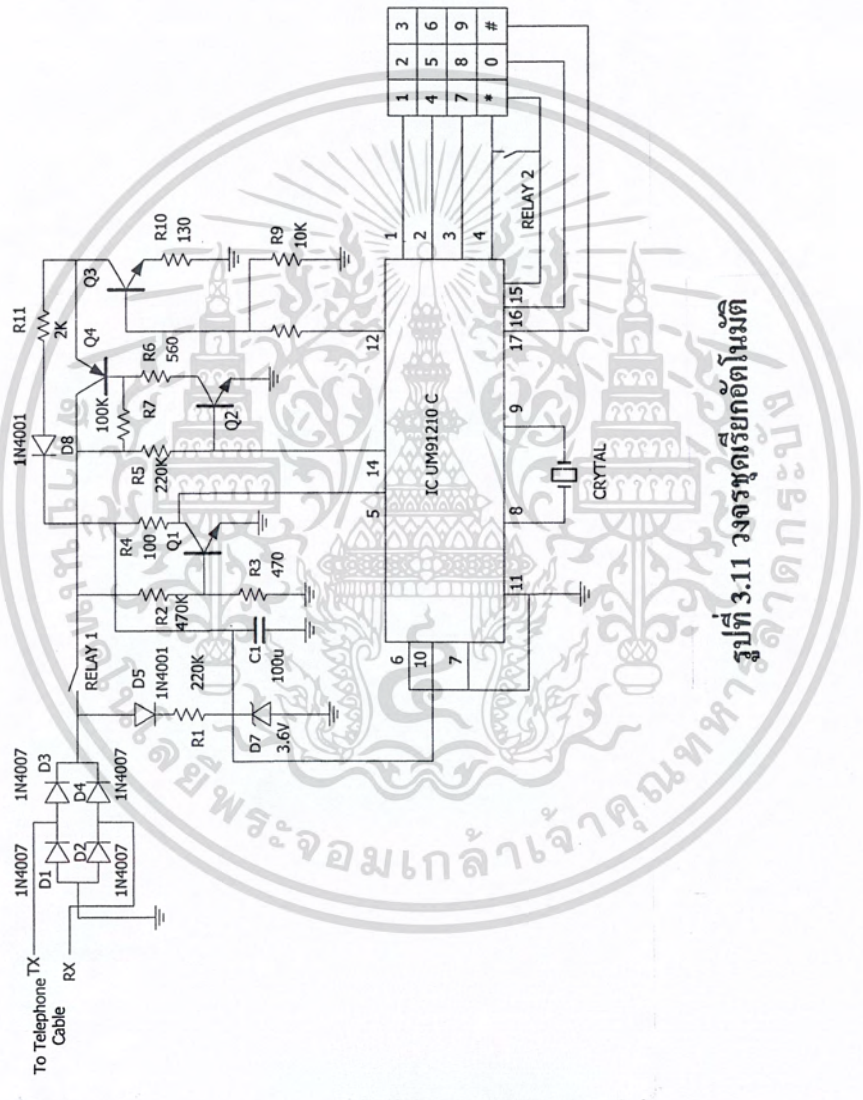

**รูปที่ 3.9 วงจรดิเทคเมื่อมีผู้รบกวนปลายทาง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.10 วงจรบันทึกเสียงอัตโนมัติระบบดิจิตอล**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.11 วงจรชุดเรียกอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

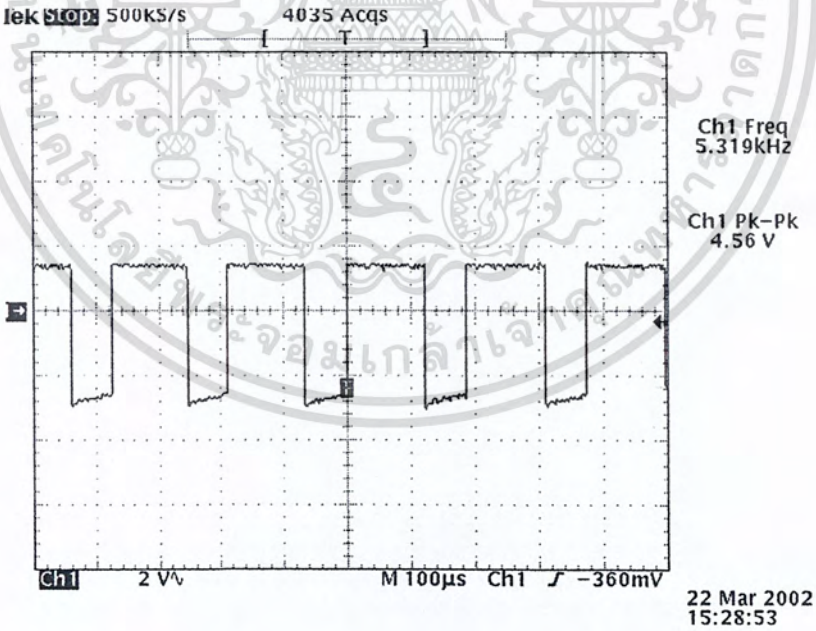
# การทดลองและผลการทดลอง

## 4.1 การทดลอง

ในการทดลอง เมื่อสร้างวงจรทั้งหมดของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์เสร็จเรียบร้อย ก็ต้องทำการทดลองว่าวงจรในส่วนต่างๆทำงานได้ตามเป้าหมายหรือไม่ ผลปรากฏว่าวงจรทุกส่วนทำงานได้ตรงตามเป้าหมาย หลังจากนั้นก็นำวงจรทั้งหมดของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์มาประกอบเข้าด้วยกันแล้วทำการทดลอง ผลปรากฏว่าเครื่องทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

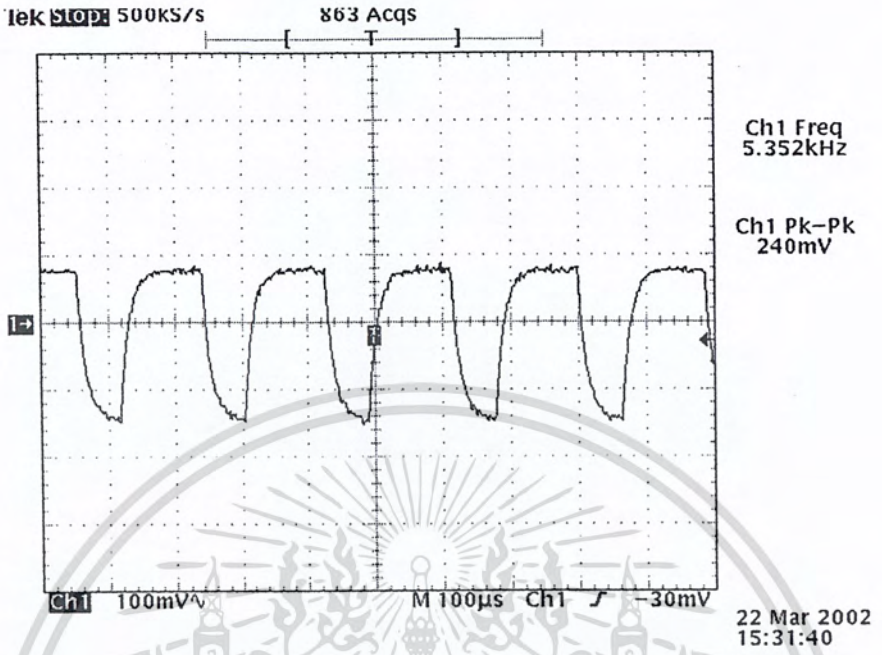
## 4.2 ผลการทดลอง

เมื่อเครื่องทำงานได้ตามวัตถุประสงค์แล้ว ก็ทำการเปิดเครื่องให้ทำงานตามปกติ แล้วทำการวัดสัญญาณตามจุดต่างๆ ซึ่งผลการวัดที่ได้มีดังนี้

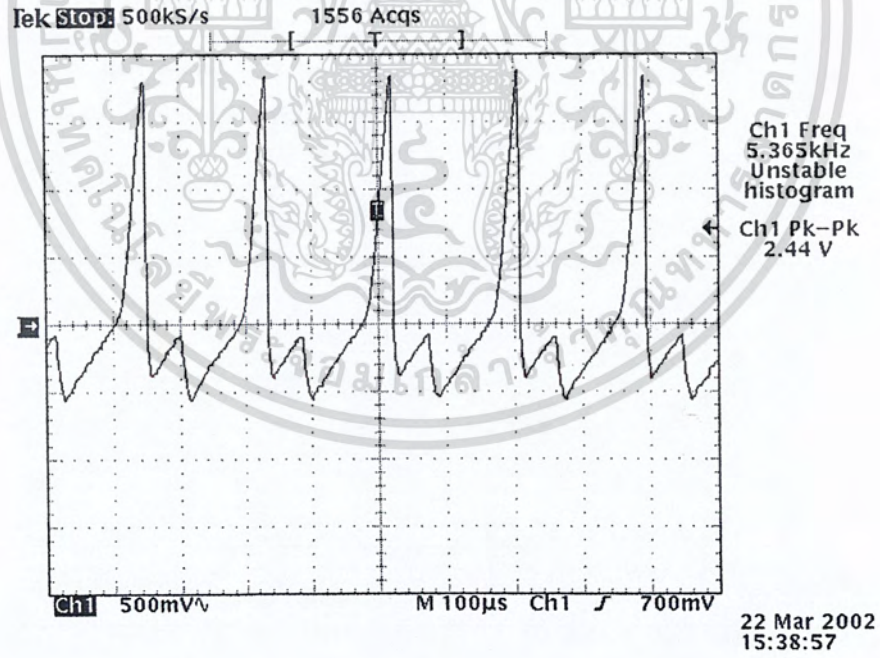



**รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะสัญญาณที่วัดตกคร่อมอินฟาเรดตัวส่งขณะไม่มีสิ่งกีดขวาง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

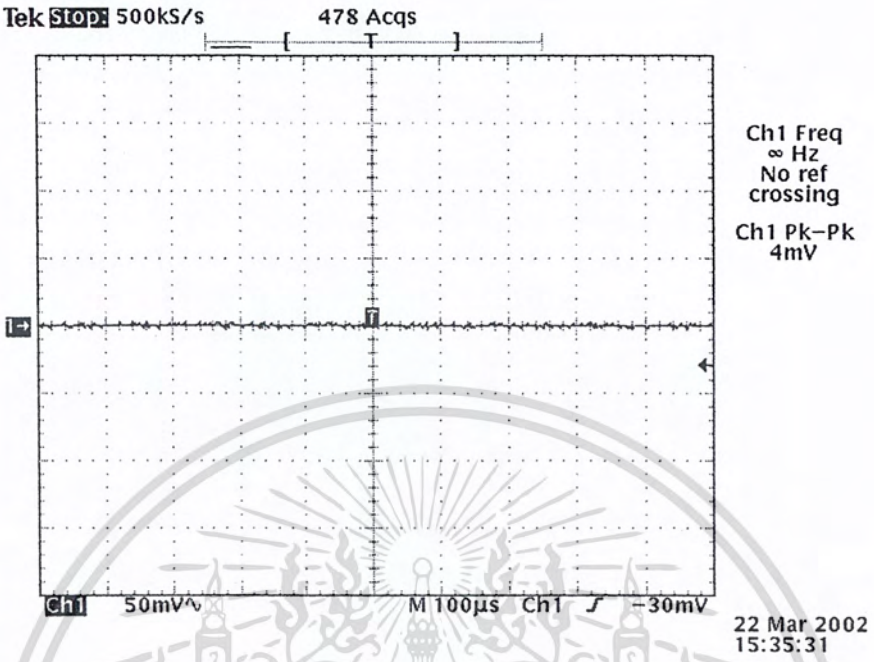



**รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะสัญญาณที่วัดตกคร่อมอินฟาเรดตัวรับขณะไม่มีสิ่งกีดขวาง**

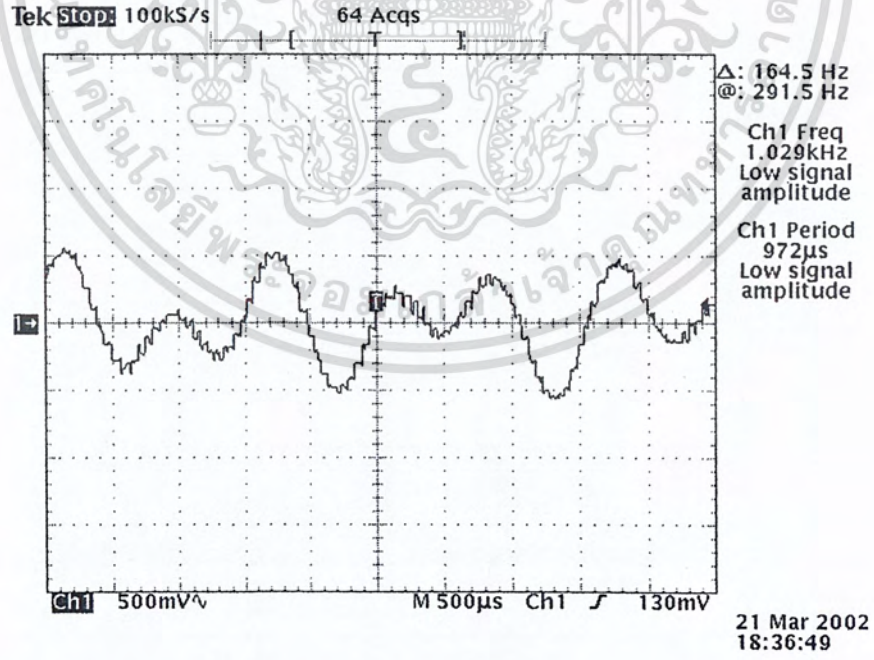



**รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะสัญญาณที่ขยายจากอินฟาเรดตัวรับขณะไม่มีสิ่งกีดขวาง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

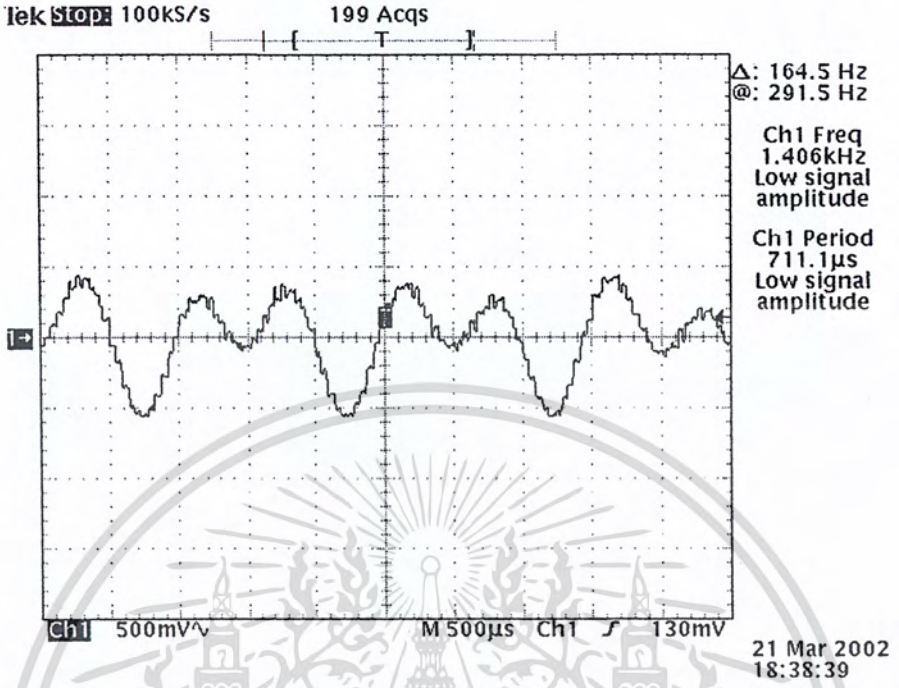



**รูปที่4.4 แสดงลักษณะสัญญาณที่มีสิ่งกีดขวางมาบังลำแสงอินฟาเรด**

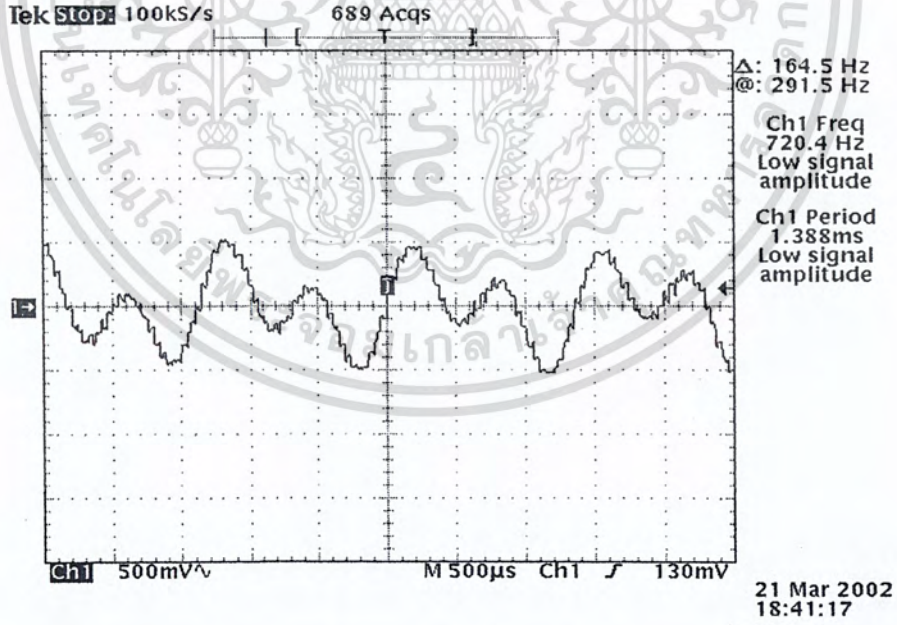



**รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 1 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

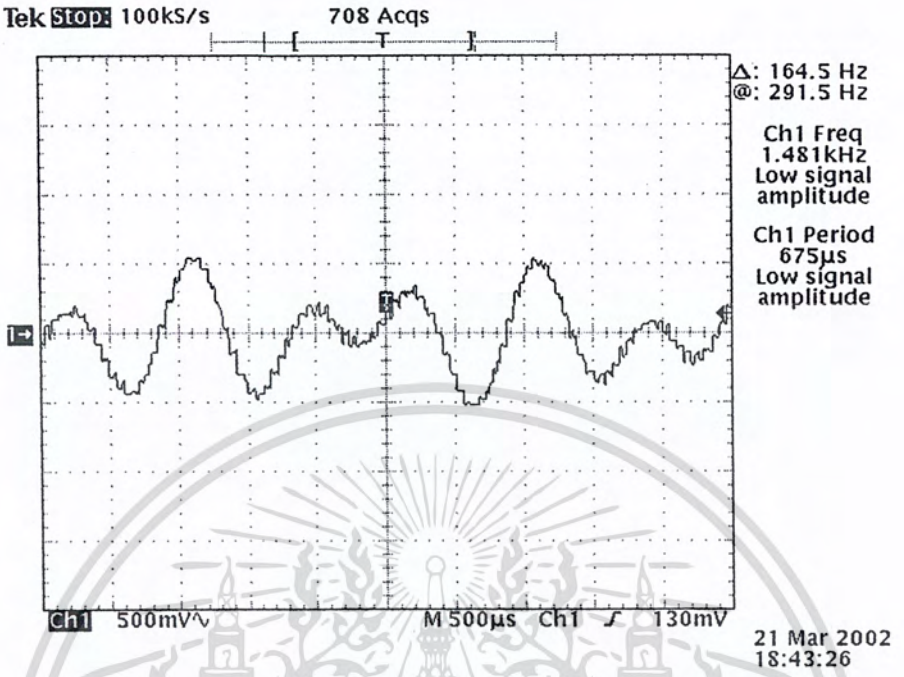



**รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 2 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

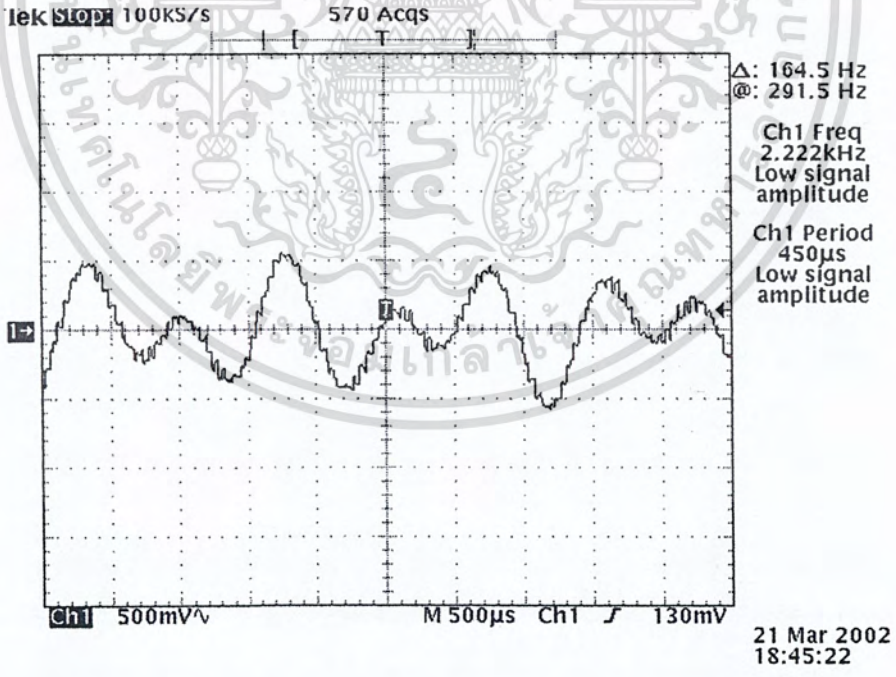



**รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 3 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

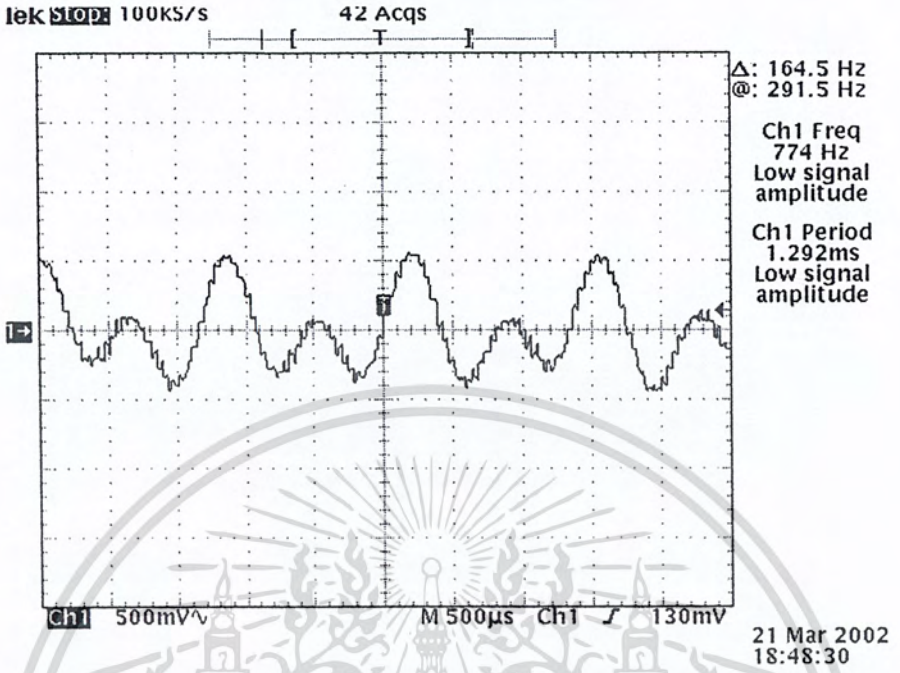



**รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 4 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

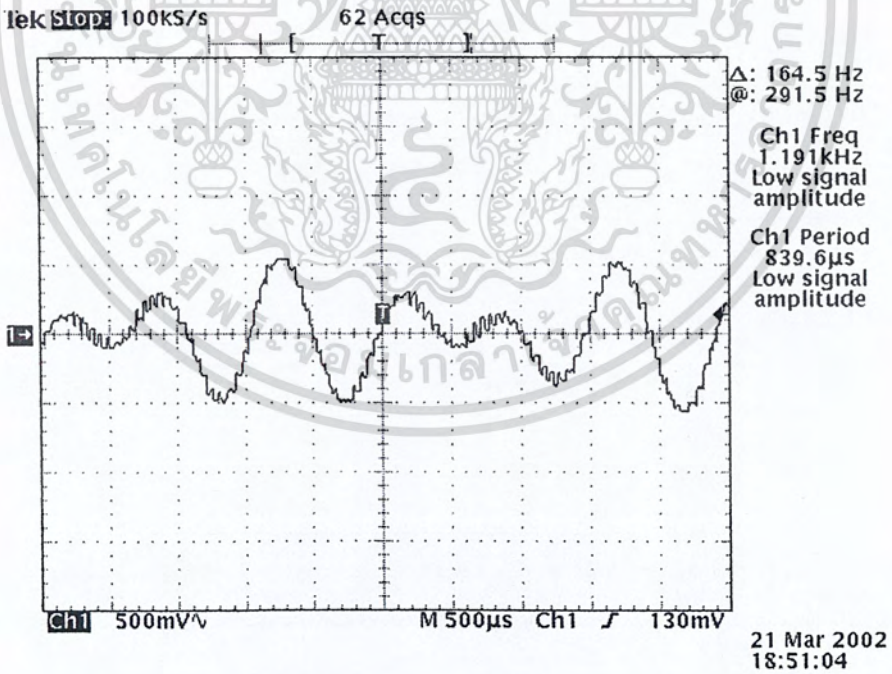



**รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 5 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

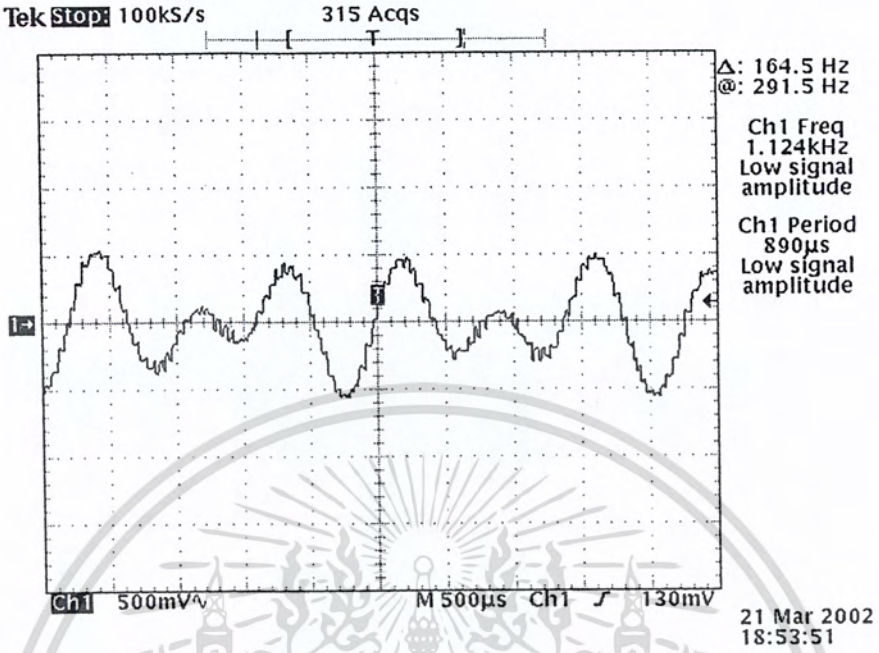



**รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 6 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

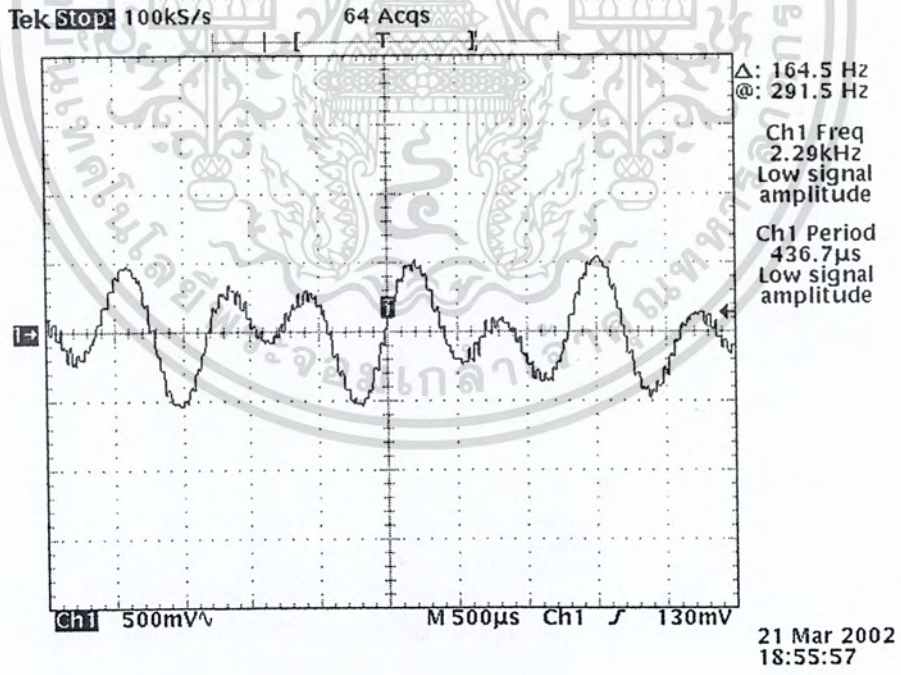



**รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 7 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

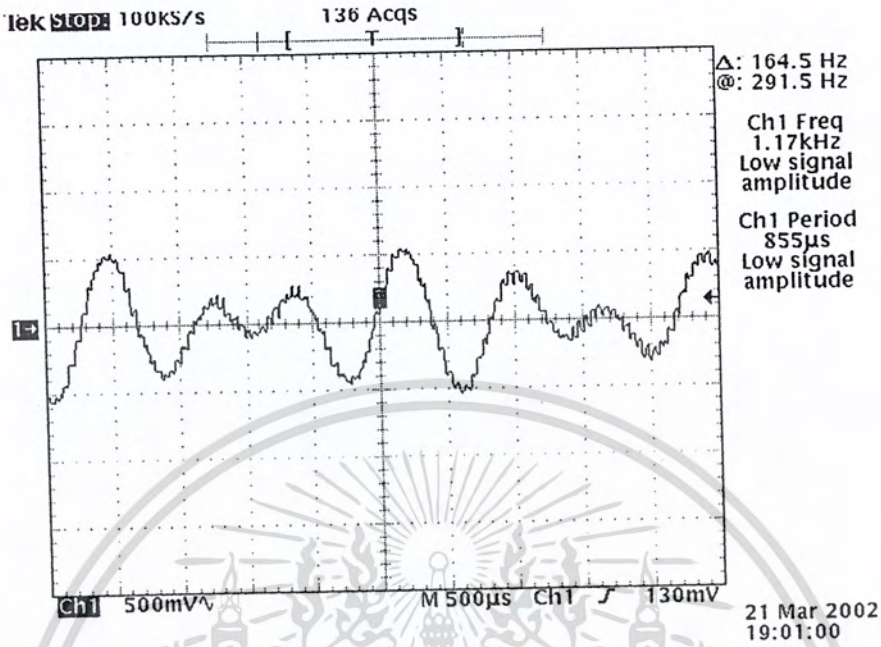



**รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 8 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

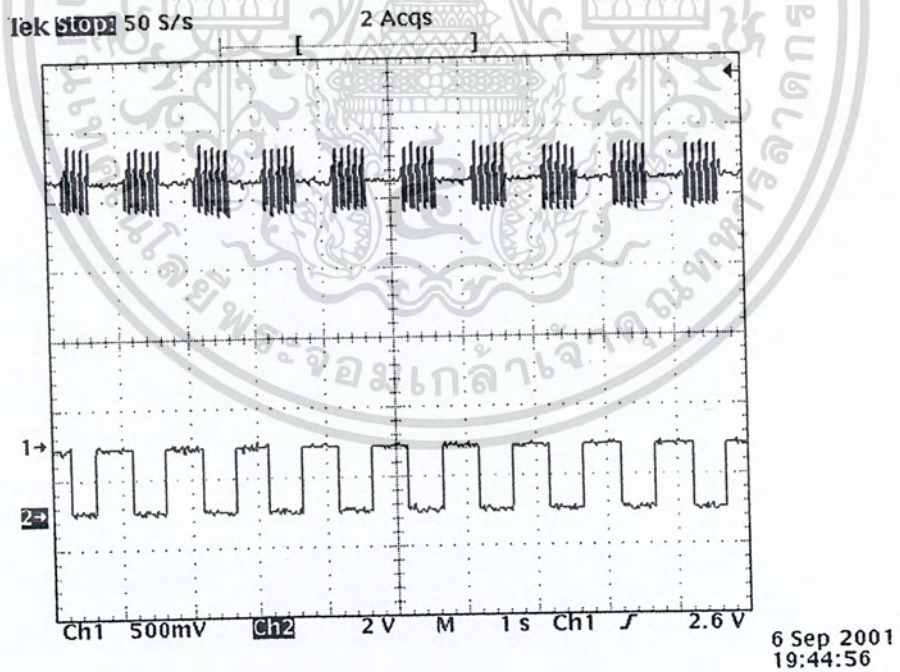



**รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 9 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 0 ที่ส่งผ่านคู่สาย**

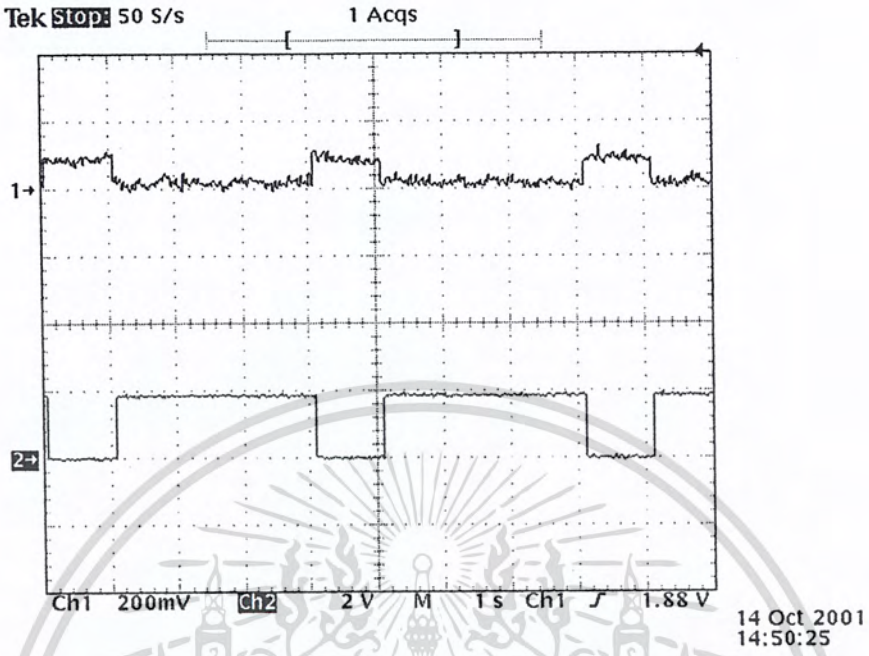



**รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ Busy Tone กับสัญญาณที่ detect ได้โดยใช้ไอซี 567**

**Ch 1 แสดงสัญญาณ Busy Tone วัดที่ขา 3 ของไอซี 567**

**Ch 2 แสดงสัญญาณที่ detect วัดที่ขา 8 ของไอซี 567**

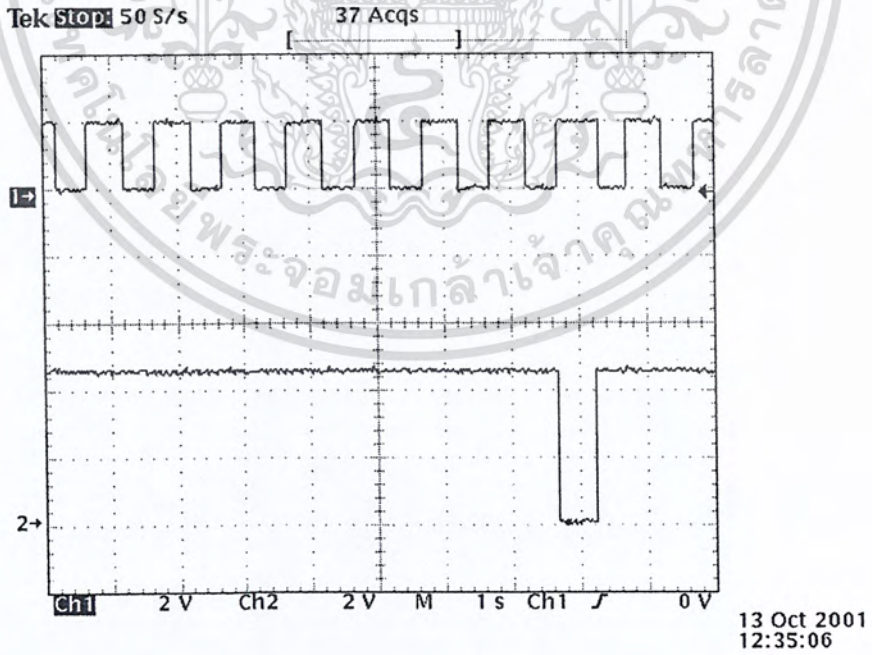
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณRing back Tone กับสัญญาณที่ detect ได้โดยใช้ไอซี 567**

**Ch 1 แสดงสัญญาณ Ring back Tone วัดที่ขา 3 ของไอซี 567**

**Ch 2 แสดงสัญญาณที่ detect วัดที่ขา 8 ของไอซี 567**

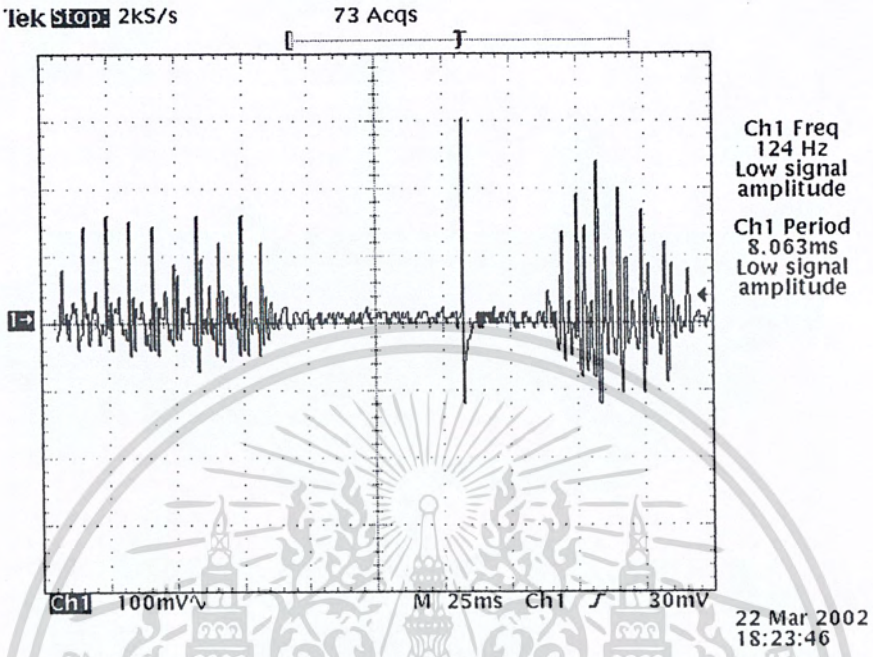



**รูปที่4.17 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณBusy Toneได้โดยใช้ไอซี567กับสัญญาณเอาท์พุทไอซี 555**

**Ch 1 แสดงสัญญาณที่ Detect ได้ วัดที่ขา 8 ของไอซี 567**

**Ch 2 แสดงสัญญาณเอาท์พุทไอซี 555 วัดที่ขา 3 ของไอซี 555**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะสัญญาณเสียง วัดที่ขา 14 ของ IC ISD 1420**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปและวิจารณ์

## 5.1 สรุป

ในวงจรของเครื่องเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์จะประกอบไปด้วย การทำงานหลายส่วน ได้แก่ ส่วนตรวจจับอินฟาเรด ส่วนชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ ส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง ส่วนบันทึกเสียงพูดอัตโนมัติระบบดิจิตอล ส่วนเรียกซ้ำ ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กัน จึงจะทำให้วงจรของระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ผู้ทำการทดลองได้ทำการสร้างส่วนต่างๆจนครบเรียบร้อยทุกส่วนแล้ว จากผลการทดลองที่ได้ วงจรเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติสามารถใช้งานได้ดี กล่าวคือ เมื่อมีผู้บุกรุกเข้ามา วงจรชุดเรียกอัตโนมัติก็ทำการเรียกไปยังหมายเลขที่บันทึกไว้ วงจรตรวจจับอินฟาเรดสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี กล่าวคือมันสามารถตรวจจับผู้บุกรุกเข้ามาได้เป็นอย่างดี แต่มีข้อแม้เมื่อนำชุดตรวจจับอินฟาเรด 2 ชุดมาต่อรวมกันแล้วจะต้องมีการทำงานที่พร้อมกันจริง ส่วนวงจรบันทึกเสียงพูดอัตโนมัติระบบดิจิตอลสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีและทุกครั้งที่สวิตช์ PLAY เปลี่ยนจากสภาวะ "OFF" เป็น "ON" ก็จะเริ่มเล่นใหม่ทุกครั้ง เปรียบเสมือนเป็นการกรอเทปนั่นเอง และส่วนวงจรดีเทคเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง จากการทดลองส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทางไม่ค่อยดีเท่าที่ควรเนื่องจากเราต้องการสัญญาณ Ring back tone เป็นตัวดีเทคแต่ความถี่ของ Ring back tone ไม่ค่อย Stable ในบางครั้งค่อนข้างห่าง 425 Hz ส่วนของชุดเรียกซ้ำยังทำงานได้ค่อนข้างมีปัญหาเนื่องจากสัญญาณที่มาจากสายโทรศัพท์มี NOISE เข้ามาด้วย

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน

เนื่องจากอุปกรณ์บางส่วนในปัจจุบันได้เลิกทำการผลิตไปแล้ว และสัญญาณที่มาทางสายโทรศัพท์มีสัญญาณรบกวนมากจึงทำให้การทดลองในแต่ละพื้นที่ต้องทำการปรับวงจรชุดดีเทคใหม่ตลอดที่ทำการย้ายสถานที่ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


1. ก้องเกียรติ ณ สีมา ทฤษฎีและการใช้งานไอซีไทม์เมอร์ 555 บริษัท อิเล็กทรอนิกส์ เวิลด์ จำกัด มกราคม พ.ศ.2528

2. อินทิรา สมหมาย อิเลคทรอนิคส์สมัครเล่น บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด ธันวาคม พ.ศ.2536

3. กฤษดา วิศวธีรานนท์ เรียน/เล่น/ใช้ ไอซีดิจิตอล บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) พ.ศ. 2537

4. นภัทร วัจนเทพินทร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ กรุงเทพฯ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด พ.ศ.2539

5. ยืน ภู่วรวรรณ ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 3 บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) พ.ศ.2531

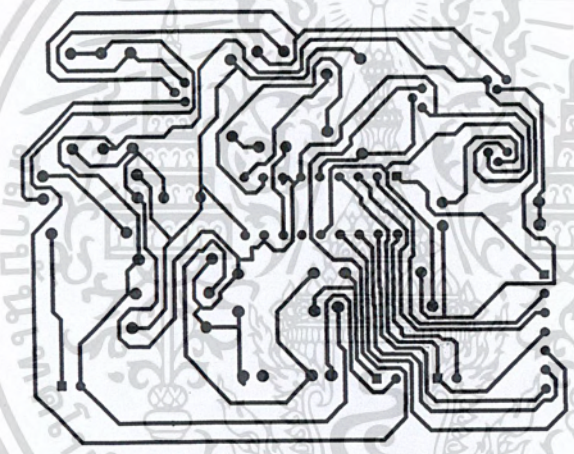


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ก.**

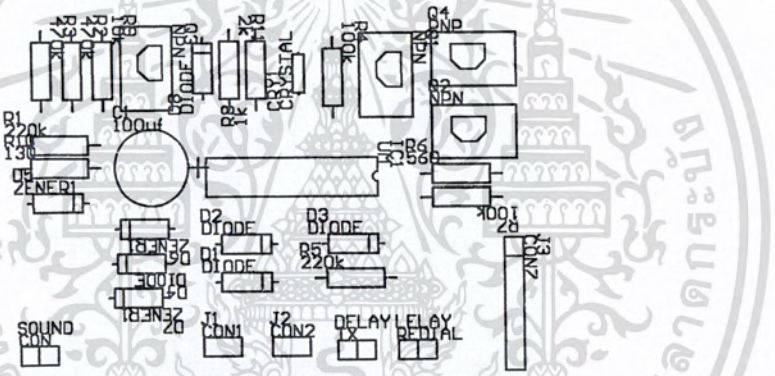
**ลายทองแดงและตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของโครงงาน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



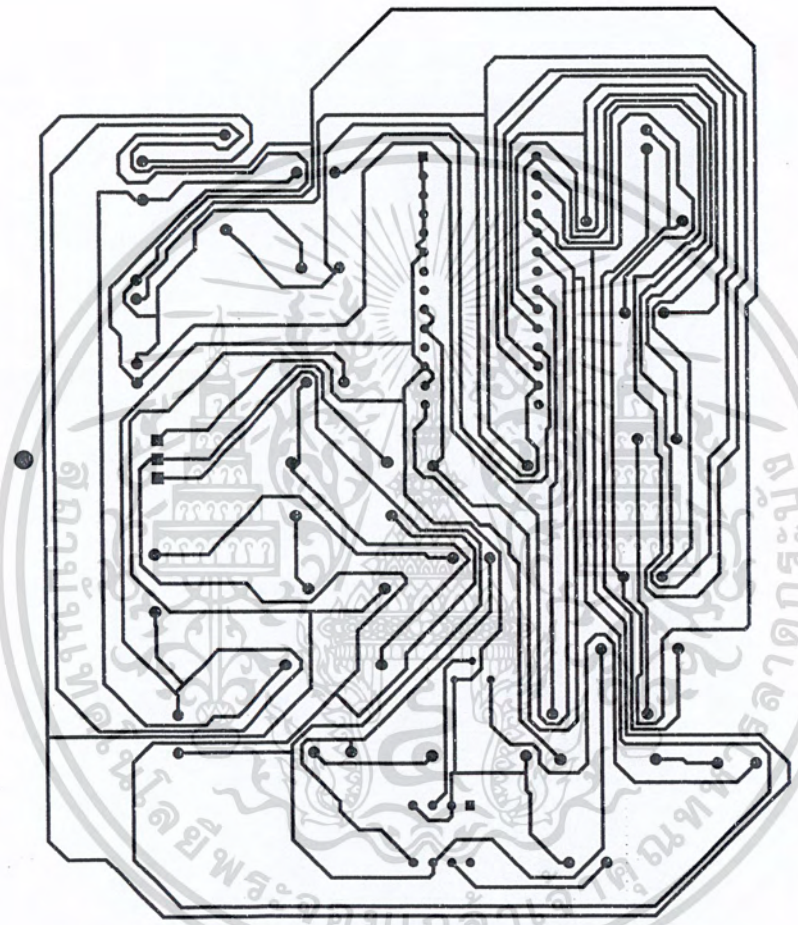
ลายทองแดงของวงจรชุดเรียกอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



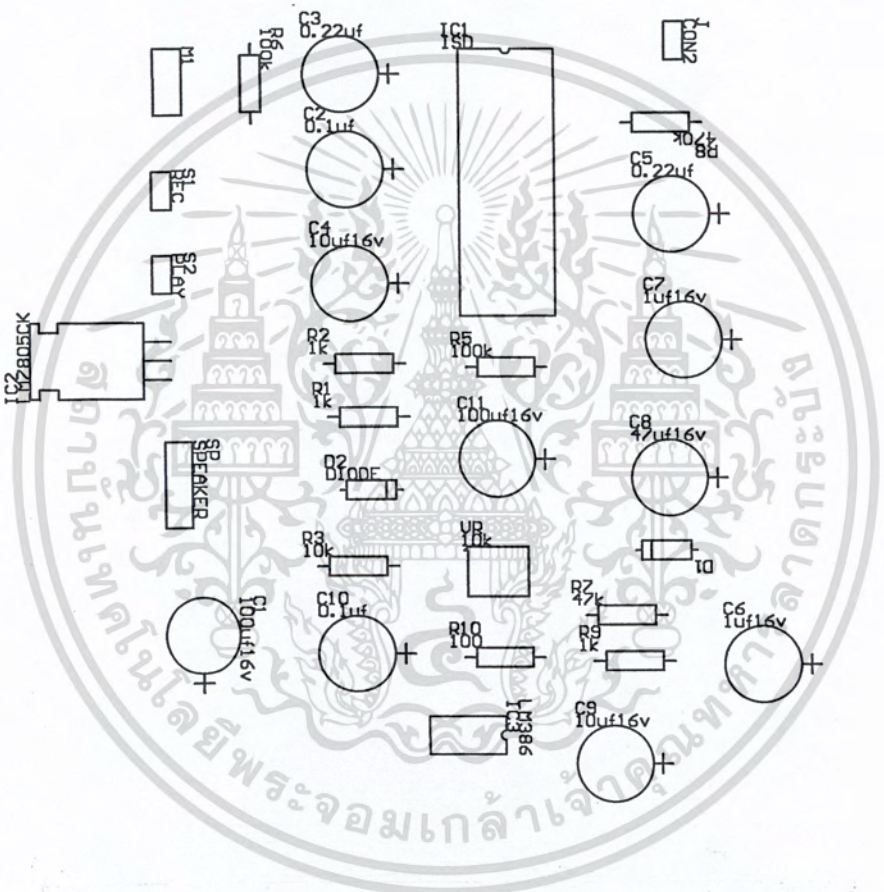

**ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรชุดเรียกอัตโนมัติ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



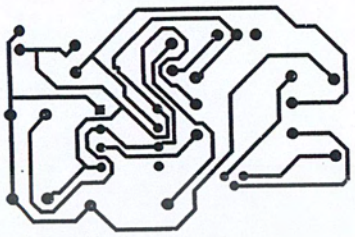
**ลายทองแดงของวงจรบันทึกเสียงอัตโนมัติระบบดิจิตอล**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

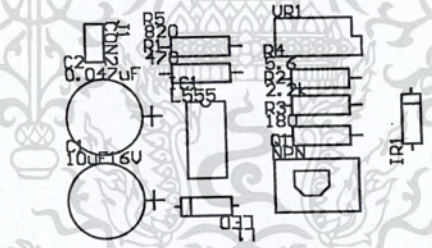



**ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียงอัตโนมัติระบบดิจิตอล**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

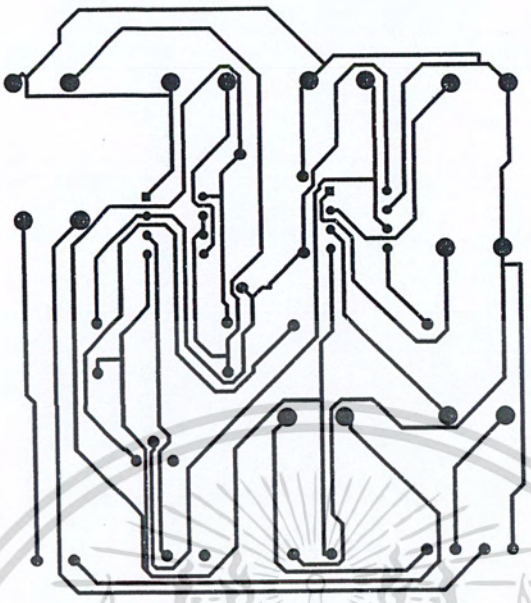


**ลายทองแดงของวงจรอินฟาเรดภาคส่ง**

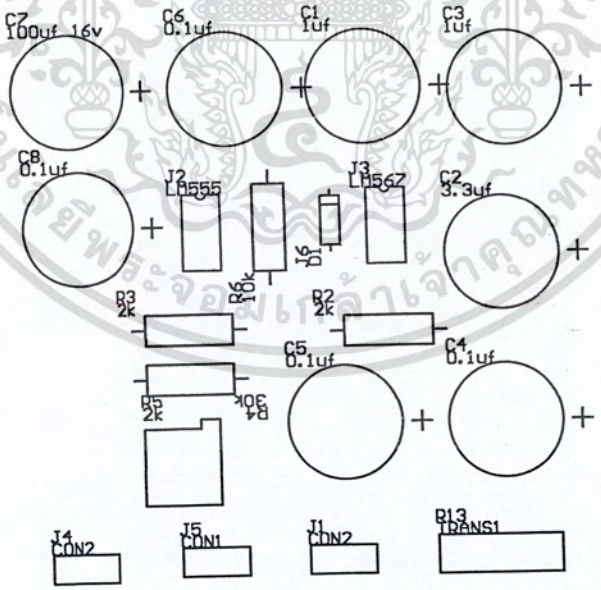



**ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรอินฟาเรดภาคส่ง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลายทองแดงของวงจรดีเทคเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง




ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรดีเทคเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ข.**

**ข้อมูลไอซี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

May 1999

National Semiconductor

# 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

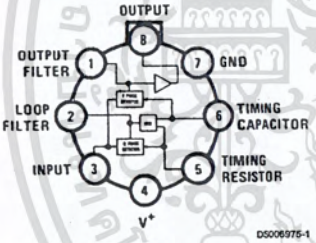
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 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

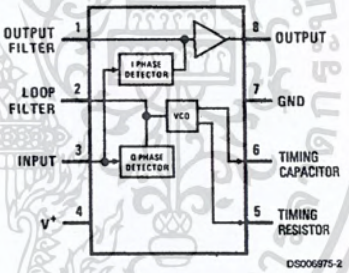
## Connection Diagrams

**Metal Can Package**




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

**Dual-In-Line and Small Outline Packages**




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

© 1999 National Semiconductor Corporation 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Absolute Maximum Ratings (Note 1)

**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 2) | 1100 mW |
| $V_8$ | 15V |
| $V_3$ | −10V |
| $V_3$ | $V_4$ + 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°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 | | kΩ |
| Smallest Detectable Input Voltage | $I_L$ = 100 mA, $f_i = f_o$ | | 20 | 25 | | 20 | 25 | mVrms |
| Largest No Output Input Voltage | $I_C$ = 100 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 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 | | | ±0.1 | | | ±0.1 | | %/°C |
| Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage | 4.75–6.75V | | ±1 | ±2 | | ±1 | ±5 | %V |
| Highest Center Frequency | | 100 | 500 | | 100 | 500 | | kHz |
| Center Frequency Stability (4.75–5.75V) | 0 < $T_A$ < 70<br>−55 < $T_A$ < +125 | | 35 ± 60<br>35 ± 140 | | | 35 ± 60<br>35 ± 140 | | ppm/°C<br>ppm/°C |
| Center Frequency Shift with Supply Voltage | 4.75V–6.75V<br>4.75V–9V | | 0.5 | 1.0<br>2.0 | | 0.4 | 2.0<br>2.0 | %/V<br>%/V |
| Fastest ON-OFF Cycling Rate | | | $f_o$/20 | | | $f_o$/20 | | |
| Output Leakage Current | $V_8$ = 15V | | 0.01 | 25 | | 0.01 | 25 | µA |
| Output Saturation Voltage | $e_i$ = 25 mV, $I_8$ = 30 mA<br>$e_i$ = 25 mV, $I_8$ = 100 mA | | 0.2<br>0.6 | 0.4<br>1.0 | | 0.2<br>0.6 | 0.4<br>1.0 | V |
| Output Fall Time | | | 30 | | | 30 | | ns |
| Output Rise Time | | | 150 | | | 150 | | ns |

**Note 1:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

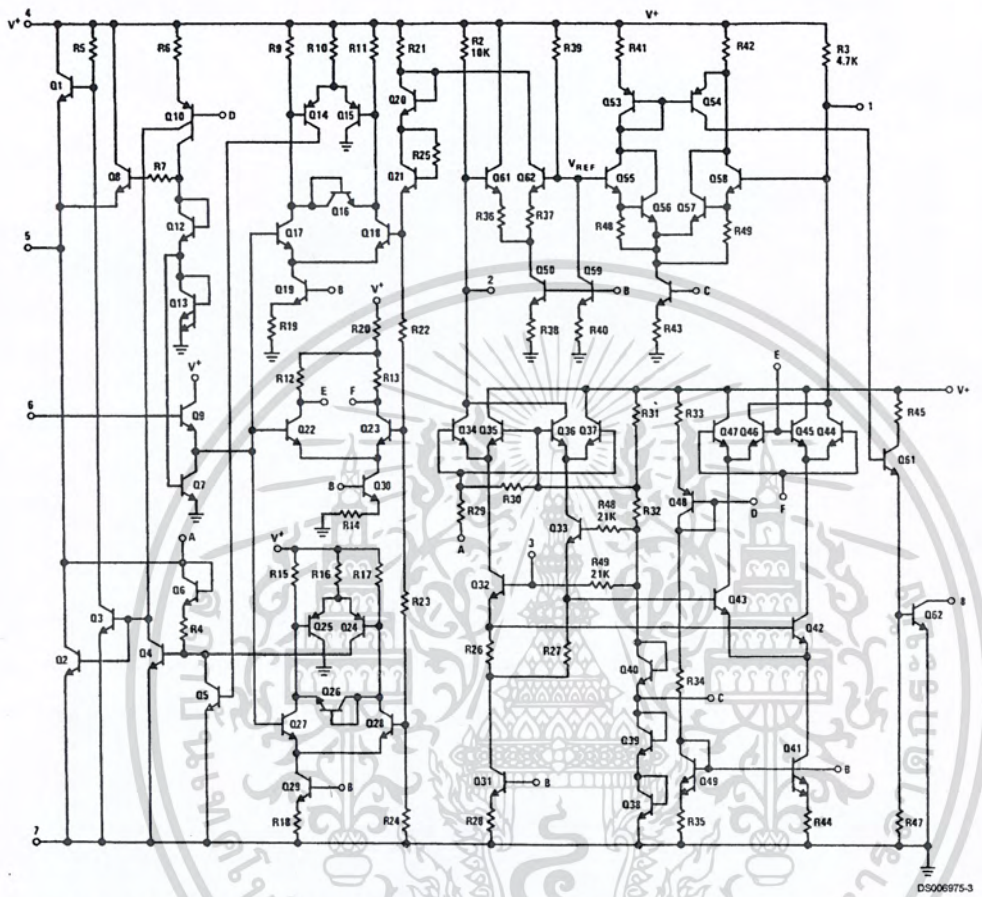
**Note 2:** The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on 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 3:** Refer to RETS567X drawing for specifications of military LM567H version.



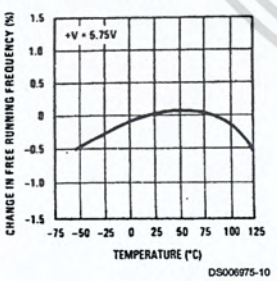
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Schematic Diagram



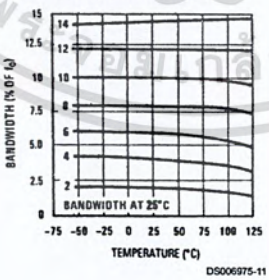

## Typical Performance Characteristics

### Typical Frequency Drift



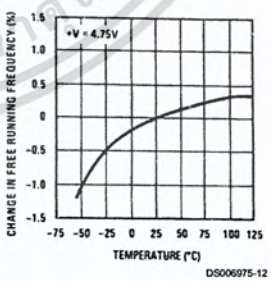

DS006975-10

### Typical Bandwidth Variation




DS006975-11

### Typical Frequency Drift



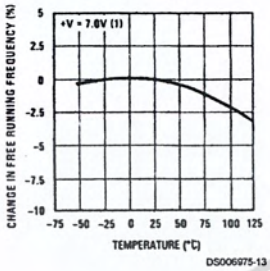

DS006975-12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

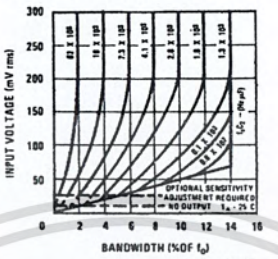
## Typical Performance Characteristics (Continued)

### Typical Frequency Drift



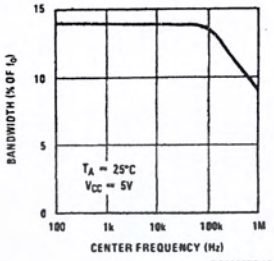

DS006975-13

### Bandwidth vs Input Signal Amplitude



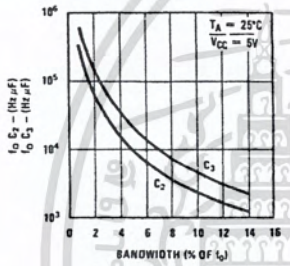

DS006975-14

### Largest Detection Bandwidth



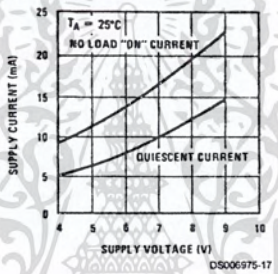

DS006975-15

### Detection Bandwidth as a Function of $C_2$ and $C_3$



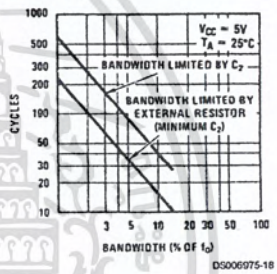

DS006975-16

### Typical Supply Current vs Supply Voltage



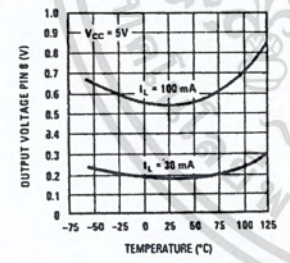

DS006975-17

### Greatest Number of Cycles Before Output




DS006975-18

### Typical Output Voltage vs Temperature



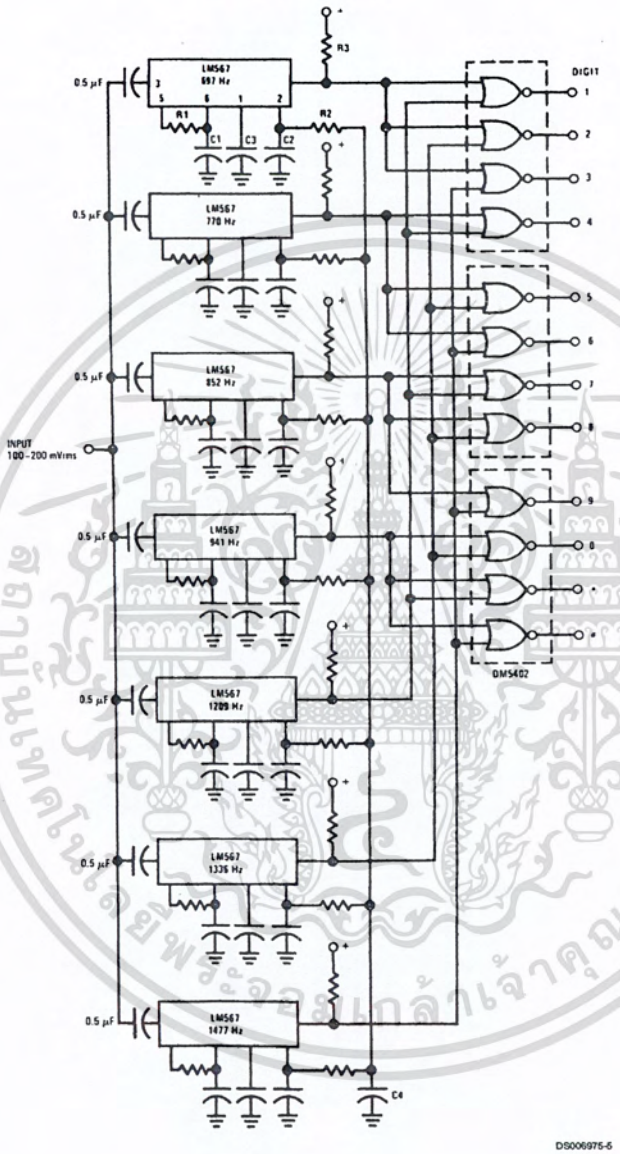

DS006975-19



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Typical Applications

**Touch-Tone Decoder**




DS006975-5

**Component values (typ)**

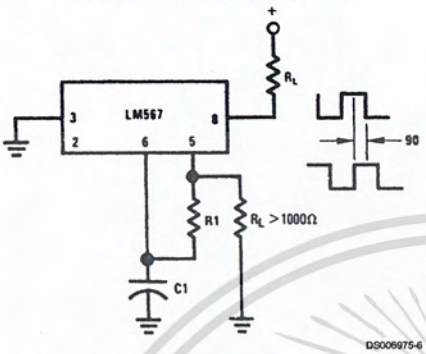
| | |
|---|---|
| R1 | 6.8 to 15k |
| R2 | 4.7k |
| R3 | 20k |
| C1 | 0.10 mfd |
| C2 | 1.0 mfd 6V |
| C3 | 2.2 mfd 6V |
| C4 | 250 mfd 6V |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

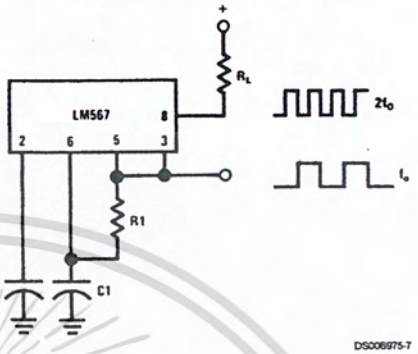
## Typical Applications (Continued)

**Oscillator with Quadrature Output**

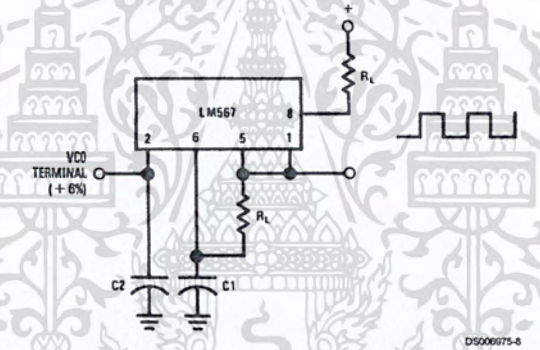



Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

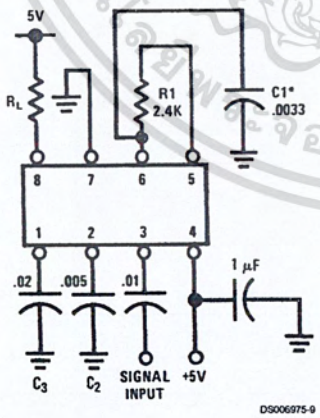
**Oscillator with Double Frequency Output**




**Precision Oscillator Drive 100 mA Loads**




## AC Test Circuit




$f_i$ = 100 kHz + 5V

***Note:** Adjust for $f_o$ = 100 kHz.

## Applications Information

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

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

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:

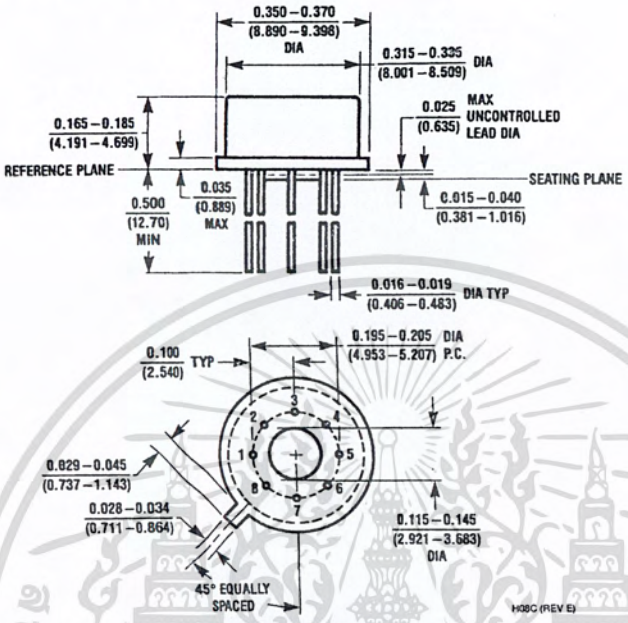
$V_i$ = Input voltage (volts rms), $V_i \leq 200$ mV

$C_2$ = Capacitance at Pin 2 (µF)

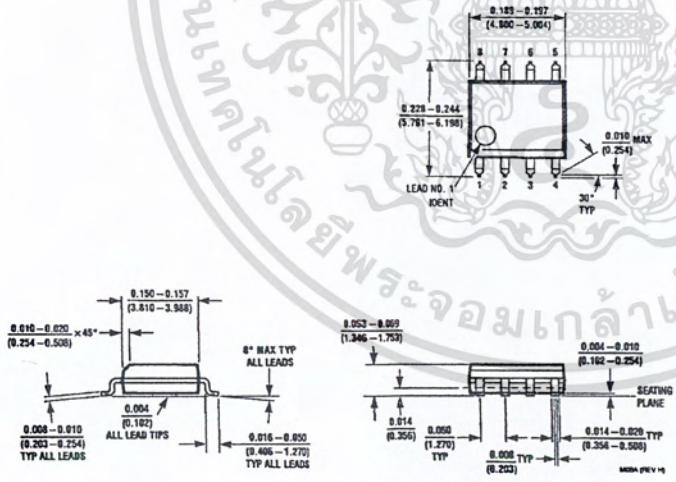


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted




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

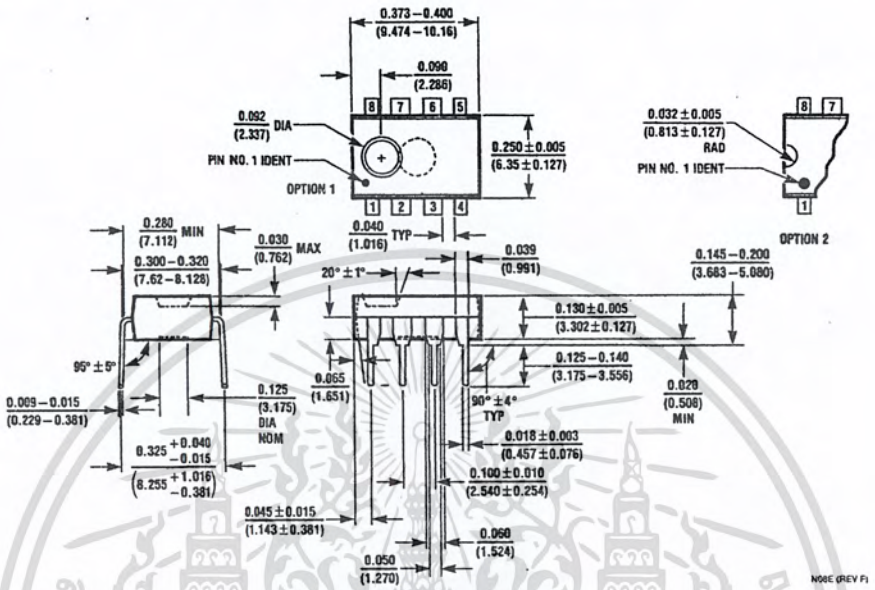



**Small Outline Package (M)**
**Order Number LM567CM**
**NS Package Number M08A**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (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 AND GENERAL COUNSEL 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.

**National Semiconductor Corporation**
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

**National Semiconductor Europe**
Fax: +49 (0) 1 80-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 1 80-530 85 85
English Tel: +49 (0) 1 80-532 78 32
Français Tel: +49 (0) 1 80-532 93 58
Italiano Tel: +49 (0) 1 80-534 16 80

**National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group**
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: sea.support@nsc.com

**National Semiconductor Japan Ltd.**
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

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

National Semiconductor

February 2000

# LM555
# Timer

## General Description

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

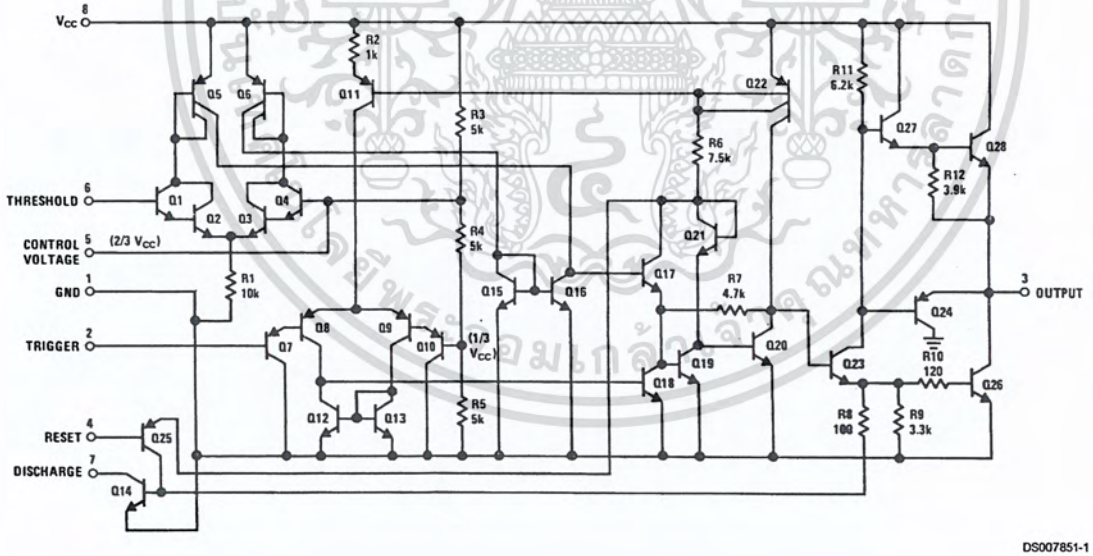
## Features

- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output
- Available in 8-pin MSOP package

## Applications

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

## Schematic Diagram



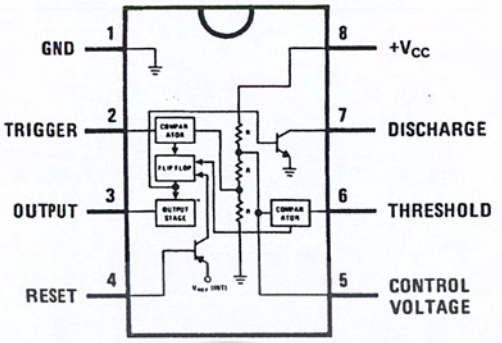

DS007851-1

© 2000 National Semiconductor Corporation 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Connection Diagram

**Dual-In-Line, Small Outline and Molded Mini Small Outline Packages**




DS007851-3

**Top View**

## Ordering Information

| Package | Part Number | Package Marking | Media Transport | NSC Drawing |
|---|---|---|---|---|
| 8-Pin SOIC | LM555CM | LM555CM | Rails | M08A |
| | LM555CMX | LM555CM | 2.5k Units Tape and Reel | |
| 8-Pin MSOP | LM555CMM | Z55 | 1k Units Tape and Reel | MUA08A |
| | LM555CMMX | Z55 | 3.5k Units Tape and Reel | |
| 8-Pin MDIP | LM555CN | LM555CN | Rails | N08E |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Absolute Maximum Ratings (Note 2)

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

| | |
|---|---|
| Supply Voltage | +18V |
| Power Dissipation (Note 3) | |
| LM555CM, LM555CN | 1180 mW |
| LM555CMM | 613 mW |
| Operating Temperature Ranges | |
| LM555C | 0°C to +70°C |
| Storage Temperature Range | −65°C to +150°C |

Soldering Information

| | |
|---|---|
| Dual-In-Line Package | |
| Soldering (10 Seconds) | 260°C |
| Small Outline Packages (SOIC and MSOP) | |
| Vapor Phase (60 Seconds) | 215°C |
| Infrared (15 Seconds) | 220°C |

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

## Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

($T_A$ = 25°C, $V_{CC}$ = +5V to +15V, unless othewise specified)

| Parameter | Conditions | Limits | | | Units |
|---|---|---|---|---|---|
| | | LM555C | | | |
| | | Min | Typ | Max | |
| Supply Voltage | | 4.5 | | 16 | V |
| Supply Current | $V_{CC}$ = 5V, $R_L$ = ∞ | | 3 | 6 | mA |
| | $V_{CC}$ = 15V, $R_L$ = ∞ (Low State) (Note 4) | | 10 | 15 | mA |
| Timing Error, Monostable | | | | | |
| Initial Accuracy | | | 1 | | % |
| Drift with Temperature | $R_A$ = 1k to 100kΩ, C = 0.1µF, (Note 5) | | 50 | | ppm/°C |
| Accuracy over Temperature | | | 1.5 | | % |
| Drift with Supply | | | 0.1 | | %/V |
| Timing Error, Astable | | | | | |
| Initial Accuracy | | | 2.25 | | % |
| Drift with Temperature | $R_A$, $R_B$ = 1k to 100kΩ, C = 0.1µF, (Note 5) | | 150 | | ppm/°C |
| Accuracy over Temperature | | | 3.0 | | % |
| Drift with Supply | | | 0.30 | | %/V |
| Threshold Voltage | | | 0.667 | | x $V_{CC}$ |
| Trigger Voltage | $V_{CC}$ = 15V | | 5 | | V |
| | $V_{CC}$ = 5V | | 1.67 | | V |
| Trigger Current | | | 0.5 | 0.9 | µA |
| Reset Voltage | | 0.4 | 0.5 | 1 | V |
| Reset Current | | | 0.1 | 0.4 | mA |
| Threshold Current | (Note 6) | | 0.1 | 0.25 | µA |
| Control Voltage Level | $V_{CC}$ = 15V | 9 | 10 | 11 | V |
| | $V_{CC}$ = 5V | 2.6 | 3.33 | 4 | V |
| Pin 7 Leakage Output High | | | 1 | 100 | nA |
| Pin 7 Sat (Note 7) | | | | | |
| Output Low | $V_{CC}$ = 15V, $I_7$ = 15mA | | 180 | | mV |
| Output Low | $V_{CC}$ = 4.5V, $I_7$ = 4.5mA | | 80 | 200 | mV |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Electrical Characteristics (Notes 1, 2) (Continued)

($T_A$ = 25°C, $V_{CC}$ = +5V to +15V, unless othewise specified)

| Parameter | Conditions | Limits | | | Units |
|---|---|---|---|---|---|
| | | LM555C | | | |
| | | Min | Typ | Max | |
| Output Voltage Drop (Low) | $V_{CC}$ = 15V | | | | |
| | $I_{SINK}$ = 10mA | | 0.1 | 0.25 | V |
| | $I_{SINK}$ = 50mA | | 0.4 | 0.75 | V |
| | $I_{SINK}$ = 100mA | | 2 | 2.5 | V |
| | $I_{SINK}$ = 200mA | | 2.5 | | V |
| | $V_{CC}$ = 5V | | | | |
| | $I_{SINK}$ = 8mA | | | | V |
| | $I_{SINK}$ = 5mA | | 0.25 | 0.35 | V |
| Output Voltage Drop (High) | $I_{SOURCE}$ = 200mA, $V_{CC}$ = 15V | | 12.5 | | V |
| | $I_{SOURCE}$ = 100mA, $V_{CC}$ = 15V | 12.75 | 13.3 | | V |
| | $V_{CC}$ = 5V | 2.75 | 3.3 | | V |
| Rise Time of Output | | | 100 | | ns |
| Fall Time of Output | | | 100 | | ns |

**Note 1:** All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.

**Note 2:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

**Note 3:** For operating at elevated temperatures the device must be derated above 25°C based on a +150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 106°C/W (DIP), 170°C/W (S0-8), and 204°C/W (MSOP) junction to ambient.

**Note 4:** Supply current when output high typically 1 mA less at $V_{CC}$ = 5V.

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

**Note 6:** This will determine the maximum value of $R_A + R_B$ for 15V operation. The maximum total ($R_A + R_B$) is 20MΩ.

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

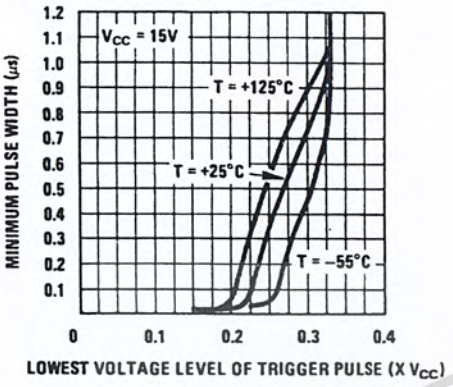
**Note 8:** Refer to RETS555X drawing of military LM555H and LM555J versions for specifications.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

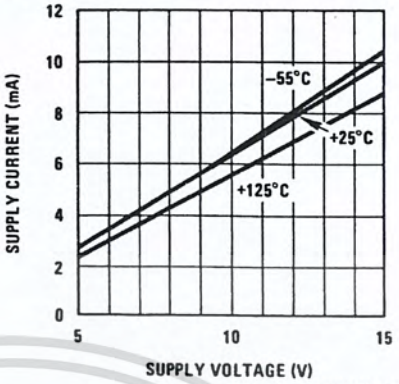
## Typical Performance Characteristics

**Minimuim Pulse Width Required for Triggering**



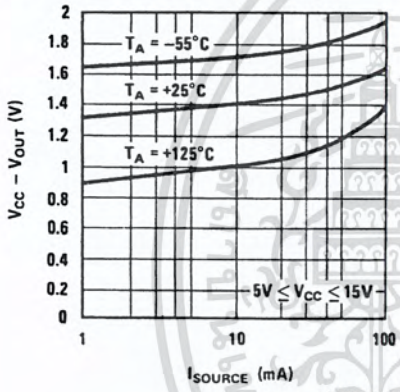

DS007851-4

**Supply Current vs. Supply Voltage**



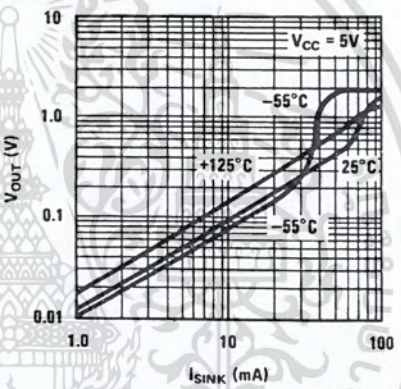

DS007851-19

**High Output Voltage vs. Output Source Current**



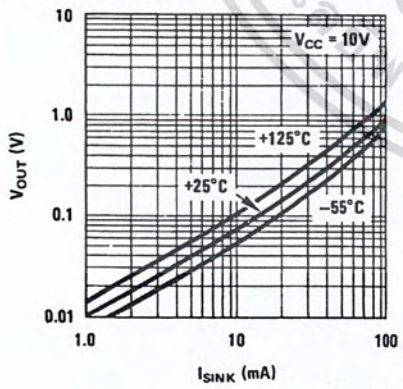

DS007851-20

**Low Output Voltage vs. Output Sink Current**



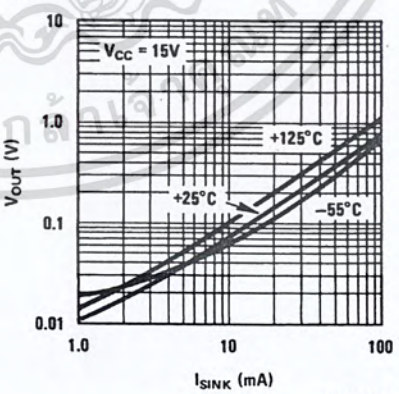

DS007851-21

**Low Output Voltage vs. Output Sink Current**




DS007851-22

**Low Output Voltage vs. Output Sink Current**



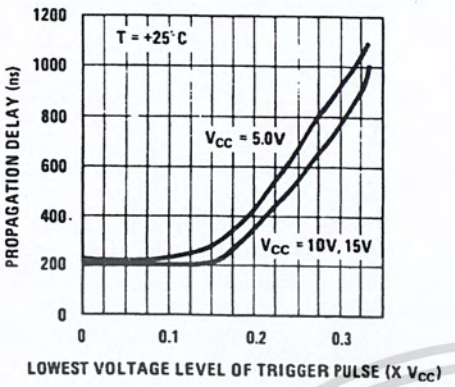

DS007851-23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

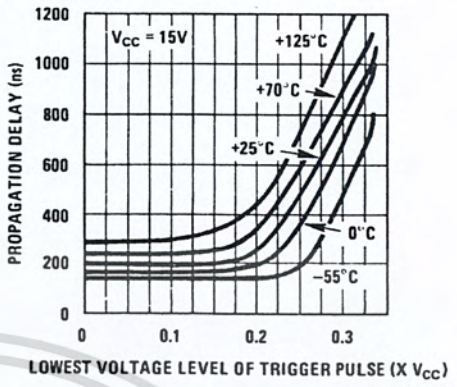
## Typical Performance Characteristics (Continued)

**Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse**



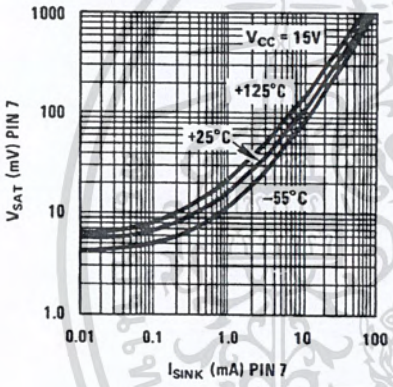

DS007851-24

**Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse**



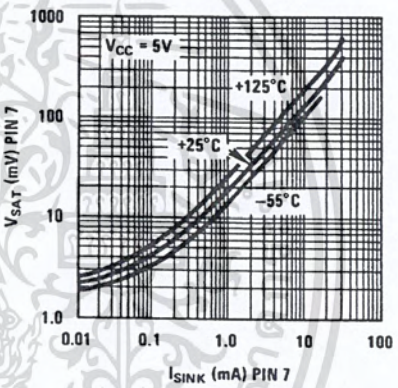

DS007851-25

**Discharge Transistor (Pin 7) Voltage vs. Sink Current**




DS007851-26

**Discharge Transistor (Pin 7) Voltage vs. Sink Current**




DS007851-27



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Applications Information

## MONOSTABLE OPERATION

In this mode of operation, the timer functions as a one-shot (*Figure 1*). The external capacitor is initially held discharged by a transistor inside the timer. Upon application of a negative trigger pulse of less than 1/3 $V_{CC}$ to pin 2, the flip-flop is set which both releases the short circuit across the capacitor and drives the output high.

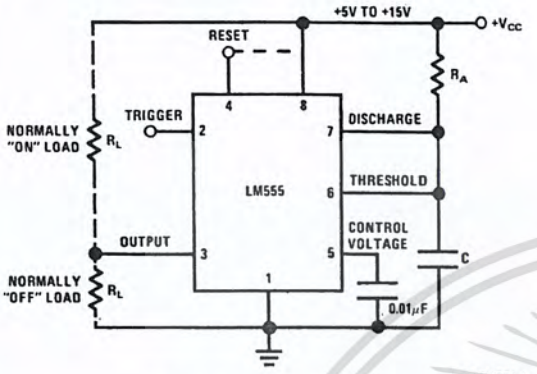
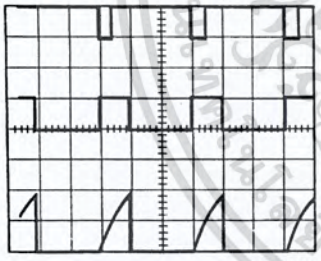



**FIGURE 1. Monostable**

The voltage across the capacitor then increases exponentially for a period of t = 1.1 $R_A$ C, at the end of which time the voltage equals 2/3 $V_{CC}$. The comparator then resets the flip-flop which in turn discharges the capacitor and drives the output to its low state. *Figure 2* shows the waveforms generated in this mode of operation. Since the charge and the threshold level of the comparator are both directly proportional to supply voltage, the timing internal is independent of supply.




$V_{CC}$ = 5V
TIME = 0.1 ms/DIV.
$R_A$ = 9.1kΩ
C = 0.01µF

Top Trace: Input 5V/Div.
Middle Trace: Output 5V/Div.
Bottom Trace: Capacitor Voltage 2V/Div.

**FIGURE 2. Monostable Waveforms**

During the timing cycle when the output is high, the further application of a trigger pulse will not effect the circuit so long as the trigger input is returned high at least 10µs before the end of the timing interval. However the circuit can be reset during this time by the application of a negative pulse to the reset terminal (pin 4). The output will then remain in the low state until a trigger pulse is again applied.

When the reset function is not in use, it is recommended that it be connected to $V_{CC}$ to avoid any possibility of false triggering.

*Figure 3* is a nomograph for easy determination of R, C values for various time delays.

**NOTE:** In monostable operation, the trigger should be driven high before the end of timing cycle.

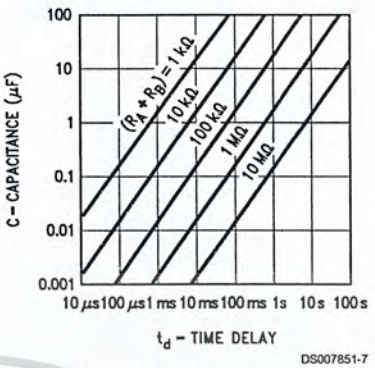



**FIGURE 3. Time Delay**

## ASTABLE OPERATION

If the circuit is connected as shown in *Figure 4* (pins 2 and 6 connected) it will trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through $R_A$ + $R_B$ and discharges through $R_B$. Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

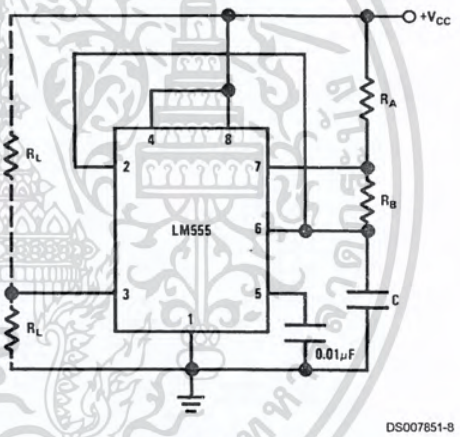



**FIGURE 4. Astable**

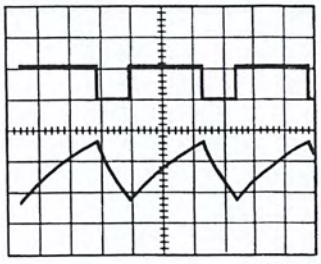
In this mode of operation, the capacitor charges and discharges between 1/3 $V_{CC}$ and 2/3 $V_{CC}$. As in the triggered mode, the charge and discharge times, and therefore the frequency are independent of the supply voltage.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Applications Information (Continued)

*Figure 5* shows the waveforms generated in this mode of operation.




$V_{CC}$ = 5V Top Trace: Output 5V/Div.
TIME = 20μs/DIV. Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/Div.
$R_A$ = 3.9kΩ
$R_B$ = 3kΩ
C = 0.01μF

**FIGURE 5. Astable Waveforms**

The charge time (output high) is given by:

$$t_1 = 0.693\ (R_A + R_B)\ C$$

And the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.693\ (R_B)\ C$$

Thus the total period is:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693\ (R_A + 2R_B)\ C$$

The frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)\ C}$$

*Figure 6* may be used for quick determination of these RC values.

The duty cycle is:

$$D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

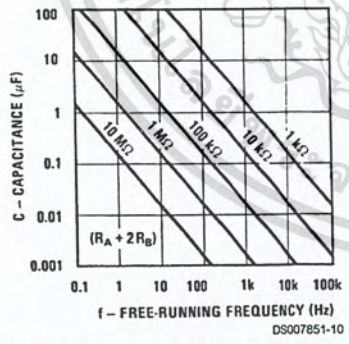
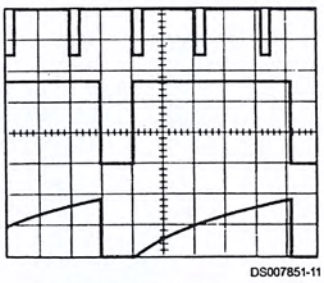



**FIGURE 6. Free Running Frequency**

### FREQUENCY DIVIDER

The monostable circuit of *Figure 1* can be used as a frequency divider by adjusting the length of the timing cycle. *Figure 7* shows the waveforms generated in a divide by three circuit.




$V_{CC}$ = 5V Top Trace: Input 4V/Div.
TIME = 20μs/DIV. Middle Trace: Output 2V/Div.
$R_A$ = 9.1kΩ Bottom Trace: Capacitor 2V/Div.
C = 0.01μF

**FIGURE 7. Frequency Divider**

### PULSE WIDTH MODULATOR

When the timer is connected in the monostable mode and triggered with a continuous pulse train, the output pulse width can be modulated by a signal applied to pin 5. *Figure 8* shows the circuit, and in *Figure 9* are some waveform examples.

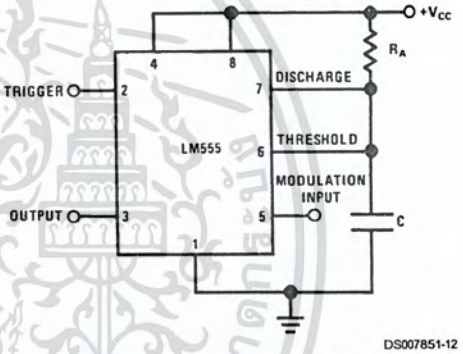
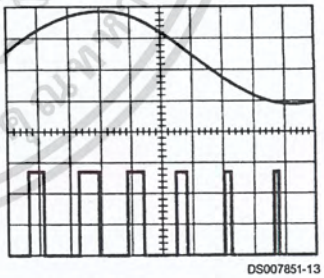



**FIGURE 8. Pulse Width Modulator**




$V_{CC}$ = 5V Top Trace: Modulation 1V/Div.
TIME = 0.2 ms/DIV. Bottom Trace: Output Voltage 2V/Div.
$R_A$ = 9.1kΩ
C = 0.01μF

**FIGURE 9. Pulse Width Modulator**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Applications Information (Continued)

### PULSE POSITION MODULATOR

This application uses the timer connected for astable operation, as in *Figure 10*, with a modulating signal again applied to the control voltage terminal. The pulse position varies with the modulating signal, since the threshold voltage and hence the time delay is varied. *Figure 11* shows the waveforms generated for a triangle wave modulation signal.

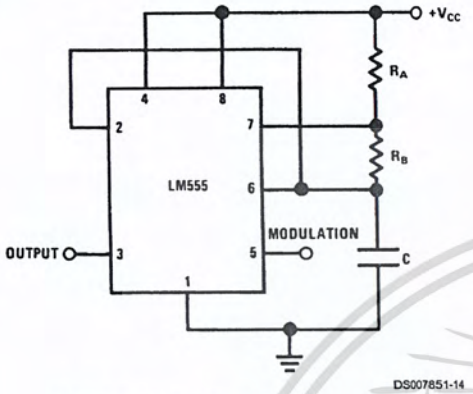
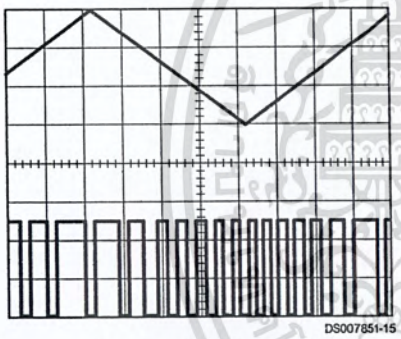



**FIGURE 10. Pulse Position Modulator**




$V_{CC}$ = 5V
TIME = 0.1 ms/DIV.
$R_A$ = 3.9kΩ
$R_B$ = 3kΩ
C = 0.01μF

Top Trace: Modulation Input 1V/Div.
Bottom Trace: Output 2V/Div.

**FIGURE 11. Pulse Position Modulator**

### LINEAR RAMP

When the pullup resistor, $R_A$, in the monostable circuit is replaced by a constant current source, a linear ramp is generated. *Figure 12* shows a circuit configuration that will perform this function.

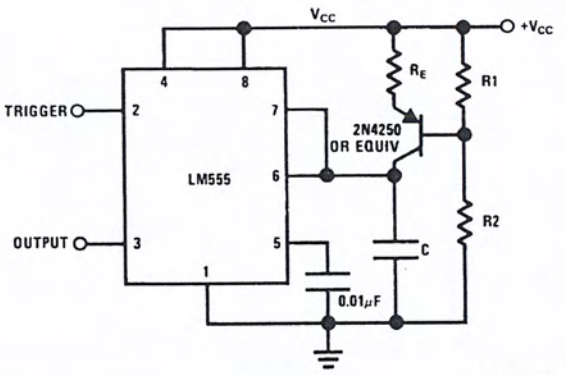


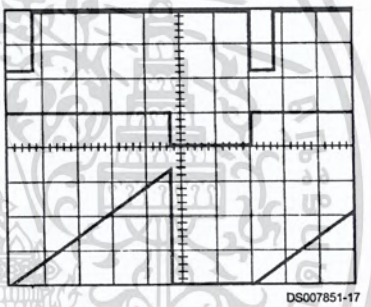

**FIGURE 12.**

*Figure 13* shows waveforms generated by the linear ramp. The time interval is given by:

$$T = \frac{2/3\, V_{CC}\, R_E\, (R_1 + R_2)\, C}{R_1\, V_{CC} - V_{BE}\, (R_1 + R_2)}$$

$$V_{BE} \cong 0.6V$$

$$V_{BE} \simeq 0.6V$$




$V_{CC}$ = 5V
TIME = 20μs/DIV.
$R_1$ = 47kΩ
$R_2$ = 100kΩ
$R_E$ = 2.7 kΩ
C = 0.01 μF

Top Trace: Input 3V/Div.
Middle Trace: Output 5V/Div.
Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/Div.

**FIGURE 13. Linear Ramp**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Applications Information (Continued)

### 50% DUTY CYCLE OSCILLATOR

For a 50% duty cycle, the resistors $R_A$ and $R_B$ may be connected as in *Figure 14*. The time period for the output high is the same as previous, $t_1 = 0.693\ R_A\ C$. For the output low it is $t_2$ =

$$\left[(R_A R_B)/(R_A + R_B)\right] C\ \ell n \left[\frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A}\right]$$

Thus the frequency of oscillation is

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2}$$

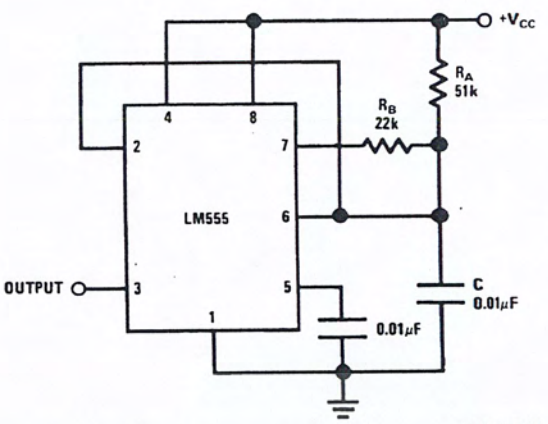



**FIGURE 14. 50% Duty Cycle Oscillator**

Note that this circuit will not oscillate if $R_B$ is greater than 1/2 $R_A$ because the junction of $R_A$ and $R_B$ cannot bring pin 2 down to 1/3 $V_{CC}$ and trigger the lower comparator.

### ADDITIONAL INFORMATION

Adequate power supply bypassing is necessary to protect associated circuitry. Minimum recommended is 0.1µF in parallel with 1µF electrolytic.

Lower comparator storage time can be as long as 10µs when pin 2 is driven fully to ground for triggering. This limits the monostable pulse width to 10µs minimum.

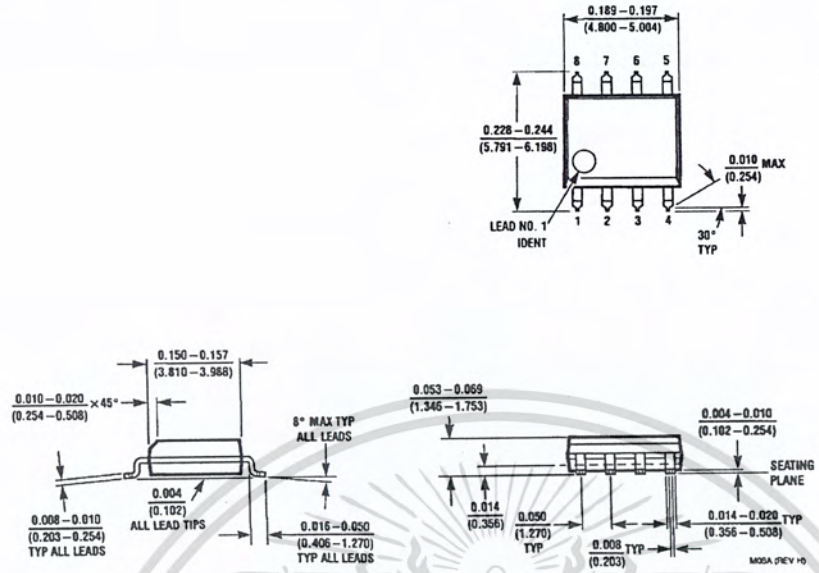
Delay time reset to output is 0.47µs typical. Minimum reset pulse width must be 0.3µs, typical.

Pin 7 current switches within 30ns of the output (pin 3) voltage.

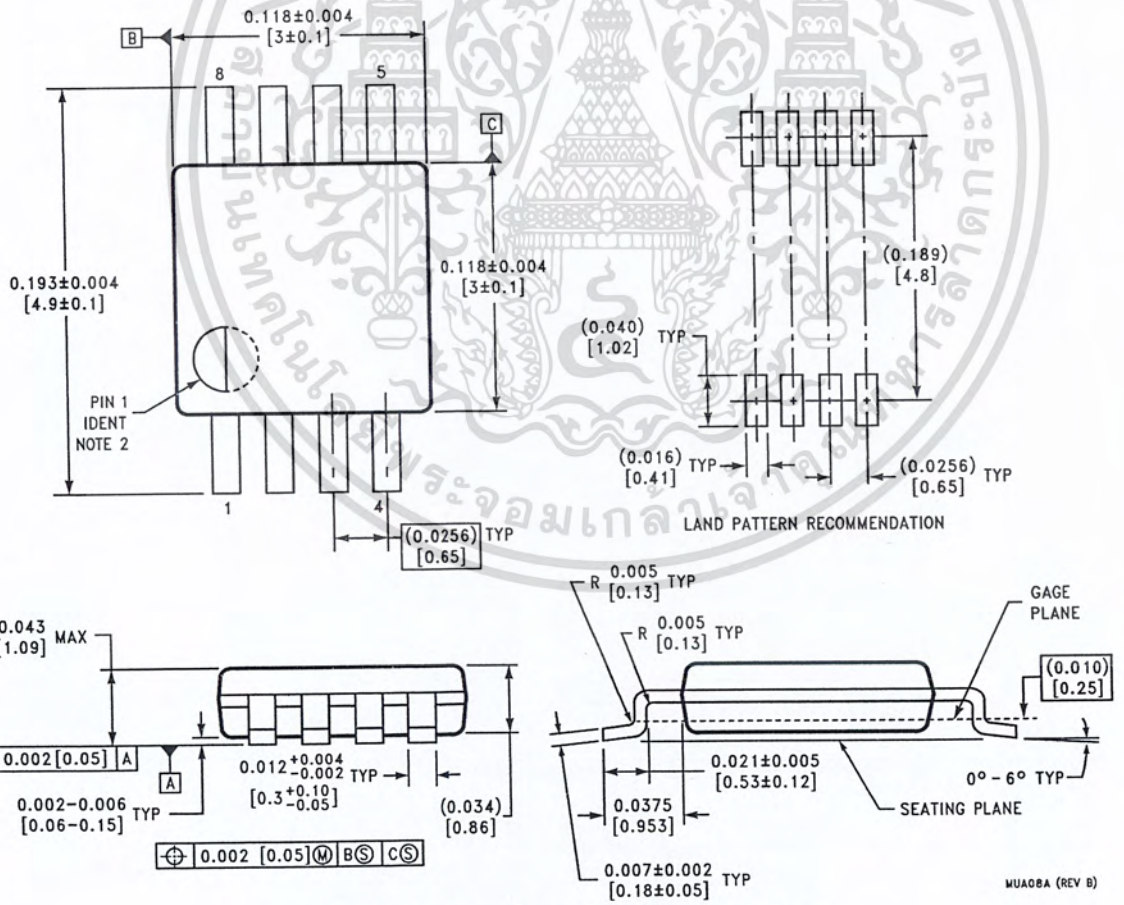


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted




**Small Outline Package (M)**
**NS Package Number M08A**

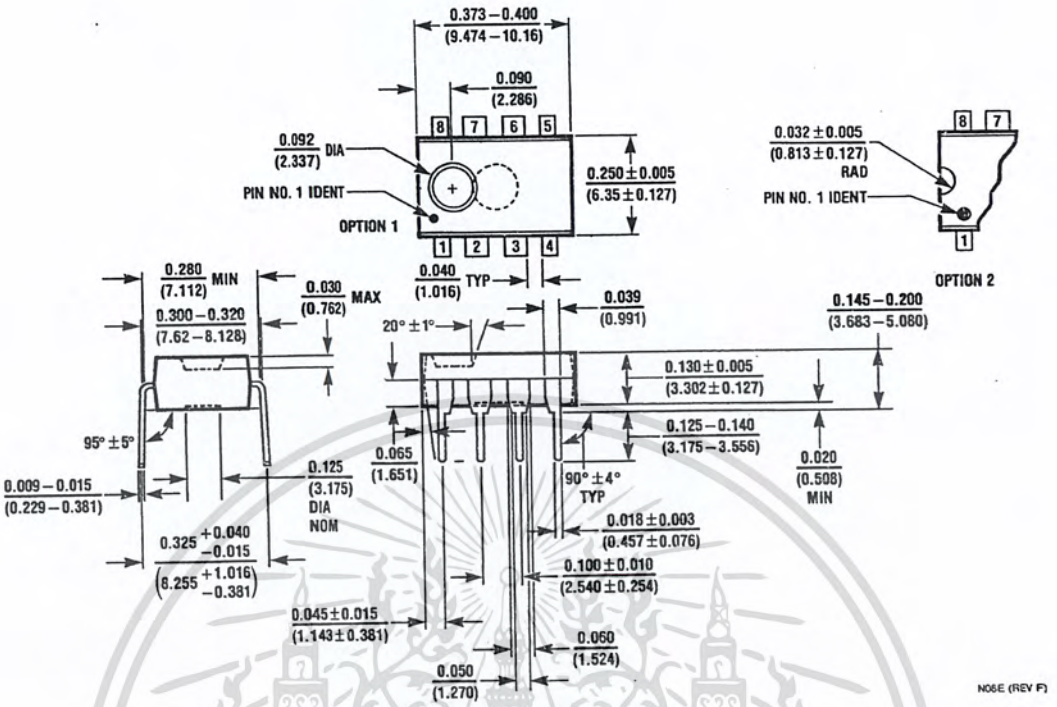



**8-Lead (0.118" Wide) Molded Mini Small Outline Package**
**NS Package Number MUA08A**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)




**Molded Dual-In-Line Package (N)**
**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 AND GENERAL COUNSEL 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.

**National Semiconductor Corporation**
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

**National Semiconductor Europe**
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

**National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group**
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

**National Semiconductor Japan Ltd.**
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

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

Jameco Part Number 107334

ChipCorder®
TECHNOLOGY BY ISD

# ISD1400 Series

## Single-Chip Voice Record/Playback Devices 16- and 20-Second Durations

### GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD1400 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions to short-duration messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, and speaker amplifier. A minimum record/playback subsystem can be configured with a microphone, a speaker, several passives, two push-buttons, and a power source.

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, solid-state voice reproduction.

### FEATURES

- Easy-to-use single-chip voice Record/Playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Push-button interface
  - Playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of 16 and 20 seconds
- Automatic power-down mode
  - Enters standby mode immediately following a Record or Playback cycle
  - Standby current 0.5 μA (typical)
- Zero-power message storage
  - Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- No programmer or development system needed
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, DIP, and SOIC packaging
- Industrial temperature (–40°C to +85°C) versions available

2

**Table 2-38: ISD1400 Series Summary**

| Part Number | Minimum Duration (Seconds) | Input Sample Rate (KHz) | Typical Filter Pass Band (KHz) |
|---|---|---|---|
| ISD1416 | 16 | 8.0 | 3.3 |
| ISD1420 | 20 | 6.4 | 2.6 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## DETAILED DESCRIPTION

### Speech/Sound Quality

The ISD1400 Series includes devices offered at 6.4 and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. The speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization and compression associated with other solutions. Direct analog storage provides a very true, natural sounding reproduction of voice, music, tones, and sound effects not available with most solid-state digital solutions.

### Duration

To meet end system requirements, the ISD1400 Series offers single-chip solutions at 16 and 20 seconds.

### EEPROM Storage

One of the benefits of ISD's ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, providing zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years typically without power. In addition, the device can be re-recorded typically over 100,000 times.

### Basic Operation

The ISD1400 ChipCorder Series devices are controlled by a single Record signal, $\overline{REC}$, and either of two push-button control playback signals, $\overline{PLAYE}$ (edge-activated playback), and $\overline{PLAYL}$ (level-activated playback). The ISD1400 parts are configured for simplicity of design in a single-message application. Using the address lines will allow multiple message applications. Device operation is explained on page 2-70.

### Automatic Power-Down Mode

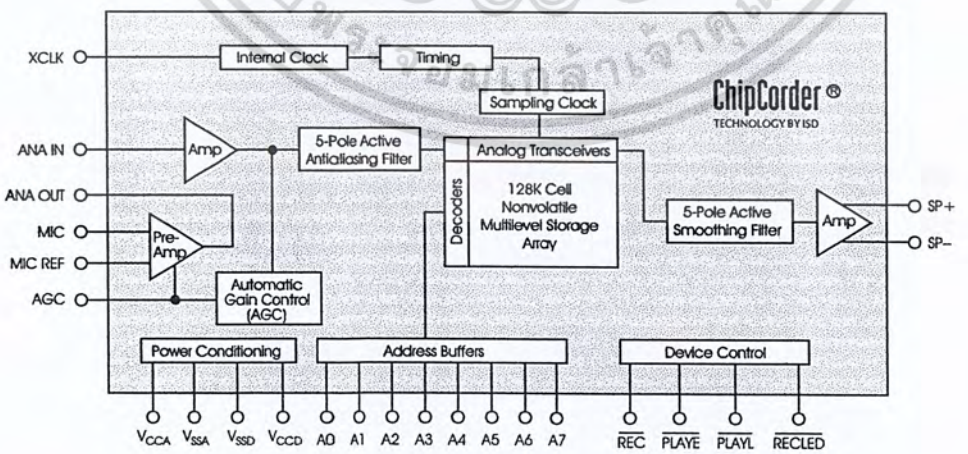
At the end of a Playback or Record cycle, the ISD1400 Series devices automatically return to a low-power standby mode, consuming typically 0.5 $\mu$A. During a Playback cycle, the device powers down automatically at the end of the message. During a Record cycle, the device powers down immediately after $\overline{REC}$ is released HIGH.

### Addressing (optional)

In addition to providing simple message playback, the ISD1400 Series provides a full addressing capability.

2

**Figure 2-16: ISD1400 Series Block Diagram**






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The ISD1400 Series storage array has 160 distinct addressable segments, providing the following resolutions. See Chapter 5, Application Information for ISD1400 address tables.

**Table 2-39: Device Playback/Record Durations**

| Part Number | Minimum Duration (Seconds) |
|---|---|
| ISD1416 | 100 ms |
| ISD1420 | 125 ms |

## PIN DESCRIPTION

***NOTE*** *The $\overline{REC}$ signal is debounced for 50 ms on the rising edge to prevent a false retriggering from a push-button switch.*

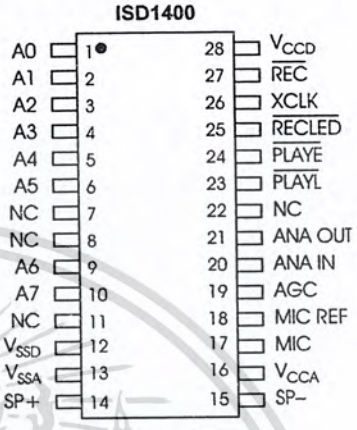
### Voltage Inputs ($V_{CCA}$, $V_{CCD}$)

Analog and digital circuits internal to the ISD1400 Series use separate power buses to minimize noise on the chip. These power buses are brought out to separate pins on the package and should be tied together as close to the supply as possible. It is important that the power supply be decoupled as close as possible to the package.

### Ground Inputs ($V_{SSA}$, $V_{SSD}$)

Similar to $V_{CCA}$ and $V_{CCD}$, the analog and digital circuits internal to the ISD1400 Series use separate ground buses to minimize noise. These pins should be tied together as close as possible to the device. The backside of the die is connected to $V_{SS}$ through the substrate resistance. In a chip-on-board design the die attach area must be connected to $V_{SS}$ or left floating.

**Figure 2-17: ISD1400 Series Pinouts**




***NOTE:*** *NC means Must Not Connect.*

### Record (REC)

The $\overline{REC}$ input is an active-LOW Record signal. The device records whenever $\overline{REC}$ is LOW. This signal must remain LOW for the duration of the Recording. $\overline{REC}$ takes precedence over either Playback ($\overline{PLAYE}$ or $\overline{PLAYL}$) signal. If $\overline{REC}$ is pulled LOW during a Playback cycle, the Playback immediately ceases and Recording begins.

A Record cycle is completed when $\overline{REC}$ is pulled HIGH or the memory space is filled.

An end-of-message marker (EOM) is internally recorded, enabling a subsequent Playback cycle to terminate appropriately. The device automatically powers down to standby mode when $\overline{REC}$ goes HIGH.

### Playback, Edge-Activated ($\overline{PLAYE}$)

When a LOW-going transition is detected on this input signal, a Playback cycle begins. Playback continues until an end-of-message (EOM) is encountered or the end of the memory space is reached. Upon completion of the Playback cycle, the device automatically powers down into standby mode. Taking $\overline{PLAYE}$ HIGH during a Playback cycle will not terminate the current cycle.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Playback, Level-Activated (PLAYL)

When this input signal transitions from HIGH to LOW, a Playback cycle is initiated. Playback continues until $\overline{\text{PLAYL}}$ is pulled HIGH, an EOM marker is detected, or the end of the memory space is reached. The device automatically powers down to standby mode upon completion of the Playback cycle.

---

***NOTE*** *In Playback, if either $\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$ is held LOW during EOM or OVERFLOW, the device will still enter standby and the internal oscillator and timing generator will stop. However, the rising edge of $\overline{\text{PLAYE}}$ and $\overline{\text{PLAYL}}$ are not debounced and any subsequent falling edge (particularly switch bounce) present on the input pins will initiate another Playback.*

---

### Record LED Output ($\overline{\text{RECLED}}$)

2

The output $\overline{\text{RECLED}}$ is LOW during a Record cycle. It can be used to drive an LED to provide feedback that a Record cycle is in progress. In addition, $\overline{\text{RECLED}}$ pulses LOW momentarily when an EOM is encountered in a Playback cycle.

### Microphone Input (MIC)

The microphone input transfers its signal to the on-chip preamplifier. An on-chip Automatic Gain Control (AGC) circuit controls the gain of this preamplifier from –15 to 24 dB. An external microphone should be AC coupled to this pin via a series capacitor. The capacitor value, together with the internal 10 K Ohm resistance on this pin, determine the low-frequency cutoff for the ISD1400 Series passband. See Chapter 5, Application Information for additional information on low-frequency cutoff calculations.

### Microphone Reference (MIC REF)

The MIC REF input is the inverting input to the microphone preamplifier. This provides a noise-canceling or common-mode rejection input to the device when connected differentially to a microphone.

### Automatic Gain Control (AGC)

The AGC dynamically adjusts the gain of the preamplifier to compensate for the wide range of microphone input levels. The AGC allows the full range of sound, from whispers to loud sounds, to be recorded with minimal distortion. The "attack" time is determined by the time constant of a 5 KΩ internal resistance and an external capacitor (C6 on the schematic on page 2-70) connected from the AGC pin to $V_{SSA}$ analog ground. The "release" time is determined by the time constant of an external resistor (R5) and an external capacitor (C6) connected in parallel between the AGC Pin and $V_{SSA}$ analog ground. Nominal values of 470 KΩ and 4.7 μF give satisfactory results in most cases.

### Analog Output (ANA OUT)

This pin provides the preamplifier output to the user. The voltage gain of the preamplifier is determined by the voltage level at the AGC pin.

### Analog Input (ANA IN)

The ANA IN pin transfers the input signal to the chip for recording. For microphone inputs, the ANA OUT pin should be connected via an external capacitor to the ANA IN pin. This capacitor value, together with the 3.0 KΩ input impedance of ANA IN, is selected to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. If the desired input is derived from a source other than a microphone, the signal can be fed, capacitively coupled, into the ANA IN pin directly.

### External Clock Input (XCLK)

The external clock input for the ISD1400 devices has an internal pull-down device. The ISD1400 is configured at the factory with an internal sampling clock frequency that guarantees its minimum nominal record/playback time. For instance, an ISD1420 operating within specification will be observed to always have a minimum of 20 seconds of recording time. The sampling frequency is then maintained to a variation of ±2.25% over the commercial temperature and operating voltage ranges, while still maintaining the minimum spcified recording duration. This will result in some devices having a few percent more than nominal recording time.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The internal clock has a ±5% tolerance over the industrial temperature and voltage range. A regulated power supply is recommended for industrial temperature parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin as follows:

**Table 2-40: External Clock Sample Rates**

| Part Number | Sample Rate | Required Clock |
|---|---|---|
| ISD1416 | 8.0 KHz | 1024 KHz |
| ISD1420 | 6.4 KHz | 819.2 KHz |

These recommended clock rates should not be varied because the antialiasing and smoothing filters are fixed, and aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two internally. ***If the XCLK is not used, this input should be connected to ground.***

### Speaker Outputs (SP+, SP–)

The SP+ and SP– pins provide direct drive for loudspeakers with impedances as low as 16 ohms. A single output may be used, but, for direct-drive loudspeakers, the two opposite-polarity outputs provide an improvement in output power of up to four times over a single-ended connection. Furthermore, when SP+ and SP– are used, a speaker-coupling capacitor is not required. A single-ended connection will require an AC-coupling capacitor between the SP pin and the speaker. The speaker outputs are in a high-impedance state during a record cycle, and held at $V_{SSA}$ during Power Down.

### Address Inputs (A0–A7)

The Address Inputs have two functions, depending upon the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address.

If either of the two MSBs is LOW, the inputs are **all** interpreted as address bits and are used as the start address for the current Record or Playback cycle. The address pins are inputs only and do not output internal address information as the operation progresses. Address inputs are latched by the falling edge of $\overline{PLAYE}$, $\overline{PLAYL}$, or $\overline{REC}$.

## OPERATIONAL MODES

The ISD1400 Series is designed with several built-in operational modes provided to allow maximum functionality with a minimum of additional components, described in detail below. The operational modes use the address pins on the ISD1400 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH (A6 and A7), the remaining address signals are interpreted as mode bits and not as address bits. Therefore, operational modes and direct addressing are **not** compatible and cannot be used simultaneously.

There are two important considerations for using operational modes. First, all operations begin initially at address 0, which is the beginning of the ISD1400 address space. Later operations can begin at other address locations, depending on the operational mode(s) chosen. In addition, the address pointer is reset to 0 when the device is changed from Record to Playback but not from Playback to Record when A4 is HIGH in Operational Mode.

Second, an Operational Mode is executed when any of the control inputs, $\overline{PLAYE}$, $\overline{PLAYL}$, or $\overline{REC}$, go LOW and the two MSBs are HIGH. This Operational Mode remains in effect until the next LOW-going control input signal, at which point the current address/mode levels are sampled and executed.

***NOTE*** *The two MSBs are on pins 9 and 10 for each ISD1400 Series device.*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## OPERATIONAL MODES DESCRIPTION

The Operational Modes can be used in conjunction with a microcontroller, or they can be hard-wired to provide the desired system operation.

### A0 — Message Cueing

Message Cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical addresses of each message. Each control input LOW pulse causes the internal address pointer to skip to the next message. This mode should be used for Playback only, and is typically used with the A4 Operational Mode.

### A1 — Delete $\overline{\text{EOM}}$ Markers

The A1 Operational Mode allows sequentially recorded messages to be combined into a single message with only one EOM marker set at the end of the final message. When this operational mode is configured, messages recorded sequentially are played back as one continuous message.

### A2 — Unused

### A3 — Message Looping

The A3 Operational Mode allows for the automatic, continuously repeated playback of the message located at the beginning of the address space.

A message can completely fill the ISD1400 device and will loop from beginning to end. Pulsing $\overline{\text{PLAYE}}$ will start the Playback and pulsing $\overline{\text{PLAYL}}$ will end the Playback.

### A4 — Consecutive Addressing

During normal operations, the address pointer will reset when a message is played through to an EOM marker. The A4 Operational Mode inhibits the address pointer reset, allowing messages to be recorded or played back consecutively. When the device is in a static state; i.e., not recording or playing back, momentarily taking this pin LOW will reset the address counter to zero.

### A5 — Unused

**Table 2-41: Operational Modes Table**

| Address Crtl. (HIGH) | Function | Typical Use | Jointly Compatible[1] |
|---|---|---|---|
| A0 | Message cueing | Fast-forward through messages | A4 |
| A1 | Delete EOM markers | Position EOM marker at the end of the last message | A3, A4 |
| A2 | Unused | | |
| A3 | Looping | Continuous playback from Address 0 | A1 |
| A4 | Consecutive addressing | Record/Play multiple consecutive messages | A0, A1 |
| A5 | Unused | | |

*1. indicates additional operational modes which can be used simultaneously with the given mode.*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## TIMING DIAGRAMS

**Figure 2-18: Record**

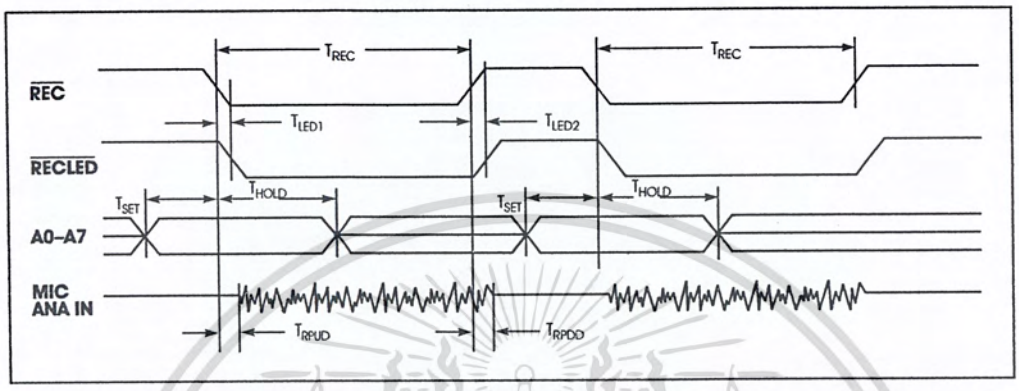
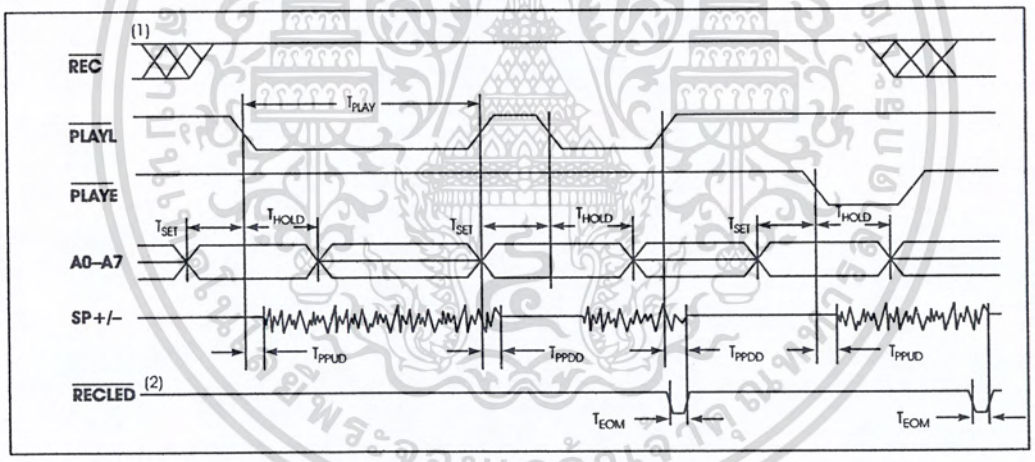



**Figure 2-19: Playback**




1. *REC must be HIGH for the entire duration of a Playback cycle.*
2. *RECLED functions as an EOM during Playback.*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 2-42: Absolute Maximum Ratings (Packaged Parts)[1]**

| Condition | Value |
|---|---|
| Junction temperature | 150°C |
| Storage temperature range | –65°C to +150°C |
| Voltage applied to any pin | ($V_{SS}$ – 0.3 V) to ($V_{CC}$ + 0.3 V) |
| Voltage applied to any pin (Input current limited to ±20 mA) | ($V_{SS}$ – 1.0 V) to ($V_{CC}$ + 1.0 V) |
| Lead temperature (soldering – 10 seconds) | 300°C |
| $V_{CC}$ – $V_{SS}$ | –0.3 V to + 7.0 V |

1. *Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.*

**Table 2-43: Operating Conditions (Packaged Parts)**

| Condition | Value |
|---|---|
| Commercial operating temperature range[1] | 0°C to +70°C |
| Industrial operating temperature[1] | –40°C to +85°C |
| Supply voltage ($V_{CC}$)[2] | +4.5 V to +5.5 V |
| Ground voltage ($V_{SS}$)[3] | 0 V |

1. *Case temperature.*
2. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.
3. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

2

**Table 2-44: DC Parameters (Packaged Parts)**

| Symbol | Parameters | Min[2] | Typ[1] | Max[2] | Units | Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{IL}$ | Input Low Voltage | | | 0.8 | V | |
| $V_{IH}$ | Input High Voltage | 2.4 | | | V | |
| $V_{OL}$ | Output Low Voltage | | | 0.4 | V | $I_{OL}$ = 4.0 mA |
| $V_{OH}$ | Output High Voltage | 2.4 | | | V | $I_{OH}$ = –1.6 mA |
| $I_{CC}$ | $V_{CC}$ Current (Operating) | | 15 | 30 | mA | $V_{CC}$ = 5.5 V[3], $R_{EXT}$ = ∞ |
| $I_{SB}$ | $V_{CC}$ Current (Standby) | | 0.5 | 10 | µA | 3, 4 |
| $I_{IL}$ | Input Leakage Current | | | ±1 | µA | |
| $I_{ILPD}$ | Input Current HIGH w/Pull Down | | | 130 | µA | Force $V_{CC}$[5] |
| $R_{EXT}$ | Output Load Impedance | 16 | | | Ω | Speaker Load |
| $R_{MIC}$ | Preamp In Input Resistance | 4 | 9 | 17 | KΩ | Pins 17, 18 |
| $R_{ANA\ IN}$ | ANA IN Input Resistance | 2.5 | 3 | 5 | KΩ | |
| $A_{PRE1}$ | Preamp Gain 1 | 20 | 23 | 26 | dB | AGC = 0.0 V |
| $A_{PRE2}$ | Preamp Gain 2 | | –45 | –15 | dB | AGC = 2.5 V |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 2-44: DC Parameters** (Packaged Parts)

| Symbol | Parameters | Min[2] | Typ[1] | Max[2] | Units | Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_{ARP}$ | ANA IN to SP+/– Gain | 20 | 22 | 25 | dB | |
| $R_{AGC}$ | AGC Output Resistance | 2.5 | 5 | 9.5 | KΩ | |
| $I_{PREH}$ | Preamp Out Source | | –2 | | mA | @ $V_{OUT}$ = 1.0 V |
| $I_{PREL}$ | Preamp In Sink | | 0.5 | | mA | @ $V_{OUT}$ = 2.0 V |

1. *Typical values @ $T_A$ = 25°C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100% tested.*
3. *$V_{CCA}$ and $V_{CCD}$ connected together.*
4. *$\overline{REC}$, $\overline{PLAYL}$, and $\overline{PLAYE}$ must be at $V_{CCD}$ .*
5. *XCLK pin.*

**Table 2-45: AC Parameters** (Packaged Parts)

| Symbol | Characteristic | | Min[2] | Typ[1] | Max[2] | Units | Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $F_S$ | Sampling Frequency | ISD1416 | | | 8 | KHz | 5 |
| | | ISD1420 | | | 6.4 | KHz | 5 |
| $F_{CF}$ | Filter Pass Band | ISD1416 | | 3.3 | | KHz | 3 dB Roll-Off Point [3,6] |
| | | ISD1420 | | 2.6 | | KHz | 3 dB Roll-Off Point [3,6] |
| $T_{REC}$ | Record Duration | ISD1416 | 16 | | | sec | |
| | | ISD1420 | 20 | | | sec | |
| $T_{PLAY}$ | Playback Duration | ISD1416 | 16 | | | sec | 5 |
| | | ISD1420 | 20 | | | sec | 5 |
| $T_{LED1}$ | $\overline{RECLED}$ ON Delay | | | 5 | | msec | |
| $T_{LED2}$ | $\overline{RECLED}$ OFF Delay | ISD1416 | 30 | 38.9 | 95 | msec | |
| | | ISD1420 | 40 | 48.6 | 110 | msec | |
| $T_{SET}$ | Address Setup Time | | 300 | | | nsec | |
| $T_{HOLD}$ | Address Hold Time | | 0 | | | nsec | |
| $T_{RPUD}$ | Rec. Power-Up Delay | ISD1416 | | 26 | | msec | |
| | | ISD1420 | | 32 | | msec | |
| $T_{RPDD}$ | Rec. Power-Down Delay | ISD1416 | | 26 | | msec | |
| | | ISD1420 | | 32 | | msec | |
| $T_{PPUD}$ | Play Power-Up Delay | ISD1416 | | 26 | | msec | |
| | | ISD1420 | | 32 | | msec | |
| $T_{PPDD}$ | Play Power-Down Delay | ISD1416 | | 6.5 | | msec | |
| | | ISD1420 | | 8.1 | | msec | |

2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 2-45: AC Parameters** (Packaged Parts)

| Symbol | Characteristic | Min[2] | Typ[1] | Max[2] | Units | Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_{EOM}$ | EOM Pulse Width ISD1416<br>ISD1420 | | 12.5<br>15.625 | | msec<br>msec | |
| THD | Total Harmonic Distortion | | 1 | 3 | % | @ 1 KHz |
| $P_{OUT}$ | Speaker Output Power | | 12.2 | | mW | $R_{EXT}$ = 16 Ω |
| $V_{OUT}$ | Voltage Across Speaker Pins | | 1.25 | 2.5 | V p-p | $R_{EXT}$ = 600 Ω |
| $V_{IN1}$ | MIC Input Voltage | | | 20 | mV | Peak-to-Peak[4] |
| $V_{IN2}$ | ANA IN Input Voltage | | | 50 | mV | Peak-to-Peak |

1. *Typical values @ $T_A$ = 25°C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100% tested.*
3. *Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).*
4. *With 5.1 KΩ series resistor at ANA IN.*
5. *Sampling frequency and Playback duration will vary as much as ±2.25% over the commercial temperature and voltage ranges. It may vary as much as ±5% over the industrial temperature and voltage ranges. All devices will meet the maximum sampling frequency and minimum Playback duration parameters. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).*
6. *Filter specification applies to the antialiasing filter and to the smoothing filter.*

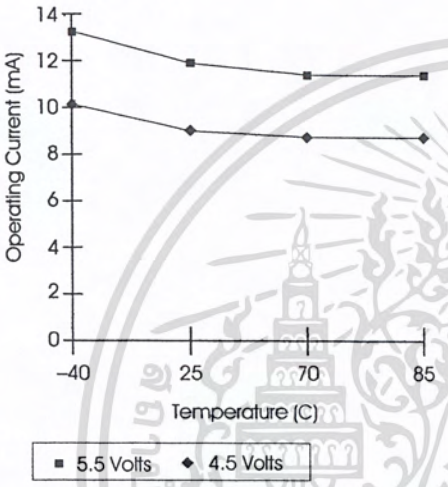
2



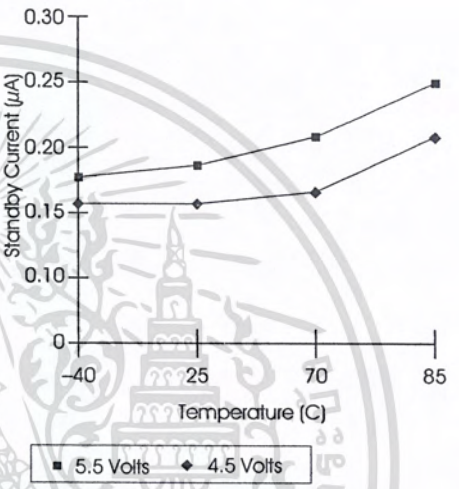
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (PACKAGED PARTS)

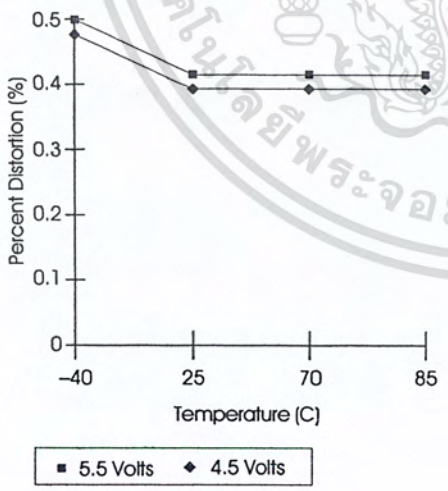
**Graph 2-25: Record Mode Operating Current ($I_{CC}$)**



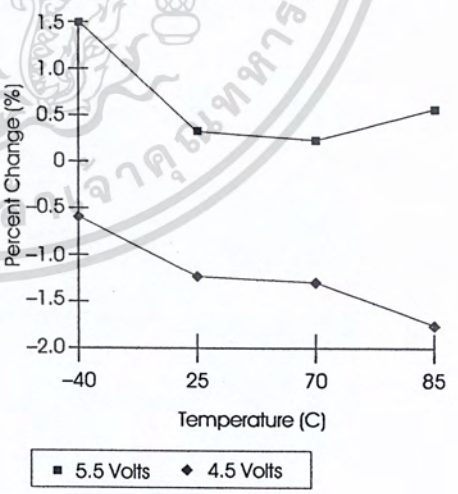

**Graph 2-27: Standby Current ($I_{SB}$)**




**Graph 2-26: Total Harmonic Distortion**




**Graph 2-28: Oscillator Stability**




2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 2-46: Absolute Maximum Ratings** (Die)[1]

| Condition | Value |
|---|---|
| Junction temperature | 150°C |
| Storage temperature range | –65°C to +150°C |
| Voltage applied to any pad | ($V_{SS}$ – 0.3 V) to ($V_{CC}$ + 0.3 V) |
| Voltage applied to any pad (Input current limited to ±20 mA) | ($V_{SS}$ – 1.0 V) to ($V_{CC}$ + 1.0 V) |
| $V_{CC} - V_{SS}$ | –0.3 V to +7.0 V |

1. *Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.*

**Table 2-47: Operating Conditions** (Die)

| Condition | Value |
|---|---|
| Commercial operating temperature range | 0°C to +50°C |
| Supply voltage ($V_{CC}$)[1] | +4.5 V to +6.5 V |
| Ground voltage ($V_{SS}$)[2] | 0 V |

1. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.
2. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

2

**Table 2-48: DC Parameters** (Die)

| Symbol | Parameters | Min[2] | Typ[1] | Max[2] | Units | Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{IL}$ | Input Low Voltage | | | 0.8 | V | |
| $V_{IH}$ | Input High Voltage | 2.4 | | | V | |
| $V_{OL}$ | Output Low Voltage | | | 0.4 | V | $I_{OL}$ = 4.0 mA |
| $V_{OH}$ | Output High Voltage | 2.4 | | | V | $I_{OH}$ = –1.6 mA |
| $I_{CC}$ | $V_{CC}$ Current (Operating) | | 15 | 30 | mA | $V_{CC}$ = 5.5 V[3], $R_{EXT} = \infty$ |
| $I_{SB}$ | $V_{CC}$ Current (Standby) | | 0.5 | 10 | µA | [3, 4] |
| $I_{IL}$ | Input Leakage Current | | | ±1 | µA | |
| $I_{ILPD}$ | Input Current HIGH w/Pull Down | | | 130 | µA | Force $V_{CC}$[5] |
| $R_{EXT}$ | Output Load Impedance | 16 | | | Ω | Speaker Load |
| $R_{MIC}$ | Preamp In Input Resistance | 4 | 9 | 17 | KΩ | Pins 17, 18 |
| $R_{ANA\ IN}$ | ANA IN Input Resistance | 2.5 | 3 | 5 | KΩ | |
| $A_{PRE1}$ | Preamp Gain 1 | 20 | 23 | 26 | dB | AGC = 0.0 V |
| $A_{PRE2}$ | Preamp Gain 2 | | –45 | –15 | dB | AGC = 2.5 V |
| $A_{ARP}$ | ANA IN to SP+/– Gain | 20 | 22 | 25 | dB | |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 2-48: DC Parameters** (Die)

| Symbol | Parameters | Min[2] | Typ[1] | Max[2] | Units | Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $R_{AGC}$ | AGC Output Resistance | 2.5 | 5 | 9.5 | KΩ | |
| $I_{PREH}$ | Preamp Out Source | | –2 | | mA | @ $V_{OUT}$ = 1.0 V |
| $I_{PREL}$ | Preamp In Sink | | 0.5 | | mA | @ $V_{OUT}$ = 2.0 V |

1. *Typical values @ $T_A$ = 25°C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100% tested.*
3. *$V_{CCA}$ and $V_{CCD}$ connected together.*
4. *$\overline{REC}$, $\overline{PLAYL}$, and $\overline{PLAYE}$ must be at $V_{CCD}$.*
5. *XCLK pin.*

**Table 2-49: AC Parameters** (Die)

| Symbol | Characteristic | | Min[2] | Typ[1] | Max[2] | Units | Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $F_S$ | Sampling Frequency | ISD1416 | | | 8 | KHz | 5 |
| | | ISD1420 | | | 6.4 | KHz | 5 |
| $F_{CF}$ | Filter Pass Band | ISD1416 | | 3.3 | | KHz | 3 dB Roll-Off Point [3,6] |
| | | ISD1420 | | 2.6 | | KHz | 3 dB Roll-Off Point [3,6] |
| $T_{REC}$ | Record Duration | ISD1416 | 16 | | | sec | |
| | | ISD1420 | 20 | | | sec | |
| $T_{PLAY}$ | Playback Duration | ISD1416 | 16 | | | sec | 5 |
| | | ISD1420 | 20 | | | sec | 5 |
| $T_{LED1}$ | $\overline{RECLED}$ ON Delay | | | 5 | | msec | |
| $T_{LED2}$ | $\overline{RECLED}$ OFF Delay | ISD1416 | 30 | 38.9 | 95 | msec | |
| | | ISD1420 | 40 | 48.6 | 110 | msec | |
| $T_{SET}$ | Address Setup Time | | 300 | | | nsec | |
| $T_{HOLD}$ | Address Hold Time | | 0 | | | nsec | |
| $T_{RPUD}$ | Rec. Power-Up Delay | ISD1416 | | 26 | | msec | |
| | | ISD1420 | | 32 | | msec | |
| $T_{RPDD}$ | Rec. Power-Down Delay | ISD1416 | | 26 | | msec | |
| | | ISD1420 | | 32 | | msec | |
| $T_{PPUD}$ | Play Power-Up Delay | ISD1416 | | 26 | | msec | |
| | | ISD1420 | | 32 | | msec | |
| $T_{PPDD}$ | Play Power-Down Delay | ISD1416 | | 6.5 | | msec | |
| | | ISD1420 | | 8.1 | | msec | |

2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 2-49: AC Parameters** (Die)

| Symbol | Characteristic | Min[2] | Typ[1] | Max[2] | Units | Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_{EOM}$ | EOM Pulse Width ISD1416<br>ISD1420 | | 12.5<br>15.625 | | msec<br>msec | |
| THD | Total Harmonic Distortion | | 1 | 3 | % | @ 1 KHz |
| $P_{OUT}$ | Speaker Output Power | | 12.2 | | mW | $R_{EXT}$ = 16 Ω |
| $V_{OUT}$ | Voltage Across Speaker Pins | | 1.25 | 2.5 | V p-p | $R_{EXT}$ = 600 Ω |
| $V_{IN1}$ | MIC Input Voltage | | | 20 | mV | Peak-to-Peak[4] |
| $V_{IN2}$ | ANA IN Input Voltage | | | 50 | mV | Peak-to-Peak |

1. *Typical values @ $T_A$ = 25°C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100% tested.*
3. *Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).*
4. *With 5.1 KΩ series resistor at ANA IN.*
5. *Sampling frequency and Playback duration will vary as much as ±2.25% over the commercial temperature and voltage ranges. All devices will meet the maximum sampling frequency and minimum Playback duration parameters. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).*
6. *Filter specification applies to the antialiasing filter and to the smoothing filter. Typical Parameter Variation with Voltage and Temperature (Die)*

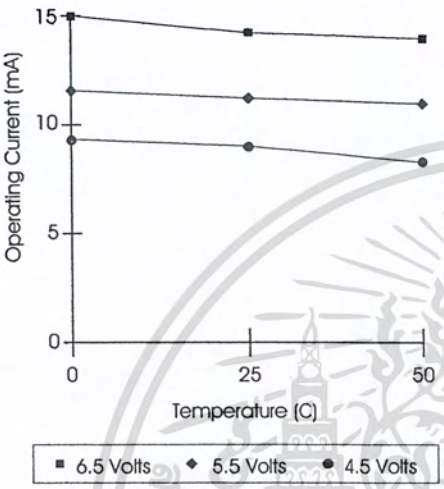
2



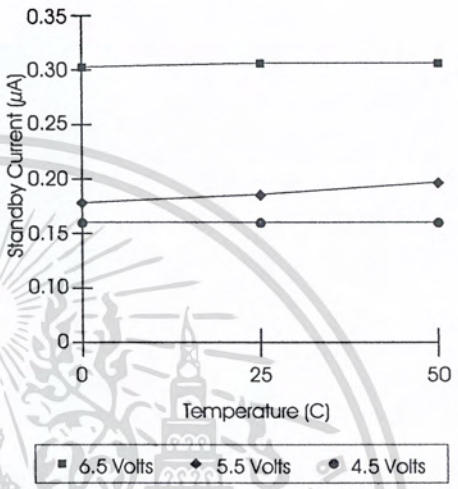
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (DIE)

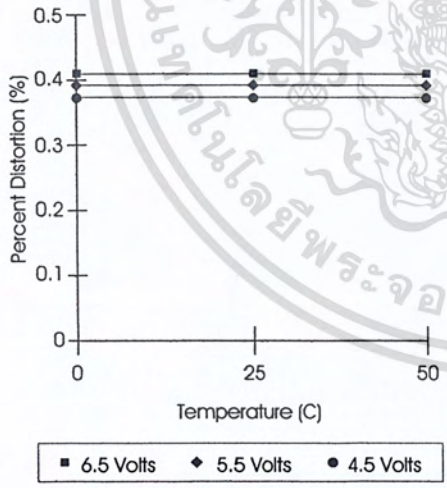
**Graph 2-29: Record Mode Operating Current ($I_{CC}$)**



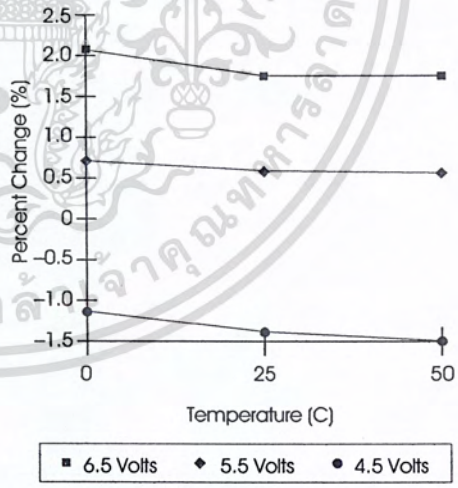

**Graph 2-31: Standby Current ($I_{SB}$)**




**Graph 2-30: Total Harmonic Distortion**




**Graph 2-32: Oscillator Stability**

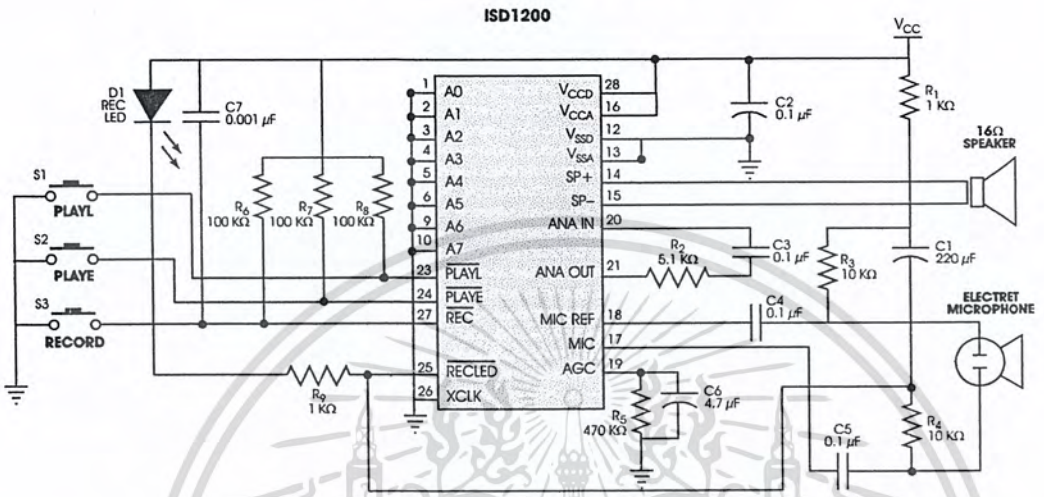



2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Figure 2-20: Application Example**




2

## FUNCTIONAL DESCRIPTION EXAMPLE

The following example operating sequence demonstrates the functionality of the ISD1400 Series devices.

1. Record a message filling the address space.

   Pulling the $\overline{\text{REC}}$ signal LOW initiates a Record cycle from the beginning of the message space. If $\overline{\text{REC}}$ is held LOW, the Recording continues until the message space has been filled. Once the message space is filled, Recording ceases. The device will automatically power down after $\overline{\text{REC}}$ is pulled HIGH.

2. Edge-activated playback.

   Pulling the $\overline{\text{PLAYE}}$ signal LOW initiates a Playback cycle from the beginning of the message space or at a selected location. The rising edge of $\overline{\text{PLAYE}}$ has no effect on operation. If a Recording has filled the message space, the entire message is played. When the device reaches the EOM marker, it automatically powers down. A subsequent falling edge on $\overline{\text{PLAYE}}$ initiates a new Play cycle from the start address.

3. Level-activated playback.

   Pulling the $\overline{\text{PLAYL}}$ signal LOW initiates a Playback cycle from the beginning of the message space or a selected location. If Recording has filled the message space, the entire message is played. When the device reaches the EOM marker, it automatically powers down. A subsequent falling edge on $\overline{\text{PLAYL}}$ initiates a new Play cycle from the starting address.

4. Level-activated playback (truncated).

   If $\overline{\text{PLAYL}}$ is pulled HIGH any time during the Playback cycle, the device stops playing and enters the power-down mode. A subsequent falling edge on $\overline{\text{PLAYL}}$ initiates a new Play cycle from the start address.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Record (interrupting playback).

   The $\overline{REC}$ signal takes precedence over other operations. Any LOW-going transition on $\overline{REC}$ initiates a new Record operation from the beginning of the start address or at a selected location, regardless of any current operation in progress.

6. Record a message, partially filling the address space.

   A record operation need not fill the entire message space. Releasing the $\overline{REC}$ signal HIGH before filling the message space causes the recording to stop and an EOM to be placed. The device powers down automatically.

7. Play back a message, partially filling the address space.

   Pulling the $\overline{PLAYE}$ or $\overline{PLAYL}$ signal LOW initiates a Playback cycle which is then completed when the EOM marker is encountered. Playback ceases and the device powers down.

8. $\overline{RECLED}$ operation.

   The $\overline{RECLED}$ output pin provides an active-LOW signal which can be used to drive an LED as a "record-in-progress" indicator. It returns to a HIGH state when the $\overline{REC}$ pin is released HIGH or when the recording is completed due to the message space being filled. This pin also pulses LOW to indicate an EOM at the end of a message being played.

## APPLICATIONS NOTE

Some users may experience an unexpected recording taking place when their circuit is powered up, or the batteries are changed and $V_{CC}$ rises faster than $\overline{REC}$. This undesired recording prevents playback of the previously recorded message. A spurious End Of Message (EOM) marker appears at the very beginning of the memory, preventing access to the original message, and nothing is played.

To prevent this occurrence, place a capacitor (approx. 0.001 $\mu$F) between the control pin ($\overline{REC}$) and $V_{CC}$. This pulls the control pin voltage up with $V_{CC}$ as it rises. Once the voltage is HIGH, the pull-up device will keep the pin HIGH until intentionally pulled LOW, preventing the false EOM marker.

Since this anomaly depends on factors such as the capacitance of the user's printed circuit board, not all circuit designs will exhibit the spurious marker. However, it is recommended that the capacitor is included for design reliability. A more detailed explanation and resolution of this occurrence is described in Chapter 5, Application Information.

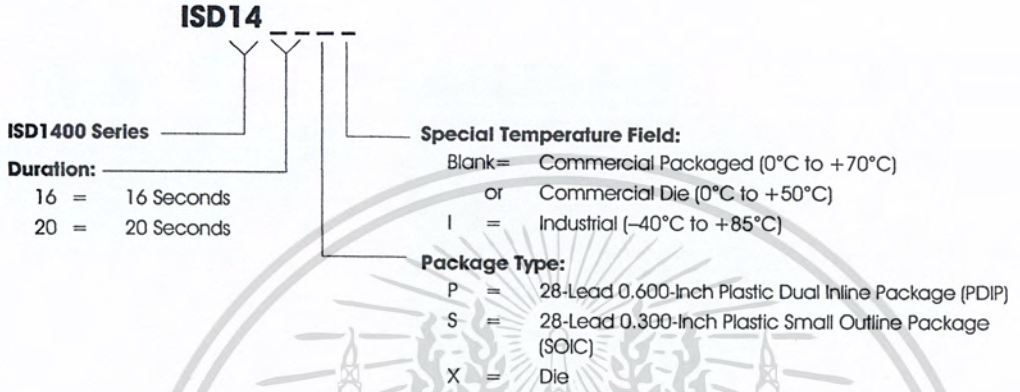
2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ORDERING INFORMATION

***Product Number Descriptor Key***




2

When ordering ISD1400 Series devices, please refer to the following valid part numbers.

| Part Number | Part Number |
|---|---|
| ISD1416P | ISD1420P |
| ISD1416PI | ISD1420PI |
| ISD1416S | ISD1420S |
| ISD1416SI | ISD1420SI |
| ISD1416X | ISD1420X |

For the latest product information, access ISD's worldwide website at http://www.isd.com.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UMC

# UM91210C/D

## Tone/Pulse Dialer

### Features

- Tone/Pulse switchable (slide switch)
- 32 digit capacity for redialing
- Automatic mix redialing (last number redial) of pulse — DTMF with multiple automatic access pause
- PABX auto-pause for 3.6 sec
- Low power CMOS process (2.0 to 5.5V)
- Numbers dialed manually after redial are cascadeable and stored as additional numbers for next redialing
- Power-on reset circuit built-in
- Use inexpensive TV crystal (3.58 MHz)
- Make/Break ratio (33⅓ : 66⅔ / 40:60) pin selectable
- Touch key debuing (50 ms)
- 4 x 4 or (2 of 8) keyboard available
- Low standby current

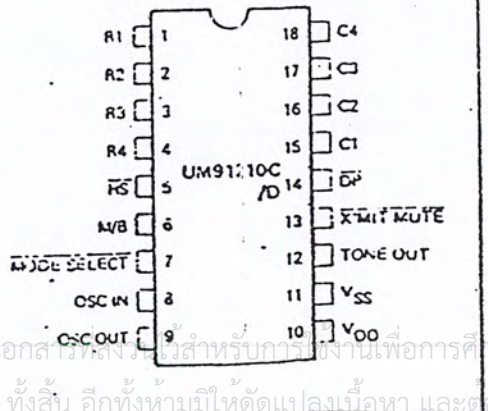
### General Description

The UM91210C/D is a TONE/PULSE switchable dialer with a 32-digit redial memory. Through pin selection, switching from PULSE to DTMF mode can be done using slide switch.

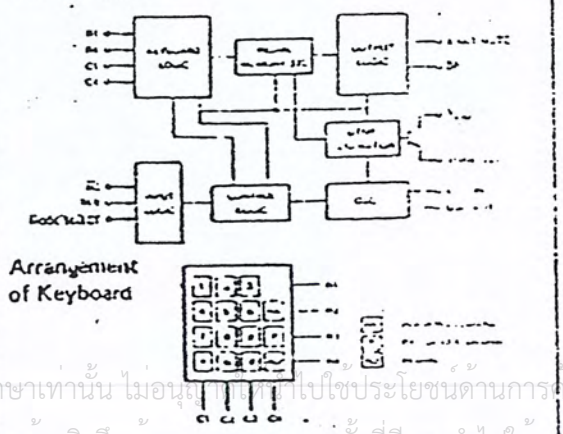
All necessary dual-tone frequencies are derived from a 3.58 MHz TV crystal, providing high accuracy and stability. The required sinusoidal wave form for each individual tone is digitally synthesized on the chip. The waveform so generated has low total harmonic distortion (7% max.). A voltage reference is generated on the chip which is stable over the operating voltage and temperature range, and regulates the signal levels of the dual tones to meet telephone industry specifications.

CMOS technology is used to produce this device, resulting in low power requirements, high noise immunity, and serves as an easy interface to a variety of telephonic requiring few external components.

### Pin Configuration




### Block Diagram



Arrangement of Keyboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Absolute Maximum Ratings*

Supply Voltage ($V_{DD}$) ..... < 6.0V
Input Voltage ($V_{IN}$) ..... $V_{SS}$ −0.3V to $V_{DD}$ +0.3V
Output Voltage ($V_{OUT}$) ..... $V_{SS}$ −0.3V to $V_{DD}$ +0.3V
Output Voltage ($V_{OUT}$) (DP, XMIT MUTE.) ... < $V_{DD}$
Tone Output Current ($I_{TONE}$) ..... < 5mA
Power Dissipation ($P_D$) ..... < 300mW
Operating Temperature ($T_{OPR}$) ..... −20°C to +75°C
Storage Temperature ($T_{STG}$) ..... −40°C to +125°C

*Comments

Stress above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

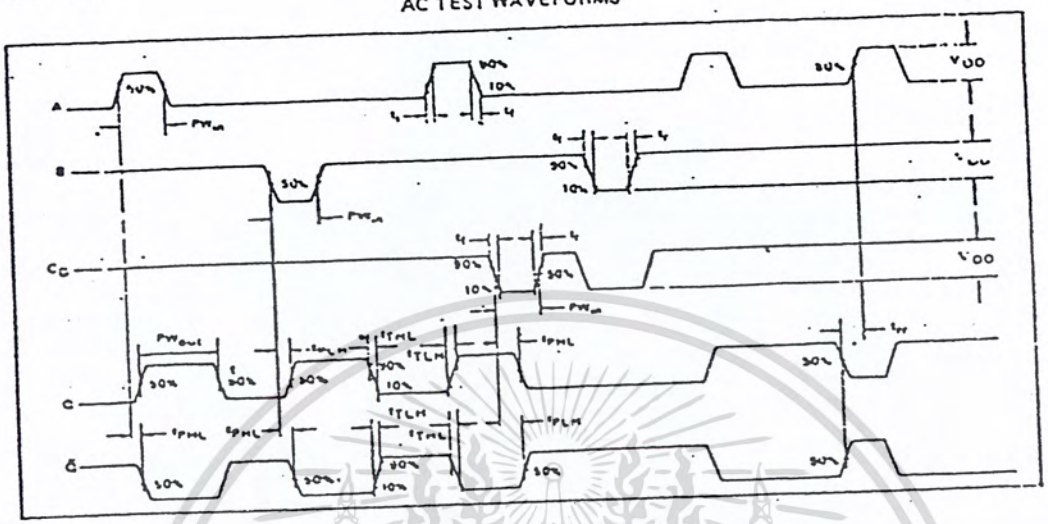
## Electrical Characteristics

($V_{SS}$ = 0V, $V_{DD}$ = 3.5V, $f_{OSC}$ = 3.58 MHz, $T_{OPR}$ = 25°C unless otherwise noted)

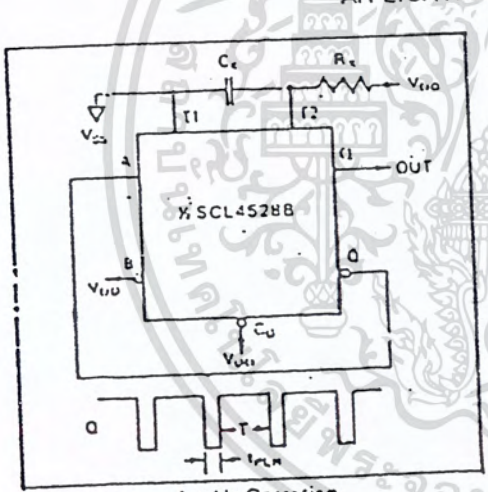
| Parameter | Symbol | Min. | Typ. | Max. | Units | Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Operating Voltage Range | $V_{DD}$ P | 2.0 | | 5.5 | V | Tone mode; Pulse mode; $V_{DD}$ or $V_{PP}$ |
| | $V_{DD}$ T | 2.0 | | 5.5 | | |
| Memory Retention Voltage | $V_{DR}$ | 1.0 | | | V | PD = $V_{DD}$ |
| Operating Supply Current | $I_{DD}$ P | | 0.3 | 1.0 | mA | Pulse mode; PD = $V_{SS}$; No load; $V_{DD}$ = 3.5V |
| | $I_{DD}$ T | | 1.0 | 2.0 | mA | Tone mode; PD = $V_{SS}$; No load; $V_{DD}$ = 3.5V |
| Standby Current | $I_{SD}$ | | 0.01 | 0.5 | µA | Memory retention; All outputs open; $V_{DD}$ = 3.5V |
| | $I_{SD}$ | | 70 | 140 | µA | Memory retention; All outputs open; $V_{DD}$ = 5.5V |
| Output Current | $I_{OL}$ 1 | 1.7 | 5.0 | | mA | DP; $V_{OUT}$ = 0.4V |
| | $I_{OL}$ 2 | 0.5 | 1.0 | | mA | XMIT MUTE; $V_{OUT}$ = 0.4V |
| Input Voltage | $V_{IH}$ | 0.8 $V_{DD}$ | | $V_{DD}$ | V | R1, R2, C1, C2, MODE SELECT |
| | $V_{IL}$ | $V_{SS}$ | | 0.2 $V_{DD}$ | V | MODE SELECT |
| Input Current | | | 1.0 | | µA | $V_{IN}$ = $V_{SS}$ or $V_{DD}$ |
| | | | 50 | | µA | $V_{IN}$ = $V_{SS}$ or $V_{DD}$ |
| Valid Key Entry Time | TKJ | 25 | | 25.3 | ms | |
| Column and Row Scanning Frequency | FCR | | 44.5 | | Hz | |
| Auto Access Pause Time | TAP | | 3.6 | | sec | |
| Tone Output | VOT | −12.0 | | −12.0 | dBV | Row tone out; $V_{DD}$ = 3.5V |
| | | −14.0 | | −11.0 | dBV | Row tone out; $V_{DD}$ = 5.5V |
| Ratio of Column to Row Tone | dCR | | 2.0 | | dB | $V_{DD}$ = 3.5V |
| Distortion | %DIS | | | 10 | % | $V_{DD}$ = 3.5V |
| Tone Output Delay Time | Tpzd | | 1.5 | | ms | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

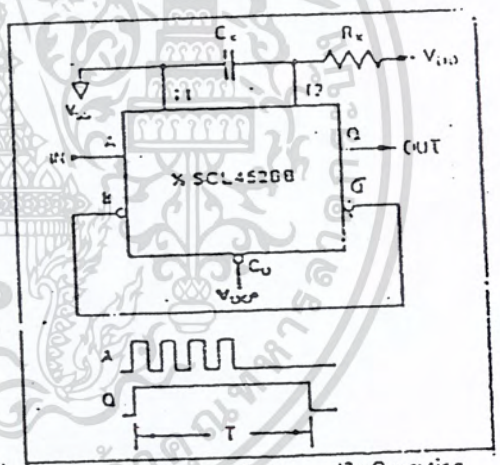
## AC TEST WAVEFORMS



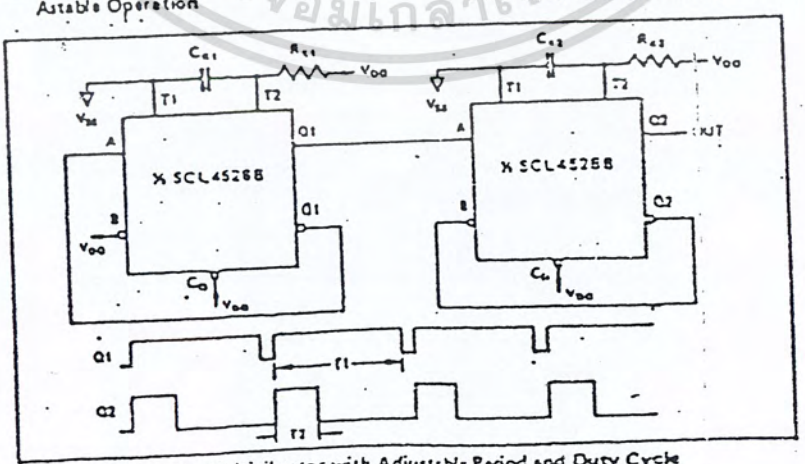
## APPLICATIONS INFORMATION



Astable Operation



Connection for Non-Retriggerable Operation



Astable Multivibrator with Adjustable Period and Duty Cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Pin Description

### Keyboard ($R_1$, $R_2$, $R_3$, $R_4$, $C_1$, $C_2$, $C_3$, $C_4$)

These inputs are used as an interface to an 4X4 matrix keyboard. $C_1 \sim C_4$ & $R_1 \sim R_4$ are set to low at On Hook ($\overline{HS}$ = high). $C_1 \sim C_4$ key inputs are set to low and $R_1 \sim R_4$ are set to high at Off Hook ($\overline{HS}$ = low) which enables the key-input operation.

Oscillator starts running when a keypress is detected. Scanning signals are presented at both column and row inputs (Typ.: 448 Hz) until the input key is released. Key inputs are compatible with standard 2-out-of-8 format of single contact keyboard. Debouncing is provided to avoid false entry (Typ.: 23 ms).

### Hook Switch ($\overline{HS}$)

This input detects the state of the hook switch contact. "Off Hook" corresponds to $V_{SS}$ condition. "On Hook" corresponds to $V_{DD}$ condition.

### Make/Break Ratio (M/B)

This input provides the selection of the Make/Break ratio (33.3 66.7/40:60) when M/B is connected to $V_{DD}/V_{SS}$.

### Oscillator Input/Output (OSC IN, OSC OUT)

These pins are provided to connect an external 3.58 MHz crystal. Oscillation starts (at Off Hook) and is sustained until pulse or DTMF signals are finished.

### Tone Frequencies

| Input | Specified | Actual | % Error |
|---|---|---|---|
| R1 | 697 | 699.1 | +0.31 |
| R2 | 770 | 766.2 | −0.49 |
| R3 | 852 | 847.4 | −0.54 |
| R4 | 941 | 948.0 | +0.74 |
| C1 | 1,209 | 1,216.7 | +0.57 |
| C2 | 1,336 | 1,331.7 | −0.32 |
| C3 | 1,477 | 1,471.9 | −0.35 |

### Dial Pulse Out ($\overline{DP}$)

The normal output will be "On" during break and "Off" during make at "On Hook" ($\overline{HS}$ = $V_{SS}$). [illegible] at "Off Hook" ($\overline{HS}$ = $V_{SS}$).

### DTMF Signal Output (TONE OUT)

When a valid keypress is detected, a DTMF tone pair, one frequency for group and high group frequency, is generated which represents the Dial Tone Output. It will be at "OFF" state in pulse mode.

### Power ($V_{DD}$, $V_{SS}$)

These are the power supply pins. This device is designed to operate at 2.0V to 5.5V.

### Tone Duration & Pause in Redial

| Parameter | Symbol | Typ. | Unit |
|---|---|---|---|
| Tone Duration | $T_D$ | 74 | ms |
| Minimum Pause | $T_P$ | 116 | ms |
| Cycle Time | $T_C$ | 184 | ms |

### X'mit Mute Output ($\overline{XMIT\ MUTE}$)

| | |
|---|---|
| $\overline{TC}$ | X'mit Mute Output |
| $V_{DD}$ | OFF |
| $V_{SS}$ | Normally "OFF"<br>"ON" during Pulse and DTMF Signal |

(N-channel open drain)

### Mode Select Input (MODE SELECT)

Pulse/DTMF mode is selected at power up (see Table 1). In the Mode Select the state of input pin ($\overline{HS}$ = $V_{SS}$)

| MODE SELECT | Initial Mode | Switching Entry Mode |
|---|---|---|
| $V_{DD}$ | Pulse | Mode Select Input = $V_{SS}$ |
| $V_{SS}$ | Tone | N/A |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Single Tone Operation In DTMF Mode (Test Mode)**

The [•] and [=] keys are used to trigger the chip into test mode by depressing them simultainously at "Off Hook". The single tone is shown in the following table [illegible] with normal mode.

Normal mode

| | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ |
|---|---|---|---|
| $R_1$ | 1 | 2 | 3 |
| $R_2$ | 4 | 5 | 6 |
| $R_3$ | 7 | 8 | 9 |
| $R_4$ | • | 0 | = |

Single tone mode

| | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ |
|---|---|---|---|
| $R_1$ | $R_1$ | $C_2$ | $C_3$ |
| $R_2$ | $C_1$ | $C_2$ | $R_2$ |
| $R_3$ | $R_3$ | $C_2$ | $C_3$ |
| $R_4$ | $C_1$ | $R_4$ | $C_3$ |

Keyboard Operation

SINGLE MODE OPERATION

Pulse Mode Operation

[Off Hook] [$D_1$] . [$D_n$]

Pulse mode is selected by the initial mode after going Off Hook and latched at [$D_1$] key entry. This is the condition under $\overline{\text{MODE SELECT}} = V_{DD}$.

Tone Mode Operation

1) [Off Hook] [$D_1$] ..... [$D_n$]

Tone mode is defined by the initial mode after going Off Hook and latched at [$D_1$] key entry. This condition is under $\overline{\text{MODE SELECT}} = V_{SS}$.

2) [Off Hook] [T] [$D_1$] ..... [$D_n$]

If initial mode is at pulse mode after going Off Hook and $\overline{\text{MODE SELECT}} = V_{DD}$. Switching mode from pulse to tone can be done by [T] key entry and latched at [$D_1$] key entry.

**Manual Dialing with Automatic Access Pause**

[Off Hook] [0] [P] [$D_1$] ..... [$D_n$]

Multiple Pause key entries can be accepted and stored in the redial memory, each as an digit. Each [P] key provides 3.5 seconds pause time, but [P] key entry as first digit after going Off Hook is ignored.

[•] key can also be used as pause key in pulse mode. Pause(s) can be cancelled with [P] , [T] or [RD] key during pause time in redialing.

**Redial**

[Off Hook] [RD]

Up to 32 digits can be dialed with [RD] key. [RD] key is dialing mode pulse or DTMF signals are transmitted. When more than 32 digits are stored in redial memory, Redial is also inhibited.

[=] key can be used as [RD] key in pulse mode.

**Inhibiting Redial**

[Off Hook] [$D_1$] ..... [$D_n$] [RD] [RD]

Redial can be inhibited by depressing [RD] [RD] key after DTMF or pulse signals are transmitted.

PULSE-TONE SWITCHABLE OPERATION

Mode Switching by $\overline{\text{MODE SELECT}}$ Input

[Off Hook] [$D_1$] ..... [$D_n$] [P] [Switching MODE]
— Pulse mode —

[$\overline{\text{SELECT}}$ to $V_{SS}$] [$D_{n+1}$] ..... [$D_{n+m}$] Pulse mode
— DTMF Mode —

is initially set up with $\overline{\text{MODE SELECT}} = V_{DD}$. Mode switching to DTMF can be accepted by $\overline{\text{MODE SELECT}} = V_{SS}$. DTMF Mode will be set up after pulse mode is finished. In this mode, digits [$D_{n+1}$] ..... [$D_{n+m}$] are transmitted from Tone Out as DTMF signals by depressing corresponded keys.

If no [P] key is constined serially before or after mode switching.

[Off Hook] [$D_1$] ..... [$D_n$] [Switching MODE]
— Pulse Mode —

[$\overline{\text{SELECT}}$ to $V_{SS}$] [$D_{n+1}$] ..... [$D_{n+m}$] ($D_n$, $D_{n+1}$ [illegible]
— DTMF Mode —

Pause)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

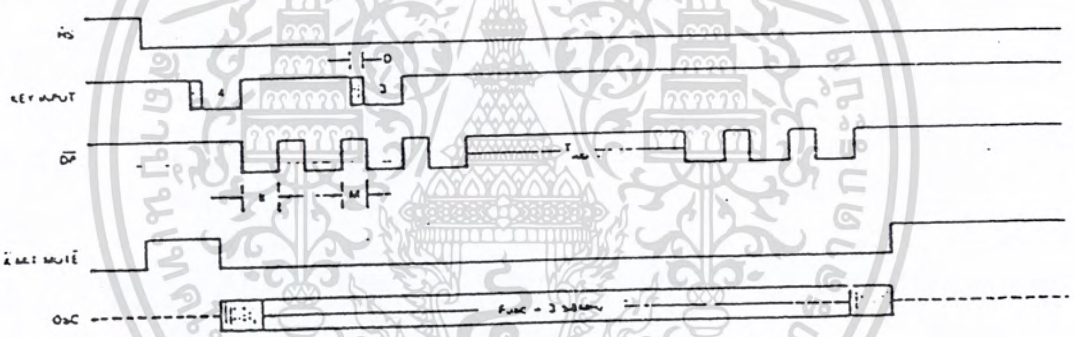
It results the next condition:

(1) If digit $D_{n+1}$ is depressed after pulse mode is finished, DTMF mode will be set up after last pulse signal ( $D_n$ ) is output. In this mode, digits $D_{n+1}$ ..... $D_{n+m}$ are transmitted from Tone Out as DTMF signals by depressing corresponded keys

(2) If digit $D_{n+1}$ is depressed during dialing pulse signals, DTMF mode but in Hold state will be up after last pulse signal $D_n$ is finished. $D_{n+1}$ ..... $D_{n+m}$ are stored in redial memory but not transmitted from Tone Out. When is ready to transmit DTMF data in the [illegible] $T$ , $RD$ or $P$ keys is depressed, it will be Hold state and $D_{n+1}$ ... $D_{n+m}$ will be serially transmitted.

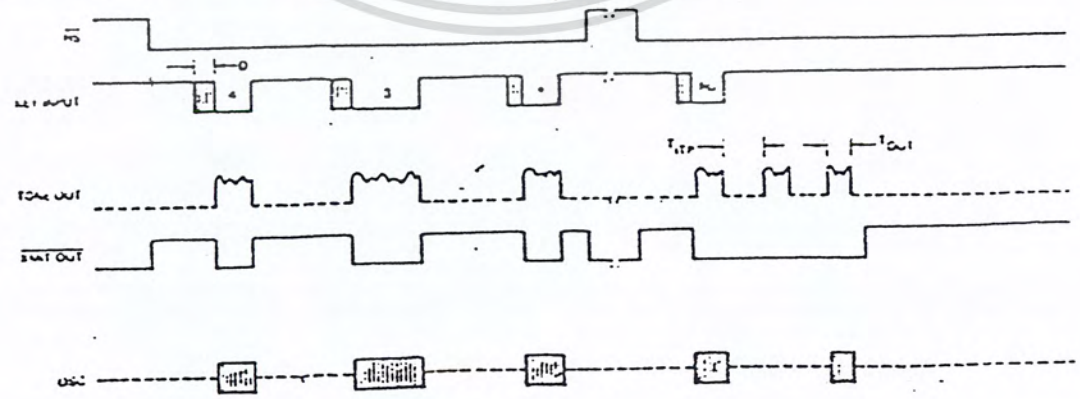
Timing Diagram

1) TIMING DIAGRAM IN PULSE MODE:




D: Debouncing time: 23ms
$T_{PBI}$: Inter-digit pulse 805ms

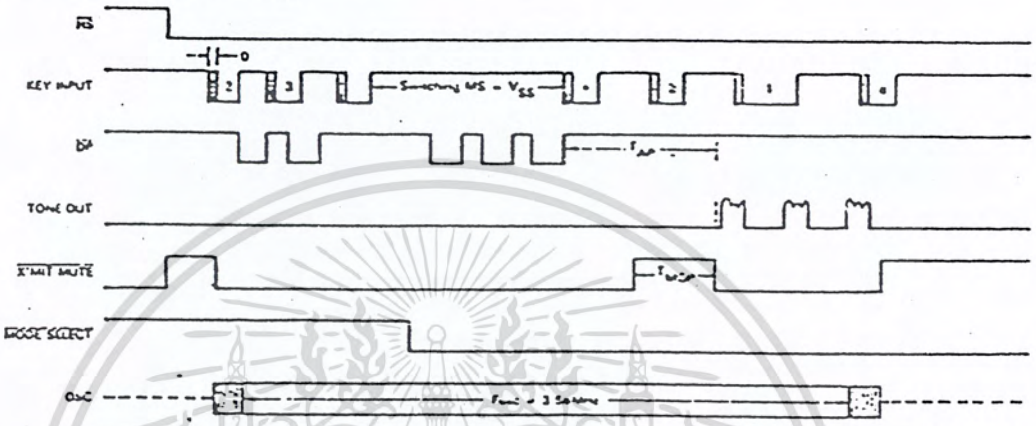
2) TIMING DIAGRAM IN TONE MODE: ($\overline{MODE\ SELECT}$ = $V_{SS}$)




D: Debouncing time: 23ms
Tout: 74ms
$T_{ITP}$: 110ms

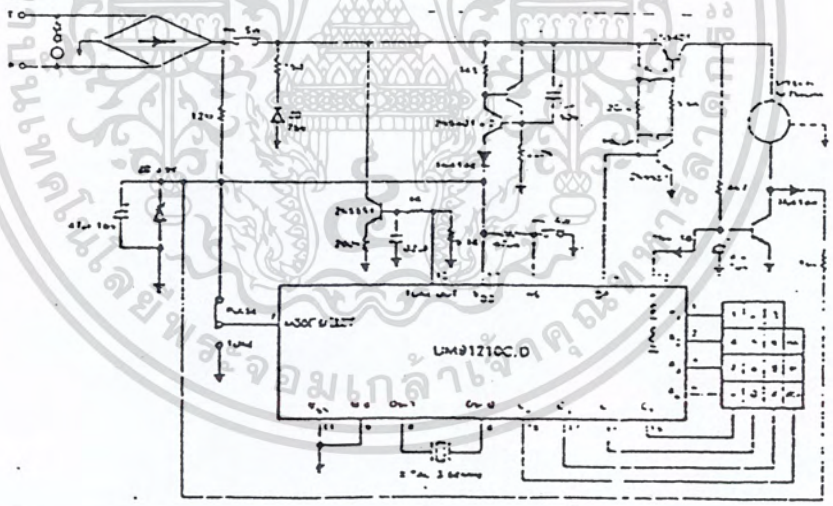
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) TIMING DIAGRAM FOR SWITCHING MODE OPERATION BY $\overline{\text{MODE SELECT}}$ INPUT (OPERATION SELECT = $V_{SS}$)




Typical Application

SWITCHING MODE BY $\overline{\text{MODE SELECT}}$




Ordering Information

| Part Number | Dial Pulse | Dial Pulse Rate (PPS) | Tdp | Make/Break Ratio |
|---|---|---|---|---|
| UM91210C | $\overline{DP}$ | 10 PPS | 805 ms | $V_{DD}$ : 33⅓ 66⅔ |
| | | | | $V_{SS}$ : 40 60 |
| UM91210D | $\overline{DP}$ | 20 PPS | 805 ms | $V_{DD}$ : 33⅓ 66⅔ |
| | | | | $V_{SS}$ : 40 60 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้