สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบเตือนภัยทางโทรศัพท์

TELEPHONE EMERGENCY SYSTEM

โดย

นายธรรมรัตน์ พาณิชยานุเคราะห์

นายธีรวัฒน์ ถินคำเชิด

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72902
วัน,เดือน,ปี 25 มิ.ย. 2550

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ผ่านการตรวจชั้นมนแล้ว
(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว
(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเตือนภัยทางโทรศัพท์

TELEPHONE EMERGENCY SYSTEM

โดย

นายธรรมรัตน์ พาณิชยานุเคราะห์ 47015012

นายธีรวัฒน์ ถินคำเชิด 47015014

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.สุรพล บุญจันทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบเตือนภัยทางโทรศัพท์**

TELEPHONE EMERGENCY SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายธรรมรัตน์ พาณิชยานุเคราะห์ **47015012**
2. นายธีรวัฒน์ ถินคำเชิด **47015014**

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.สุรพล บุญจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเตือนภัยทางโทรศัพท์

TELEPHONE EMERGENCY SYSTEM

โดย นายธรรมรัตน์ พาณิชยานุเคราะห์ 47015012
นายธีรวัฒน์ ถินคำเชิด 47015014

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและการสร้างอุปกรณ์เตือนภัยทางโทรศัพท์ เมื่อมีขโมยเข้าบ้านโดยการทำงานจะอาศัยระบบเซนเซอร์อินฟาเรด เพื่อตรวจจับผู้บุกรุกแล้วส่งไปยังชุดโทรออกอัตโนมัติ โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อระบบเซนเซอร์อินฟาเรด ตรวจจับผู้บุกรุกได้ จะส่งสัญญาณที่ตรวจจับได้ไปยังวงจรเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติเพื่อทำการเรียกไปยังหมายเลขปลายทางที่กำหนดไว้ เมื่อมีผู้รับสายปลายทางแล้ว วงจรตรวจสอบการรับสายจะส่งสัญญาณไปยังวงจรบันทึกเสียง ให้ทำการส่งสัญญาณที่บันทึกไว้ไปยังผู้รับสายปลายทาง

ABSTRACT

This project is to study and construct the emergency system by telephone .When some invader enters in the house area, the infrared sensor checked it .Then it automatically calls the memory telephone number .When the calling signal is received the detector will send the signal to the recorder to play the recorded message.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์สุรพล บุญจันทร์ ที่ปรึกษาโครงงาน ซึ่งคอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบโครงงาน ทำให้โครงงานนี้สามารถให้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ

คณะผู้จัดทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 แถบสเปคตรัมความถี่	2
2.2 ไพโรอิเล็กตริก	5
2.3 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	7
2.4 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข (Rotating Type)	9
2.5 ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง	11
2.6 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency Type)	11
2.7 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบ DTMF กับ PULSE	13
2.8 การส่งเลขโดยการใช้ไอ.ซี.สำเร็จรูป	13
2.9 วงจรสร้างสัญญาณเรียก (Electronic Ringer)	15
2.10 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว	15
2.11 สัญญาณเรียกแบบหลายความถี่	16
2.12 สัญญาณพื้นฐาน	17
2.13 ระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์	19
2.14 วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Monostable Multivibrator Circuit)	20
2.15 การออกแบบวงจรการใช้งานไอ.ซี. 555 เป็นโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์	23
2.16 ไอ.ซี.เบอร์ ISD25xx	23
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	28
3.1 โครงสร้างโดยรวม	28
3.2 ภาครับส่งอินฟราเรด	29
3.3 ภาคโทรออกอัตโนมัติ	29
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	43
4.1 การทดลองในส่วนของวงจรพาสซีฟ อินฟราเรด	43
4.2 การทดลองในส่วนของวงจรเรียกออกอัตโนมัติ	44
4.3 การทดลองในส่วนของวงจรดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง	51
4.4 การทดลองในส่วนของวงจรบันทึกเสียง	54
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	55
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงการจัดแถบสเปคตรัมความถี่ 2
รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ภายในตัวไพโรอิเล็กตริก 5
รูปที่ 2.3 รูปร่างของไพโรอิเล็กตริก 6
รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์ 8
รูปที่ 2.5 (ก) แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลซ์อย่างง่าย 9
รูปที่ 2.5 (ข) แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนหมายเลข 4 10
รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งความถี่ของหมายเลขโทรศัพท์ 11
รูปที่ 2.7 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แบบแยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF 12
รูปที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมของระบบ DTMF 14
รูปที่ 2.9 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ 14
รูปที่ 2.10 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว 16
รูปที่ 2.11 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่ 17
รูปที่ 2.12 แสดงสัญญาณต่าง ๆที่ใช้ในการติดต่อ 18
รูปที่ 2.13 แสดงวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์แบบง่ายของไอ.ซี.เบอร์ 555 20
รูปที่ 2.14 (ก) แสดงส่วนต่าง ๆ ภายในของไอ.ซี.เบอร์ 555 20
รูปที่ 2.14 (ข) แสดงการเปรียบเทียบแรงดันที่จุดต่าง ๆในวงจร 21
รูปที่ 2.15 กราฟแสดงช่วงเวลา Time Delay ค่าต่าง ๆของวงจรซึ่งขึ้นอยู่กับค่า R_A และ C 22
รูปที่ 2.16 แสดงวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ 23
รูปที่ 2.17 โครงสร้างภายในของไอ.ซี.บันทึกเสียงและเล่นกลับ 24
รูปที่ 2.18 ลักษณะการจัดขาใช้งานของไอ.ซี. ISD25xx 25
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงระบบโทรศัพท์เตือนภัย 28
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของวงจรโทรศัพท์เตือนภัย 28
รูปที่ 3.3 วงจรพาสซีฟ อินฟราเรด 38
รูปที่ 3.4 วงจรเรียกออกอัตโนมัติ 39
รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมการยกหูและวงจรรีไดอัล 40
รูปที่ 3.6 วงจรดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง 41
รูปที่ 3.7 วงจรบันทึกเสียง 42
รูปที่ 4.1 สัญญาณที่ออกจาก PIR ขา 7 ของไอ.ซี.1/2 43
รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ออกจาก PIR ขา 1 ของไอ.ซี.1/1 44
รูปที่ 4.3 สัญญาณ Dial Tone 44
รูปที่ 4.4 สัญญาณ DTMF หมายเลข 1 ที่ส่งผ่านคู่สาย 45
รูปที่ 4.5 สัญญาณ DTMF หมายเลข 2 ที่ส่งผ่านคู่สาย 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.6 สัญญาณ DTMF หมายเลข 3 ที่ส่งผ่านคู่สาย 46

รูปที่ 4.7 สัญญาณ DTMF หมายเลข 4 ที่ส่งผ่านคู่สาย 46

รูปที่ 4.8 สัญญาณ DTMF หมายเลข 5 ที่ส่งผ่านคู่สาย 47

รูปที่ 4.9 สัญญาณ DTMF หมายเลข 6 ที่ส่งผ่านคู่สาย 47

รูปที่ 4.10 สัญญาณ DTMF หมายเลข 7 ที่ส่งผ่านคู่สาย 48

รูปที่ 4.11 สัญญาณ DTMF หมายเลข 8 ที่ส่งผ่านคู่สาย 48

รูปที่ 4.12 สัญญาณ DTMF หมายเลข 9 ที่ส่งผ่านคู่สาย 49

รูปที่ 4.13 สัญญาณ DTMF หมายเลข 0 ที่ส่งผ่านคู่สาย 49

รูปที่ 4.14 สัญญาณ DTMF หมายเลข * ที่ส่งผ่านคู่สาย 50

รูปที่ 4.15 สัญญาณ DTMF หมายเลข # ที่ส่งผ่านคู่สาย 50

รูปที่ 4.16 สัญญาณที่คริสตอล ไดโอด 51

รูปที่ 4.17 สัญญาณไซน์ 425 เฮิรตซ์ ที่ขา 3 (Ch1) เทียบสัญญาณเอาต์พุต ที่ขา 8 ของไอ.ซี.567 (Ch2) 52

รูปที่ 4.18 สัญญาณไซน์ 1.826 กิโลเฮิรตซ์ ที่อินพุตขา 3 (Ch1) เทียบสัญญาณเอาต์พุต ที่ขา 8 ของไอ.ซี.567 (Ch2) 52

รูปที่ 4.19 สัญญาณที่ขา 8 ของไอ.ซี.567 (Ch1) เทียบสัญญาณตอบรับที่ขา 3 (Ch2) เมื่อเป็นสัญญาณ Ring Back Tonc 53

รูปที่ 4.20 สัญญาณที่ขา 8 ของไอ.ซี.567 (Ch1) เทียบสัญญาณตอบรับที่ขา 3 (Ch2) เมื่อเป็นสัญญาณ Busy Tone 53

รูปที่ 4.21 สัญญาณอินพุต (Ch 1) เทียบเอาต์พุต (Ch 2) 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แถบความถี่และการใช้งาน 3
ตารางที่ 2.2 แสดงคำเรียกแถบความถี่ย่านไมโครเวฟ 4
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอ.ซี.ในตระกูล ISD25xx 27
ตารางที่ 3.1 การกำหนดค่าความถี่ของโทนความถี่เสียง 32
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไอ.ซี. ISD2590 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของหัวข้อโครงงาน

ในปัจจุบันระบบเตือนภัยได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตและทรัพย์สินของเราทุกคนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในปัจจุบัน ซึ่งโจรผู้ร้ายมีเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นระบบเตือนภัยจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญกับเราทุกคนมากขึ้น เนื่องจากว่าเราไม่สามารถที่จะรู้ได้เลยว่ามีโจรผู้ร้ายหรือมีผู้บุกรุกขึ้นบ้านเราในตอนที่เราไม่อยู่บ้าน เพราะฉะนั้นเราควรหาวิธีป้องกันไว้ก่อน ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีแนวความคิดที่จะจัดทำอุปกรณ์เตือนภัยทางโทรศัพท์โดยมีการตรวจจับความเคลื่อนไหว แล้วส่งไปยังชุดโทรออกอัตโนมัติ ถ้าอุปกรณ์เตือนภัยทำงานมันจะส่งสัญญาณเรียกไปยังเลขหมายปลายทางที่ได้บันทึกไว้ก่อนหน้านั้นแล้ว โดยผู้ใช้สามารถบันทึกเลขหมายปลายทางได้ด้วยตนเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาตัวตรวจจับแบบไพโรอิเล็กตริก (Pyroelectric) และนำไปประยุกต์ใช้งาน

1.2.2 เพื่อสร้างเครื่องเตือนภัยทางโทรศัพท์ขึ้นมาใช้เอง

1.2.3 เพื่อศึกษาการทำงานของไอ.ซี. เบอร์ ISD2590 และนำไปประยุกต์ใช้งาน

1.2.4 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา หรือปรับปรุงให้ดีขึ้นสำหรับผู้ที่สนใจ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ในโครงงานนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.3.1 ในส่วนของตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว

1.3.2 ในส่วนของตัวบันทึกเสียง

1.3.3 ในส่วนของตัวโทรศัพท์

ซึ่งจะแบ่งการทำงานเป็น 2 เทอมดังนี้

เทอมแรก จะทำในส่วนของตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว และในส่วนของตัวบันทึกเสียง

เทอมสอง จะทำในส่วนของตัวโทรศัพท์และทำโครงงานให้อยู่ในลักษณะพร้อมที่จะใช้งาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน

1.4.1 เข้าใจการทำงานของตัวตรวจจับแบบไพโรอิเล็กตริกและระบบโทรศัพท์

1.4.2 สามารถนำตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวไปใช้งานร่วมกับโทรศัพท์

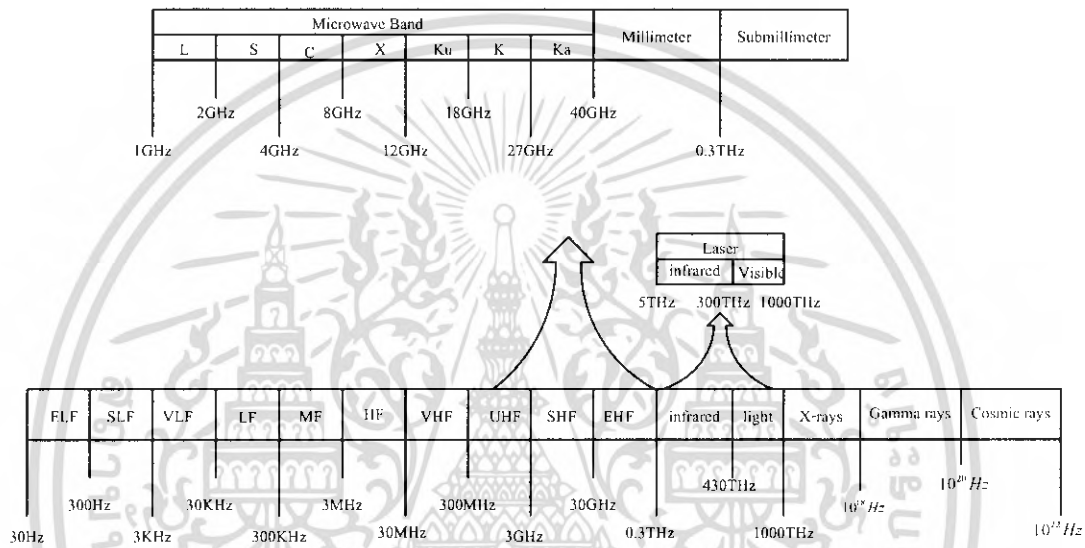
1.4.3 เพื่อทำให้เจ้าของบ้านรู้ว่ามีผู้บุกรุกเข้ามาในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 แถบสเปคตรัมความถี่

แถบสเปคตรัมความถี่เริ่มตั้งแต่ 30 เฮิรตซ์ ในย่านต่ำกว่าความถี่เสียงขึ้นไปถึงหนึ่งคูณสิบยกกำลังยี่สิบแปดเฮิรตซ์ในย่านรังสีคอสมิก ซึ่งได้แสดงให้เห็นการจัดแถบสเปคตรัมความถี่ดังรูปที่ 2.1 แสดงการจัดแถบสเปคตรัมความถี่



รูปที่ 2.1 แสดงการจัดแถบสเปคตรัมความถี่

ส่วนตารางที่ 2.1 แสดงการจัดแบ่งแถบสเปคตรัมความถี่โดยมีชื่อเรียกย่านหรือแถบความถี่มาตรฐานและการใช้งาน

จากตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงการจัดแถบสเปคตรัมตามความถี่ IEEE ซึ่งใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีชื่อเรียกแถบความถี่ย่อยจาก L ถึง K สำหรับความถี่ตั้งแต่ 300 เมกกะเฮิรตซ์ ถึง 40 กิกะเฮิรตซ์

ความถี่อื่นที่อยู่เหนือขึ้นไปจากย่านไมโครเวฟมีชื่อเรียกว่าแถบรังสีความร้อน หรือที่เราคุ้นเคยในชื่อแถบย่านอินฟราเรด มีแถบสเปคตรัมความถี่ตั้งแต่ 0.3 เทระเฮิรตซ์ ถึง 0.4 เทระเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แถบความถี่และการใช้งาน

แถบความถี่	ชื่อแถบความถี่	การใช้งาน
3–30 KHz	ความถี่ต่ำมาก (Very Low Frequency : VLF)	ระบบนำวิถีระยะไกล ระบบโซนาร์
30 - 300 KHz	ความถี่ต่ำ (Low Frequency : LF)	ระบบนำวิถี
300 - 3000 KHz	ความถี่ปานกลาง (Medium Frequency : MF)	ระบบวิทยุ AM
3 - 30 MHz	ความถี่สูง (High Frequency : HF)	ระบบโทรเลข ระบบโทรศัพท์ ระบบสื่อสารการเดินเรือ
30 - 300 MHz	ความถี่สูงมาก (Very High Frequency : VHF)	ระบบแพร่ภาพโทรทัศน์VHF ระบบวิทยุ ระบบควบคุมการจราจรทางอากาศ ระบบสื่อสารของตำรวจ
0.3 - 3 GHz	ความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency : UHF)	ระบบแพร่ภาพโทรทัศน์UHF ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบเรดาร์ความปลอดภัย ระบบสื่อสารดาวเทียม
3 - 30 GHz	ความถี่สูงยวดยิ่ง (Super High Frequency : SHF)	ระบบสื่อสารไมโครเวฟ ระบบสื่อสารดาวเทียม ระบบเรดาร์พยากรณ์อากาศ
30 - 300 GHz	ความถี่สูงสุดโต่ง (Extremely High Frequency : EHF)	ระบบเรดาร์ ระบบการลงจอดของเครื่องบิน
43 - 430 THz	อินฟราเรด (Infrared)	ระบบสื่อสารทางแสง
430 - 750 THz	แสงที่ตามองเห็น (Visible Light)	ระบบสื่อสารทางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงแถบความถี่ที่เราเรียกกันว่าย่านไมโครเวฟ (Microwave) ซึ่งแต่เดิมกำหนดให้เริ่มตั้งแต่ 1.12 กิกะเฮิรตซ์ ถึง 40 กิกะเฮิรตซ์ แบ่งออกเป็น 12 แถบย่านความถี่ย่อยจากซ้ายไปขวา หรือจากความถี่ต่ำสุดไปจนถึงความถี่สูงสุดของย่านไมโครเวฟ โดยมีการกำหนดชื่อเรียกแต่ละแถบจากความถี่ย่อยนี้ด้วย แต่ปัจจุบันนี้ได้มีการกำหนดย่านความถี่ไมโครเวฟขึ้นมาใหม่ เพื่อให้เห็นขอบเขตได้ชัดเจน และสะดวกต่อการอ้างอิงมากขึ้น โดยกำหนดให้เริ่มจาก 1 กิกะเฮิรตซ์ ไปจนถึง 100 กิกะเฮิรตซ์ หรือมากกว่า 100 กิกะเฮิรตซ์ ขึ้นไป สรุปเป็นความยาวคลื่นคือ ตั้งแต่ความยาวคลื่นเป็นเซนติเมตรลงไปถึงมิลลิเมตร

ตารางที่ 2.2 แสดงคำเรียกแถบความถี่ย่านไมโครเวฟ

ชื่อเรียกแถบความถี่	ความถี่อยู่ระหว่าง (GHz)
L	1.12-2.70
S	2.60-3.95
G	3.95-5.85
C	4.90-7.05
J	5.85-8.20
H	7.05-10.00
X	8.20-12.40
M	10.00-15.00
P	12.40-18.00
N	15.00-22.00
K	18.00-26.50
R	26.50-40.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไพโรอิเล็กตริก

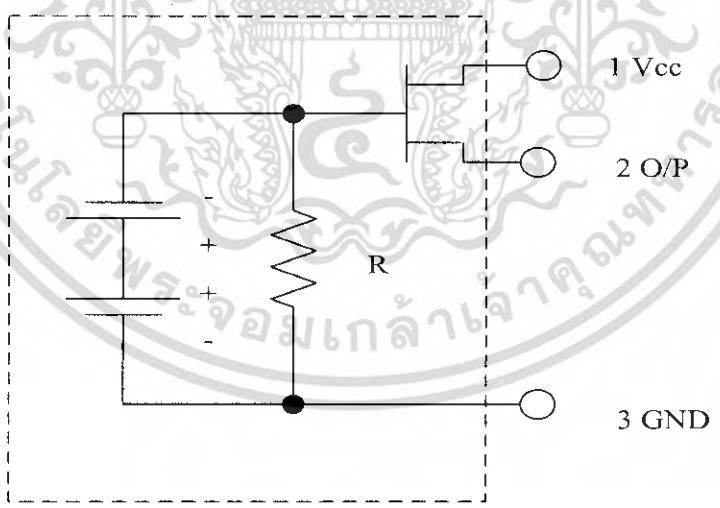
ไพโรอิเล็กตริกถูกออกแบบให้มีความสามารถที่จะรับรู้ได้ว่ามีคนหรือมีสัตว์เข้ามาใกล้ตัวมัน ซึ่งอาศัยหลักการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาเนื่องจากการเคลื่อนไหวของคนหรือสัตว์ในรัศมีที่มันสามารถจะรับรู้ได้

โครงสร้างภายในของตัวตรวจจับแบบไพโรอิเล็กตริกมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

- ตัวไวแสงที่ทำจากผลึกของลิเทียมซัลเฟต 2 ชุด
- เฟ็ท 1 ตัวประกอบเข้าด้วยกันภายในตัวถังแบบ TO-5

ชิ้นของผลึกแร่แต่ละตัวจะมีขนาดประมาณ 2 x 1 มิลลิเมตร ต่ออนุกรมกันอยู่แต่ต่อกลับขั้วกัน ซึ่งจากคุณสมบัติของผลึกชนิดนี้ เมื่อมันถูกทำให้ร้อนจะเกิดการประจุไฟฟ้าที่ผิวของทั้งสองด้านที่อยู่ตรงกันข้ามกัน ดังนั้นเมื่อมีสัญญาณใด ๆ ซึ่งเป็นสัญญาณที่มันจะตอบสนองได้โดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติโดยเฉพาะตัวของมัน มาตกกระทบตัวมันเข้าอย่างต่อเนื่อง จะเป็นเหตุให้สัญญาณลบและบวกถูกผลิตขึ้น ซึ่งสัญญาณที่ถูกผลิตขึ้นนี้ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงกว้างมากจากยอดถึงยอดของสัญญาณ แต่เนื่องจากผลึกทั้งสองต่อกลับขั้วกันอยู่ จึงทำให้ผลรวมของทั้งสองสัญญาณหักล้างกันหมดไป ลักษณะดังกล่าวนับเป็นผลดีอย่างมากในอันที่จะป้องกันการทำงานในสภาวะที่เราไม่ต้องการ เช่น

- แสงรบกวนจากภายนอก เช่น แสงแดดที่จัดเป็นแสงที่ต่อเนื่อง
- การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสภาวะแวดล้อมซึ่งโดยปกติไม่ได้เปลี่ยนในทันทีทันใด
- การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการสั่นสะเทือน ที่ไม่ได้เกิดจากคนหรือสัตว์

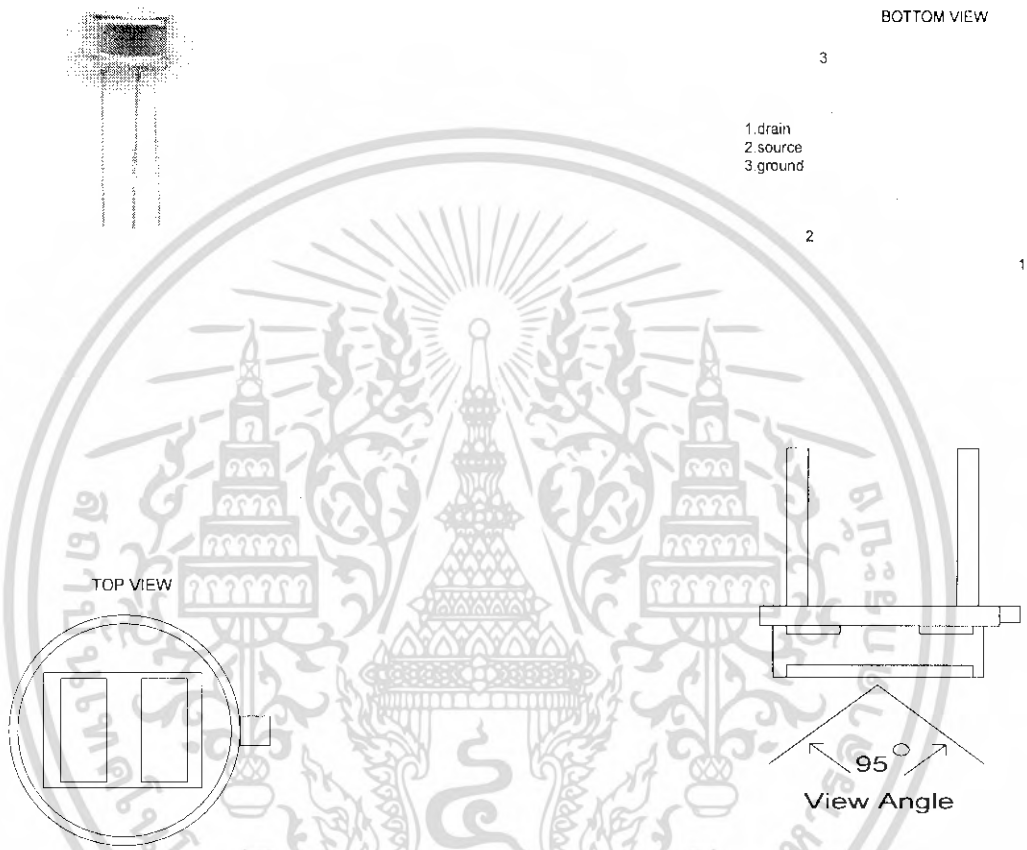


รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ภายในตัวไพโรอิเล็กตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.2 เป็นสัญลักษณ์ภายในตัวไพโรอิเล็กตริก โดยใช้สัญลักษณ์ของคาปาซิเตอร์ 2 ตัว ต่อกลับขั้วกันอยู่ เอาต์พุตของผลึกทั้งสองชุดต่อเข้ากับเฟ็ทชนิดเอ็นแชนแนล (n-channel) และอุปกรณ์ประเภทไม่เชิงเส้น (Non Linear) เพื่อป้องกันความเสียหายของเฟ็ทที่แรงดันสูง ๆ

เฟ็ทตัวนี้มีหน้าที่เป็นปรีแอมป์ (Pre Amplifier) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้แรงขึ้น โดยมีคุณสมบัติทางด้านของสัญญาณรบกวนต่ำ ความต้านทานขาเข้าสูง



รูปที่ 2.3 รูปร่างของไพโรอิเล็กตริก

ในรูปที่ 2.3 เป็นรูปร่างของไพโรอิเล็กตริกบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ TO-5 โดยมีช่องเพื่อให้ลำแสงอินฟราเรดผ่านเข้าไปได้ เมื่อใดก็ตามที่สัญญาณผ่านไปตกกระทบยังตัวคริสตอลทั้งสอง เป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่ต่อเนื่องและไม่สม่ำเสมอ จะเป็นเหตุให้เกิดค่าความแตกต่างเกิดขึ้นระหว่างผลึกทั้งสองชิ้น ทำให้ได้สัญญาณมาจำนวนหนึ่งมาขยายให้แรงขึ้น และป้อนเข้าวงจรเตือนภัยที่ถูกออกแบบขึ้นโดยเฉพาะ และเพื่อให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ เราจะดูหลักการทำงานของวงจรดังรูปแสดงวงจรโดยรวม

สัญญาณที่ถูกตรวจจับได้ จะตกกระทบตัวไพโรอิเล็กตริกซึ่งมีความยาวคลื่นของรังสีที่เกิดจากคนหรือสัตว์ที่ถูกตรวจจับจะอยู่ในช่วง 1 ไมโครเมตรถึง 15 ไมโครเมตร โดยย่านความถี่ที่ได้จากเอาต์พุตของตัวไพโรอิเล็กตริกนี้จะอยู่ในช่วง 0.3 เฮิรตซ์ ถึง 3 เฮิรตซ์ ซึ่งเพียงพอสำหรับการเปลี่ยนแปลงการแผ่รังสีอินฟราเรดอันเนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของคนและสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

2.3.1 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการระหว่างสมาชิกและผู้รู้เลขหมายสมาชิก สามารถเรียกคู่สนทนาธุระต่าง ๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นได้

การเรียกทางโทรศัพท์ คือ การเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ระหว่างผู้เรียกและผู้รับ

ผู้เรียก คือ ผู้เริ่มต้นการเรียก จะด้วยการแจ้งให้พนักงานช่วยต่อกับผู้รับหมุนหรือกดเลขหมายของผู้รับเมื่อโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของชุมสายอัตโนมัติ

ผู้รับ คือ ผู้ที่ตอบรับการเรียกทางโทรศัพท์ เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก

คู่สายสมาชิก คือ คู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูด แจกจ่ายออกมาจากสถานีที่ติดตั้งเครื่องชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ไปยังบ้านของผู้เช่าหรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียกและสมาชิกผู้รับโดยอัตโนมัติ

เครื่องโทรศัพท์ คือ อุปกรณ์สำหรับสมาชิก ใช้พูดและฟังในการสนทนาผ่านโครงข่ายโทรศัพท์

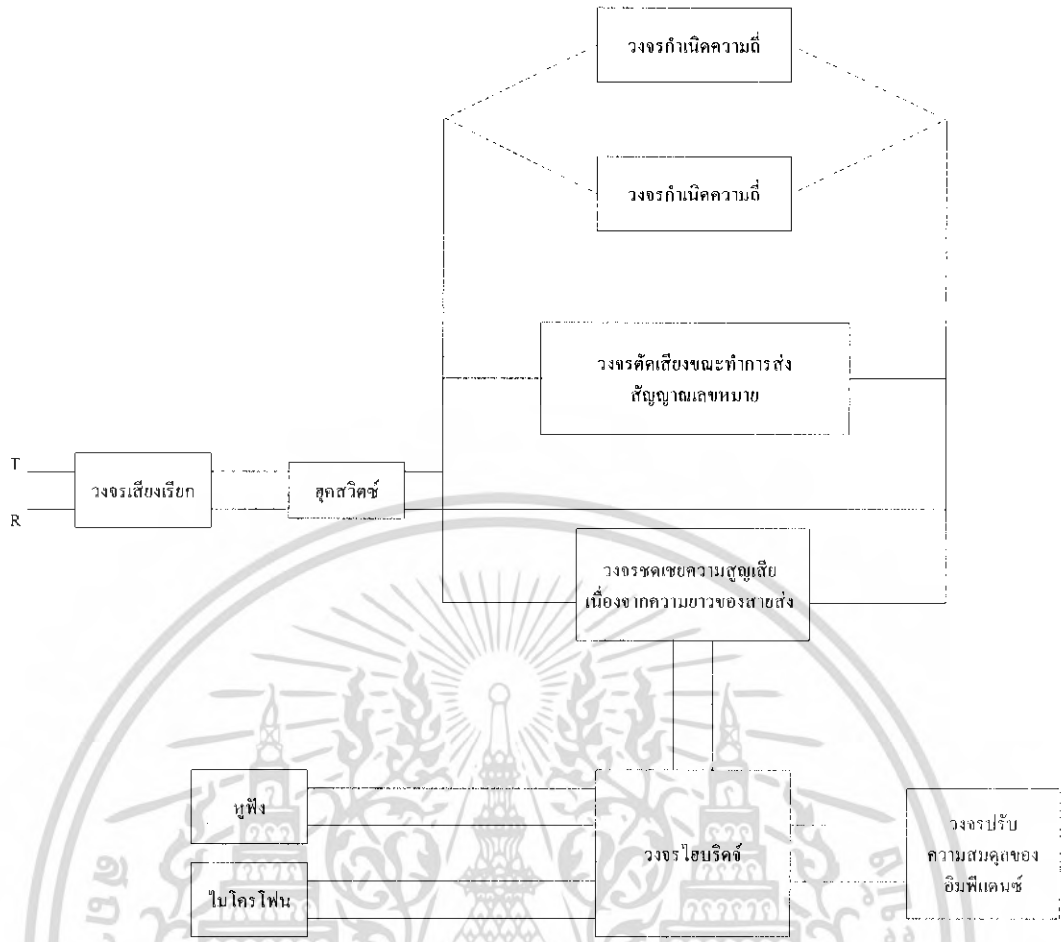
2.3.2 เครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักใหญ่ ๆ 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 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์

ตำแหน่งของส่วนส่งและรับ ปกติจะติดอยู่ที่ตัวพูดและหูฟัง (Handset) ของเครื่องรับโทรศัพท์ซึ่งในส่วนส่งมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า (Electrical Signal) ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกส่งไปสวิตช์ชิ่งเซ็นเตอร์ (Switching Center) แต่ส่วนรับมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง สัญญาณที่ส่วนรับนั้นจะประกอบด้วยสัญญาณแถบความถี่เสียงจากสวิตช์ชิ่งเซ็นเตอร์และการลดทอนการป้อนกลับจากส่วนส่ง

สำหรับ สปีช เน็ตเวิร์ค จะมีหน้าที่แยกสัญญาณส่งและรับในเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นสัญญาณทั้งหมดระหว่างสวิตช์ชิ่งเซ็นเตอร์และเครื่องรับโทรศัพท์ อาจส่งไปในคู่สายเดียวกันก็ได้

ชุดสวิตช์ชิ่งเซ็นเตอร์มีอยู่ 2 สถานะ คือ ออนฮุค และ ออฟฮุค ทั้ง 2 สถานะนี้ขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณว่างหรือใช้งานตามลำดับ ส่วนสถานะ ออฟฮุค ปกติจะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหู เมื่อยกหูกระแสที่ส่งจะบอกให้อุปกรณ์สวิตช์ชิ่งเซ็นเตอร์รับรู้ว่าอยู่ในสถานะ ออฟฮุค สวิตช์ชิ่งเซ็นเตอร์จะปิดกั้นสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal) และเตรียมรับสัญญาณ Dial Tone ฮุคสวิตช์จะต่อสายโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเมื่ออยู่ในสถานะ ออนฮุค และต่อสายโทรศัพท์กับ สปีช เน็ตเวิร์คในสถานะ ออฟฮุค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

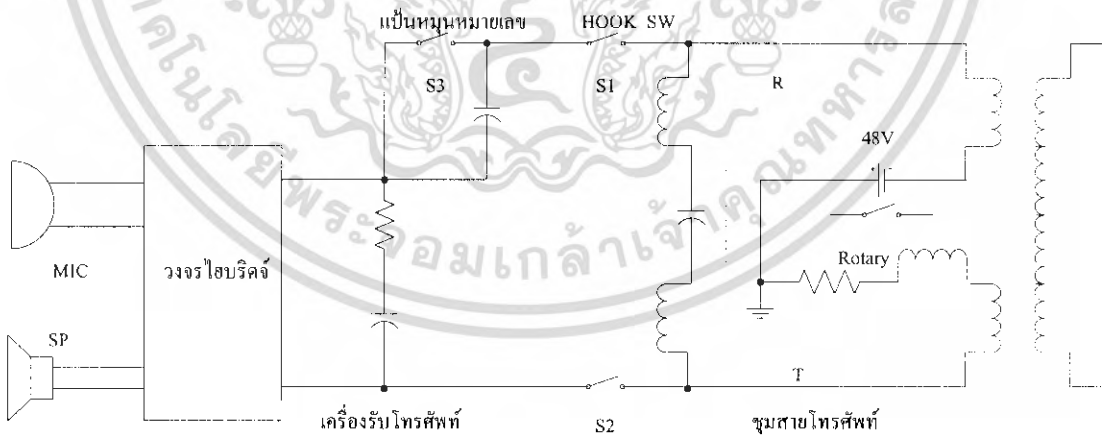
ในสถานะ ออฟฮุค วงจรโทรศัพท์จะรับ DC Bias จากเพาเวอร์ซัพพลายที่สวิตช์ชิ่งเซ็นเตอร์ ส่วนสถานะ ออนฮุค จะปรากฏสัญญาณกระดิ่งเมื่อมีผู้เรียกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งถูกสร้างขึ้นที่สวิตช์ชิ่งเซ็นเตอร์และถูกส่งมาทำให้กระดิ่งในโทรศัพท์ทำงาน

วงจรแปลงสัญญาณไฟตรง ทำหน้าที่ผ่านกระแสไฟตรงจากคู่สายโทรศัพท์ไปเลี้ยงวงจรโทรศัพท์ เมื่อฮุคสวิตช์อยู่ในสภาวะยกและทำหน้าที่ให้สัญญาณทั้งด้านบวกและด้านลบ ผ่านวงจรโทรศัพท์ได้

การส่งหมายเลขโทรศัพท์สามารถกระทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลซ์ ที่แสดงถึงหมายเลขต่าง ๆกัน และอีกวิธีหนึ่งเป็นการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่าง ๆกัน โดยค่าตัวเลขจะถูกแทนค่าด้วยความถี่ 2 ค่าที่มอดูเลตกัน

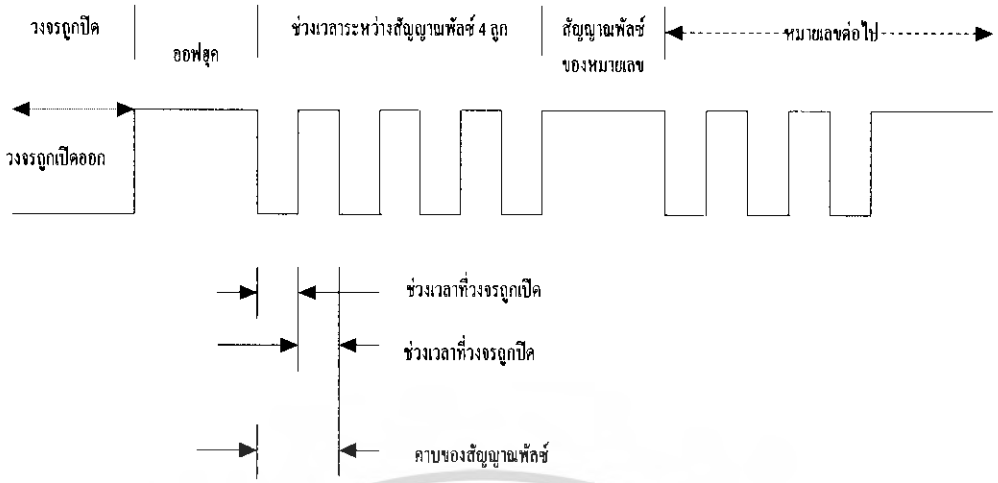
2.4 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข (Rotating Type)

ในรูปที่ 2.5 (ก) จะเป็นวงจรที่ใช้การส่งหมายเลขโทรศัพท์ในแบบหมุน จะเห็นว่าสวิตช์ S3 จะเปิดวงจรออก เมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ก็จะไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าไปในวงจรส่วนที่อยู่ถัดไปได้ จึงเสมือนกับว่าเป็นการขัดจังหวะ (Interruption) การไหลของกระแสสำหรับจำนวนครั้งที่สวิตช์ S3 ถูกเปิดออกจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของแป้นหมุนไดอัลเลอร์ที่ถูกหมุนไปกับตำแหน่งปกติในขณะที่ไม่มีการหมุนหมายเลขใด ๆ เป็นต้นว่า ถ้าหมุนหมายเลข 4 สวิตช์ S3 ก็จะถูกทำให้เปิดออก 4 ครั้ง หรือว่าหมุนหมายเลข 7 สวิตช์ S3 ก็จะถูกเปิดออก 7 ครั้ง ซึ่งสวิตช์ S3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่ปล่อยให้แป้นหมุนกลับสู่ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการหมุนหมายเลขอยู่



รูปที่ 2.5 (ก) แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลซ์อย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 (ข) แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนหมายเลข 4

รูปที่ 2.5 (ข) จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ จากรูปนี้จะเห็นว่าในตอนแรกโทรศัพท์อยู่ในสภาวะออนฮุค คือ หูโทรศัพท์ถูกวางอยู่บนที่วางหูโทรศัพท์ตามปกติ ไม่มีกระแสจากชุมสายไหลเข้าสู่เครื่องรับโทรศัพท์เพราะขณะนี้วงจรถูกเปิดออกโดยฮุคสวิตช์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะออฟฮุค คือฮุคสวิตช์จะถูกปิดวงจรลง ทำให้กระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลขโดยในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข 4 ก็จะทำให้วงจรเปิดออกด้วยสวิตช์ S3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้สัญญาณดังรูปข้างบน

ในระบบโทรศัพท์แบบที่ส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลซ์นี้ จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณในอัตรา 10 พัลซ์ต่อวินาที และเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันในการพิจารณาสัญญาณที่เกิดขึ้นจึงควรที่จะทราบความหมายของคำต่อไปนี้

- คาบของสัญญาณพัลซ์ (Pulse Period) คือ ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด (Break Duration) บวก ช่วงเวลาที่วงจรถูกปิด (Make Duration) ซึ่งคาบเวลาของสัญญาณพัลซ์จะถูกออกแบบให้มีค่าอย่างต่ำเท่ากับ 100 มิลลิวินาที

- อัตราการส่งสัญญาณพัลซ์ (Pulse Rate) คือ จำนวนพัลซ์ที่ถูกส่งออกไปใน 1 วินาที เท่ากับ 100 หารคาบเวลาของสัญญาณพัลซ์ (เป็นมิลลิวินาที)

- เปอร์เซ็นต์ของการเปิดวงจร (Percent Break) คือ 100 คูณช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 มิลลิวินาที

สำหรับในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดค่ามาตรฐานของสัญญาณไว้แน่นอน เช่น ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดจะต้องไม่ต่ำกว่า 60 มิลลิวินาที หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ สำหรับประเทศอื่น ๆ มักจะใช้ที่อัตรา 67 เปอร์เซ็นต์ เป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

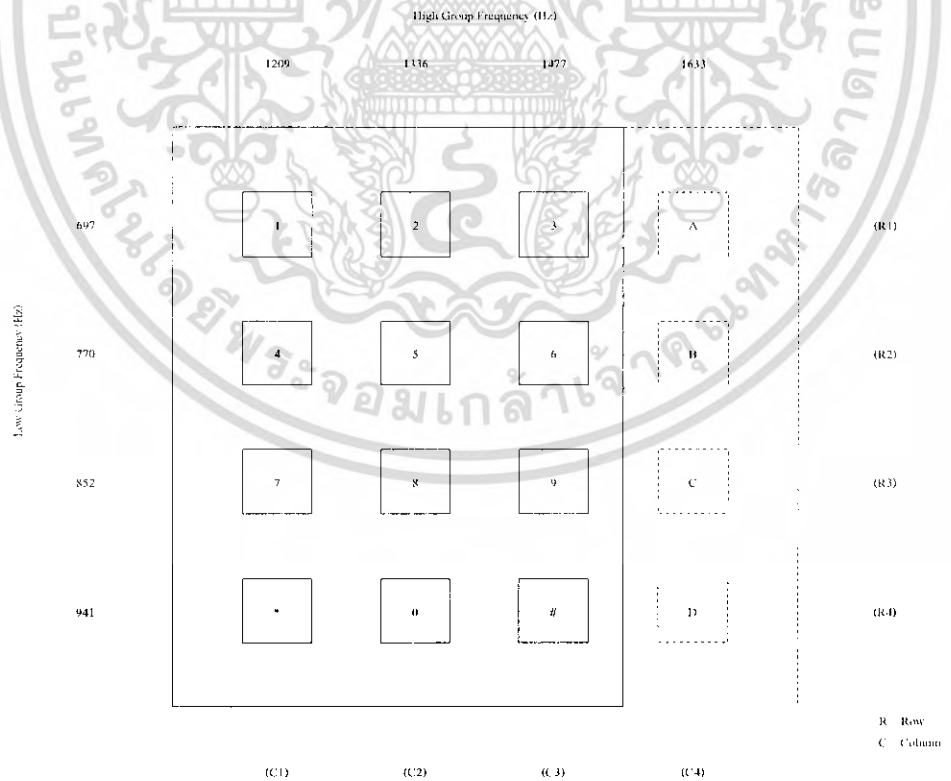
2.5 ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

ตามปกติในสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์จะมีค่าความต้านทานตัวเก็บประจุ และขดลวดเหนี่ยวนำแฝงอยู่ โดยเฉลี่ยอยู่แล้วทุก ๆระยะทาง 1 ไมล์ ที่เพิ่มขึ้นของสายส่งจะเสมือนว่ามีตัวเก็บประจุต่อขนานอยู่ระหว่างสายส่งประมาณ 0.07 ไมโครฟารัด และมีตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกันอยู่ โดยจะมีค่าประมาณ 42 โอห์ม และ 1 มิลลิเฮนรี ตามลำดับ ซึ่งอุปกรณ์แฝงพวกนี้จะมีผลให้สัญญาณพัลซ์ที่ถูกส่งไปตามสายส่งเกิดความผิดเพี้ยนทั้งขนาด และคาบเวลา ดังนั้นชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถรับรู้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนเหล่านี้ไว้และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อ

2.6 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency Type)

เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่งซึ่งจะพบได้มากกว่าระบบส่งแบบพัลซ์ระบบนี้เรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่จะต้องการติดต่อด้วยโดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไปเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงพูด (0 ถึง 4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในรูปที่ 2.6 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ มอดูเลตกัน

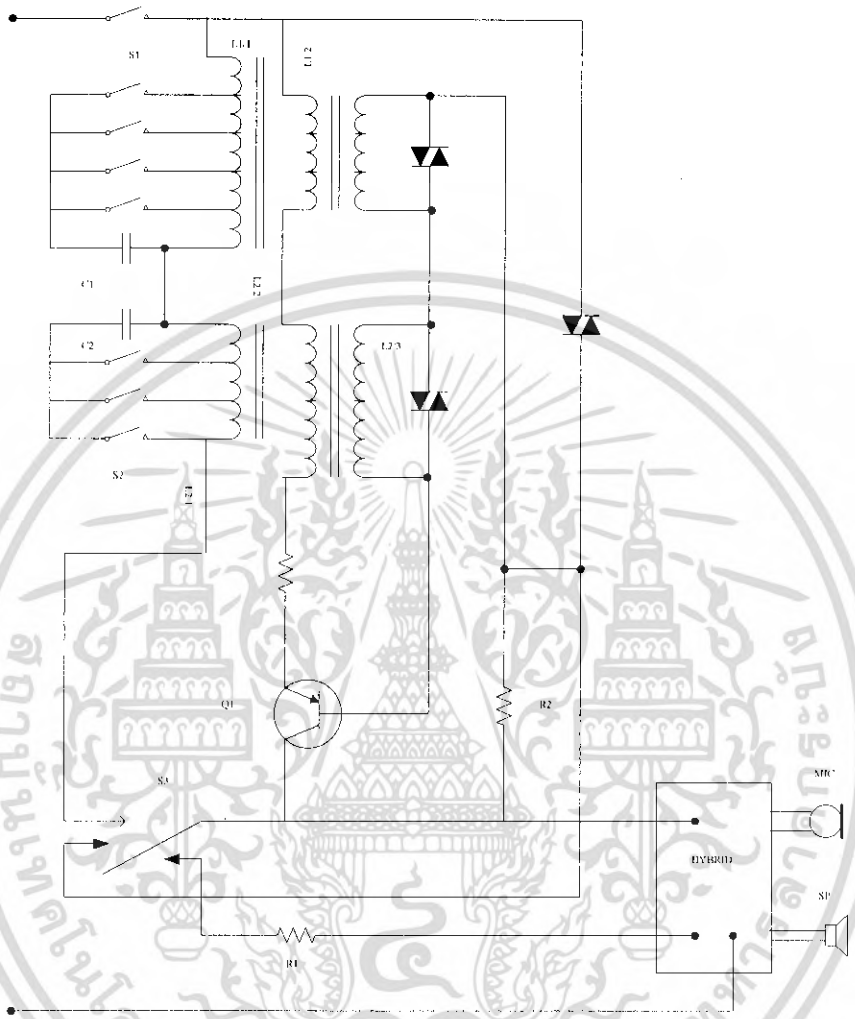
สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ที่สร้างความถี่เหล่านี้ขึ้นมาก็คือ วงจรในรูปที่ 2.7 ซึ่งเป็นวงจรที่ยังคงใช้อุปกรณ์ต่าง ๆมาต่อร่วมกันเป็นวงจรอยู่ ซึ่งปัจจุบันจะมีการใช้อุปกรณ์ที่ถูกผลิตในรูปไอ.ซี. สำเร็จรูปมาใช้งานมากกว่า



รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งความถี่ของหมายเลขโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ที่ใช้ในโลว์และคอลัมน์นั้น จะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ทั้ง 4 โลว์ เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ และความถี่ทั้ง 4 คอลัมน์ เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่สูง การที่กดปุ่มหมายเลขใด ๆจะทำให้วงจรภายในผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่



รูปที่ 2.7 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แบบแยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF

การทำงานของวงจรจะเริ่มจากสวิตซ์ S1คือ สวิตซ์ในแนวนอน S2 คือ สวิตซ์ในแนวตั้ง และ S3 จะถูกเปิดวงจรอยู่ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น กระแสจากชุมสายโทรศัพท์จะผ่าน S4 ไปยัง L1/1 และ L2/1 ทรานซิสเตอร์ Q1 จะไม่นำกระแส เมื่อมีการกดหมายเลขสวิตซ์ S1และ S2 จะถูกปิดลงตามตำแหน่งของหมายเลขที่ถูกกด C1 และ C2 จะถูกต่อเข้ากับ L1/1 และ L2/1 ตามลำดับ เกิดเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ขึ้น โดย L1/1 และ C1 และขณะที่ S3 จะถูกปิดลงเช่นกัน ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์ทั้งสองเข้าด้วยกันและส่งไปยังชุมสาย ในขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่นั้นส่วนของหูฟังและไมโครโฟนก็จะถูกต่อขนานกันจึงทำให้ได้ยินสัญญาณที่เกิดขึ้นจากวงจรออสซิลเลเตอร์ด้วย สำหรับชุมสายก็จะมีวงจรตรวจจับสัญญาณไปประมวลผลต่อไป และยังต้องมีวงจรกรองความถี่ป้องกันไม่ให้มีความถี่แปลกปลอมอื่น ๆเข้าไปในชุมสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบ DTMF กับ PULSE

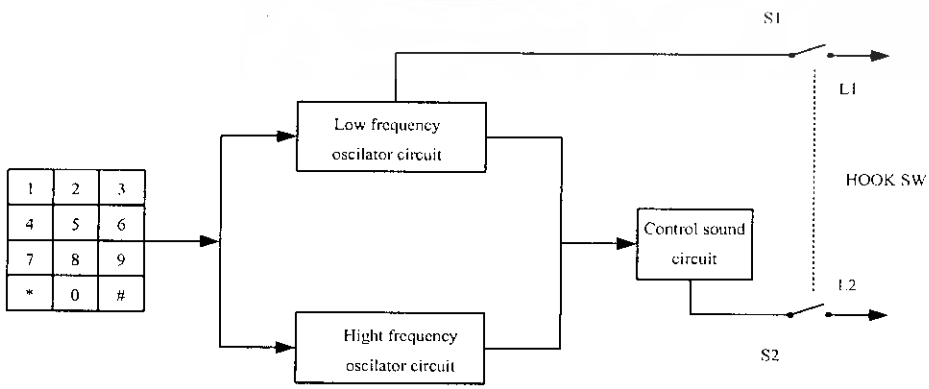
ครานี้ลองมาเปรียบเทียบระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบ ว่าแบบใดจะมีประสิทธิภาพมากกว่ากันในตอนต้นทราบแล้วว่าในการส่งสัญญาณแบบพัลซ์ 1 ลูก ต้องใช้เวลาอย่างน้อย100 มิลลิวินาที (60 มิลลิวินาที สำหรับช่วงการเปิดวงจร และ 40 มิลลิวินาที สำหรับช่วงการปิดวงจร) และยังต้องมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 700 มิลลิวินาที ยิ่งถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามากและยาวมากขึ้นเท่าใดย่อมต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น หมายเลข 555-5555 จะต้องใช้เวลาในการส่งสัญญาณพัลซ์เท่ากับ 5 มิลลิวินาที คูณ 7 หมายเลข เท่ากับ 3.5 วินาที และระยะทางของช่วงเวลาว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณเท่ากับ 700 มิลลินาที คูณด้วย 6 เท่ากับ 4.2 วินาที จะใช้เวลาในการส่งทั้งหมดเท่ากับ 3.5 วินาที บวกด้วย 4.2 วินาที เท่ากับ 7.7 วินาที แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้ในการส่งระบบ DTMF จะใช้เวลาเท่ากับ 7 คูณ 100 มิลลิวินาทีเท่ากับ 0.7 วินาที เท่านั้นเอง ดังนั้นจะเห็นได้ชัดเจนประการหนึ่งแล้วว่าระบบ DTMF จะสามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายโทรศัพท์ได้มากกว่าระบบที่ใช้การส่งสัญญาณพัลซ์ เป็นผลให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วงความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วย

ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้อุปกรณ์โซลิดสเตลได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความประหยัดและสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสายโทรศัพท์
- สามารถนำไปเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในชุมสายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

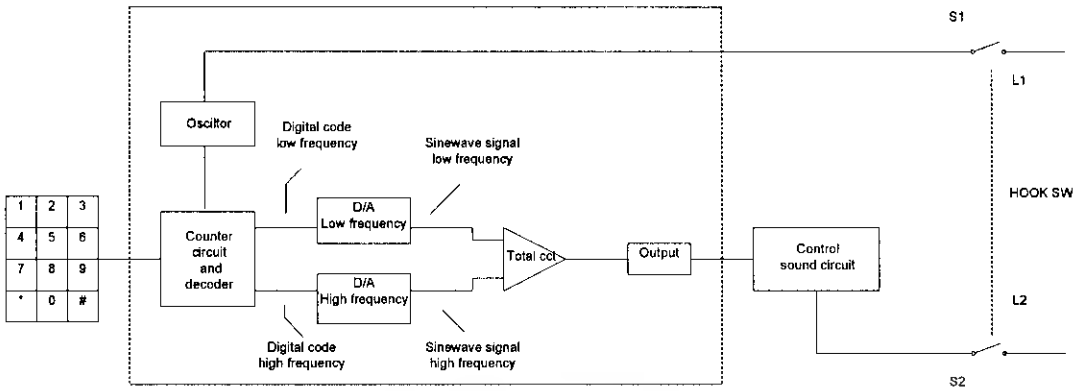
2.8 การส่งเลขโดยการใช้ไอ.ซี.สำเร็จรูป

รูปที่ 2.8 (ก) เป็นบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบ DTMF ซึ่งในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์จำพวกพาสซีฟ (Passive Element) ในการนำมาสร้างเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งแน่นอนว่าปัญหาที่พบสำหรับวงจรที่อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปและอายุการใช้งาน ผลที่ตามมาก็คือความถี่ที่ผลิตออกมาย่อมมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งเหตุผลสุดท้ายก็จะทำให้ชุมสายเกิดการทำงานผิดพลาดในการติดต่อกับผู้ถูกเรียก ดังนั้นในการสร้างไอ.ซี.สำเร็จรูปขึ้นมาใช้งานแทนอุปกรณ์พาสซีฟย่อมที่จะแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ในระดับหนึ่ง ในรูปที่ 2.8 (ข)



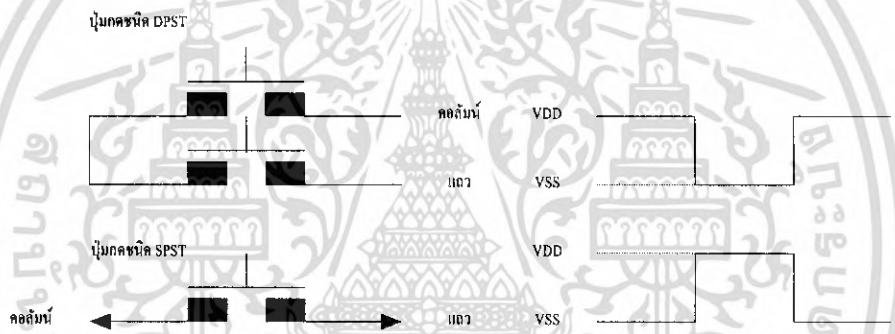
(ก) วงจรแบบแรก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) วงจรที่ถูกพัฒนาในรูปของ IC สำเร็จรูป

รูปที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมของระบบ DTMF



(ก) แผนภาพ (ข) รูปสัญญาณ

รูปที่ 2.9 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ

บล็อกไดอะแกรมของไอ.ซี.ที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF ซึ่งในวงจรภายในจะประกอบด้วยวงจรนับและถอดรหัส (Counter and Decode) ซึ่งในวงจรถอดรหัสก็จะแยกแยะว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งจะตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวแถวและคอลัมน์ เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในโลว์และค่าในคอลัมน์ไปหารจากค่าความถี่หลักสัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิตอล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นก็นำทั้ง 2 สัญญาณไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอก (D/A Converter) และนำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ(Summing Amplifier)แล้วจึงถูกส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูดผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์

ไอ.ซี.อาจจะถูกออกแบบมาให้นำไปใช่ร่วมกันกับแป้นปุ่มหมายเลข (Key Pad) ชนิด DPST (Dual Pole Single Throw) ซึ่งจะมีหน้าที่สัมผัส 2 หน้าหรืออาจจะเป็นชนิด SPST (Single Pole Single Throw) ก็ได้ ในรูปที่ 2.9 เป็นแผนภาพและรูปของสัญญาณ เมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขใด ๆจะสังเกตว่าในการถอดรหัสในโลว์จะแอกทีฟที่ลอจิก 0 แต่ในคอลัมน์จะแอกทีฟที่ลอจิก 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 วงจรสร้างสัญญาณเรียก (Electronic Ringer)

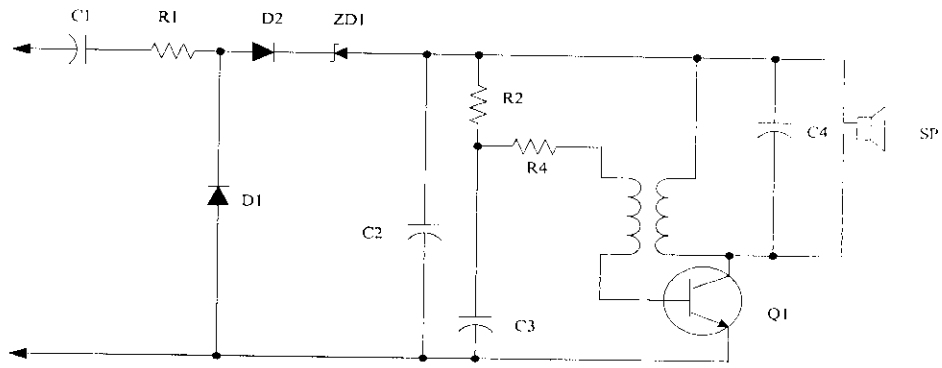
ในระบบโทรศัพท์รุ่นแรก ๆจะนำเอาอุปกรณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic) มาเป็นทรานสดิวเซอร์ (Transducer)ในการเปลี่ยนรูปพลังงานเสียง แต่ปัจจุบันมีการนำอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวเซอร์ (Electronic Transducer) มาใช้แทน ซึ่งมีข้อได้เปรียบกว่าทรานสดิวเซอร์แบบแม่เหล็กหลายประการ เช่น ขนาดและน้ำหนักน้อยกว่า มีราคาถูกกว่า และมีความน่าเชื่อถือในการทำงานสูงกว่าด้วย จึงมีความนิยมในการใช้งานมากกว่า อิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวเซอร์จะสามารถนำไปแปลงเป็นสัญญาณที่มีความถี่เดียว (Single Tone) หรืออาจจะสร้างได้หลายความถี่ (Multi Tone) ก็ได้ ซึ่งจะตรงกับความต้องการในการออกแบบวงจรสร้างสัญญาณเรียกซึ่งก็แบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆคือ วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว (Single Tone Ringer) และวงจรที่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้หลายความถี่ (Multi Tone Ringer)

2.10 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว

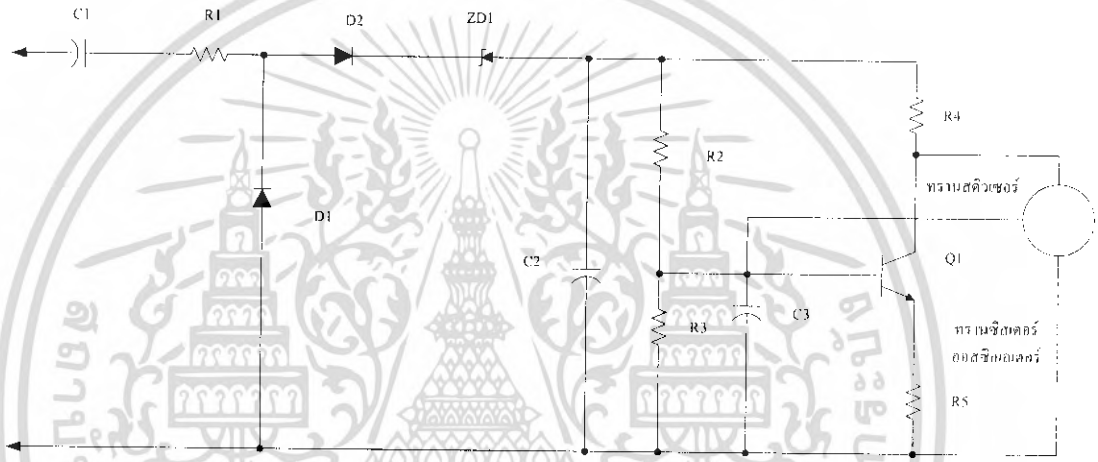
วงจรที่มีคุณสมบัติอย่างนี้จะใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ สร้างสัญญาณที่มีความถี่คงที่ขึ้นมาค่าหนึ่ง และจะถูกนำไปใช้ขับทรานสดิวเซอร์ แต่ทรานสดิวเซอร์จะถูกควบคุมให้ขับหรือไม่ขับสัญญาณก็ขึ้นกับสัญญาณเรียก (Ringer Signal) ซึ่งเป็นสัญญาณ AC ที่มาจากชุมสายอีกทีหนึ่ง โดยในไซเคิลบวกของสัญญาณ AC วงจรจะถูกออกแบบให้ทรานสดิวเซอร์สามารถจะขับสัญญาณออกไปได้ แต่ในไซเคิลลบจะไม่มีการขับสัญญาณใด ๆทั้งสิ้น ในรูปที่ 2.10 เป็นวงจรที่สร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว ในรูปที่ 2.10 (ก) ยังใช้ทรานสดิวเซอร์แบบแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนรูป (ข) เป็นเปียโซอิเล็กทริก ทรานสดิวเซอร์ (Piczoelectric Transducer) หลักการทำงานของวงจรในรูปที่ 2.10 คือ ในไซเคิลบวกของสัญญาณ AC จากชุมสายโทรศัพท์จะทำให้ D2 แอกทีฟทำให้มีแรงดันไฟตรงจ่ายให้ Q1 ก็จะสามารถทำให้วงจรออสซิลเลเตอร์สร้างสัญญาณเพื่อนำไปขับทรานสดิวเซอร์ต่อไป แต่ในไซเคิลลบ D1 จะแอกทีฟ D2 จะบล็อกสัญญาณไม่ให้ผ่านไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์ได้ จึงไม่มีสัญญาณที่ออสซิลเลตออกมาขับทรานสดิวเซอร์

สำหรับ C2 ทำหน้าที่กรองสัญญาณที่ผ่าน D2 มาให้เรียบและป้องกันสัญญาณทรานสดิวเซอร์ที่จะเข้าไปยังวงจรส่วนหลังได้ ซีเนอร์ไดโอด ZD1 จะเป็นตัวกำหนดระดับสัญญาณ (Threshold Voltage) ที่สามารถผ่านไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ทรานสดิวเซอร์ที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า



(ข) เปียโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์

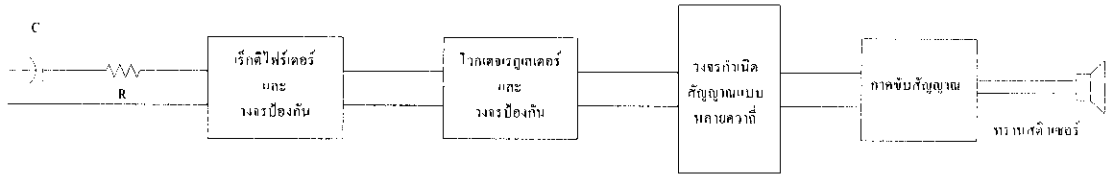
รูปที่ 2.10 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว

2.11 สัญญาณเรียกแบบหลายความถี่

การผลิตความถี่ของวงจรแบบนี้สามารถให้ความถี่ออกมามากกว่า 2 ความถี่ โดยที่อัตราการเปลี่ยนจากความถี่หนึ่งไปอีกความถี่หนึ่ง จะเท่ากับความถี่ของสัญญาณ AC ช่วงที่มีสัญญาณเรียก ในรูปที่ 2.11 เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อมีสัญญาณ AC เข้ามาก็จะมีการเร็กติไฟร์เออร์เพื่อให้ได้เป็นสัญญาณไฟตรงนำไปจ่ายให้กับวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.11 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่

2.12 สัญญาณพื้นฐาน

สัญญาณ คือ ข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันในระหว่างชุมสายกับชุมสาย

หน้าที่ทั่ว ๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์

1. การเตรียมพร้อม (Alerting)
2. การส่งที่อยู่ข่าวสาร (Transmitting Address Information)
3. การตรวจตรา (Supervising)
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting Information Signaling)

สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber Signaling)

1. สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่ากับชุมสาย

1.1 ออฟฮุคคือ สภาพผู้เช่ายกหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพปิดวงจรและอิมพีแดนซ์ต่ำ

1.2 ออนฮุคคือ สภาพผู้เช่าวางหู สายจะมีสภาพเปิดวงจรและอิมพีแดนซ์สูง

1.3 Dialing คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary Dial สัญญาณจะเป็นพัลซ์ค่าอิมพีแดนซ์จะสูงต่ำสลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่มสัญญาณออกจะเป็นความถี่ DTMF ไปยังชุมสาย

2. สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

2.1 Dial Tone เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า ขณะนี้ชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะรับเลขหมายจากผู้เรียกแล้ว ให้ผู้เรียกส่งเลขหมายได้ สัญญาณมีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ถึง 425 เฮิรตซ์ แบบต่อเนื่อง มอดูเลตด้วยความถี่ 50 เฮิรตซ์ ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

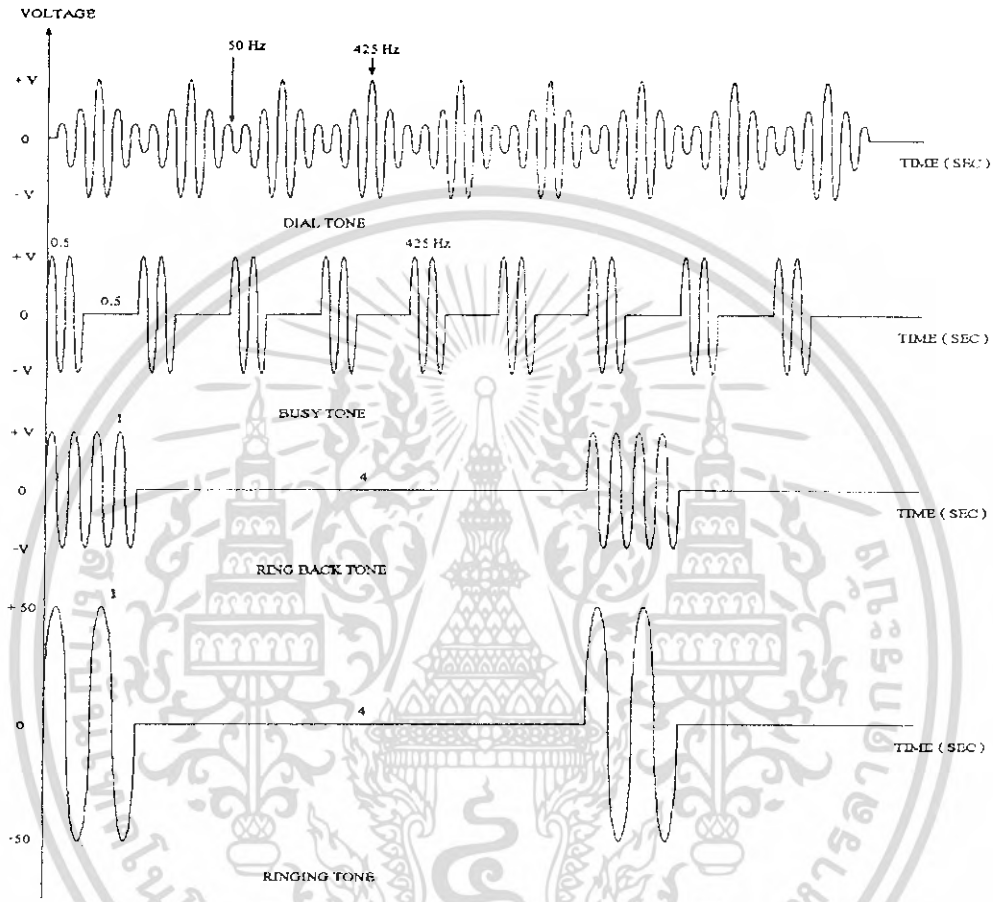
2.2 Ringing Tone เป็นสัญญาณเรียกซึ่งส่งไปให้เครื่องของผู้ถูกเรียก จะได้ยินเสียงกระดิ่งหรือโทนต่าง ๆตามชนิดของเครื่องรับโทรศัพท์มีความถี่ 25 เฮิรตซ์ ค่าแรงดัน 70 ถึง 100 โวลท์พีคทูพีค โดยส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที เป็นสัญญาณที่ส่งไปให้ผู้ถูกเรียกทราบ

2.3 Ring Back Tone เป็นสัญญาณที่ผู้ถูกเรียกได้ยินหลังจากหมุนเสร็จแล้ว ที่ชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ทราบว่าการต่อได้สำเร็จแล้วเป็นสัญญาณ 425 เฮิรตซ์ โดยดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

72902
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Busy Tone เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง ถ้ายกหูแล้วได้ยินสัญญาณนี้แสดงว่าอุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง และถ้าได้ยินเสียงนี้หลักจากหมุนหมายเลขไปแล้วแสดงว่า ผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่างเป็นสัญญาณความถี่ 425 เฮิรตซ์ ดัง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที สลับกัน

2.5 สัญญาณโทนอื่น ๆเช่น Nu Tone เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนยังไม่มีการใช้งาน



รูปที่ 2.12 แสดงสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อ

3. สัญญาณที่ติดต่อระหว่างชุมสาย (Inter Exchange Signaling)

3.1 Seizure เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเรียกเลขหมายของผู้เรียกที่จะส่งมา

3.2 Address Information เป็นสัญญาณบอกเลขหมาย หรือประเภทของผู้เช่า

3.3 Answer Signal สัญญาณนี้ใช้เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูรับ หน้าที่หลักของสัญญาณนี้คือ

3.3.1 เริ่มต้นคิดเงิน

3.3.2 ส่งสัญญาณคิดเงิน

3.3.3 ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Clear Forward จะถูกส่งเมื่อผู้เรียกวางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่าง ๆ

3.5 Clear Back จะถูกส่งเมื่อผู้เรียกวางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทางเริ่มต้นจับเวลาเมื่อเวลาผ่านไป 90 วินาที ถึง 120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อ พร้อมกับส่งสัญญาณ Clear Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

2.13 ระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

แสดงระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับ อธิบายได้ดังนี้

เครื่องส่ง

- ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีโวลท์ตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48 โวลท์

- เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ โวลท์จะลดลงเหลือประมาณ 8 โวลท์ พร้อมทั้งมีสัญญาณ Dial Tone เมื่อกดรหัสสัญญาณความถี่ หมายเลขโทรศัพท์แล้วสัญญาณ Dial Tone จะหายไป

- กดรหัสสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ รหัสสัญญาณโทรศัพท์จะเป็นสัญญาณ DTMF

- ขณะที่รอการรับสายจากผู้เรียกจะมีสัญญาณตอบรับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ คือ Busy Tone และ Ring Back Tone

- เมื่อผู้ถูกเรียกรับสายแล้ว สัญญาณจะอยู่ที่ระดับสัญญาณกระแสตรง 8 โวลท์ และมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียงและความดังของเสียงพูด

- เมื่อผู้เรียกวางหูโทรศัพท์ โวลท์ตกคร่อมสายโทรศัพท์จะกลับไปที่ 48 โวลท์ ดังเดิม

เครื่องรับ

- ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีโวลท์ตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48 โวลท์

- เมื่อมีผู้เรียก เรียกเข้ามาจะมีสัญญาณ Ringing Tone เข้ามา ซึ่งจะตรงกับสัญญาณ Ring Back Tone ของผู้เรียก

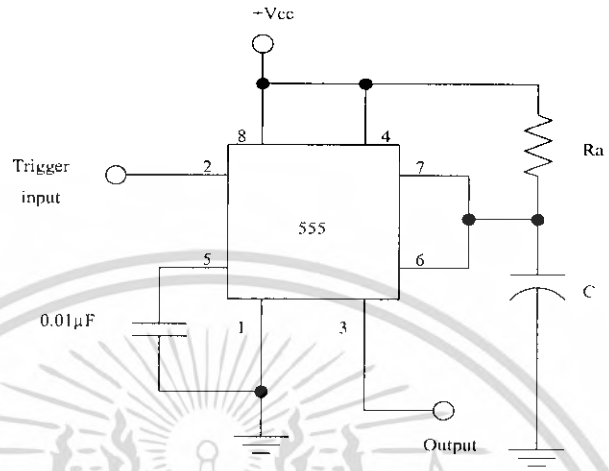
- เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูรับโทรศัพท์ โวลท์ตกคร่อมสายโทรศัพท์จะเหลือประมาณ 8 โวลท์ และจะมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียงและความดังของเสียงพูด

- เมื่อผู้ถูกเรียกวางหูโทรศัพท์ โวลท์ตกคร่อมสายโทรศัพท์จะกลับไปที่ 48 โวลท์ดังเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

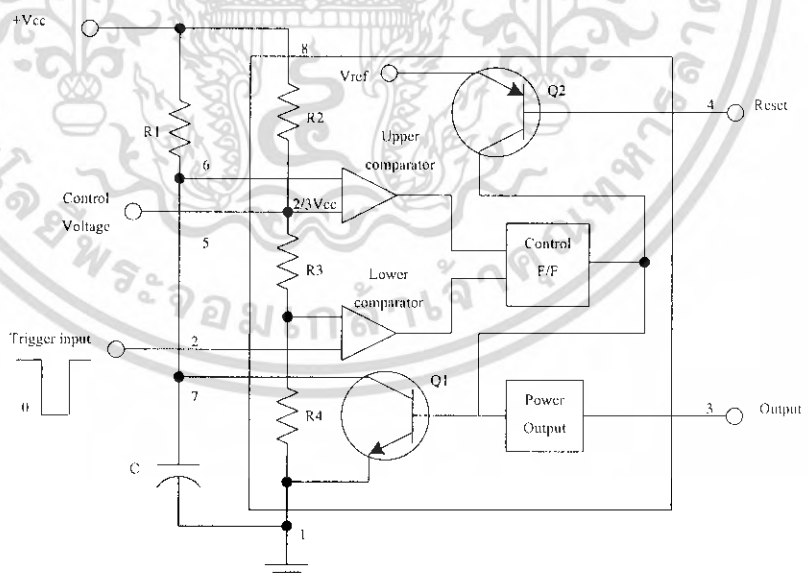
2.14 วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Monostable Multivibrator Circuit)

หลักการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ หรือ วงจรวันช็อตต์ มัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งประกอบขึ้นจากไอ.ซี.ไทมเมอร์เบอร์ 555 ดังแสดงในรูป 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์แบบง่ายของไอ.ซี.เบอร์ 555

หลักการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ของวงจรรูปที่ 2.13 อาจพิจารณาได้ง่าย ๆโดยใช้รูปที่ 2.14 (ก)

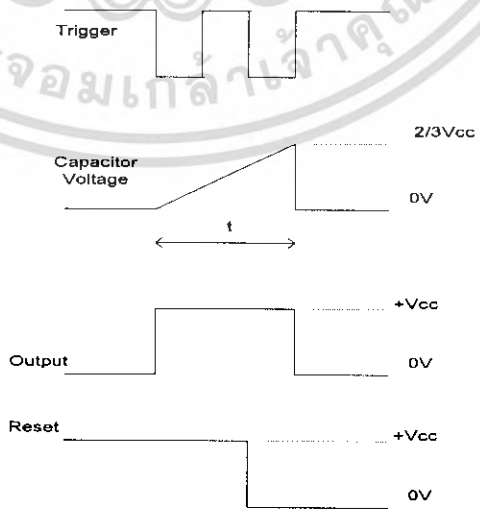


รูปที่ 2.14 (ก) แสดงส่วนต่าง ๆภายในของไอ.ซี.เบอร์ 555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังภายในไอ.ซี.และอยู่ในสภาวะพร้อมที่จะทำงาน ส่วนของคอนโทรลฟลิบฟล็อบ (Control Flip Flop) จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 อยู่ในสภาวะทำงาน ดังนั้นตัวเก็บประจุ C ที่ต่ออยู่ภายนอกจะถูกตัดวงจรไว้ด้วยทรานซิสเตอร์ Q1 นี้ และที่ขา 3 ซึ่งเป็นเอาต์พุตของวงจรจะมีศักย์เท่ากับจุดกราวด์ซึ่งเป็นระดับศักย์ต่ำ ตัวความต้านทาน 3 ตัวภายในไอ.ซี.ซึ่งมีค่า 5 กิโลโอห์ม จะทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งแรงดันโดยแบ่งแรงดัน Vcc ออกเป็น 2/3 Vcc และ 1/3 Vcc ตามลำดับ แรงดันทั้งสองนี้จะมีส่วนในการกำหนดช่วงเวลาของพัลซ์ที่เอาต์พุต ดังนั้นที่ขั้วบวกด้านอินพุตของโลว์เวอร์คอมพาเรเตอร์ (Lower Comparator) จะได้รับแรงดันเท่ากับ 1/3 Vcc เมื่อที่ขา 2 ของไอ.ซี.ซึ่งเป็นขั้วลบด้านอินพุตของโลว์เวอร์คอมพาเรเตอร์ นี้ได้รับสัญญาณทริกเกอร์ ซึ่งเป็นพัลซ์แบบลบเข้ามาจะมีขนาดสูงกว่าค่า 1/3 Vcc แล้วโลว์เวอร์คอมพาเรเตอร์ จะทำให้ส่วนคอนโทรลฟลิบฟล็อบ มีสถานะที่เอาต์พุตเปลี่ยนไปเป็นตรงข้าม ดังนั้นจึงมีผลให้ทรานซิสเตอร์ Q1 เปลี่ยนเป็นสภาพคัทออฟ (Cut Off) ตัวเก็บประจุ C ซึ่งบางทีเรียกว่าไทมมิ่งคาปาซิสเตอร์ (Timing Capacitor) จึงถูกเปิดวงจรออกที่ขา 3 ซึ่งเป็นเอาต์พุตของวงจรจึงมีศักย์ระดับสูงและอาจประมาณว่าเท่ากับค่า Vcc ในขณะที่ทรานซิสเตอร์ Q1 อยู่ในสภาวะคัทออฟ ตัวเก็บประจุ C เริ่มสะสมประจุ ทำให้มีแรงดันตกคร่อมเพิ่มขึ้นอย่างเอ็กโปเนนเชียล และมุ่งไปสู่ค่า Vcc โดยใช้เวลาเท่ากับค่าเวลาคงที่ของ R_A คูณ C และในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ C นี้มีค่าเท่ากับ 2/3 Vcc จะทำให้ส่วนของวงจรฟลิบฟล็อบเปลี่ยนสถานะ ผลที่ตามมาก็คือทรานซิสเตอร์ Q1 จะกลับสู่สภาวะทำงานอีกครั้งหนึ่ง ตัวเก็บประจุ C ก็จะคายประจุออกโดยผ่าน Q1 ทำให้แรงดันตกคร่อมลดลงอย่างรวดเร็วสู่ค่าแรงดันที่จุดกราวด์ และดังนั้นที่ขา 3 ซึ่งเป็นแรงดันเอาต์พุตของวงจรก็จะมีศักย์ระดับต่ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งประมาณได้ว่ามีค่าเท่ากับศักย์ที่จุดกราวด์

การทำงานของวงจรดังกล่าวนี้จะทำให้ได้พัลซ์รูปสี่เหลี่ยม (Rectangular Wave Form) ออกมาที่เอาต์พุตของไอ.ซี.ในแต่ละครั้งที่มีการทริกเกอร์ด้วยสัญญาณพัลซ์จากภายนอก และสัญญาณทริกเกอร์แต่ละสัญญาณต้องมีช่วงเวลาห่างกันไม่น้อยกว่าขนาดความกว้างของพัลซ์ที่เอาต์พุต การเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่ตำแหน่งต่าง ๆขณะที่เวลาเปลี่ยนไป เขียนแสดงและเปรียบเทียบได้ดังแสดงในรูปที่ 2.14 (ข)



รูปที่ 2.14 (ข) แสดงการเปรียบเทียบแรงดันที่จุดต่าง ๆในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

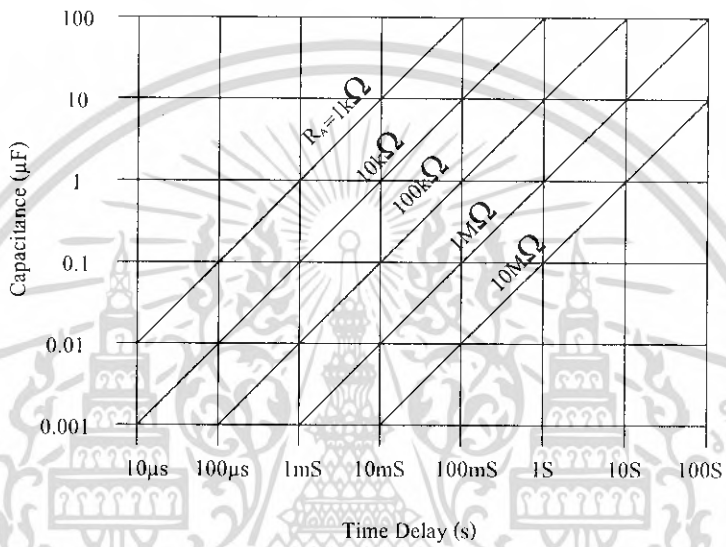
สมการการเก็บประจุของตัว C เขียนได้ดังนี้คือ

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

ช่วงเวลาที่ใช้สำหรับการเก็บประจุของตัว C เพื่อให้มีแรงดันตกคร่อมเป็น 2/3 Vcc สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$t = 1.1(R_A*C) \qquad \text{วินาที}$$

นั้นคือ ช่วงเวลาที่เอาต์พุตของไอ.ซี. (ขา 3) จะมีศักย์ในระดับสูงได้จะมีค่าเท่ากับ 1.1 คูณ R_A คูณ C หรือก็คือช่วงเวลาที่ปรากฏพัลซ์ที่เอาต์พุตนั้นเอง เมื่อค่า R_A และ C เปลี่ยนไปแต่ละค่าจะทำให้ได้ช่วงเวลา Time Delay ค่าต่าง ๆ ซึ่งเขียนแสดงได้ด้วยกราฟดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 กราฟแสดงช่วงเวลา Time Delay ค่าต่างๆ ของวงจรซึ่งขึ้นอยู่กับค่า R_A และ C

ในกรณีที่สัญญาณทริกเกอร์พัลซ์แบบลบถูกป้อนเข้าที่ขา 2 และขา 4 ในเวลาพร้อมกัน ขณะที่วงจรกำลังทำงาน จะทำให้ตัวเก็บประจุ C ซึ่งเป็นไทมมิ่งคาปาซิสเตอร์คายประจุอย่างรวดเร็ว แรงดันตกคร่อมจะตกลงอย่างทันทีทันใด วงจรจะคืนสู่สภาวะซึ่งพร้อมที่จะทำงานใหม่อีกครั้ง ดังนั้นขา 4 ซึ่งเป็น Reset Terminal จึงทำหน้าที่คล้ายกับตัวยับยั้งการทำงานของวงจร เมื่อขา 4 นี้มีแรงดันสูงกว่า 1 โวลท์ วงจรจะทำงานได้อย่างอิสระ แต่เมื่อใดก็ตามที่ขา 4 มีแรงดันต่ำกว่า 0.4 โวลท์ วงจรถูกควบคุมและมีผลให้เอาต์พุตมีศักย์ต่ำในทันที ภายหลังจากสัญญาณหรือทริกเกอร์แรกถูกป้อนเข้ามาที่ขา 4 ที่เอาต์พุตของวงจรก็จะมีศักย์ระดับต่ำอยู่ต่อไปจนกว่าสัญญาณทริกเกอร์ใหม่จะถูกป้อนเข้ามาอีก

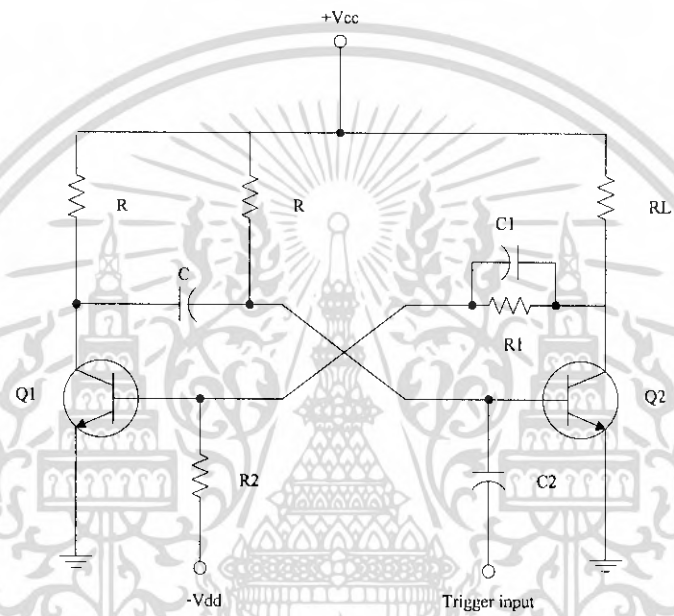
ในงานที่ไม่จำเป็นต้องใช้ขา 4 จึงควรต่อขา 4 นี้เข้ากับแรงดัน Vcc ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดสัญญาณทริกเกอร์ใด ๆเข้ามาที่ขา 4 ได้ และสำหรับขาที่ 5 ซึ่งเป็นขา คอนโทรลโวลท์เตจ (Control Voltage) การเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่ขา 5 นี้จะมีผลให้ช่วงเวลาต่าง ๆเปลี่ยนแปลงไปด้วย และตัวเวลา Time Delay ของวงจรก็จะไม่เป็นไปตามสมการที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นในกรณีที่ไม่จำเป็นต้องใช้ขาที่ 5 จะต้องต่อขา 5 นี้ผ่านตัวเก็บประจุค่าราว ๆ 0.01 ไมโครฟารัด ลงที่จุดกราวด์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนใด ๆที่ไม่ต้องการมีให้เข้ามาได้ ผลการคำนวณค่าความกว้างของพัลซ์ที่เอาต์พุตจึงจะไม่ผิดพลาดหรือผิดพลาดน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 การออกแบบวงจรการใช้งานไอ.ซี. 555 เป็นโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

ไอ.ซี. 555 เป็นที่รู้จักแพร่หลายและมีใช้มาก แต่การนำมาใช้เป็นโมโนสเตเบิลมัลติไวเบร-เตอร์นั้นมีข้อจำกัดหลายประการเมื่อเทียบกับไอ.ซี.พวก TTL หรือ CMOS และอื่น ๆโดยการใช้งานไอ.ซี. 555 จะทำงานได้ช้ากว่า ดังนั้นถ้าต้องการ tw แคบกว่า 10 ไมโครวินาที แล้ว ไอ.ซี. 555 ไม่สามารถตอบสนองได้ ต้องใช้ไอ.ซี. TTL แต่ไอซี 555 มีข้อดีที่ใช้ได้กับแรงดันช่วงกว้าง และให้กระแสเอาต์พุตได้สูงถึง 200 มิลลิแอมป์

การต่อเป็นโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ของไอ.ซี. 555 จะให้ความกว้าง tw = 1.1(R*C)



รูปที่ 2.16 แสดงวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

2.16 ไอ.ซี.เบอร์ ISD25xx

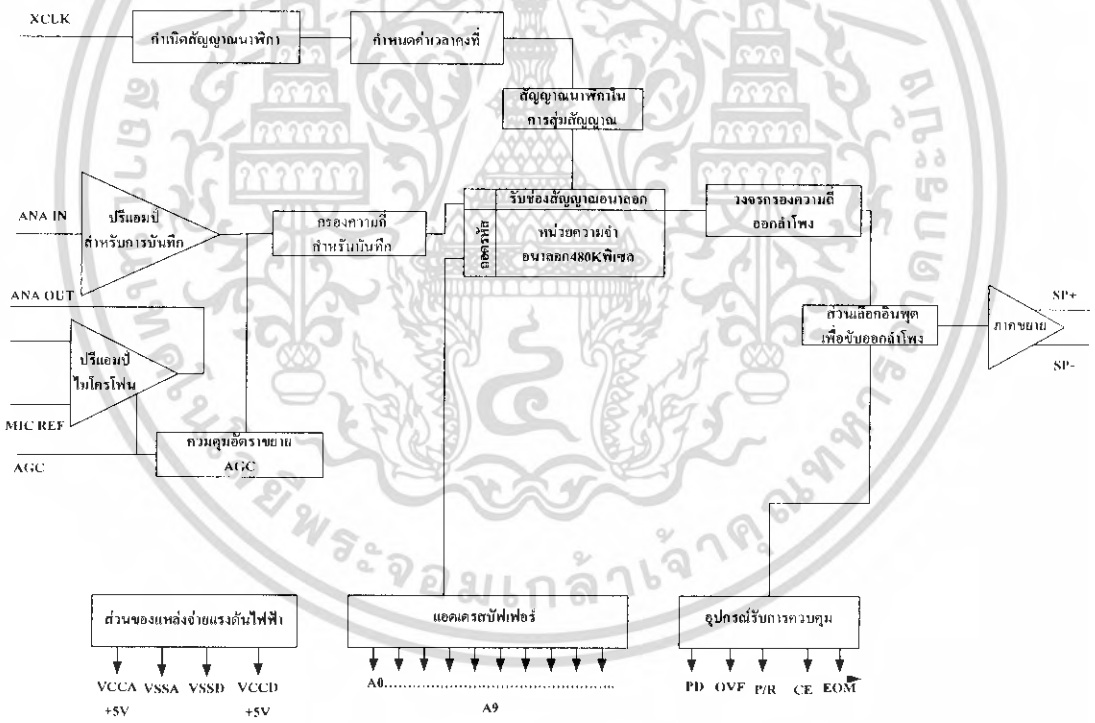
ไอ.ซี.เบอร์ ISD25xx เป็นไอ.ซี.สำหรับใช้ในการบันทึกเสียง ภายในไอ.ซี.มีตั้งแต่วงจรขยายเสียงจากไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกเสียงและขับออกจากลำโพง ในโหมดของการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลล์แบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย (Non Volatile Memory Cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปแบบของอนาลอกจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บความจำก็จะจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอนาลอกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณที่เหมือนกับต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.1 คุณสมบัติของ ISD25xx

- สามารถบันทึกและเล่นกลับได้ โดยใช้ไอ.ซี.เบอร์ ISD25xx เพียงตัวเดียว
- ทำงานได้โดยไม่มีอุปกรณ์ประเภทไอ.ซี.อื่น ๆประกอบร่วมภายนอก
- สามารถควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยสวิตช์หรือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
-ระยะเวลาในการบันทึกและเล่นกลับตั้งแต่ 45, 60, 75 และ 90 วินาที ตามแต่ละเบอร์ในตระกูล ISD25xx
- ต่อคาสเคดกันได้โดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวมากขึ้น
- ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
- สามารถเก็บความจำไว้ได้นาน โดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว

2.16.2 โครงสร้างภายในของ ISD2590



รูปที่ 2.17 โครงสร้างภายในของไอ.ซี.บันทึกเสียงและเล่นกลับ

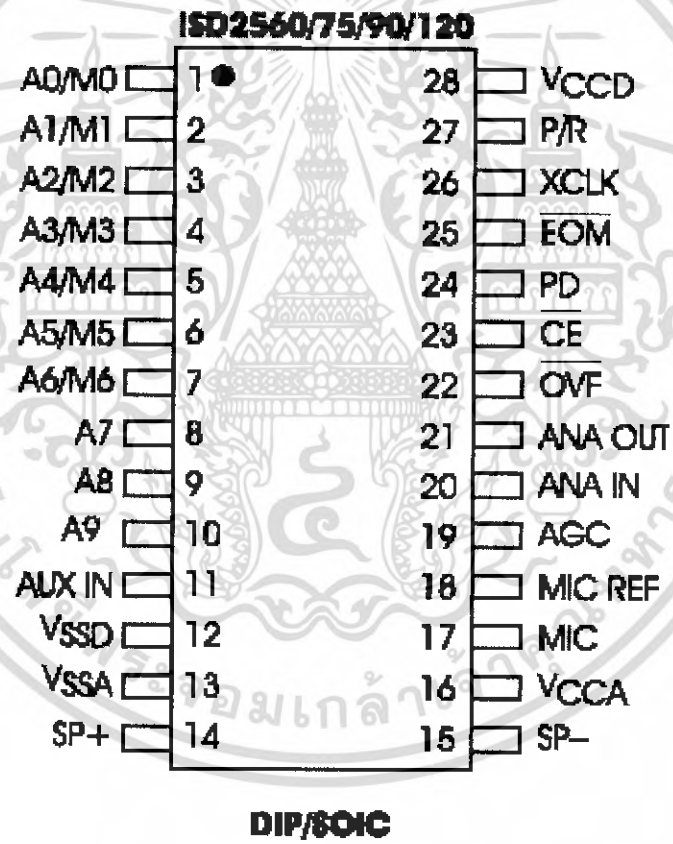
ขณะทำการบันทึก (Recording) ISD2590 ซึ่งการที่จะเกิดขึ้นได้นั้นสัญญาณที่เข้ามาจะต้องตรงตามเงื่อนไข ซึ่งการทำสัญญาณให้ตรงตามเงื่อนไขที่สามารถทำการบันทึกได้นั้นจะต้องผ่านหลายขั้นตอนด้วยกันขั้นแรกคือการขยายสัญญาณอินพุต ให้มีขนาดมากพอสำหรับวงจรบันทึกข้อมูลลง ขบวนการนี้จะถูกกระทำโดยส่วนปรีแอมป์ และวงจรควบคุมอัตราการขยาย AGC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรีแอมป์ (DC Component) ออกจากสัญญาณ AC ที่มีระดับต่ำมาก ๆประมาณ 20 มิลลิโวลท์

วงจรควบคุมอัตราการขยาย (AGC Circuit) จะทำหน้าที่ควบคุมระดับของสัญญาณที่ออกมาจากปรีแอมป์ และจะส่งค่าโวลท์เตจที่ถูกควบคุมอัตราการขยายแล้วไปยังปรีแอมป์จะถูกปรับอย่างอัตโนมัติเพื่อที่จะคงสัญญาณให้เหมาะสมเพียงพอที่จะส่งต่อไปในส่วนของวงจรกรองสัญญาณ

วงจรความถี่จะทำหน้าที่ปรับสัญญาณให้เหมาะสมและลดทอนส่วนที่ไม่สำคัญออกจึงได้เฉพาะเสียงที่มีคุณภาพดีในการบันทึก เป็นลำดับไปสัญญาณที่ผ่านการปรับจนเหมาะสมแล้วจะถูกเขียนลงอย่างต่อเนื่องในหน่วยความจำอนาลอกในรูปการรวมสัญญาณการเล่นกลับอนาลอกโวลท์เตจที่ถูกบันทึกไว้ถูกอ่านมาจากหน่วยความจำอย่างต่อเนื่องจะมีส่วนที่ทำการแยกสัญญาณให้กลับสู่สภาพเดิมสัญญาณอนาลอกก็จะผ่านลำโพงออกมาได้ลำโพงอาจจะมีกำลังปรับประมาณ 125 มิลลิวัตต์พีค 16 โอห์ม ก็เพียงพอแล้วที่ได้ยินเสียงอย่างชัดเจนในขนาดห้องธรรมดา กรณีที่ใช้ ISD2590 ต่อคาสเคดกันหลาย ๆตัวเราสามารถใช้ลำโพงตัวเดียวกันโดยผ่านขา AUX IN



รูปที่ 2.18 ลักษณะการจัดขาใช้งานของไอ.ซี. ISD25xx

2.16.3 การทำงานของขาต่าง ๆของไอ.ซี. ISD2590 ในวงจรบันทึกเสียง

การทำงานของขาต่าง ๆมีหน้าที่ดังนี้

- ขา A_0 ถึง A_9 เป็นขาแอดเดรสจำนวน 10 บิต จะต้องต่อลงกราวด์ไว้เพื่อให้วงรอบของการบันทึกแต่ละครั้งกลับไปเริ่มต้นใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา P/R เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกว่าจะทำการบันทึกข้อความหรืออ่านข้อความ ถ้าขา P/R เป็นลอจิก 1 จะเป็นการอ่านข้อความ และถ้าขา P/R เป็นลอจิก 0 จะเป็นการบันทึกข้อความ

- ขา ST เป็นขาเริ่มต้นการทำงานขณะบันทึกข้อความ หรืออ่านจะสั่งงานด้วยลอจิก 0

- ขา RES เป็นขาสำหรับรีเซตการทำงานทั้งหมด จะทำงานด้วยลอจิก 1

- ขา MIC เป็นขาอินพุตของวงจรปรีไมค์ไว้สำหรับติดต่อกับไมค์เพื่อใช้ในการบันทึกเสียง

- ขา MIC REF เป็นขาที่ต้องต่อตัวเก็บประจุอนุกรมลงกราวด์ให้กับวงจรปรีไมค์ เพื่อช่วยกำจัดสัญญาณรบกวนที่ขา MIC

- ขา ANA IN เป็นขาอินพุตวงจรปรีแอมป์ ที่จะนำสัญญาณเสียงเข้าไปบันทึกในหน่วยความจำ

- ขา ANA OUT เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีไมค์ ที่จะต้องต่อตัวเก็บประจุไปยังที่ขาวงจรปรีแอมป์ที่ขา ANA IN

- ขา AGC เป็นขาที่ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีไมค์ โดยต่อ RC ขนานกันลงกราวด์

- ขา $\overline{EOM}$ เป็นขาที่ต่อกับหลอด LED เพื่อแสดงการทำงานว่ากำลังบันทึกข้อความหรืออ่านข้อความอยู่

2.16.4 การใช้งานของวงจรบันทึกเสียง

การใช้งานของวงจรบันทึกเสียงมี 3 แบบด้วยกันคือ

2.16.4.1 การเขียนข้อความเรียงลำดับ

การบันทึกข้อความเรียงทีละข้อความตั้งแต่ข้อความที่ 1 จนถึงข้อความสุดท้าย การเขียนข้อความให้ทำตามลำดับขั้นตอนดังนี้

- ป้อนสัญญาณพัลซ์บวกที่ขา RES เพื่อรีเซตการทำงาน
- ป้อนไฟลบลอจิก 0 ให้ขา P/R เพื่อเข้าสู่การบันทึกข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณเริ่มต้นการบันทึกข้อความที่ 1
- พูดข้อความที่ 1 ลงไปจนจบ
- ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณสิ้นสุดการบันทึกข้อความที่ 1
- ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณเริ่มต้นการบันทึกข้อความที่ 2
- พูดข้อความที่ 2 ลงไปจนจบ
- ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณสิ้นสุดการบันทึกข้อความที่ 2

เมื่อต้องการบันทึกข้อความที่ 3, 4, 5,...ก็ให้ทำซ้ำแบบเดิมไปเรื่อย ๆแต่อย่าลืมว่าข้อความทั้งหมดที่บันทึกไปนั้นจะต้องยาวไม่เกินเวลาที่เบอร์ไอ.ซี.จำกัดไว้เพราะถ้าบันทึกข้อความยาวเกินก็จะทำให้ข้อความแรกที่บันทึกไปแล้วโดนข้อความใหม่บันทึกทับลงไปนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.4.2 การอ่านข้อความเรียงลำดับ

คือการเล่นข้อความเรียงลำดับตั้งแต่ข้อความที่ 1 จนถึงข้อความสุดท้าย วิธีการอ่านข้อความให้ทำตามลำดับขั้นตอนดังนี้

- ป้อนสัญญาณพัลซ์บวกที่ขา RES เพื่อรีเซตการทำงาน
- ป้อนไฟบวกลอจิก 1 ให้ขา P/R เพื่อเข้าสู่การอ่านข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST ข้อความที่ 1 ก็จะถูกเล่นออกมาจนจบ
- ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST ข้อความที่ 2 ก็จะถูกเล่นออกมาจนจบ

เมื่อต้องการเล่นข้อความที่ 3, 4, 5,...ก็ให้ทำซ้ำแบบเดิมไปเรื่อย ๆจนหมดทุกข้อความถ้าขณะที่ข้อความนั้นกำลังเล่นอยู่ยังไม่จบ ถ้ามีการป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST ข้อความที่กำลังเล่นอยู่ก็จะหยุดทันที และเมื่อป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST อีกครั้ง ข้อความนั้นก็จะถูกเล่นต่อจากเดิมไปจนจบ

2.16.4.3 การอ่านข้อความไม่เรียงลำดับ

คือการเล่นข้อความแบบข้ามช่องไปมาหรือจะเล่นช่องไหนก่อนก็ได้ โดยที่ไม่ต้องเรียงตามลำดับช่องที่บันทึก วิธีการอ่านข้อความแบบไม่เรียงลำดับให้ทำตามลำดับขั้นตอนดังนี้

- ป้อนสัญญาณพัลซ์บวกที่ขา RES เพื่อรีเซตการทำงาน
- ป้อนไฟบวกลอจิก 1 ให้ขา P/R เพื่อเข้าสู่การอ่านข้อความ
- ป้อนไฟบวกลอจิก 1 ให้ขา SHIFT เพื่อเข้าสู่การเลื่อนข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST 1 ครั้ง เพื่อสั่งเลื่อนข้อความไป 1 ช่อง
- ป้อนไฟลบลอจิก 0 ให้ขา SHIFT เพื่อเสร็จสิ้นการเลื่อนข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST ข้อความที่ 2 ก็จะถูกเล่นออกมาจนจบ

จากที่กล่าวมาเป็นการอ่านข้อความที่ 2 ถ้าต้องการกระโดดไปอ่านข้อความที่ 5 ถัดไปจะต้องทำดังนี้

- ป้อนไฟบวกลอจิก 1 ให้ขา SHIFT เพื่อเข้าสู่การเลื่อนข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST 2 ครั้ง เพื่อสั่งเลื่อนข้อความไป 2 ช่อง

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอ.ซี.ในตระกูล ISD25xx

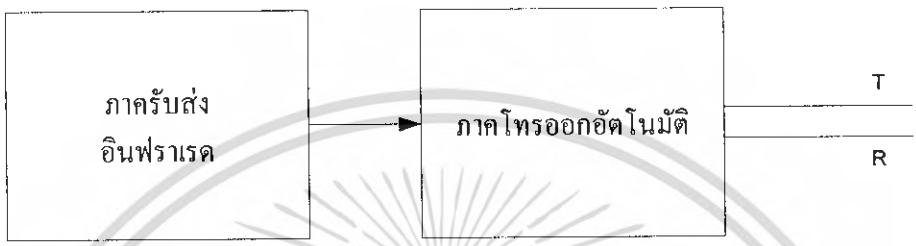
เบอร์ไอ.ซี.	ระยะเวลาบันทึก	การสุ่มสัญญาณทางอินพุต	ความถี่ที่ผ่านวงจรกรอง	ความถี่สัญญาณนาฬิกาภายใน
ISD2545	45 Sec	10.6 KHz	4.5 KHz	1365.3 KHz
ISD2560	60 Sec	8.0 KHz	3.4 KHz	1024 KHz
ISD2575	75 Sec	6.4 KHz	2.7 KHz	819.2 KHz
ISD2590	90 Sec	5.3 KHz	2.3 KHz	682.7 KHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

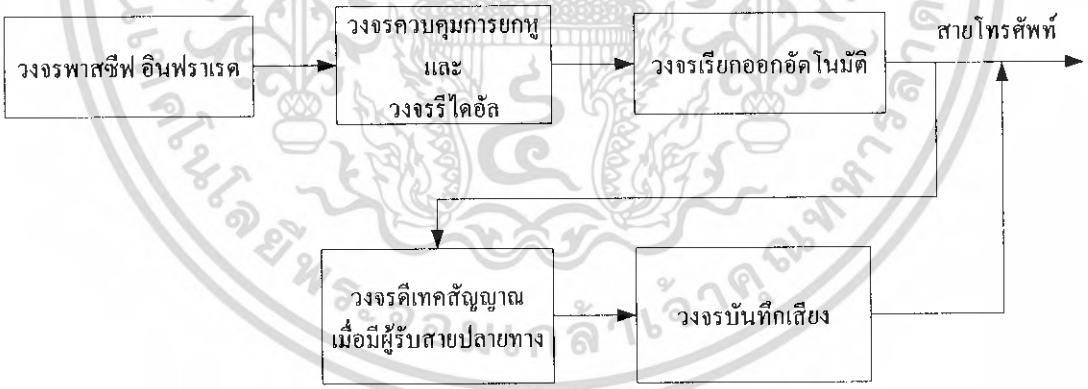
3.1 โครงสร้างโดยรวม

ในโครงงานนี้ประกอบไปด้วยวงจรต่าง ๆ โดยสามารถแบ่งวงจรออกเป็นส่วน ๆตามลักษณะการทำงาน เพื่อง่ายต่อความเข้าใจและการสร้างชิ้นงาน สามารถอธิบายระบบการทำงานได้ตังบล็อกไดอะแกรมต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงระบบโทรศัพท์เตือนภัย

อุปกรณ์เตือนภัยทางโทรศัพท์นี้ประกอบด้วยวงจรต่าง ๆสามารถอธิบายระบบการทำงานในรูปของวงจรดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของวงจรโทรศัพท์เตือนภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ภาครับส่งอินฟราเรด

อาศัยหลักการการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของพัลซ์ที่ถูกส่งออกมา แต่เป็นชนิดที่เรียกว่า ซิงเกิลเอนด์ (Single End Type) คือมีแต่ตัวรับเท่านั้นโดยอาศัยหลักการที่เรียกว่า พาสซีฟ อินฟราเรด ดีเทคเตอร์ (Passive Infrared Detector) คือ การตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากตัวของคนหรือสัตว์ ในขณะที่มีการเคลื่อนไหว

ในตัวคนจะมีปริมาณความร้อนแผ่ออกมาในปริมาณที่แน่นอนอยู่จำนวนหนึ่ง แต่เมื่อเกิดการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว จะเป็นเหตุให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งคลื่นรังสีความร้อนที่แพร่กระจายออกมาจะครอบคลุมแถบความถี่ในย่านคลื่นแสงและคลื่นวิทยุประมาณ 0.74 ไมโครเมตร ถึง 300 ไมโครเมตรซึ่งปกติเราเรียกแถบความถี่นี้ว่า แถบอินฟราเรด (Infrared Region) พลังงานที่แผ่ออกมาจะถูกตรวจจับด้วยตัวตรวจจับที่เรียกว่า ไพโรอิเล็กตริก (Pyroelectric)

หลักการทำงานของวงจรพาสซีฟอินฟราเรด

เมื่อมีคนหรือสัตว์เดินผ่านหน้าไพโรอิเล็กตริกจะทำให้ที่ขา S ของไพโรอิเล็กตริกมีพัลซ์ลูกเล็ก ๆเกิดขึ้น เนื่องมาจากตัวไพโรอิเล็กตริกจะทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากตัวของคนหรือสัตว์ ในขณะที่มีการเคลื่อนไหว พัลซ์ลูกเล็ก ๆที่ออกมาจากไพโรอิเล็กตริกนี้ จะถูกขยายด้วย ไอ.ซี.1/2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรปรีแอมป์ ที่สามารถปรับเกณฑ์การขยายได้ด้วย VR2 โดยสามารถปรับได้ตั้งแต่ 10 ถึง 100 เท่า สัญญาณที่ได้นี้จะถูกขยายอีก 100เท่า ด้วย ไอ.ซี.1/1 ก่อนส่งไปเข้า ไอ.ซี.1/3 และ ไอ.ซี.1/4 ซึ่งไอ.ซี.ทั้งสองนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบสัญญาณที่เข้ามา โดย ไอ.ซี.1/3 จะเปรียบเทียบในช่วงที่สัญญาณสวิงลง ส่วน ไอ.ซี.1/4 จะเปรียบเทียบในช่วงที่สัญญาณสวิงขึ้น

เมื่อสัญญาณเกินหรือต่ำกว่าที่กำหนด ไอ.ซี.1/3 หรือไอ.ซี.1/4 จะส่งแรงดันไปเข้าไอ.ซี.2/1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ก่อนส่งไปเข้า ไอ.ซี.2/4 เพื่อขับรีเลย์ต่อไปไอ.ซี.2/2 จะต่อเป็นวงจรตั้งเวลาการทำงาน โดยสามารถตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 5 วินาที ไปจนถึง 5 นาที ด้วย VR1 ในส่วนของไอ.ซี.2/3 จะเป็นวงจรหน่วงเวลาในขณะจ่ายไฟในครั้งแรก โดยจะหน่วงไว้ประมาณ 30 วินาที

3.3 ภาคโทรออกอัตโนมัติ

ภาคโทรออกอัตโนมัตินี้เป็นชุดโทรศัพท์อัตโนมัติที่มีระบบการทำงานหลายส่วนสามารถแบ่งออกเป็นวงจรต่าง ๆได้แก่ วงจรเรียกออกอัตโนมัติ วงจรควบคุมการยกหูและรีไดอัล วงจรดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทางและวงจรบันทึกเสียง

วงจรมัลติไวเบรเตอร์คือ วงจรที่ใช้สร้างรูปคลื่นพัลซ์สี่เหลี่ยมมี 3 ชนิด คือวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable) วงจรไบสเตเบิล (Bistable) และวงจรอะสเตเบิล (Astable)

วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์หรือวงจรวันช็อต มัลติไวเบรเตอร์เป็นวงจรที่สร้างหรือกำเนิดรูปคลื่นสี่เหลี่ยมครั้งละ 1 พัลซ์ โดยต้องมีสัญญาณพัลซ์กระตุ้นจากภายนอกเป็นตัวกำหนดจำนวนของพัลซ์เอาต์พุต และพัลซ์สี่เหลี่ยมที่กำเนิดได้จากวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์สามารถกำเนิดพัลซ์วิดธ์ของสัญญาณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ถ้ากำหนดให้แหล่งจ่ายไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ Vcc จะทำให้ค่า V_{R3} เท่ากับ 1/3 Vcc และ $V_{(R2+R3)}$ เท่ากับ 2/3 Vcc และเมื่อวงจรได้รับการกระตุ้น C_A จะเก็บประจุจนแรงดันตกคร่อมเท่ากับ 2/3 Vcc และจะคายประจุกลับไปสู่สภาวะก่อนการกระตุ้นอีกครั้งหนึ่ง เวลาที่ C_A ใช้ในการเก็บประจุจากแรงดันศูนย์ถึง 2/3 Vcc คือ ขนาดพัลซ์วิดธ์ของสัญญาณเอาต์พุตเวลาดังกล่าวคำนวณได้จากสมการ

$$t = C*R\ in(E-E_0)/(E-e_c)$$

$$C = C_A,\ R = R_A,\ E = V_{cc},\ E_0 = 0\ V$$

$$e_c = 2/3\ Vcc\ (\text{ในสภาวะสุดท้ายหลังจากการกระตุ้น})$$

เมื่อแทนค่าในสมการได้ว่า

$$t = 1.1(C_A*R_A) \qquad (3.1)$$

เมื่อ e_c เท่ากับ 2/3 Vcc แรงดันตกคร่อม R_A เท่ากับ

$$V_{RA} = Vcc - 2/3Vcc = 1/3\ Vcc$$

กระแสที่เก็บประจุใน C_A คือ

$$I_{C(min)} = (1/3\ Vcc)/R_A$$

$$R_A = (Vcc/3)I_{C(min)} \qquad (3.2)$$

ดังนั้นในการออกแบบวงจรจะกำหนดขั้นตอนดังนี้

1. ดูค่า I_{th} จากคู่มือของ ไอ.ซี.เบอร์ 555
2. กำหนดค่า $I_{C(min)} >> I_{th}$ ประมาณ 100 เท่า
3. คำนวณค่า R_A จากสมการ 3.2
4. คำนวณค่า C_A จากสมการ 3.1

3.3.1 วงจรเรียกออกอัตโนมัติ

เมื่อวงจรขับรีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสของรีเลย์ 1 และรีเลย์ 2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตซ์เชื่อมต่อในสัญญาณผ่านเข้าไปยังวงจรเรียกออกอัตโนมัติให้ทำงาน วงจรเรียกออกอัตโนมัติจะทำการส่งสัญญาณเรียกออกไปยังเลขหมายปลายทางที่บันทึกไว้ โดยในโครงงานนี้จะนำไอ.ซี. UM91210C มาใช้ในวงจรเรียกออกอัตโนมัตินี้

ไอ.ซี.ชุดเรียกออกอัตโนมัติเบอร์ UM91210C มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นไอ.ซี.ตีนตะขาบ 18 ขาที่ทำหน้าที่เป็นวงจรเข้ารหัสสัญญาณโทรศัพท์ในระบบพัลซ์และระบบโทน (Pulse / Tone Encoder) ที่มีการจ่ายข้อมูลสุดท้ายเพื่อเรียกทวนข้อมูลที่เรียกว่าระบบรีไดอัล

- เป็น ไอ.ซี.ที่ใช้ระบบกดปุ่มมิใช่ระบบที่ใช้หลักการหมุนหน้าปัดไทม์หรือระบบที่เราเรียกว่าระบบทัชโทนและทัชพัลซ์

- ความจุข้อมูลสำหรับการทวน (Redial) จำนวน 32 ตำแหน่งหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เป็นระบบทวนหมายเลขสุดท้ายของระบบพัลซ์หรือโทนที่สามารถทวนได้ไม่จำกัดแต่ต้องหลังจากการกด หยุด หรือกดฮุคสวิตซ์

- การพอสแต่ละครั้งจะใช้เวลาในการเคลียร์วงจรไม่เกิน 3.6 วินาที

- เป็น ไอ.ซี. ซีมอสที่กินกำลังน้อยมาก โดยใช้ไฟเลี้ยงวงจร 2.0 ถึง 5.5 โวลท์

- หมายเลขกลุ่มสุดท้ายจะถูกส่งเข้าหน่วยเก็บข้อมูล หรือระบบรีไดอัลและจะล้างข้อมูลอัตโนมัติเมื่อเรากดหมายเลขใหม่เข้าไปในเวลาต่อมา

- วงจรกำเนิดความถี่ในคริสตอลความถี่ 3.579545 เมกกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นหน่วยความถี่อ้างอิง

- อัตราส่วนของการแมคและเบรกในระบบพัลซ์สามารถเลือกได้ว่าจะเป็น 33.3/66.6 หรือ 40/60 ด้วยขาแมคและเบรกของ ไอ.ซี.

- ใช้ทัชคีย์ตำแหน่ง P แทนการกดฮุคสวิตซ์ได้ โดยมีเวลาหน่วงรีเซตวงจรไม่เกิน 0.58 วินาที

- ในขณะสแตนด์บายกินกระแสไฟน้อย

หลักการทำงานของวงจรเรียกออกอัตโนมัติ

เมื่อรีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสของรีเลย์ RY1 ก็จะสัมผัสกัน รีเลย์ RY1 เป็นตัวตัดต่อวงจรเข้ากับคู่สายโทรศัพท์โดยมีบริดจ์ไดโอดทำหน้าที่ปรับขั้วของแรงดันจากคู่สายโทรศัพท์ให้มีขั้วที่แน่นอนก่อนผ่านไดโอด D5 และ R1 ผ่านซีเนอร์ไดโอด ZD2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรเร็กกูเลเตอร์ 3.6 โวลท์ โดยมี C1 ทำหน้าที่เป็นวงจรฟิลเตอร์ป้อนไฟเลี้ยงให้กับ ไอ.ซี. เบอร์ UM91210C ที่ขา 10 โดยจะต้องต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรตลอดเวลาเพื่อให้มีไฟเลี้ยงจ่ายกับวงจรตลอดเวลาและไม่ให้เบอร์โทรศัพท์ที่เรากดครั้งสุดท้ายหายไป วงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติใช้หลักการของรีไดอัลทำการบันทึกหมายเลข

คำสั่งจะถูกสั่งจากคีย์บอร์ดที่เป็นระบบเมตริกซ์ โดยทางคอลัมน์จะมีสถานะเป็นลอจิก 0 และทางโลว์จะมีสถานะเป็นลอจิก 1 ในภาวะปกติเมื่อกดคีย์บอร์ดในแต่ละปุ่มวงจรออสซิลเลเตอร์จะเริ่มทำการสแกนความถี่ระหว่างโลว์กับคอลัมน์ด้วยความถี่สแกนนิ่ง 445 เฮิรตซ์ และเป็นคีย์ประเภทที่สามารถดีเบาส์ด้วยวงจรใน ไอ.ซี.

ขา 5 ของ ไอ.ซี. UM91210C เป็นขาฮุคสวิตซ์หรือขา HS เราใช้แทนการกดที่วางหูหรือฮุคสวิตซ์ที่วางหูของตัวเครื่องรับโทรศัพท์ ปกติต้องต่อกับขานี้ลงกราวด์ หากเราจ่ายไฟเลี้ยงขานี้เป็นบวกเมื่อไรมันจะมีสภาพเหมือนเรากดฮุคสวิตซ์ทันที จากวงจรเมื่อรีเลย์ทำงานต่อคู่สายโทรศัพท์ก็จะทำให้กระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ Q1 ที่มี R2 และ R3 ทำหน้าที่เป็นโวลท์เตจดีไวเดอร์เมื่อขา 5 ได้รับไฟบวกก็จะเหมือนกับเป็นการยกหูโทรศัพท์

ขา 6 ของไอ.ซี.เป็นขาแมคและเบรก เพื่อใช้ในระบบพัลซ์แต่ในวงจรใช้เป็นระบบโทนเราจึงต่อขานี้ลงกราวด์

ขา 7 เป็นขาเลือกการทำงาน (Mode Select) ถ้าต้องการใช้ระบบโทนต้องต่อขา 7 ลงกราวด์ ถ้าต้องการใช้ระบบพัลซ์ต้องต่อขานี้เข้าไฟบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 14 เป็นขาไดอัลพัลซ์เอาต์ (DP) โดยปกติขานี้จะ ทำงานเมื่ออยู่ดำแหน่งเบรก และไม่ทำงาน เมื่อยู่ในระหว่างการแมค ซึ่งมันจะทำงานอย่างนี้ได้ ขา 5 ต่อลงไฟลบ ขานี้จะไม่ทำงานหากขา 5 ต่อกับไฟบวก

ขา 12 ขาเอาต์พุตของสัญญาณโทน (Tone Out) จะเกิดขึ้นเมื่อเรากดคีย์ในโหมดของ DTMF ความถี่กลุ่มความถี่ต่ำกับความถี่สูงถูกสร้างขึ้นในวงจรไฮบริดจ์ส่งความถี่สองโทนเสียงออกเอาต์พุต กวามถี่ที่ขาโทนเอาต์พุตจะออกไม่ได้แม้เราจะกดปุ่มคีย์แล้วก็ตาม หากเลื่อนไปที่โหมดพัลซ์ค่าความถี่ของโทนความถี่เสียงสามารถกำหนดได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 การกำหนดค่าความถี่ของโทนความถี่เสียง

ขาอินพุต	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	1205.7 Hz	0.57%
C2	1336 Hz	1331.7 Hz	0.32%
C3	1447 Hz	1471.9 Hz	0.33%

ที่ขา 8 และ 9 จะต่ออยู่กับคริสตอลความถี่ 3.579545 เมกกะเฮิรตซ์ ที่ทำหน้าที่ควบคุมความถี่ของ ไอ.ซี. เพื่อให้สร้างเป็นความถี่ส่งออกมาทางขา 12

ที่ขา 1 ถึง 4 เป็นขาทางแนวนอนที่ต่อไปยังคีย์สวิตซ์ที่เป็นแบบเมตริกซ์ คือ ขา R1 ถึง R4 ตามลำดับ

ที่ขา 15 ถึง 18 เป็นขาทางแนวตั้งหรือขาของคอลัมน์ต่อไปยังคีย์สวิตซ์ที่เป็นแบบเมตริกซ์ ที่ขา C1 ถึง C4 ตามลำดับ

3.3.2 วงจรดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง

ในวงจรนี้เราใช้ ไอ.ซี.เบอร์ LM567 เป็น ไอ.ซี.สำหรับตรวจจับสัญญาณเสียง ในที่นี้เราให้ตรวจจับสัญญาณตอบรับ ไอ.ซี.เบอร์ 567 จะมีเอาต์พุตได้ตามต้องการ เมื่อมีสัญญาณอินพุตอยู่ภายในแบนด์วิดธ์ที่เรากำหนดโดยที่ความถี่กลางที่จะถูกตรวจจับจะเท่ากับความถี่อิสระที่เกิดจาก VCO (Voltage Control Oscillator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแบนด์วิดธ์ของฟิลเตอร์โดยประมาณจะเท่ากับ

$$BW = 1070Vi / (f_0C_2) \text{ ใน เปอร์เซนต์ ของ } F_0$$

Vi = อินพุตโวลท์เตจ (ในหน่วยอาร์เอ็มเอส)

C_2 = ค่าคาปาซิแตนซ์ที่ ขา 2 (ฟารัด)

ลักษณะของไอ.ซี.นี้

- ปรับค่าแบนด์วิดธ์ได้ 0 ถึง 14 เปอร์เซนต์
- มีอัตราส่วนการกำจัดสัญญาณนอกแบนด์วิดธ์และสัญญาณรบกวนสูง
- ป้องกันสัญญาณผิดพลาด
- มีเสถียรภาพสูงที่ความถี่ปานกลาง
- ความถี่กลางที่สามารถปรับได้จาก 0.01 เฮิรตซ์ ถึง 500 กิโลเฮิรตซ์

การนำไปใช้งาน

- ออสซิลเลเตอร์ที่มีค่าแม่นยำ
- แสดงและควบคุมความถี่
- Wide Band FSK Demodulator
- ควบคุมวงจรอัลตราโซนิค

วงจรนี้ทำหน้าที่ตรวจจับความถี่ที่เข้ามาว่าตรงกับค่าที่เราต้องการหรือไม่ ถ้าตรงจะให้เอาต์พุตเป็นระดับสัญญาณไฟตรงเป็น 0 โวลท์ ถ้าความถี่ที่เข้ามีค่าไม่ตรงกับค่าที่ตั้งไว้จะให้เอาต์พุตเป็นระดับสัญญาณไฟตรงเป็น 5 โวลท์

ในโครงงานนี้ใช้ ไอ.ซี.LM567 ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับความถี่โดยอาศัยการทำงานของเฟสล็อกลูป

ซึ่งคุณสมบัติค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบในวงจร ไอ.ซี.LM567 กำหนดได้ดังนี้

$$f_{OSC} = 1/(1.4 * R_T * C_T)$$

โดย R_T ควรจะมีค่าระหว่าง 2 กิโลโอห์ม ถึง 20 กิโลโอห์ม

$C_T \geq 130 / f_{OSC}$ ไมโครฟารัด

$C_3 \geq 260 / f_{OSC}$ ไมโครฟารัด

วงจรจะทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณปลายทาง ถ้ามีผู้รับสายแล้วก็จะไปกระตุ้นให้ส่วนบันทึกเสียงพูดส่งสัญญาณไปยังปลายทาง โดยอาศัย ไอ.ซี.567 ซึ่งเป็น ไอ.ซี.เฟสล็อกลูป เป็นตัวตรวจจับสัญญาณตอบรับ ซึ่งจะมีสัญญาณประมาณ 1 วินาที ความถี่ประมาณ 425 กิโลเฮิรตซ์ ปกติเอาต์พุต ไอ.ซี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

567 ให้ลอจิก 1 แต่เมื่ออินพุตเป็น 425 เฮิรตซ์ จากสัญญาณตอบรับก็จะให้เอาต์พุต ไอ.ซี.567 เป็นลอจิก 0 โดยความถี่ 425 เฮิรตซ์ ได้จากสูตร

$$f = 1 / \{(VR) * C4\}$$

โดย C4 เท่ากับ 1 ไมโครฟารัด เราปรับค่า VR ให้ความถี่ใกล้เคียงกับ 425 เฮิรตซ์ เพื่อตรวจสอบให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 เมื่อเอาต์พุตของ ไอ.ซี.567 เปลี่ยนลอจิก 0 เป็นลอจิก 1 เกิดการทำงานขอบขาลงเป็นผลให้ ไอ.ซี.555 ซึ่งออกแบบเป็นวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 1 เป็นเวลาประมาณ 1.1 วินาที โดยใช้สูตร

$$T = 1.1 (R * C)$$

ซึ่งเราใช้ R เท่ากับ 10 กิโลโอห์ม และ C เท่ากับ 100 ไมโครฟารัด ทำให้ได้ T เท่ากับ 1.1 วินาที ซึ่งสัญญาณเอาต์พุตของ ไอ.ซี.567 และ ไอ.ซี.555 จะเป็นไปตามสัญญาณตอบรับที่ได้มา สัญญาณของเอาต์พุตของ ไอ.ซี.555 จะนำไปกระตุ้นให้วงจรบันทึกเสียงพูดทำงาน โดยนำเอาต์พุตของ ไอ.ซี.555 ป้อนที่ขาที่ 23 ของ ไอ.ซี.ISD2590 ซึ่งขาที่ 23 นี้เป็นขาเพลย์ของวงจรบันทึกเสียงพูดจะทำงานให้เสียงพูดตามที่เราบันทึกไว้ เมื่อขา 23 มีลอจิก 0 จากรูปข้างต้นจะเห็นว่าในช่วงที่มีสัญญาณตอบรับ จะมีการเล่นประมาณ 2.7 วินาที แต่ก็ไม่เป็นผลเสียอะไร เพราะเมื่อขา 23 ได้ลอจิก 1 ก็จะมีค่าเหมือนให้สวิตซ์เล่นมีสถานะเป็นปิด แต่เมื่อขา 23 ได้ลอจิก 0 ก็จะมีค่าเหมือนมีให้เล่นสถานะเป็นเปิด ซึ่งเมื่อสวิตซ์เล่นมีสถานะเป็นเปิดก็จะเริ่มเล่นใหม่ทุกครั้ง เมื่อมีผู้รับสายปลายทางก็จะไม่มีสัญญาณตอบรับกลับมาก็จะเป็นผลให้เอาต์พุต ไอ.ซี.555 เป็นลอจิก 0 เป็นผลให้สวิตซ์เล่นอยู่ในสถานะเปิดตลอดไป ให้เสียงพูดที่เราบันทึกไว้แก่ผู้รับสายปลายทาง

3.3.3 วงจรบันทึกเสียง

เบื้องต้นของการทำงานนั้นต้องเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของ ไอ.ซี.ตระกูลนี้กันเสียก่อน ดังแสดงตารางคุณสมบัติทางเทคนิคหรือไฟฟ้าไว้ในตารางที่ 3.2 รายละเอียดในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งาน และการทำงานเบื้องต้นในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมดเพราะหากกล่าวถึงการทำงานธรรมดาก็คือ ไอ.ซี.บันทึกเสียงนั้นคือการทำงาน แต่การทำงานของแต่ละขาและหน้าที่ของแต่ละขาจะมีความสำคัญมากกว่าเพราะจะสามารถนำเอาไอ.ซี.ไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยไอ.ซี.ไม่เสียหายก่อนจะใช้ทำงานได้

- Address/Mode Inputs (A_0 ถึง A_9/M_0 ถึง M_6) ขา 1 ถึง 10 ขาแอดเดรสและโหมดอินพุตจะมีอยู่สองฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSB เป็น 0 อินพุตก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิตทั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกและเล่นกลับ และแอดเดรสจะเกิดการแลตช์ โดยขอบขาลงของพัลซ์ที่ขา $\overline{CE}$ มีสถานะเป็นลอจิก 1 ขาแอดเดรสและโหมดอินพุต จะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิตทั้งหมด เกิดแลตช์เมื่อขอบขาลงปรากฏที่ขา $\overline{CE}$

- Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นขารับอินพุตจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุตของวงจรขยายภายในและขับออกสู่เอาต์พุตลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้เกิดขึ้นเมื่อขา $\overline{CE}$ มีสถานะเป็นลอจิก 1 วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อคาสเคด ISD25xx กันหลายๆ ตัว ขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาต์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวอันดับแรก

- Ground Input (V_{SSA} , V_{SSD}) ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอ.ซี.ในตระกูล ISD25xx จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอนาลอกและกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังของไอ.ซี. การใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

- Speaker Output (Sp+ , Sp-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพง ในตระกูล ISD25xx นี้ จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอ.ซี.เรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16โอห์ม ขาต่อลำโพงเอาต์พุตทั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาดเมื่อต้องถูกใช้ต่อคาสเคดกันหลาย ๆตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันทางเอาต์พุตหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้งขาเอาต์พุดลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับตัวไอ.ซี.อีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุคับปลิ้งอยู่ภายในเรียบร้อย

- Voltage Input (V_{CCA} , V_{CCD}) ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอนาลอกและวงจรดิจิตอล ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอ.ซี.แล้ว ขารับแรงดันต้องการไฟเลี้ยงบวก 5โวลท์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

- Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอ.ซี. ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง 15 เดซิเบล ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคับปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ค่าความจุของตัวเก็บประจุคับปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในขา 17 ของไอ.ซี.เพื่อทำให้เกิดการคัทออฟที่ความถี่ต่ำ

- Microphone Referee (MIC REF) ขา 18 จะต่อขา 18 นี้เข้ากับกราวด์อนาลอก โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อที่จะกำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

- Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุตเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณทางอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขา AGC นี้จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลโอห์มและจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกหนึ่งตัวผ่านลงกราวด์อนาลอก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

- Analog Input (ANA IN) ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอกคับปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการในตัวไอ.ซี. ตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กันกับค่าความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุตอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัทออฟ

- Analog Output (ANA OUT) ขา 21 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติภายในแล้ว

- Overflow Output ($\overline{OVF}$) ขา 22 สัญญาณพัลซ์ 0 จะปรากฏออกมาทางขาเอาต์พุตนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอ.ซี.ได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้วและจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลซ์เอาต์พุตจากขา $\overline{OVF}$ นี้จะจ่ายให้กับขา $\overline{CE}$ อินพุตจนกว่าขา PD จะได้รับพัลซ์เพื่อทำการรีเซต และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลซ์ที่ขา $\overline{OVF}$ นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD25xx ในตัวถัดไปได้เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

- Chip Enable Input ($\overline{CE}$) ขา 23 ขา $\overline{CE}$ จะต้องได้รับสัญญาณลอจิก 0 เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึก ที่ขาแอดเดรสอินพุตและขา P/R อินพุตจะถูกแลตซ์จากพัลซ์ขอบขาลงของพัลซ์ที่ขา $\overline{CE}$

- Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็นลอจิก 1 ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมากๆ แต่เมื่อขา $\overline{OVF}$ มีสภาวะเป็นลอจิก 0 ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็นลอจิก 1 อยู่ในขณะนั้นก็จะถูกรีเซตและจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

- End Of Message/Run Output ($\overline{EOM}$) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ Non Volatile ภายในตัวไอ.ซี.จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกขา $\overline{EOM}$ น่าจะให้เอาต์พุตออกมาเป็นลอจิก 0 เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

- External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่า สัญญาณนาฬิกาการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

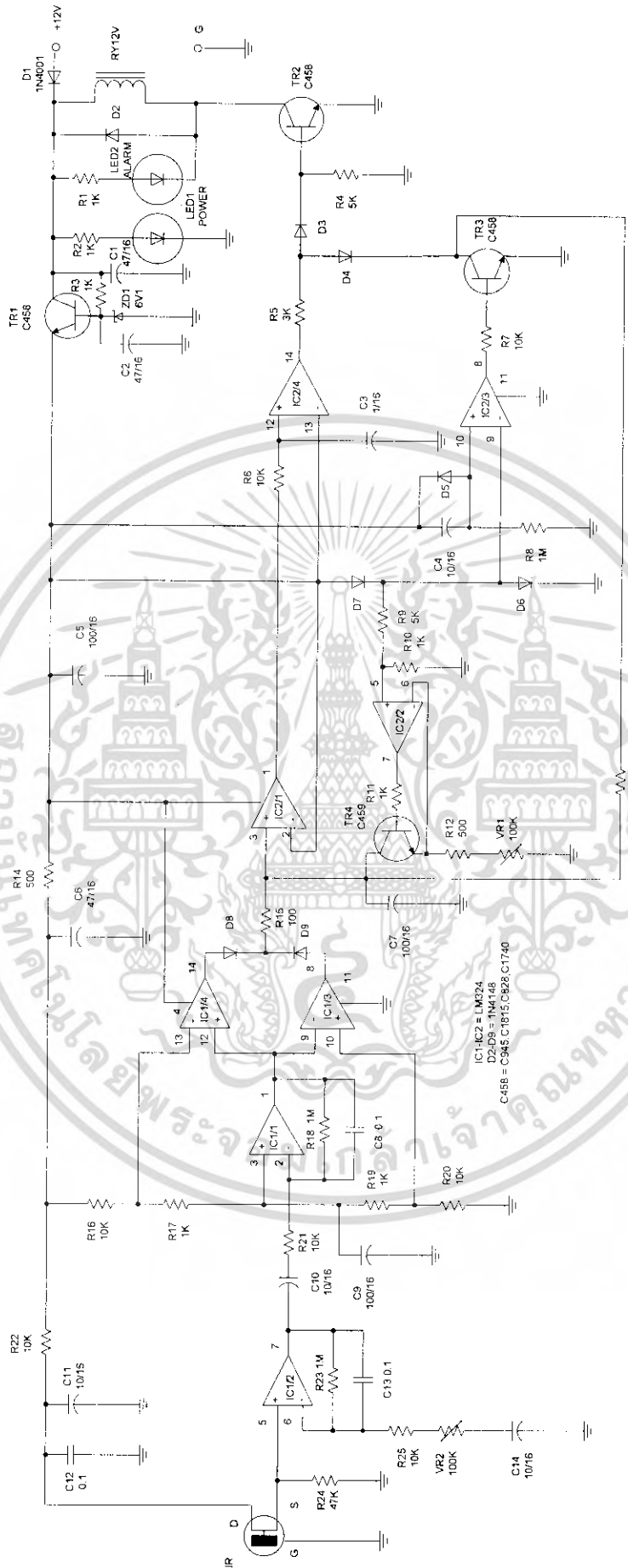
- Playback/Record Input (P/R) ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับลอจิก 1 จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นลอจิก 0 จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลซ์ที่ขอบขาลงของขา $\overline{CE}$ จะเป็นการแลตซ์อินพุตที่ขา P/R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD2590

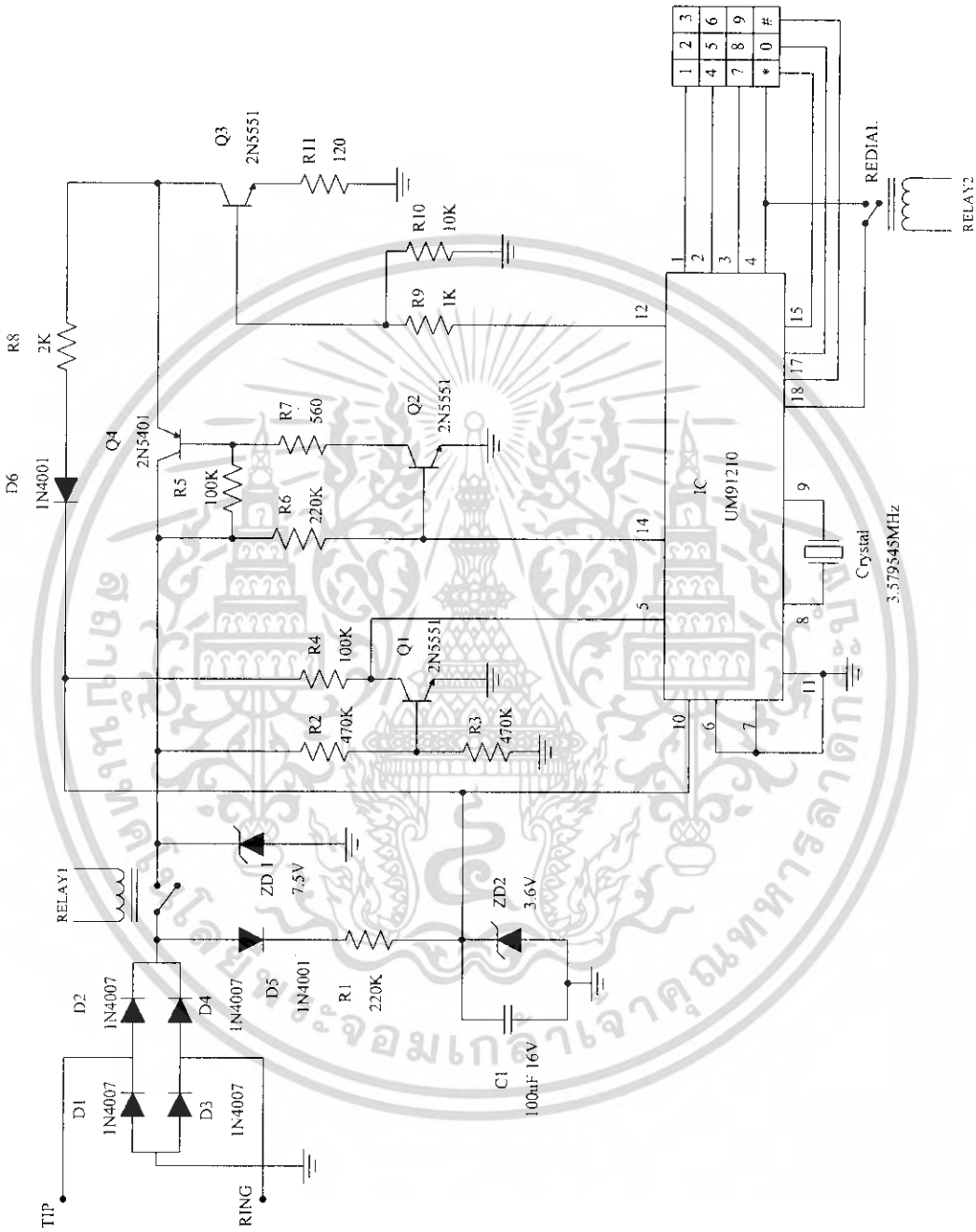
พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุตด้านต่ำเป็นลอจิก 0	V_{IL}	0.8	โวลท์
แรงดันอินพุตด้านสูงเป็นลอจิก 1	V_{IH}	2	โวลท์
แรงดันเอาต์พุตด้านต่ำ	V_{OL}	0.4	โวลท์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูง	V_{OH}	V_{CC} - 0.4	โวลท์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา $\overline{OVF}$	V_{OH1}	2.4	โวลท์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา $\overline{EOM}$	V_{OH2}	V_{CC}- 1.0	โวลท์
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ Vcc เท่ากับ 5 โวลท์	I_{CC}	25	มิลลิแอมป์
กระแสขณะสแตนด์บายที่ Vcc เท่ากับ 5 โวลท์	I_{SB}	1 - 10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต	I_{IL}	±1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาต์พุต	R_{EXT}	16	โอห์ม
ความต้านทานอินพุตของปรีแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตอนาลอก	$R_{ANA\ IN}$	3	กิโลโอห์ม
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	A_{PRE1}	24	เดซิเบล
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	A_{PRE2}	5	เดซิเบล
อัตราการขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	โวลท์ต่อโวลท์
อัตราการขยายของภาคขยายเอาต์พุตลำโพง	A_{ARP}	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาต์พุตของขา AGC	R_{AGC}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงตัว ไอ.ซี .ทั้งหมด	V_{CC}	5 - 7	โวลท์
อุณหภูมิขณะทำงาน	T_S	(- 65) - 150	องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



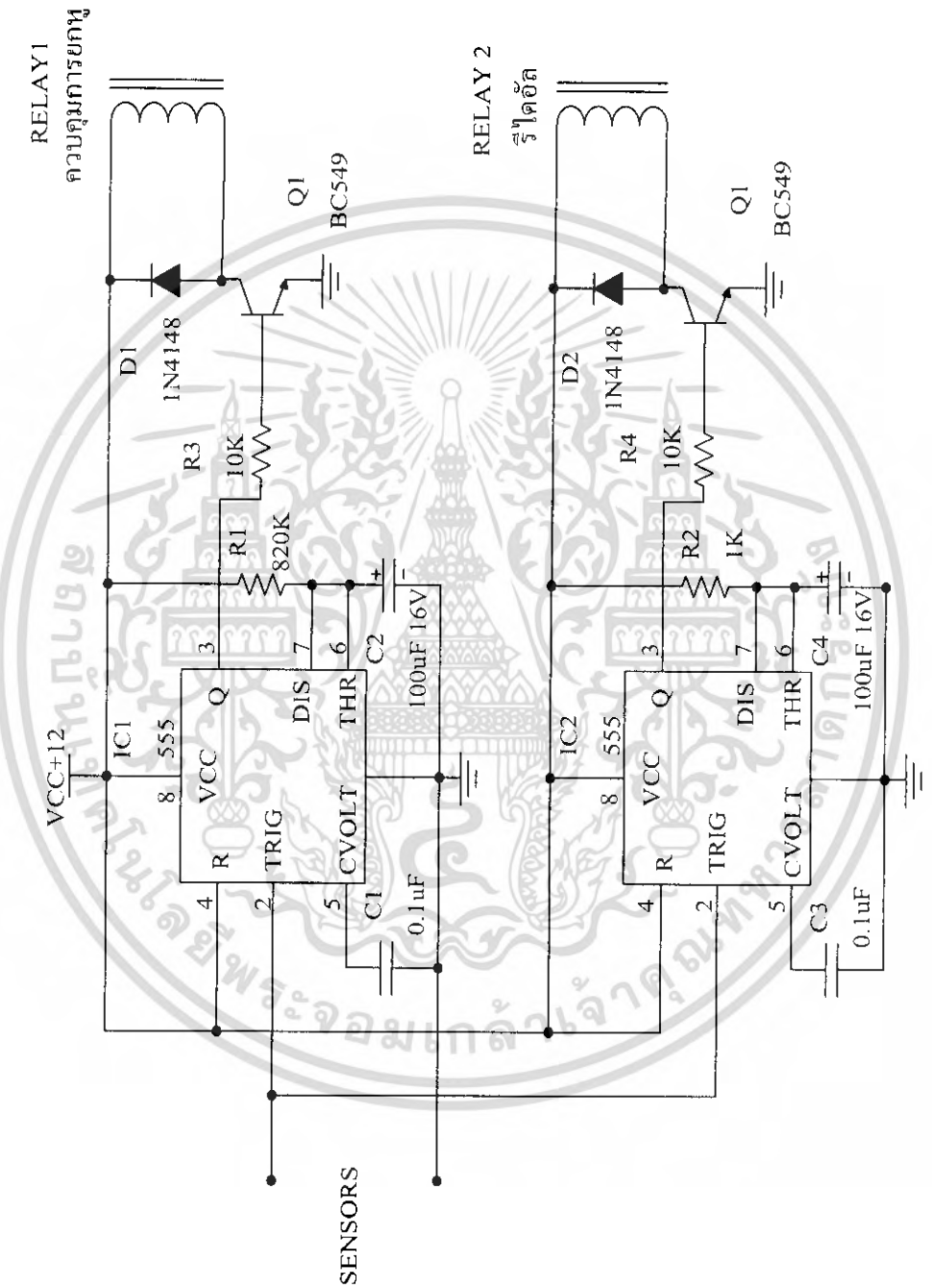
รูปที่ 3.3 วงจรพาสซีฟ อินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



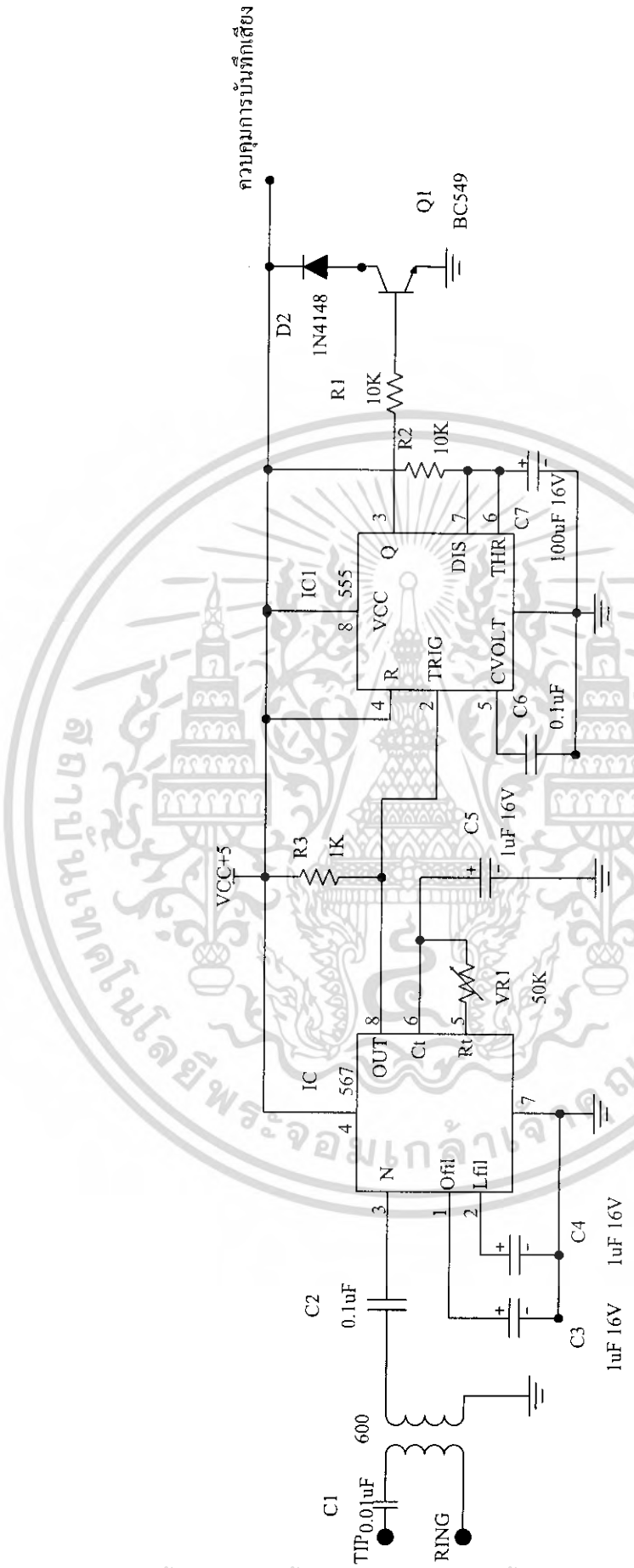
รูปที่ 3.4 วงจรโรงกอดโน้ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



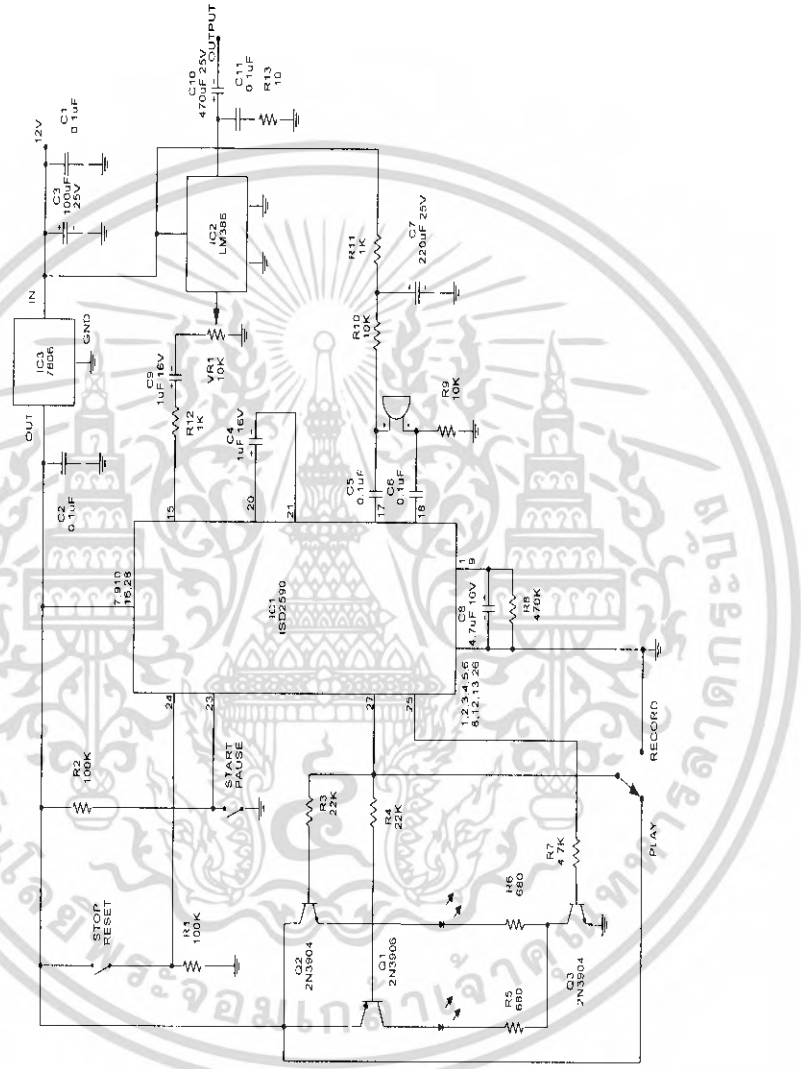
รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมการยกหูและวงจรรีไคอัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรบันทึกเสียง

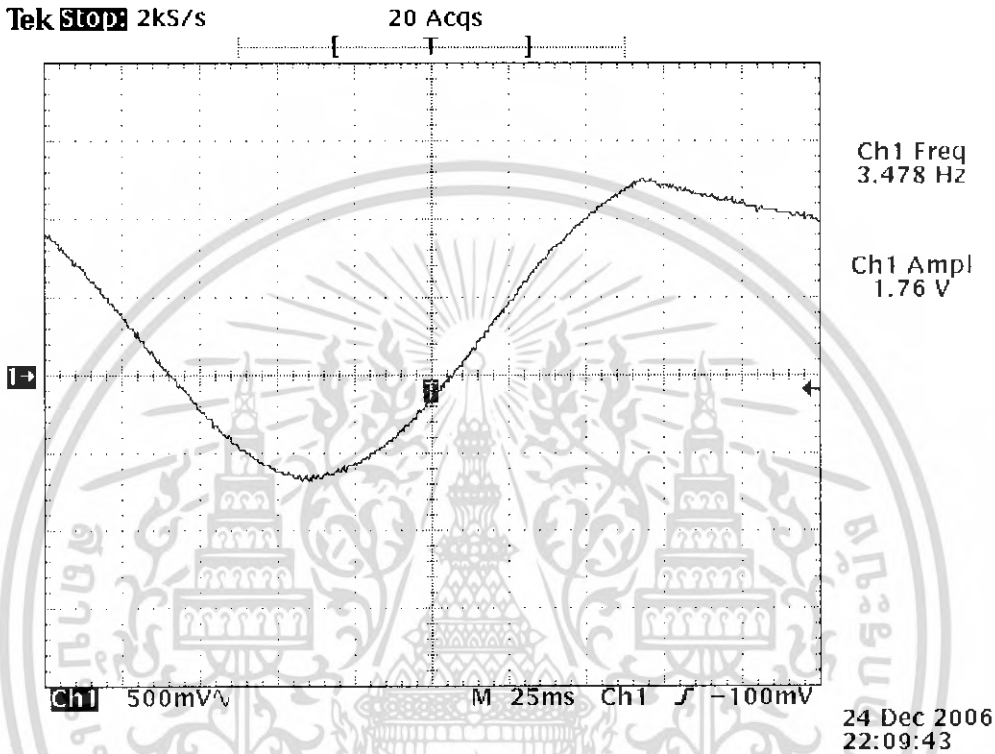
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

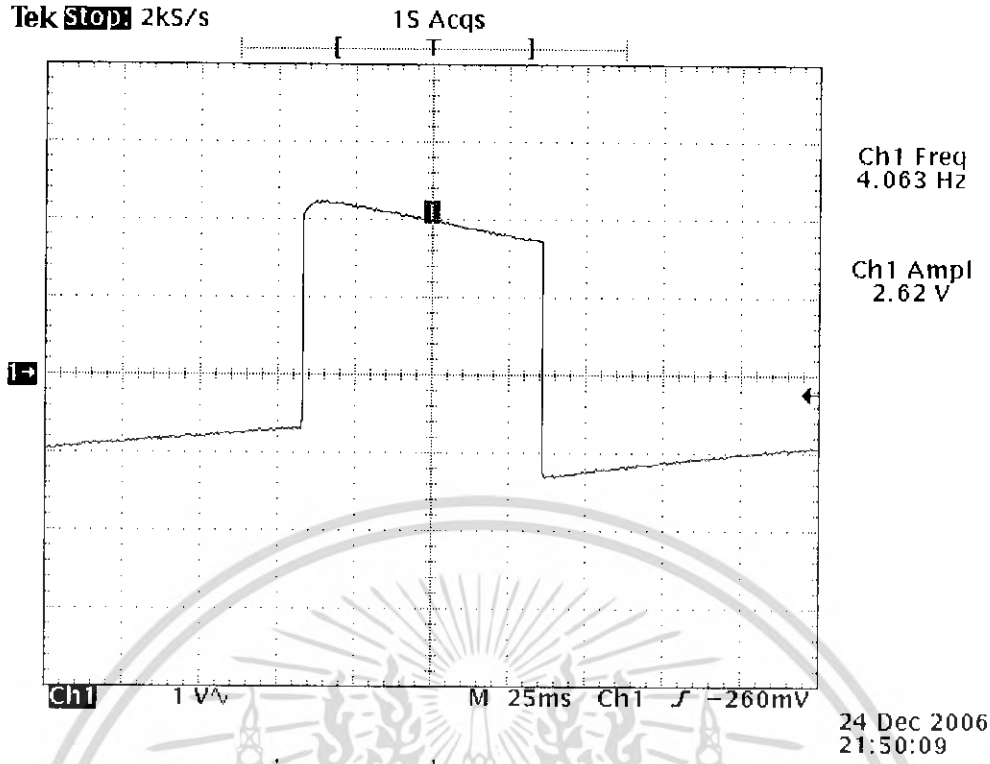
4.1 การทดลองในส่วนของวงจรพาสซีฟ อินฟราเรด

เริ่มจากเมื่อมีคนผ่านบริเวณตรวจจับ จะได้สัญญาณจากไพโรอิเล็กตริก มาขยายสัญญาณ โดย ไอ.ซี. 1/2 ได้สัญญาณดังรูปที่ 4.1 สัญญาณที่ได้นี้จะถูกขยายอีก ด้วย ไอ.ซี. 1/1 ก่อนส่งไปเข้า ไอ.ซี. 1/3 และ ไอ.ซี. 1/4 ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 สัญญาณที่ออกจาก PIR ขา 7 ของไอ.ซี.1/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



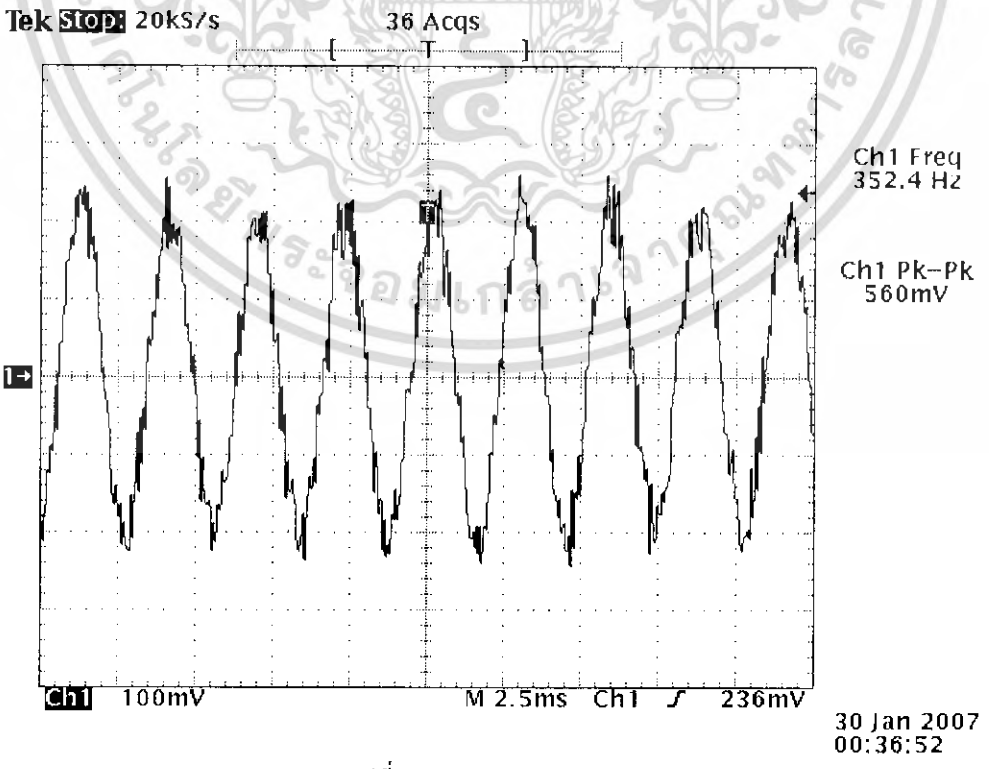
รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ออกจาก PIR ขา1 ของไอ.ซี.1/1

4.2 การทดลองในส่วนของวงจรเรียกออกอัตโนมัติ

4.2.1 ทำการยกหูโทรศัพท์วัดสัญญาณ Dial Tone

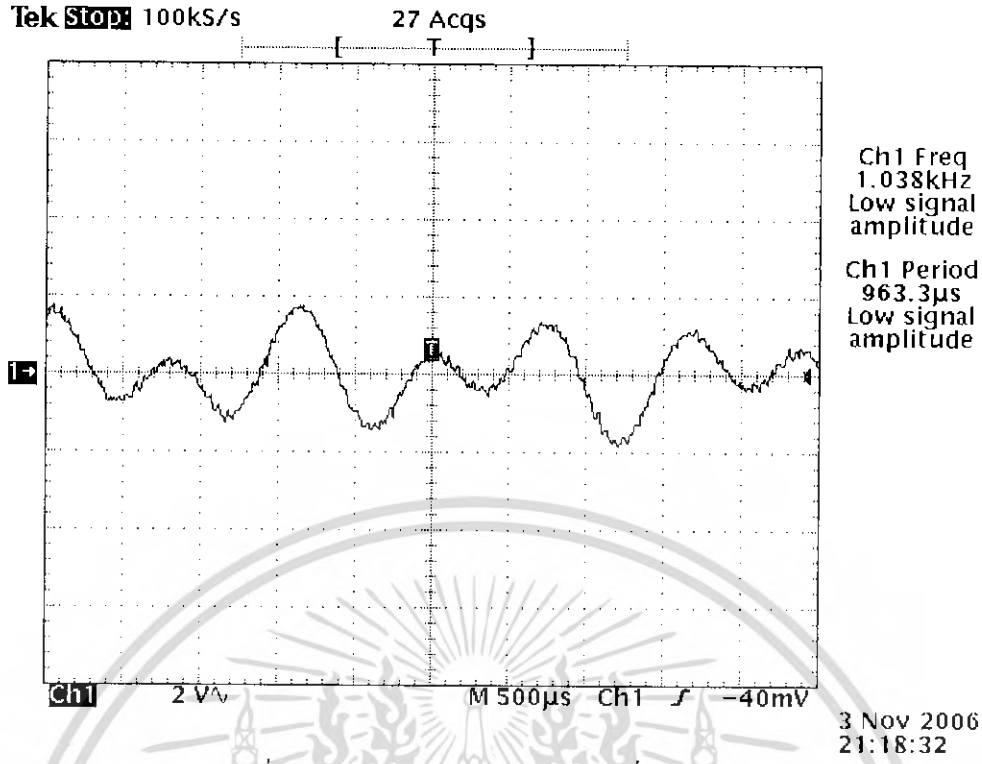
4.2.2 ทำการกดหมายเลขโทรศัพท์ และวัดสัญญาณ DTMF ที่ขา 12 ของไอ.ซี. UM91210C

4.2.3 ทำการวัดสัญญาณที่คริสตอล ไดโอด

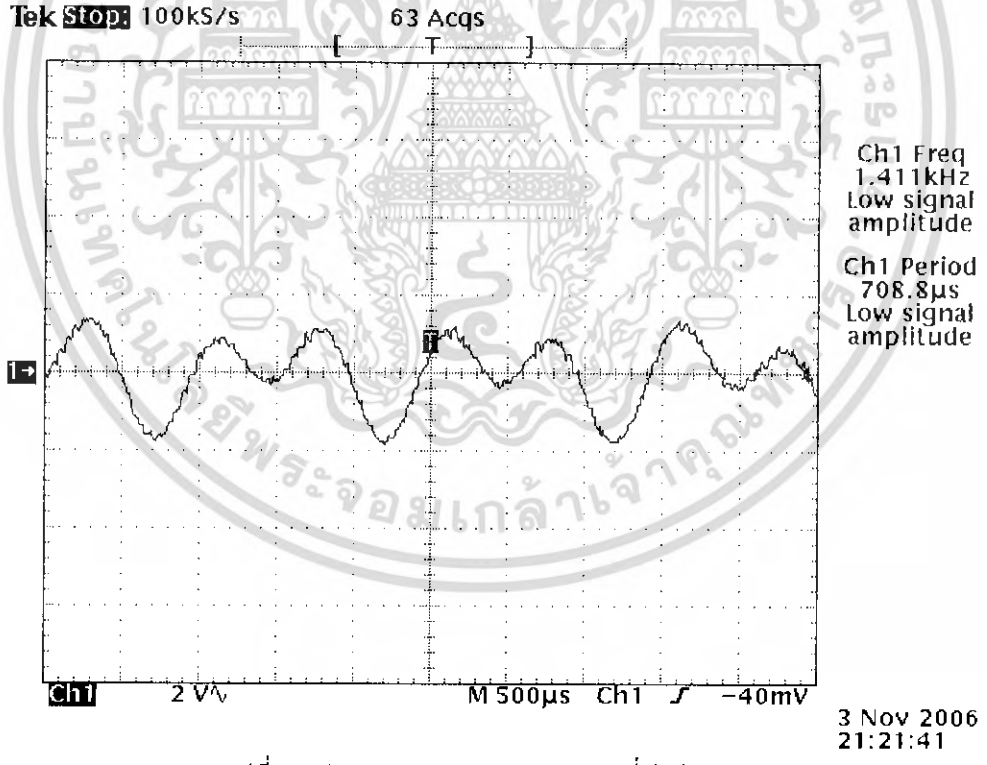


รูปที่ 4.3 สัญญาณ Dial Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

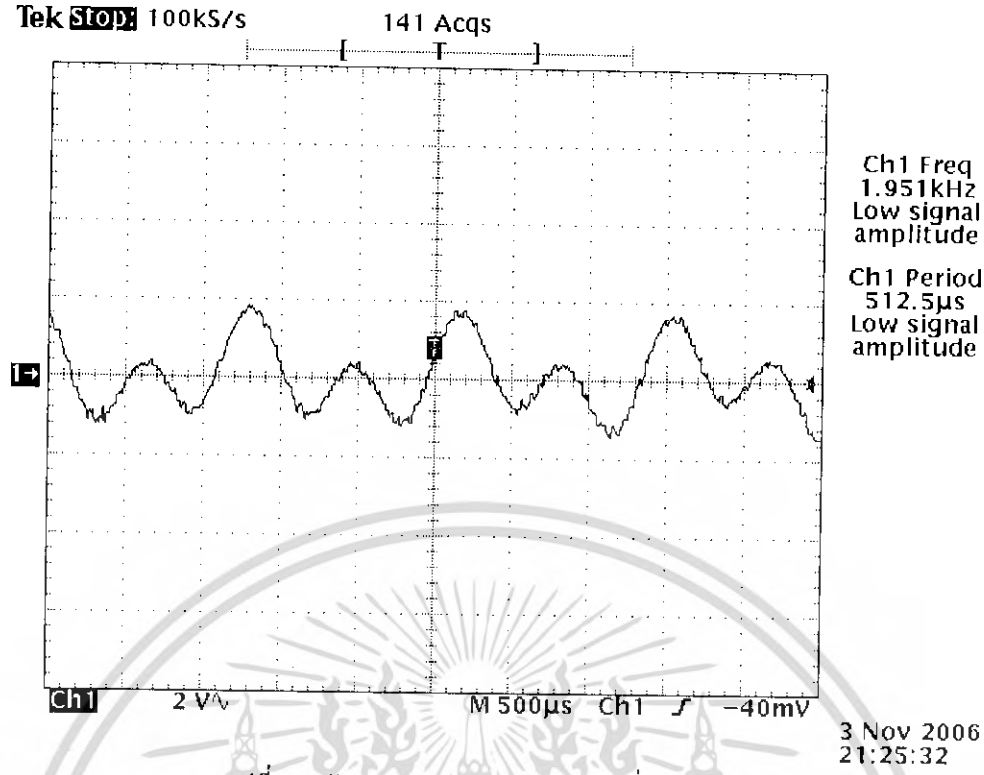


รูปที่ 4.4 สัญญาณ DTMF หมายเลข 1 ที่ส่งผ่านคู่สาย

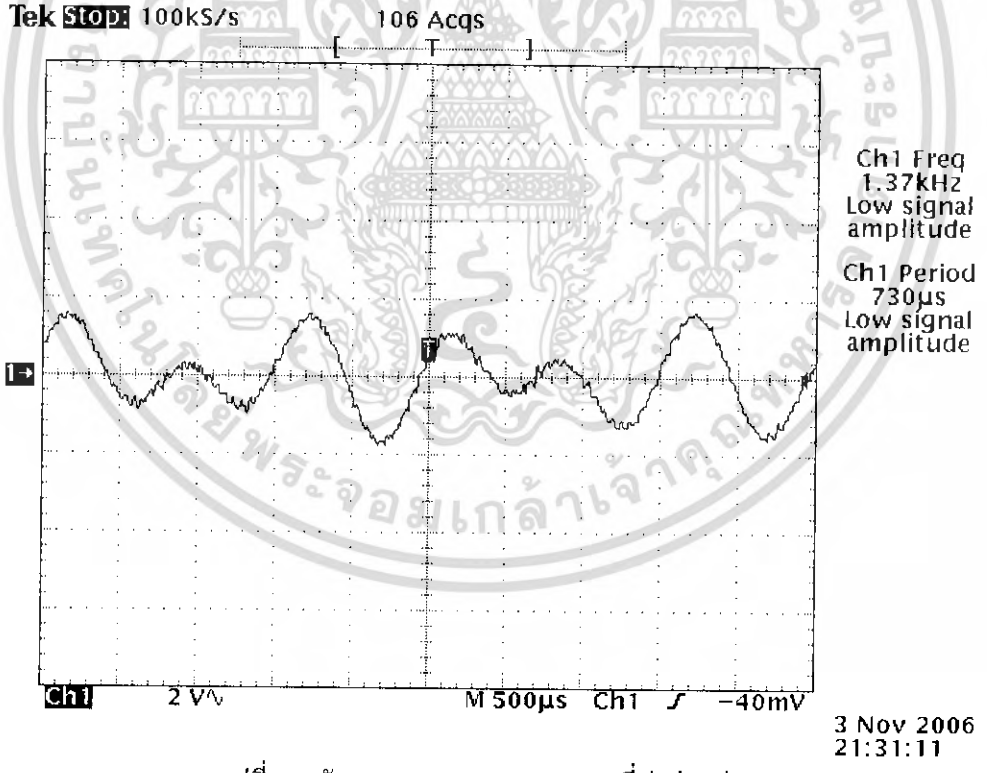


รูปที่ 4.5 สัญญาณ DTMF หมายเลข 2 ที่ส่งผ่านคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

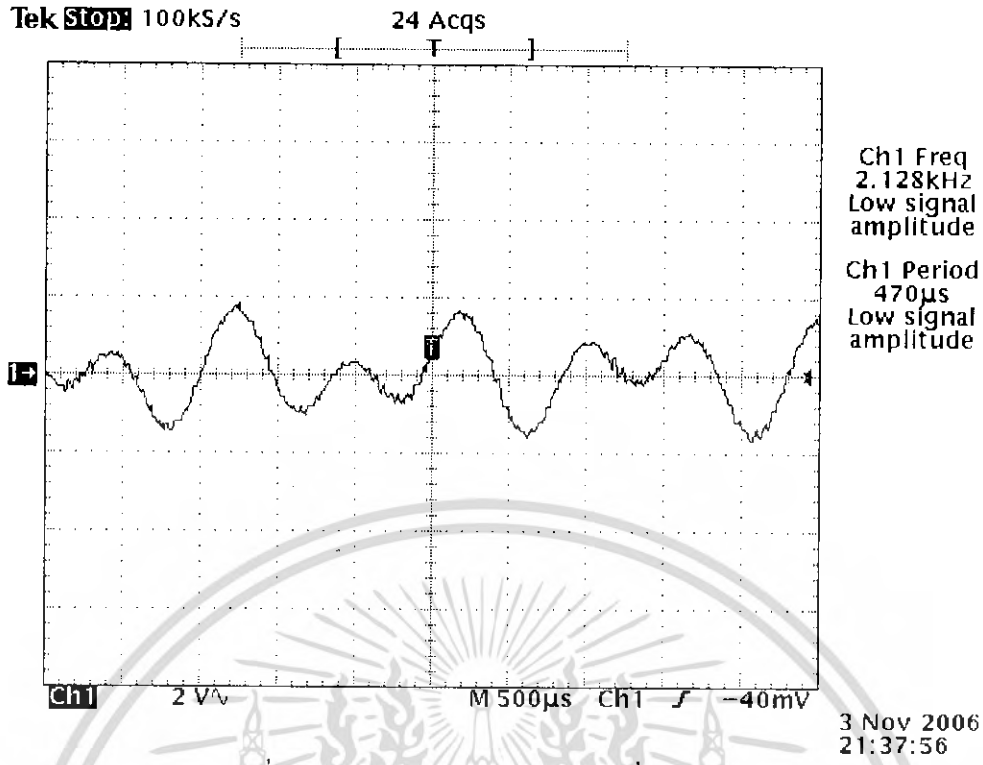


รูปที่ 4.6 สัญญาณ DTMF หมายเลข 3 ที่ส่งผ่านคู่สาย

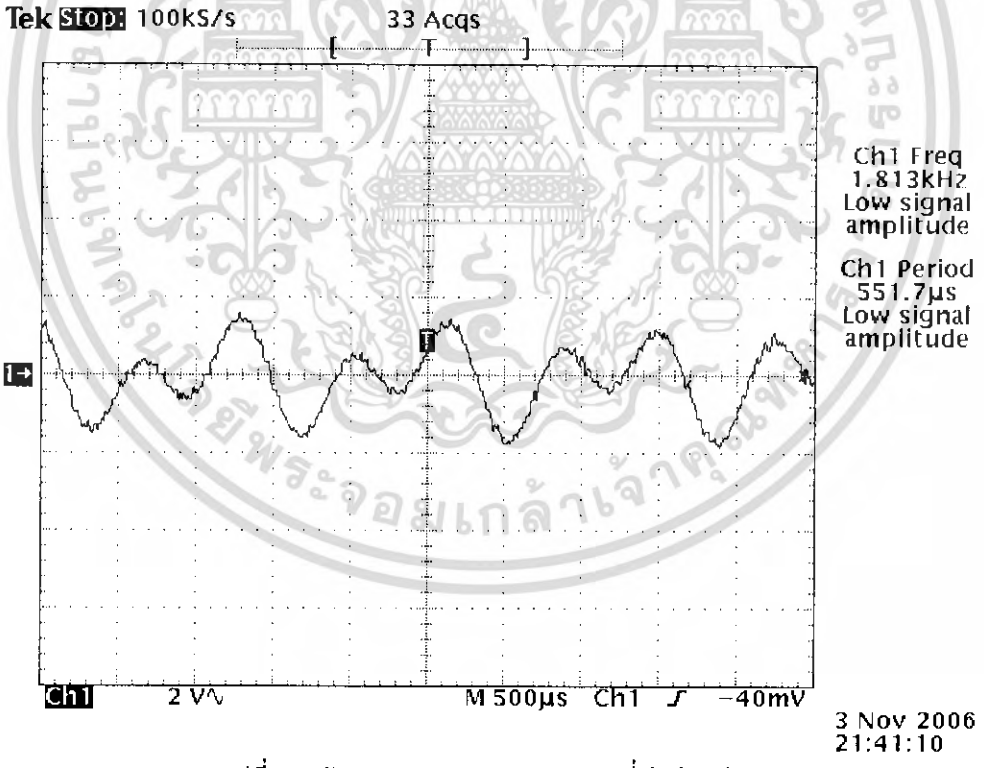


รูปที่ 4.7 สัญญาณ DTMF หมายเลข 4 ที่ส่งผ่านคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

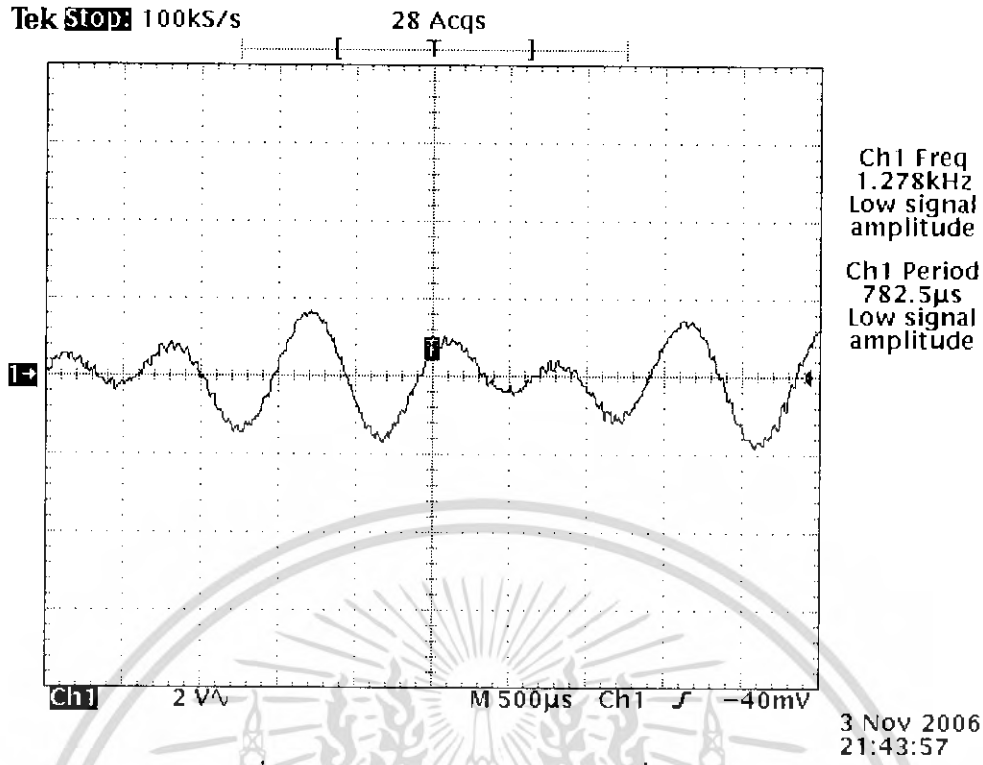


รูปที่ 4.8 สัญญาณ DTMF หมายเลข 5 ที่ส่งผ่านคู่สาย

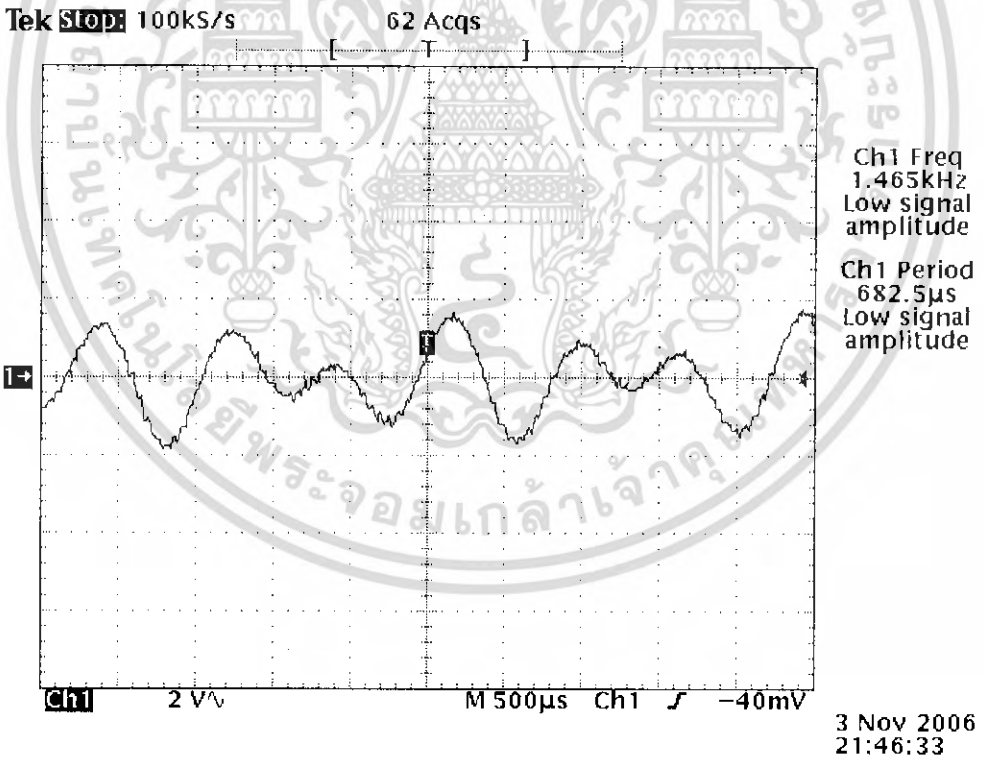


รูปที่ 4.9 สัญญาณ DTMF หมายเลข 6 ที่ส่งผ่านคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

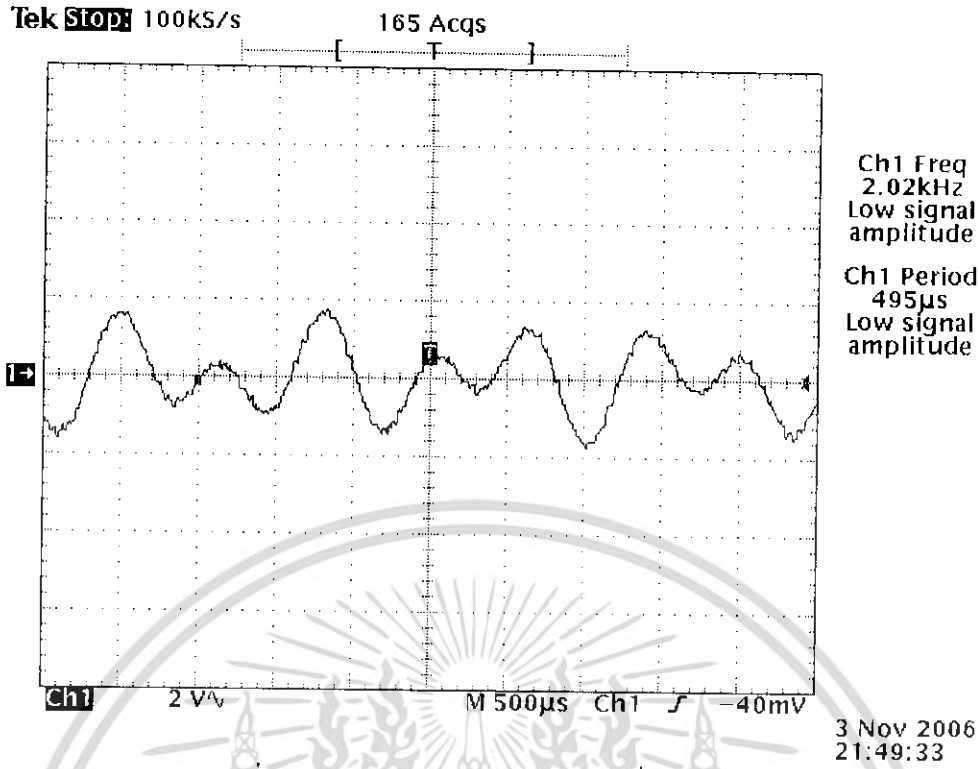


รูปที่ 4.10 สัญญาณ DTMF หมายเลข 7 ที่ส่งผ่านคู่สาย

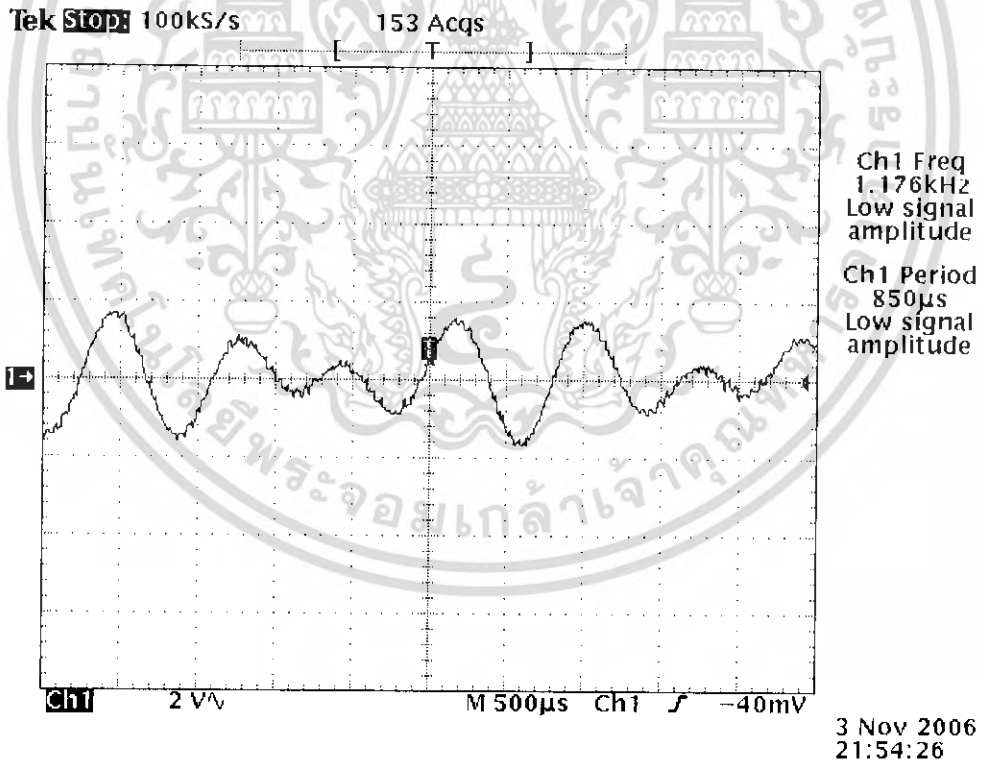


รูปที่ 4.11 สัญญาณ DTMF หมายเลข 8 ที่ส่งผ่านคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

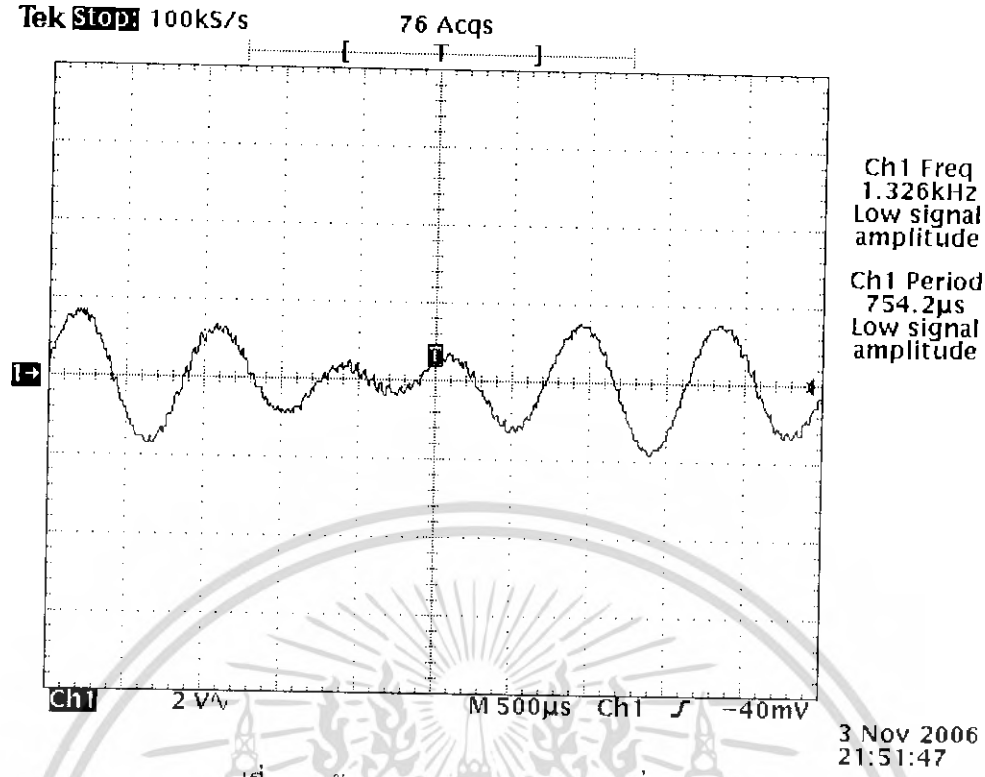


รูปที่ 4.12 สัญญาณ DTMF หมายเลข 9 ที่ส่งผ่านคู่สาย

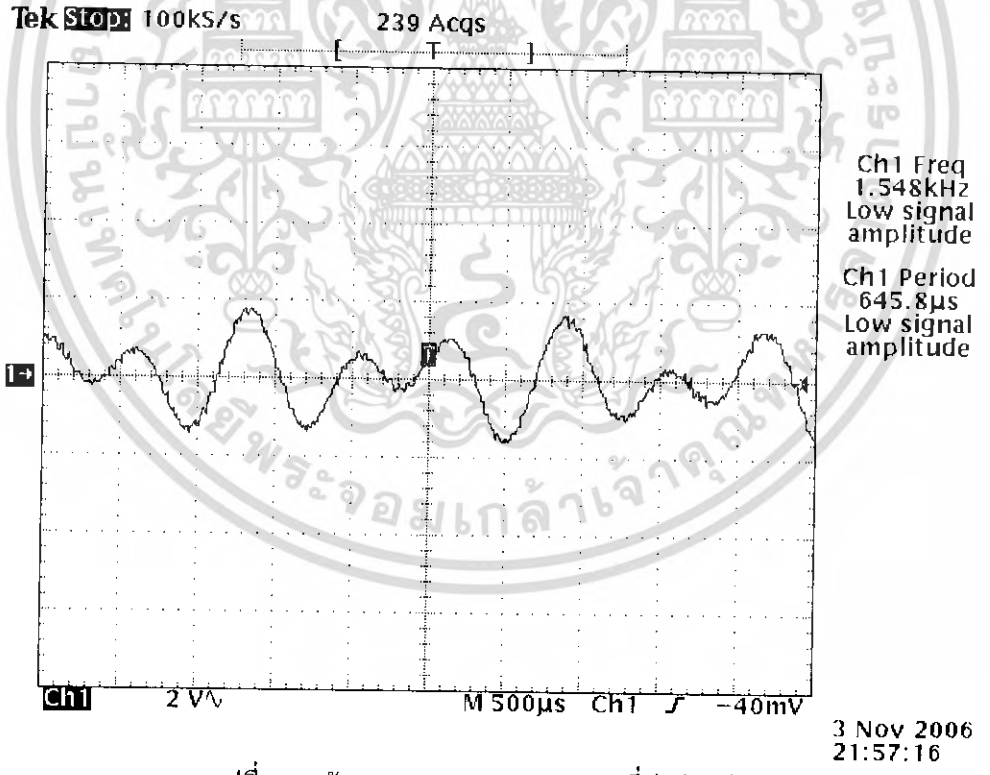


รูปที่ 4.13 สัญญาณ DTMF หมายเลข 0 ที่ส่งผ่านคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

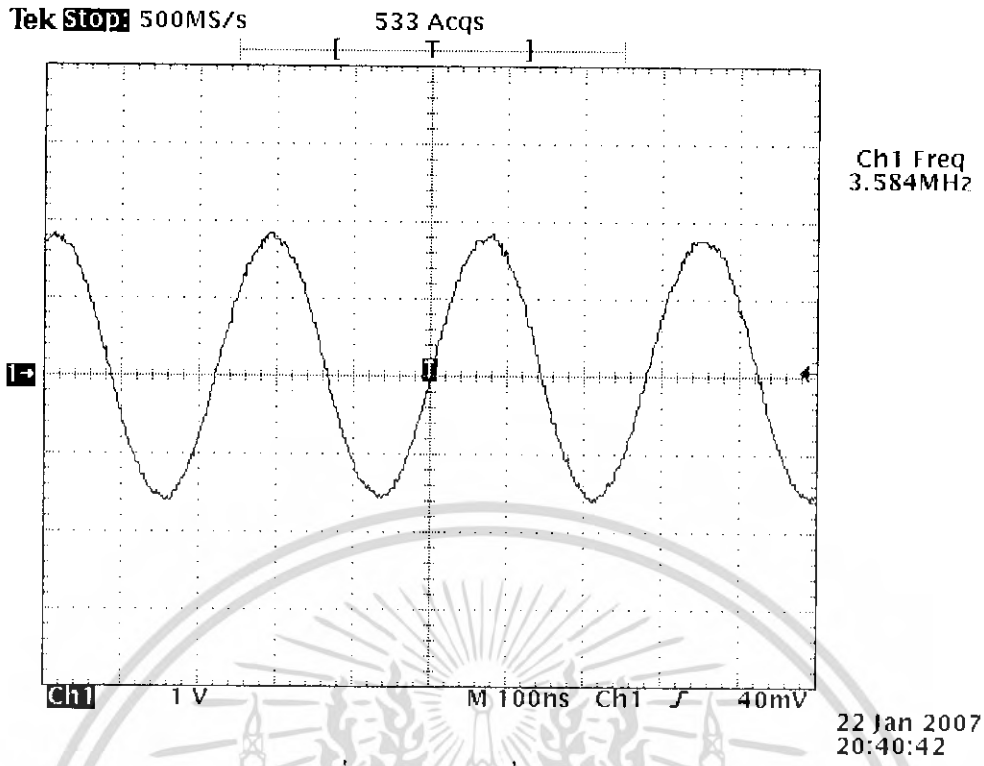


รูปที่ 4.14 สัญญาณ DTMF หมายเลข * ที่ส่งผ่านคู่สาย



รูปที่ 4.15 สัญญาณ DTMF หมายเลข # ที่ส่งผ่านคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 สัญญาณที่คริสตอล ไดโอด

4.3 การทดลองในส่วนของวงจรดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง

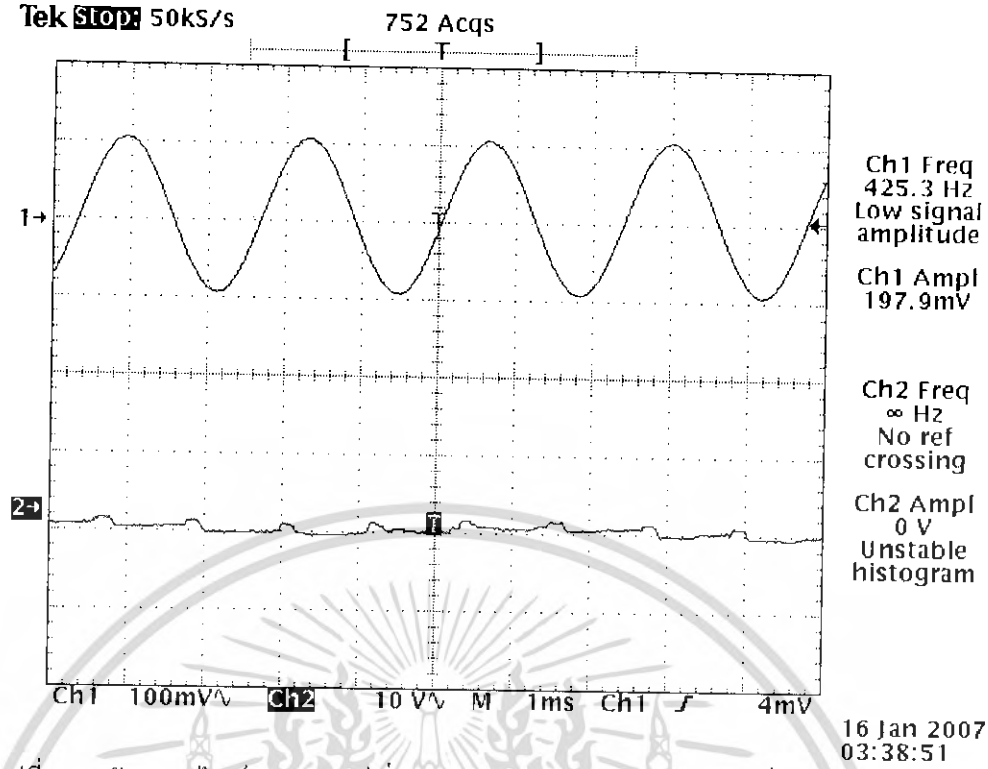
4.3.1 ทำการป้อนสัญญาณไซน์ 425 เฮิรตซ์ เข้าที่ C 0.1 ไมโครฟารัด ที่ขา 3 ของ ไอ.ซี. 567 ทำการปรับค่า VR จนได้เอาต์พุต ที่ขา 8 มีค่าเป็น 0 โวลท์

4.3.2 ทำการป้อนสัญญาณอื่นที่ไม่ใช่สัญญาณความถี่ 425 กิโลเฮิรตซ์ แล้ววัดสัญญาณเอาต์พุต ที่ขา 8 จะพบว่าสัญญาณที่ได้มีค่าเป็นลอจิก 1 ขนาด 5 โวลท์

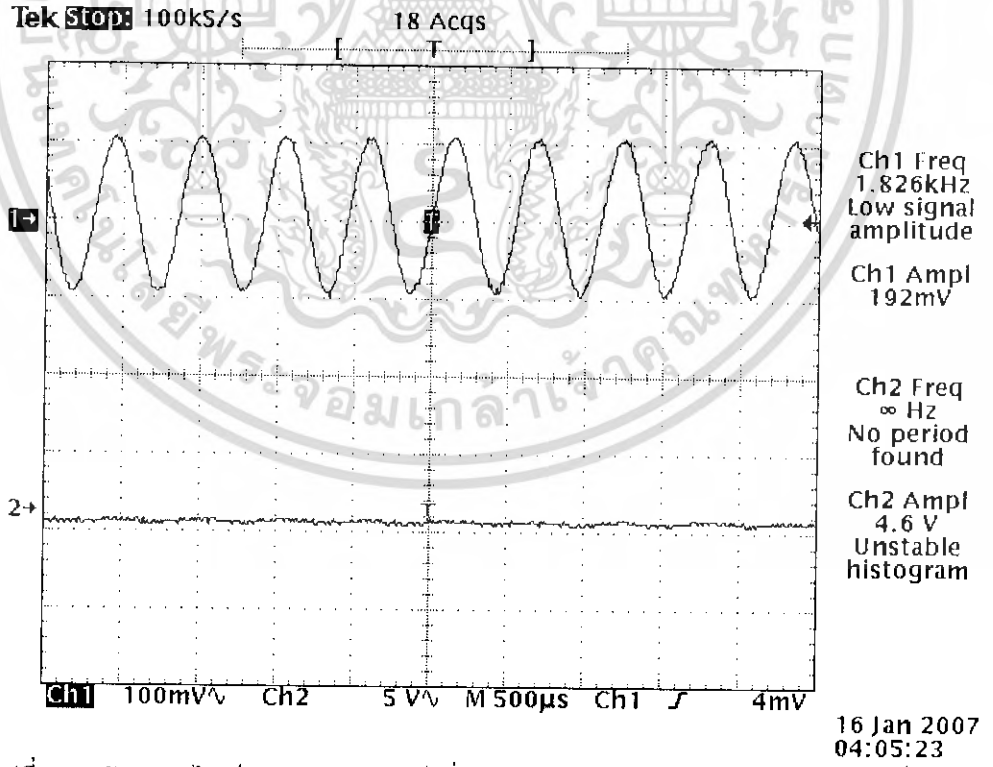
4.3.3 ทำการป้อนสัญญาณตอบรับที่ขาอินพุต ขา 3 และวัดสัญญาณเอาต์พุต ที่ขา 8 เมื่อเป็นสัญญาณ Ring Back Tone

4.3.4 ทำการป้อนสัญญาณตอบรับที่ขาอินพุต ขา 3 และวัดสัญญาณเอาต์พุต ที่ขา 8 เมื่อเป็นสัญญาณ Busy Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

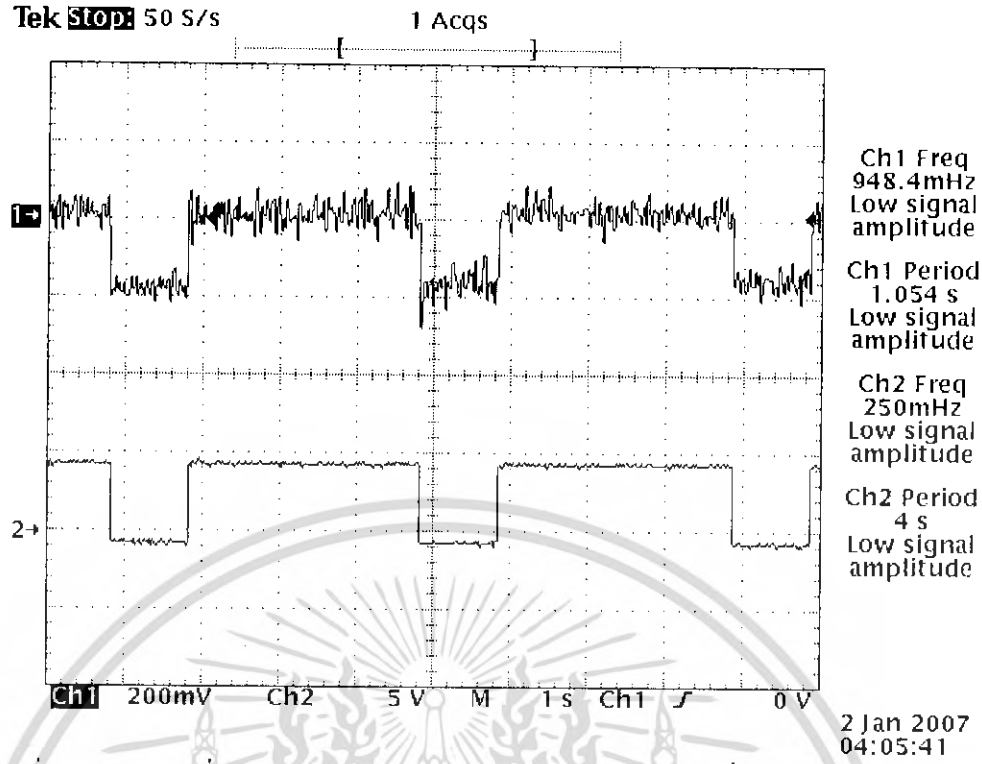


รูปที่ 4.17 สัญญาณไซน์ 425 เฮิรตซ์ ที่ขา 3 (Ch1) เทียบสัญญาณเอาต์พุต ที่ขา 8 ของไอ.ซี.567 (Ch2)

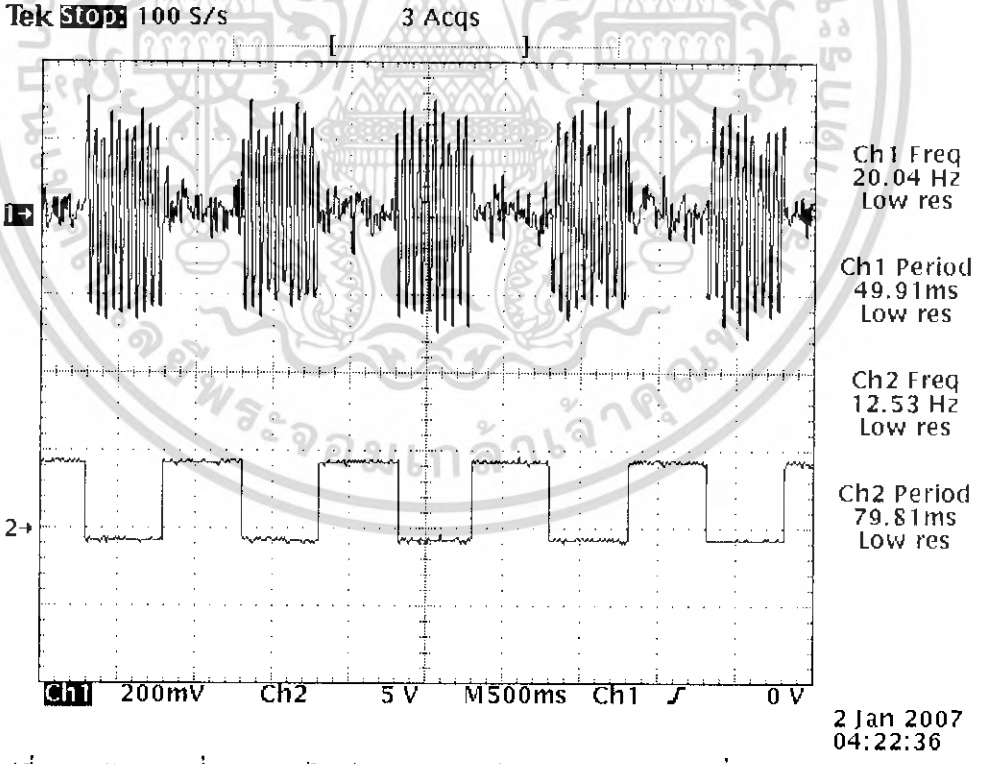


รูปที่ 4.18 สัญญาณไซน์ 1.826 กิโลเฮิรตซ์ ที่อินพุตขา 3 (Ch1) เทียบสัญญาณเอาต์พุต ที่ขา 8 ของไอ.ซี.567 (Ch2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 สัญญาณที่ขา 8 ของไอ.ซี.567 (Ch1) เทียบสัญญาณตอบรับที่ขา 3 (Ch2) เมื่อเป็นสัญญาณ Ring Back Tone



รูปที่ 4.20 สัญญาณที่ขา 8 ของไอ.ซี.567 (Ch1) เทียบสัญญาณตอบรับที่ขา 3 (Ch2) เมื่อเป็นสัญญาณ Busy Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองในส่วนของวงจรบันทึกเสียง

1.ทำการต่อวงจรดังรูปที่ 3.7

2.ป้อนสัญญาณพัลซ์บวกที่ขา RES เพื่อรีเซตการทำงาน

3.ป้อนไฟลบลอจิก 0 ให้ขา P/R เพื่อเข้าสู่การบันทึกข้อความ

4.ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณเริ่มต้นการบันทึกข้อความ

5.ป้อนสัญญาณไซน์ 999.2 เฮิรตซ์ 202.6 มิลลิโวลท์พีคทูพีค ที่อินพุต (ที่ MIC ขา 17)

6.ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณสิ้นสุดการบันทึกข้อความ

7.ป้อนสัญญาณพัลซ์บวกที่ขา RES เพื่อรีเซตการทำงานอีกครั้งหนึ่ง

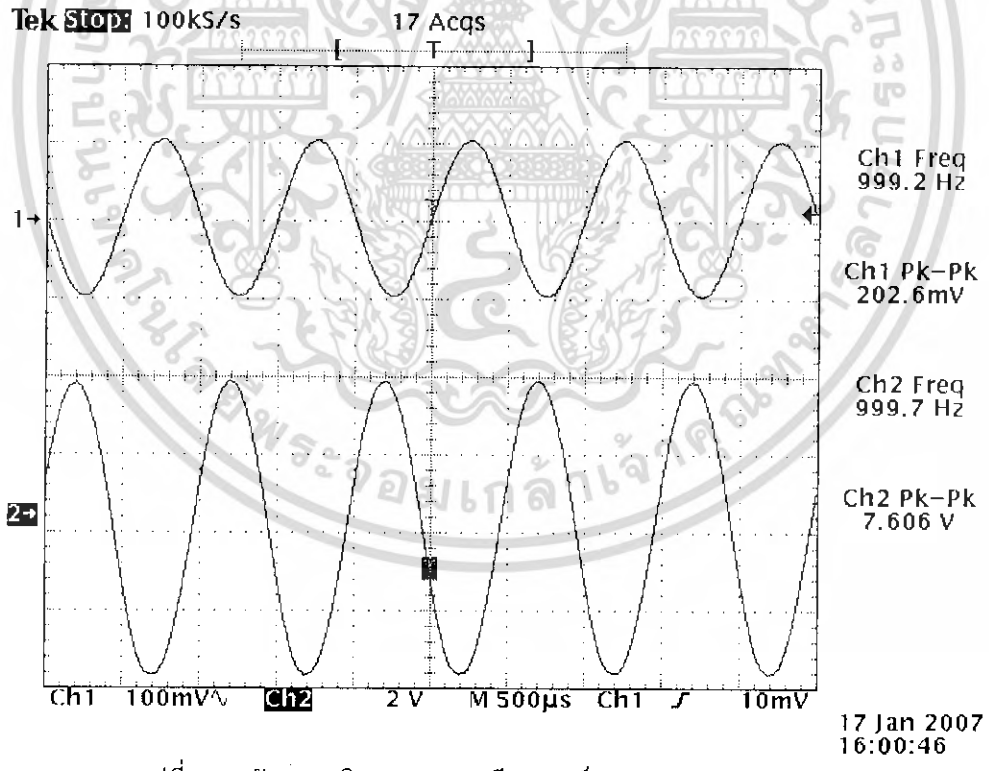
8.ป้อนไฟบวกลอจิก 1 ให้ขา P/R เพื่อเข้าสู่การอ่านข้อความ

9.ป้อนสัญญาณพัลซ์ลบที่ขา ST

10.วัดสัญญาณเอาต์พุต (ที่ขา 5 ของ LM386) เทียบกับสัญญาณอินพุต

ผลการทดลอง

จากการทดลองสัญญาณเอาต์พุต (Ch2) ที่ได้จะมีลักษณะใกล้เคียงกับสัญญาณอินพุต (Ch1) แต่จะมีขนาดสัญญาณแรงกว่าสัญญาณอินพุต (Ch1)



รูปที่ 4.21 สัญญาณอินพุต (Ch1) เทียบเอาต์พุต (Ch2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในระบบโทรศัพท์เตือนภัยจะประกอบไปด้วย การทำงานหลาย ๆส่วน ได้แก่ ส่วนตรวจจับความเคลื่อนไหว ส่วนชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ ส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง และส่วนบันทึกเสียงพูดอัตโนมัติ ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กันจึงจะทำให้ระบบโทรศัพท์เตือนภัยสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

ในภาคเรียนที่ 1 ผู้ทำการทดลองได้ทำการสร้างและทดลองการทำงานเพียง 2 วงจรได้แก่ วงจรพาสซีฟ อินฟราเรด และวงจรบันทึกเสียง จากการทดลองที่ได้ วงจรพาสซีฟ อินฟราเรด สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี มันสามารถตรวจจับผู้บุกรุกที่เข้ามาได้ ส่วนวงจรบันทึกเสียงสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

ในภาคเรียนที่ 2 ผู้ทำการทดลองได้ทำการสร้างและทดลองการทำงานใน 3 วงจรที่เหลือคือ วงจรเรียกออกอัตโนมัติ วงจรควบคุมการยกหูและรีไดอัล และวงจรดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง จากการทดลองที่ได้ วงจรเรียกออกอัตโนมัติสามารถเก็บบันทึกเลขหมายปลายทางที่เราบันทึกไว้และส่งสัญญาณ DTMF ผ่านคู่สายไปได้ ส่วนวงจรควบคุมการยกหูและรีไดอัลสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี และในส่วนของวงจรดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทางไม่ค่อยดีเท่าที่ควรเนื่องจากเราต้องการสัญญาณ Ring Back Tone เป็นตัวดีเทคสัญญาณ แต่ความถี่ Ring Back Tone ไม่ค่อยเสถียร

จากการได้ศึกษาและทดลองสร้างอุปกรณ์เตือนภัยทางโทรศัพท์นั้นผลปรากฏว่าอุปกรณ์นี้ทำงานได้จริงและสะดวกต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายประเภทด้วยกัน เช่น นอกจากจะสามารถตรวจจับขโมยได้แล้ว ยังสามารถตรวจจับแก๊สรั่วและตรวจจับไฟไหม้เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ก้องเกียรติ ณ สีมา "ทฤษฎีการใช้งานไทม์เมอร์ไอซี 555 หจก.วีเจ พริ้นติ้ง 2532.

2. "แหล่งจ่ายไฟสำหรับนักอิเล็กทรอนิกส์" บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) หจก.เม็ดทรายพริ้นติ้ง 2538.

3. บัณฑิต โรจน์อารยานนท์ "วิศวกรรมไมโครเวฟ" สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2536.

4. เจน สงสมพันธุ์ "คู่มือไอซี.1" (ฉบับภาษาไทย) สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพฯ บริษัท เอดิสัน เพรส โปรดักส์ จำกัด 2534.

5. "อุปกรณ์น่าใช้ไอซีน่าสน" บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) หจก.เม็ดทรายพริ้นติ้ง 2541.

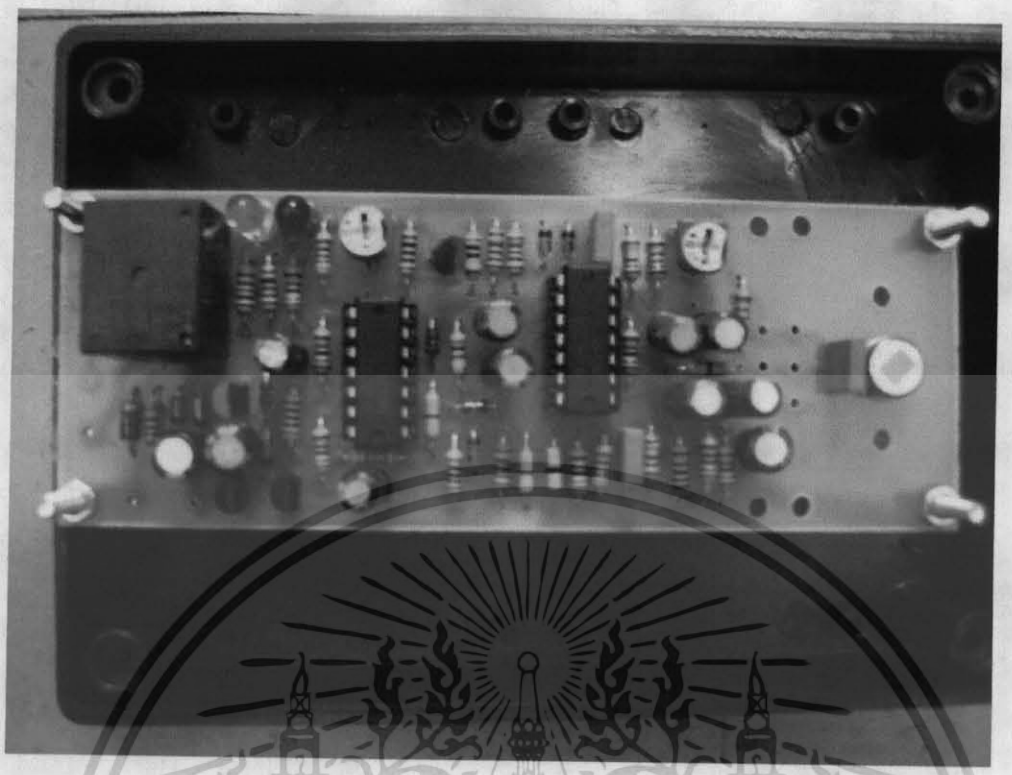
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

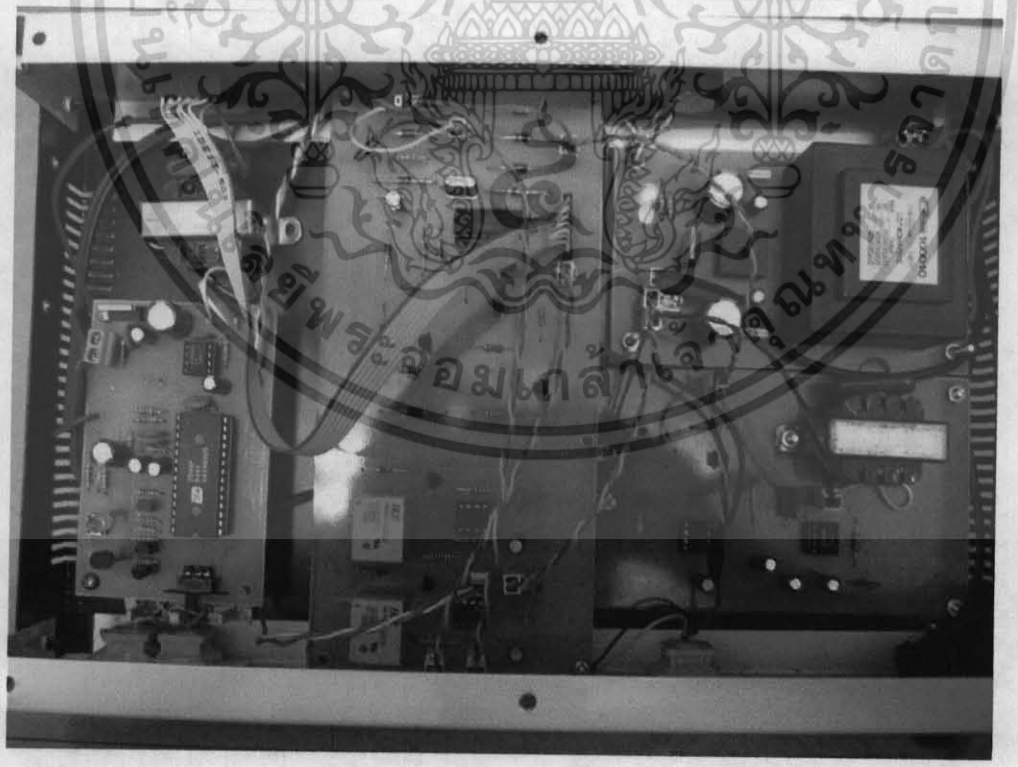
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิการทำงานของวงจรโทรศัพท์เตือนภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

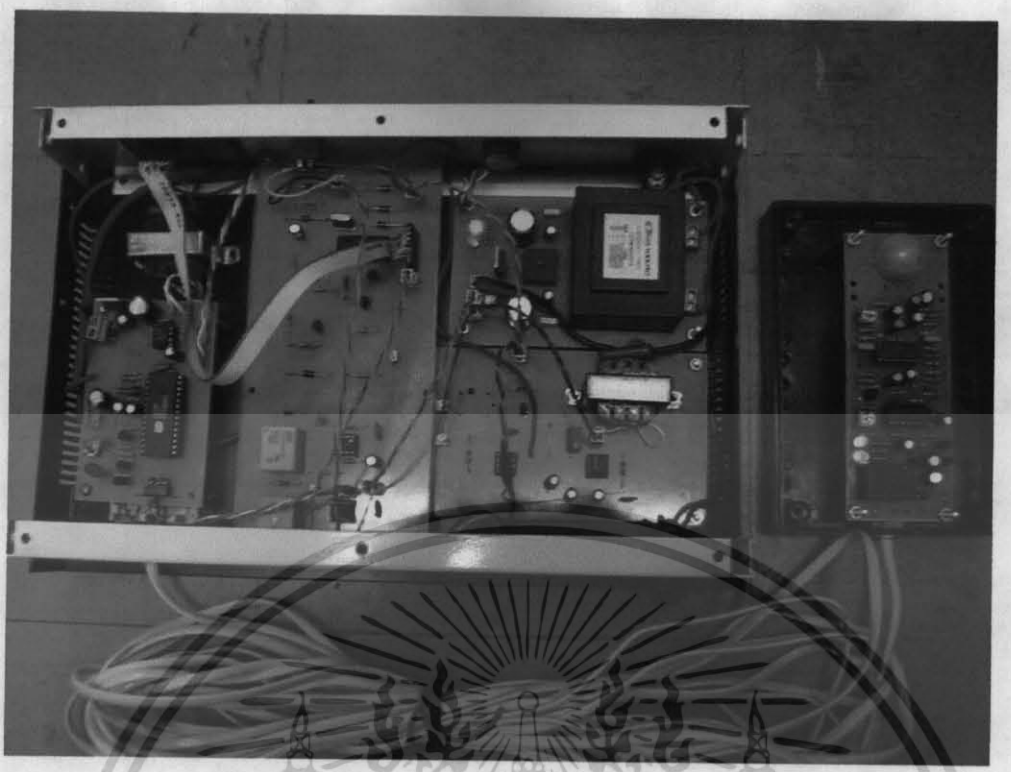


รูปภายในตัวเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหว



รูปภายในตัวเครื่องโทรออกอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภายในตัวเครื่องรวมที่พร้อมจะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INFRARED PARTS MANUAL

PIR325
FL65

GLOLAB
CORPORATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thank you for buying our Pyroelectric Infrared components.

The goal of Glolab is to produce top quality electronic kits, products and components. All of our kits are designed by Glolab engineers and tested in our laboratory. Mechanical devices, prototypes and enclosures are fabricated in our precision machine shop.

Glolab Corporation has two locations in New York's Hudson Valley. Our electronics laboratory and kit packaging is located in Wappingers Falls and our machine shop is in Lagrangeville.

In addition to our kits, we supply some special and hard to find parts such as our Pyroelectric Infrared Sensor, Infrared Fresnel lens and machined enclosure for mounting our Fresnel lens. for those of you who want to design and build your own projects.

Technical help is available by email from lab@glolab.com.

Copyright © 2003
Glolab Corporation
307 Pine Ridge Drive
Wappingers Falls, NY 12590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrared Radiation

Infrared radiation exists in the electromagnetic spectrum at a wavelength that is longer than visible light. Infrared radiation cannot be seen but it can be detected. Objects that generate heat also generate infrared radiation and those objects include animals and the human body whose radiation is strongest at a wavelength of 9.4μm.

Pyroelectric Sensors

The pyroelectric sensor is made of a crystalline material that generates a surface electric charge when exposed to heat in the form of infrared radiation. When the amount of radiation striking the crystal changes, the amount of charge also changes and can then be measured with a sensitive FET device built into the sensor. The sensor elements are sensitive to radiation over a wide range so a filter window is added to the TO5 package to limit incoming radiation to the 8 to 14μm range which is most sensitive to human body radiation.

Figure 1 shows how typically, the FET source terminal pin 2 connects through a pulldown resistor of about 100 K to ground and feeds into a two stage amplifier having signal conditioning circuits. Each of the two cascaded stages has a gain of 100 for a total gain of about 10,000. The amplifier is typically bandwidth limited to below 10Hz to reject high frequency noise and is followed by a window comparator that responds to both the positive and negative transitions of the sensor output signal. A well filtered power source of from 3 to 15 volts should be connected to the FET drain terminal pin 1.

The PIR325 sensor has two sensing elements connected in a voltage bucking configuration. This arrangement cancels signals caused by vibration, temperature changes and sunlight. A body passing in front of the sensor will activate first one and then the other element as shown in figure 2 whereas other sources will affect both elements simultaneously and be cancelled. The radiation source must pass across the sensor in a horizontal direction when sensor pins 1 and 2 are on a horizontal plane so that the elements are sequentially exposed to the IR source.

Figure 3 shows the PIR325 electrical specifications and layout in its TO5 package. Please note that the distance from the front of the sensing elements to the front of the filter window is 0.045 inch (1.143mm). Figures 4 and 5 describe a Fresnel lens designed to be used with the PIR325 sensor.

Figure 6 shows a typical application circuit that drives a relay. R10 and C6 adjust the amount of time that RY1 remains closed after motion is detected. When used with a PIR325 sensor and FL65 Fresnel lens, this circuit can detect motion at a distance of up to 90 feet.

Figure 7 shows an application circuit that will indicate the direction that an infrared radiating source is moving.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CONFIGURATION

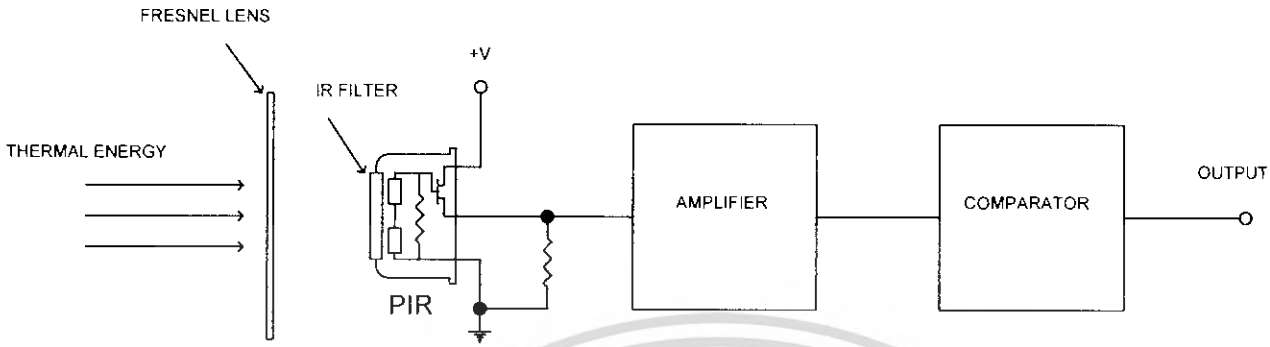


FIGURE 1

FIGURE 2

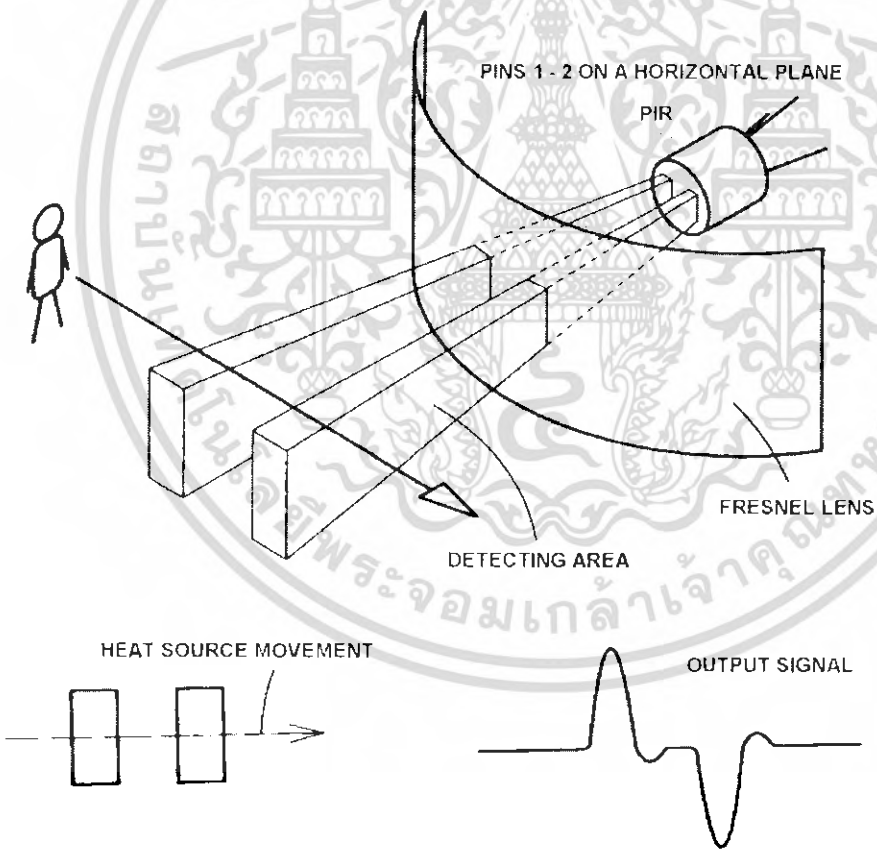


FIGURE 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIR325 Infrared Pyroelectric Sensor

Specifications and Dimensions

ELEMENT SIZE	2 x 1, 2 elements
SPECTRAL RESPONSE μm (1)	5 ~ 14
NOISE μVpp	20
OUTPUT mv pp (2)	3900
OFFSET VOLTAGE volts (3)	1.0
SUPPLY VOLTAGE volts (4)	2.5 ~ 15
OPERATING TEMPERATURE ° C	-30 ~ 70
STORAGE TEMPERATURE ° C	-40 ~ 80

NOTES:

1. With built-in window filter
2. After 72 db amplifier gain
3. At source pin 2 with 5 volts and 100K load
4. Well filtered power supply

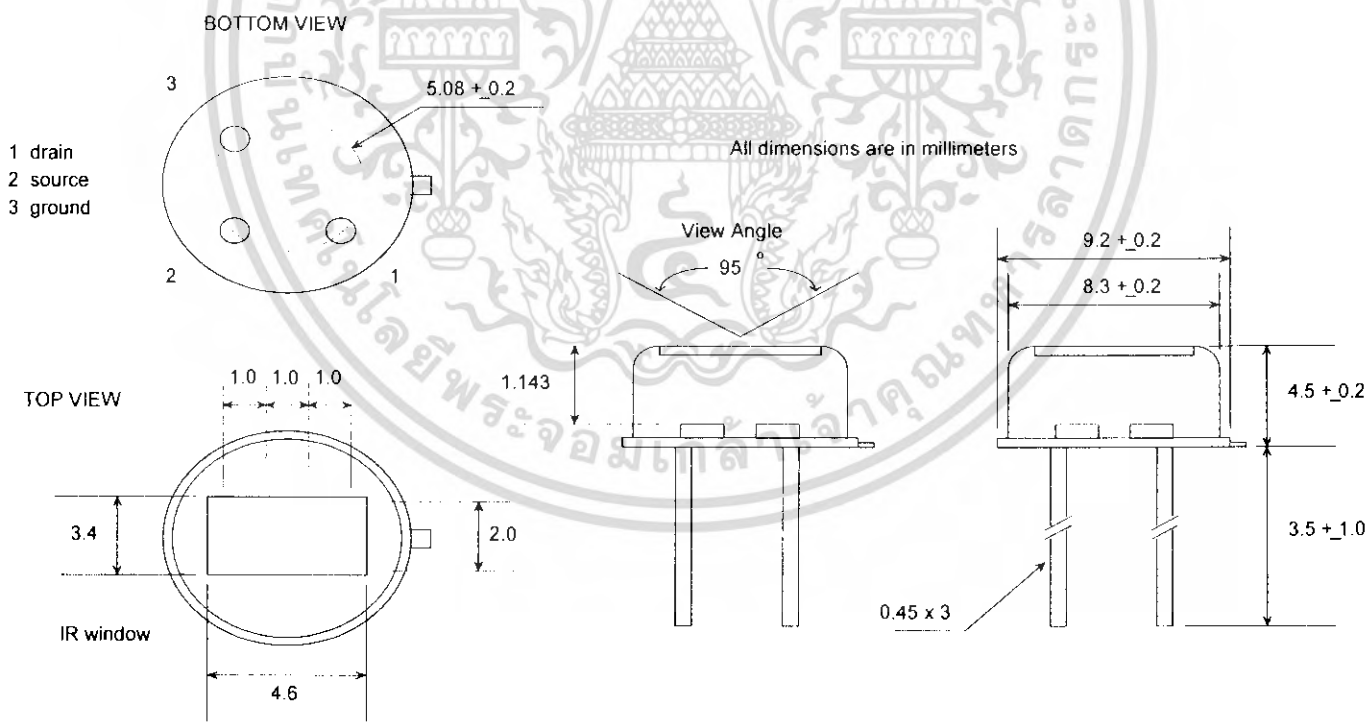


FIGURE 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fresnel Lens

A Fresnel lens is a Plano Convex lens that has been collapsed on itself as in figure 5 to form a flat lens that retains its optical characteristics but is much smaller in thickness and therefore has less absorption losses.

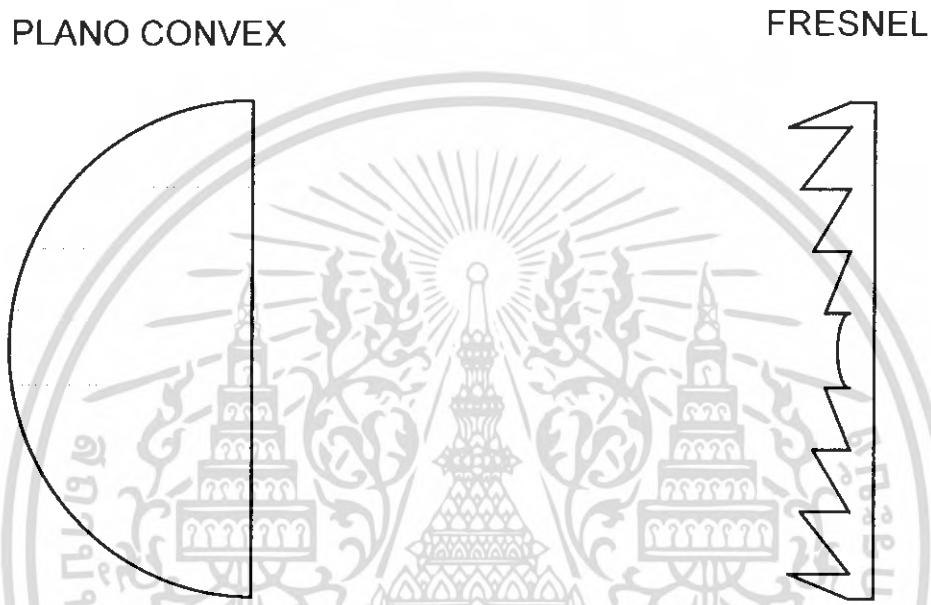


FIGURE 4

The FL65 Fresnel lens is made of an infrared transmitting material that has an IR transmission range of 8 to 14 μm that is most sensitive to human body radiation. It is designed to have its grooves facing the IR sensing element so that a smooth surface is presented to the subject side of the lens which is usually the outside of an enclosure that houses the sensor.

The lens element is round with a diameter of 1 inch and has a flange that is 1.5 inches square. This flange is used for mounting the lens in a suitable frame or enclosure. Mounting can best and most easily be done with strips of Scotch tape. Silicone rubber adhesive can also be used to form a more waterproof seal.

The FL65 has a focal length of 0.65 inches from the lens to the sensing element. It has been determined by experiment to have a field of view of approximately 10 degrees when used with a PIR325 Pyroelectric sensor. Figure 6 shows the lens dimensions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

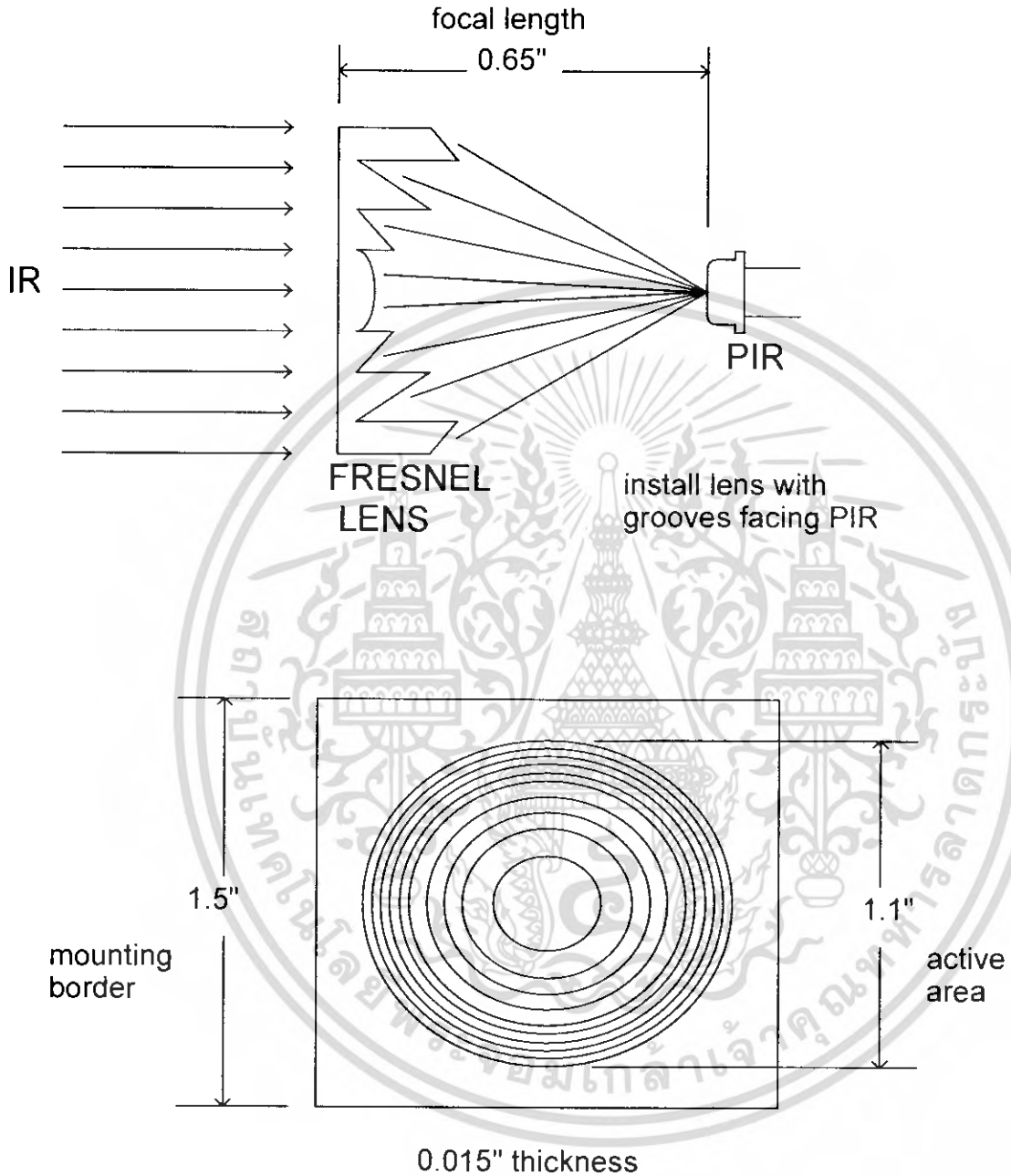


FIGURE 5

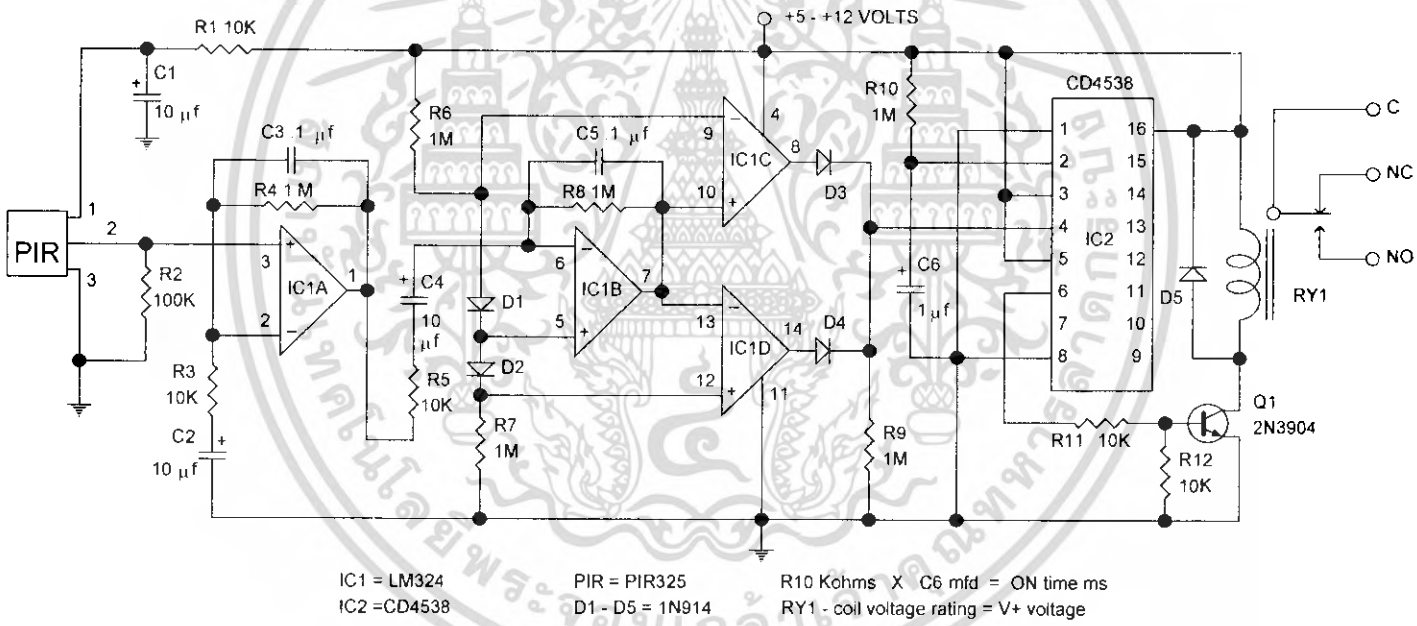
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General purpose motion detector

This motion detector circuit uses a low cost LM324 quad operational amplifier as both a two stage amplifier and a window comparator. Amplifiers IC1A and IC1B have a gain of 100 each for a total of about 10,000.

IC1C and IC1D form a window comparator that responds to signals about 200 millivolts above and 200 millivolts below Vcc/2. This window is set by the low current voltage drops across D1 and D2. Comparator outputs feed through D3 and D4 that pass only the positive transitions into CD4538 CMOS single shot IC2 which feeds into Q1 that drives relay RY1.

The R10 and C6 time constant determine how long the relay remains energized after motion is detected. All components can operate on 5 to 12 volts. This type of circuit is often used to turn a light on outside of a house when motion is detected.



MOTION DETECTOR

APPLICATION CIRCUIT FIGURE 6

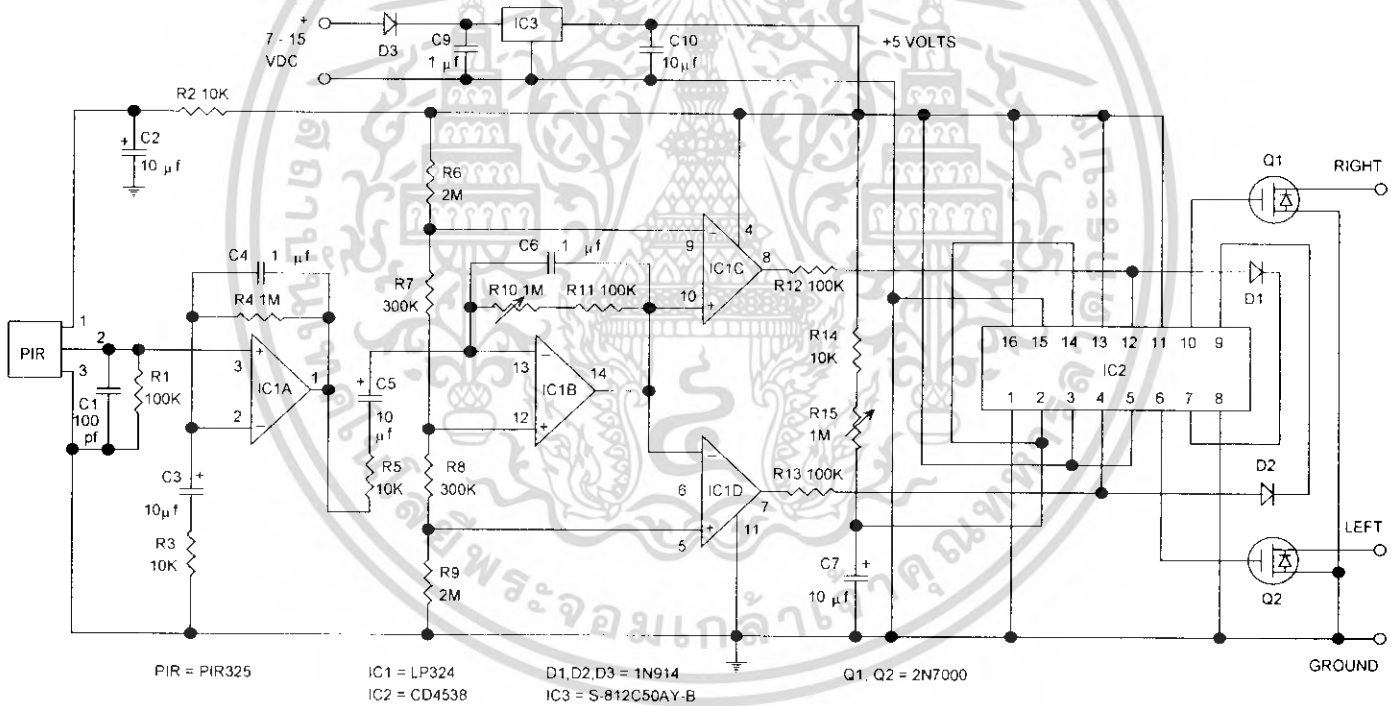
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Direction sensing motion detector

This motion detector circuit will both detect motion and indicate the direction that an infrared emitting body is moving. The amplifier and comparator circuits are similar to those in figure 6. Potentiometer R10 is a sensitivity adjustment to vary the detection range.

IC2 is a CD4538 dual single shot. The first single shot to receive a trigger input from IC1C or IC1D will turn its output on to indicate the direction of detection and will also inhibit the other single shot so that it cannot be triggered while the first single shot is on. Potentiometer R15 adjusts the amount of time that an output remains on after motion is detected.

This type of motion detector can be used to indicate people entering or leaving a building or in some robotic applications.



APPLICATION CIRCUIT FIGURE 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GLOLAB
CORPORATION

307 Pine Ridge Drive
Wappingers Falls, NY 12590
voice - (845) 297-9771
Fax - (845) 297-9772
Email - lab@glolab.com
http://www.glolab.com

© 2003 Glolab Corp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UMC

T-75-07-07

UM91210/30

Tone/Pulse Dialer

Features

- 32-digit Redial Memory
- Tone/Pulse Switchable via slide switch
- Wide operating voltage: 2.0V to 5.5V
- Uses inexpensive 3.58 MHz TV crystal
- Pin selectable Make/Break ratio (1/2 or 2/3)
- Key-in tone output for valid key entry in Pulse mode (91230 C/D only)
- 630 millisecond flash time
- "T" key controlled switching from Pulse to Tone mode (91230 C/D only)
- 18-pin or 22-pin DIP
- With minimum tone duration 110 ms

General Description

The products in this series are Tone/Pulse switchable dialers with 32-digit redial memory. Switching from Pulse to DTMF mode can be accomplished either by using a slide switch or by depressing the [T] key.

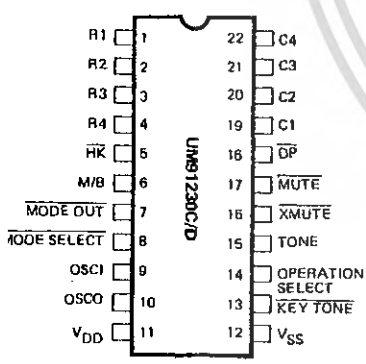
The necessary dual-tone frequencies are all derived from a 3.58 MHz TV crystal, thus providing high accuracy and stability. The sinusoidal waveform for each individual tone is digitally synthesized on the chip. Waveforms thus generated have low total harmonic distortion (5% max.). A reference voltage is generated on the chip which is stable over the opereting voltage and temperature range. It regulates the signal levels of the dual tones to meet telephone industry specifications.

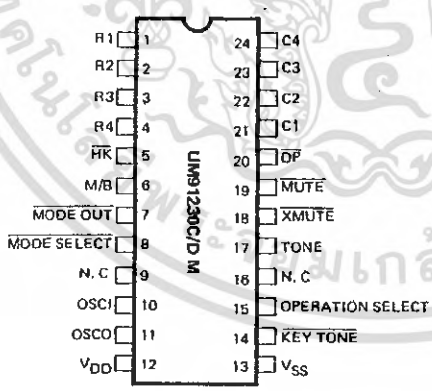
CMOS technology is used in the production of these devices, resulting in low power requirements and high noise immunity. These devices can be easily interfaced with a variety of telephones, requiring only a minimum number of external components.

Ordering Information

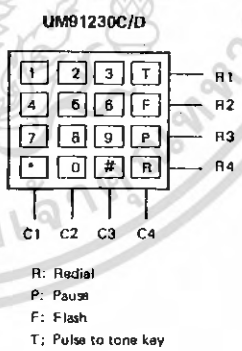
Part Number	Dialing Rate	Package
UM91210C/10CM	10 pps	P-DIP 18L/SO 20L
UM91210D/10DM	20 pps	P-DIP 18L/SO 20L
UM91230C/30CM	10 pps	P-DIP 22L/SO 24L
UM91230D/30DM	20 pps	P-DIP 22L/SO 24L

Pin Configurations





Keyboard Assignments



R: Redial
P: Pause
F: Flash
T: Pulse to tone key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

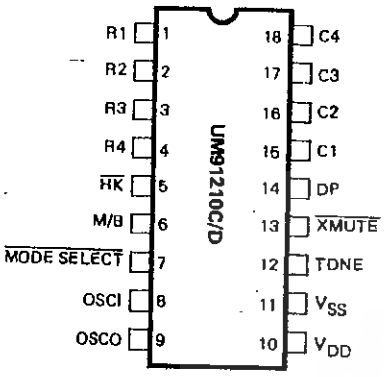
Material Copyrighted By Its Respective Manufacturer

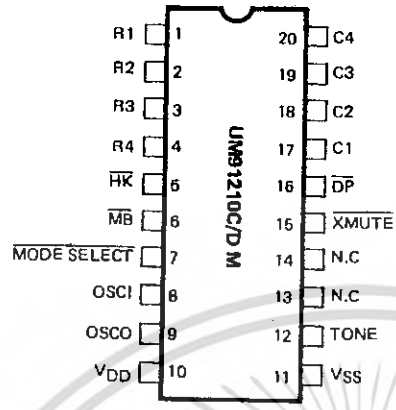
UMC

UM91210/30

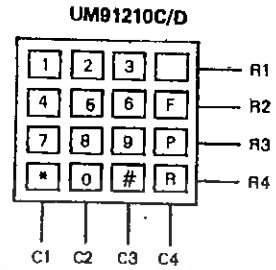
T-75-07-07

Pin Configurations (Continued)

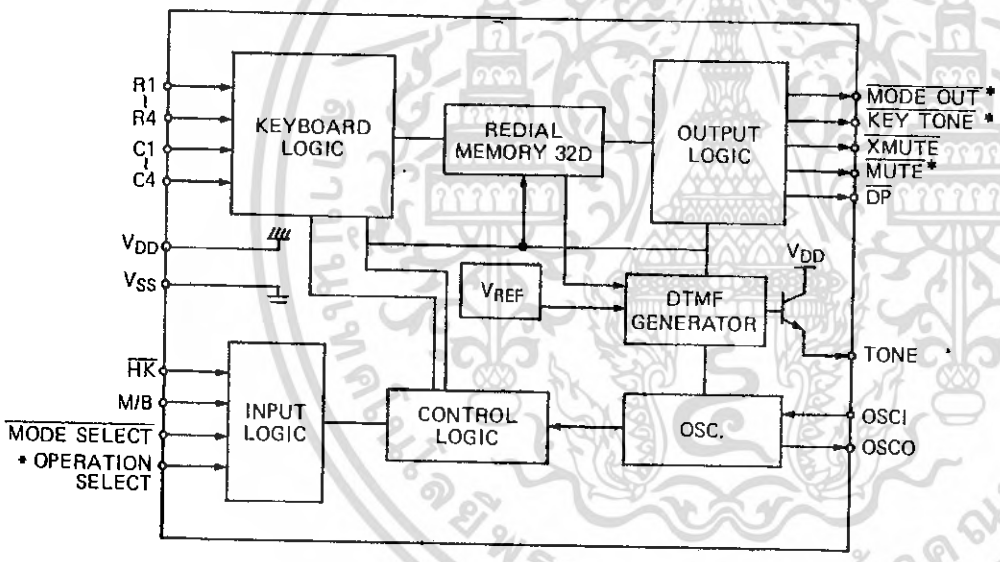




Keyboard Assignments (Continued)



Block Diagram



*: Bonding Option

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

terial Copyrighted By Its Respective Manufacturer

UMC

T-75-07-07

Absolute Maximum Ratings*

Power Supply Voltage.....−0.3V to +0.6V
Input Voltage.....−0.3V to V_{DD}+0.3V
Maximum Power Dissipation (at 25°C).....500mW
Operating Temperature (T_{OP}).....−20°C to 70°C
Storage Temperature (T_{STG}).....−55°C to +150°C

***Comments**

Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only. Functional operation of this device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied and exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

(V_{DD} = 3.5V, V_{SS} = 0V, F_{OSC} = 3.579MHz and T_{OP} = 25°C unless otherwise specified.)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions	Test Ckt.
Operating Voltage	V_{DD}	2.0		5.5	V	Pulse mode	A
		2.0		5.5	V		
Memory Retention Voltage	V_{MR}	1.0			V		
Memory Retention Current	I_{MR}		0.05	0.05	μA	V_{DD} = 1.0V $\overline{HK}$ = V_{DD} All outputs unloaded	
Supply Operating Current	I_{DOP}		0.43	1	mA	Pulse Mode | Oscillator running.	A
	I_{DOT}		0.70	2	mA	DTMF Mode | All outputs unloaded	
Standby Current	I_{SD}		15	50	μA	V_{DD} = 2.5V $\overline{HK}$ = V_{SS} All outputs unloaded	A
Output Sink Current $\overline{DP}$, $\overline{MUTE}$, $\overline{XMUTE}$	I_{OL1}	1.7	5.0		mA	V_{OL} = 0.4V	B
	I_{OL2}	0.5	1.5		mA	V_{OL} = 0.4V V_{DD} = 2.0V	
Input Voltage Range	V_{IH}	0.8		1	V_{DD}		
	V_{IL}	0		0.2	V_{DD}		
Row Input Current	I_R		10		μA	V_{IN} = 0V | All outputs	C
Col. Input Current	I_C		10		μA	V_{IN} = 0V | unloaded	C
Single Column Tone Output Amplitude	V_{OC}	640	700	760	mVp-p	R_{LOAD} = 10KΩ, V_{DD} = 2.5 V	D
		640	700	760		R_{LOAD} = 10KΩ, V_{DD} = 5.5 V	D
Single Row Tone Output Amplitude	V_{DR}	510	560	610	mVp-p	R_{LOAD} = 10KΩ, V_{DD} = 2.5 V	D
		510	560	610		R_{LOAD} = 10KΩ, V_{DD} = 5.5 V	D
Pre-emphasis	Twist	1.7	2	2.3	dB		D
Valley of Single Tone	V_V		V_{DD}-1.8	V_{DD}-1.6	V_{DD}	V_{DD} = 3.5V	D
Distortion	DIS		1	5	%	* Note 1	D

Note 1: $DIS(\%) = \frac{100(V_1^2 + V_2^2 ..... Vn^2)^{1/2}}{(V_{IL}^2 + V_{IH}^2)^{1/2}}$

. V_1...Vn are the intermodulation or harmonic frequencies in the 500 Hz to 3400 Hz band.
. V_{IH} and V_{IL} are the individual frequency components of the DTMF signal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Material Copyrighted By Its Respective Manufacturer

UMC

T-75-07-07

AC Characteristics

(V_{DD} = 3.5V, V_{SS} = 0V, F_{OSC} = 3.679545 MHz and T_{OP} = 25°C unless otherwise specified.)

Parameter	Symbol	Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
PULSE							
Make/Break Ratio	M/B	M/B = V_{DD}			1/2		%
		M/B = V_{SS}			2/3		
Dial Pulse Rate	DR	UM91210C/UM91230C			9.7		pps
		UM91210D/UM91230D			19.4		
Make Time	T_M	10 pps	M/B = 1/2		33.3		ms
			M/B = 2/3		40.0		
		20 pps	M/B = 1/2		16.7		
			M/B = 2/3		20.0		
Break Time	T_B	10 pps	M/B = 1/2		66.7		ms
			M/B = 2/3		60		
		20 pps	M/B = 1/2		33.3		
			M/B = 2/3		30		
Interdigit Pause Time	T_{IDP}	10 pps	M/B = 1/2		876		ms
			M/B = 2/3		870		
		20 pps	M/B = 1/2		893		
			M/B = 2/3		890		
Predigit Pause	T_{PDP}	10 pps	M/B = 1/2		19.5		ms
			M/B = 2/3		19.5		
		20 pps	M/B = 1/2		19.5		
			M/B = 2/3		19.5		
$\overline{XMUTE}$ $\overline{MUTE}$ Delay Time	T_{MDP}	10 pps	M/B = 1/2		850		ms
			M/B = 2/3		850		
		20 pps	M/B = 1/2		850		
			M/B = 2/3		850		
TONE							
Minimum Tone Duration	T_{MFD}				110		ms
Minimum Tone Interdigit Pause	T_{TIDP}				110		ms
Tone Output Predigit Pause	T_{TPDP}				0		ms
$\overline{XMUTE}$ Delay Time	T_{MDT}				110		ms
Auto Pause Time	T_{AP}				3.6		s
Flash Time	T_F				630		ms
Oscillator Startup Time	T_{START}				10		ms
$\overline{XMUTE}$, $\overline{MUTE}$ Startup Time	T_{MS}				15		ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

erial Copyrighted By Its Respective Manufacturer

AC Characteristics (Continued)

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
KEY-IN						
Keypad Debounce Time	T_{KD}			23		ms
Key Scan Frequency	F_{KS}			445		Hz
KEY-IN TONE						
Key-in Tone Duration Time	T_{KTD}			23		ms
Key-in Tone Frequency	F_{KT}			18		KHz
Key-in Tone Startup Time	$T_{KTSTART}$			15		ms

Row/Column	Condition	Spec.	Actual	Error(%)	Unit
R1	F_{OSC} = 3.579MHz	697	699.1	+0.31	Hz
R2		770	766.2	−0.49	Hz
R3		852	847.4	−0.54	Hz
R4		941	948.0	+0.74	Hz
C1		1,209	1,216.9	+0.67	Hz
C2		1,336	1,331.7	−0.32	Hz
C3		1,477	1,471.9	−0.35	Hz

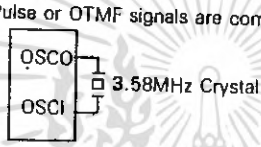
Pin Description

Pin 91210	Pin 91230	Designation	Description
1 2 3 4 15 16 17 18	1 2 3 4 19 20 21 22	R1 R2 R3 R4 C1 C2 C3 C4	Input Keys. These pins serve as an interface to an XY matrix keyboard. C1 through C4 and R1 through R4 are set to low at On Hook ($\overline{HK}$=high). C1 through C4 are set to low and R1 through R4 are set to high at Off Hook ($\overline{HK}$=low), which enables the key-in operation. The Oscillator starts running when a keypress is detected. Scanning signals are presented at both column and row input signals (Typ: 445 Hz) until the input key is released. Key-in is compatible with standard 2-of-8 form or single-contact keyboards. Debouncing is provided to avoid false entry (Typ.: 23 ms).
5	5	$\overline{HK}$	Hook Switch Input . This input detects the state of the hook switch contact. $\overline{HK}$ = V_{DD}: On-hook, chip unactivated $\overline{HK}$ = V_{SS}: Off-hook, chip active
6	6	M/B	Make/Break Ratio Select Input. This input allows selection of the Make/Break ratio (33.3:66.7/40:60) M/B = V_{DD}: 33.3/66.6 M/B = V_{SS}: 40/60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

terial Copyrighted By Its Respective Manufacturer

Pin Description (Continued)

Pin 91210	Pin 91230	Designation	Description
	7	$\overline{\text{MODE OUT}}$	Mode Output. This output indicates whether the chip is operating in Pulse or Tone mode. Pulse/Tone modes correspond to the OFF/ON states (N-channel open drain). Mode state is controlled by the Operation Select, $\overline{\text{MODE SELECT}}$, and [T] key inputs.
7	8	$\overline{\text{MODE SELECT}}$	Mode Select Input. This input allows the selection of Pulse mode or DTMF mode. $\overline{\text{MODE SELECT}}$ = V_{DD}: pulse mode operation $\overline{\text{MODE SELECT}}$ = V_{SS}: tone mode operation
8 9	9 10	O_{SCI} O_{SCO}	Oscillator Input/Output. These pins connect an external 3.58 MHz crystal to the UM91210/UM91230. Oscillation starts when the chip encounters the Off-Hook condition and is sustained until all Pulse or DTMF signals are completed. 
10 11	11 12	V_{DD} V_{SS}	Power. These pins are the positive and negative power supply inputs. This device is designed to operate at 2.0V to 6.5V.
	13	$\overline{\text{KEY TONE}}$	Key-in Tone Output. The key-in tone signal is provided for all key entries in the Pulse mode, except for the [T] key. No $\overline{\text{KEY TONE}}$ signal is generated in the DTMF mode. F_{KT}: 1.8 KHz, T_{KT}: 23 ms, (N-channel open drain).
	14	OPERATION SELECT	Operation Select Input. The operating mode can be switched from Pulse to DTMF by this input, whether the entry is made by the [T] key or by the $\overline{\text{MODE SELECT}}$ input. (See Table 8-1) Table 8-1

Operation Select	$\overline{\text{MODE SELECT}}$	Initial Mode	Switching Entry Mode	Notes
V_{DD}	V_{DD}	Pulse	[T] key-in	$\overline{\text{MODE SELECT}}$ defines only initial mode after going Off Hook and is latched at first key entry.
	V_{SS}	Tone	N/A	
V_{SS}	V_{DD}	Pulse	$\overline{\text{MODE SELECT}}$ Input = V_{SS}	[T] key is disabled under this condition.
	V_{SS}	Tone	N/A	

12	15	TONE	DTMF Signal (Output) When a valid keypress is detected in DTMF mode, appropriate low group and high group frequencies are generated which hybridize the Dual Tone output. Tone out is in the Off state in pulse mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
terial Copyrighted By Its Respective Manufacturer

Pin Description (Continued)

Pin 91210	Pin 91230	Designation	Description
13	16	$\overline{XMUTE}$	Xmute (Output) N-channel open drain. $\overline{HK}$ = V_{DD}: $\overline{XMUTE}$ OUTPUT = OFF $\overline{HK}$ = V_{SS}: Normally Off On during Pulse and DTMF dialing.
	17	$\overline{MUTE}$	Mute (Output) N-channel open drain. $\overline{HK}$ = V_{DD}: MUTE OUTPUT = OFF $\overline{HK}$ = V_{SS}: Normally Off in DTMF mode. On during Pulse dialing.
14	18	$\overline{DP}$	Dial Pulse (Output) This output will normally be OFF during Break and ON during make at Off-Hook ($\overline{HK}$ = V_{SS}). The output will be ON at On-Hook. (N-channel open drain).

Tone/Pulse Dialer

Operation Procedures

Symbol definitions

Dp: Pulse digit, 1,2,3,4,5,6,7,8,9,0.
Dt: Tone digit, 1,2,3,4,5,6,7,8,9,0,*,#.
ZiZiZi: Conversation.
0-0ι: Off-hook.
0-0ι: On-hook.
┌─: Input level from low to high
─┘: Input level from high to low.

Recommended Dialing, Redialing, Mixed Dialing operations

1. Normal Dialing in Pulse Mode
   0-0ι, Dp.....Dp, ZiZiZi, 0-0ι.

2. Normal Dialing in Tone Mode
   a. 0-0ι, Dt.....Dt, ZiZiZi, 0-0ι.
   b. 0-0ι, T, Dt.....Dt, ZiZiZi, 0-0ι. (UM91230C/D only)

3. Manual Dialing with Automatic Access Pause
   a. 0-0ι, Dp, P, Dp.....Dp, ZiZiZi, 0-0ι or
   b. 0-0ι, Dt, P, Dt.....Dt, ZiZiZi, 0-0ι.

   Note: Each [P] key-in provides 3.6 seconds of pause time. [P] key entry is ignored if it is the first digit after going Off Hook. The [•] key can also be used as a pause key in pulse mode. A pause can be cancelled with the [P], [T] or [R] keys during pause time when redialing.

4. Redialing
   a. 0-0ι, Dp.....Dp, 0-0ι, 0-0ι, [R]
   b. 0-0ι, Dt.....Dt, 0-0ι, 0-0ι, [R]

   Note: The [R] key is disabled while Pulse or DTMF signals are being transmitted. When more than 32 digits have been dialed as a single number, redialing will be inhibited. The [#] key can be used as an [R] key in Pulse mode.

5. Inhibiting Redial
   a. 0-0ι, Dp.....Dp, [R], [R]
   b. 0-0ι, Dt.....Dt, [R], [R]

   Note: Lift the receiver. Dial a number in Pulse mode. Press the [R] key twice.

6. Pulse/Tone Switchable Operations
   a. Mode switching by $\overline{MODE\ SELECT}$ input: (For UM91230C/D, OPERATION SELECT = V_{SS}.)
   0-0ι, Dp.....Dp, P, $\overline{MODE\ SELECT}$, ─┘, Dt..... Dt
   ├──Pulse mode──┤Tone Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
terial Copyrighted By Its Respective Manufacturer

Note: If the [P] key is not pressed as one of the series of digits before or after the mode is switched, the following condition will result:

(1) If a Tone digit is pressed after the Pulse digits have finished going out, the DTMF mode will be implemented after the last Pulse signal has been transmitted in this mode. Tone digits will be transmitted from the Tone Out pin as a DTMF signal when the corresponding keys are depressed.

(2) If Tone digits are keyed in while the Pulse signal is still being sent out, the DTMF mode will take over but will be put on hold until the last Pulse signal has gone out. MODE OUT will flash to indicate that you are now in the hold state (for UM91230C/D only). Tone digits will be stored in Redial memory as DTMF data, but will not be transmitted from TONE OUT. When the data is ready for transmission from Redial Memory, the [T] (for UM91230C/D only), [R] or [P] keys can be pressed to reset the Hold state and the DTMF data will be serially transmitted.

b. Mode Switching by [T] key: (OPERATION SELECT = V_{DD} for UM91230C/D only)

0-01, Dp,.....Dp, P, T, Dt.....Dt

|—Pulse mode —|—Tone mode|

Note: If the [P] key is not pressed serially before or after the [T] key, the following conditions will result:

(1) If a Tone digit is pressed after the digits in the Pulse mode have finished going out, the DTMF mode will become operational after transmission of the last Pulse signal. In this mode, the Tone digits are transmitted from TONE OUT as DTMF signals when the corresponding keys are depressed.

(2) If a Tone digit is pressed while the Pulse signals are still going out, the DTMF mode will become operational but will remain in the Pause state after the last Pulse signal has been transmitted. $\overline{\text{MODE OUT}}$ will flash to indicate that you are in the Pause state and the remaining Tone digits will be stored in redial memory as DTMF data but will not be transmitted from Tone Out. When the chip is ready to transmit the DTMF data in Redial Memory, the [T], [R], or [P] keys can be depressed to reset the Pause state and the DTMF data will be serially transmitted.

7. Redial with the Pause State Cancelled

0-01, [R], [P], or [T]

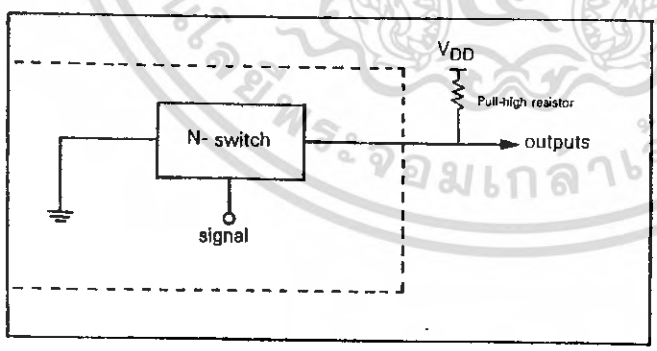
Note: (1) Pause time can be cancelled by pressing the [P], [R] or [T] keys during pause time when redialing. Any other pause in the series is also cancelled.

(2) If a pause was not stored before or after the mode was switched, the chip will go into the Pause state when the DTMF mode is activated. $\overline{\text{MODE OUT}}$ will flash to indicate that you are in the Pause state. DTMF data will be stored in the Redial Memory and not transmitted from Tone Out. After [R], [P] or [T] are depressed to reset the Pause state, DTMF data will be serially transmitted.

unctional Description

N-Channel Open Drain Output:

$\overline{\text{DP}}$, $\overline{\text{MUTE}}$, $\overline{\text{XMUTE}}$, $\overline{\text{MODE OUT}}$, $\overline{\text{KEY TONE}}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

terial. Copyrighted By Its Respective Manufacturer

2. DTMF Generation

The DTMF signal is produced from the Tone Frequency Generator circuit with an NPN transistor-emitter-follower output buffer (Figure 1, below). The digitally synthesized sine wave is well designed, with an eight-level, 16-segment, fixed amplitude. It provides (V_{DD}-1.8V) a reference voltage structure (Figure 2). The Total Harmonic Distortion (THD) of the DTMF output is 5% maximum. THD versus Operating Voltage and DTMF output amplitude versus Operating Voltage is shown in Figure 3 and Figure 4.

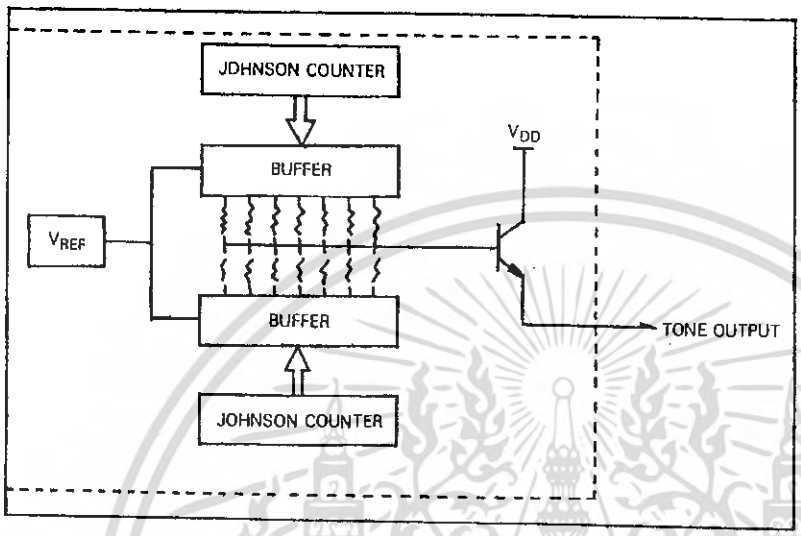


Figure 1.

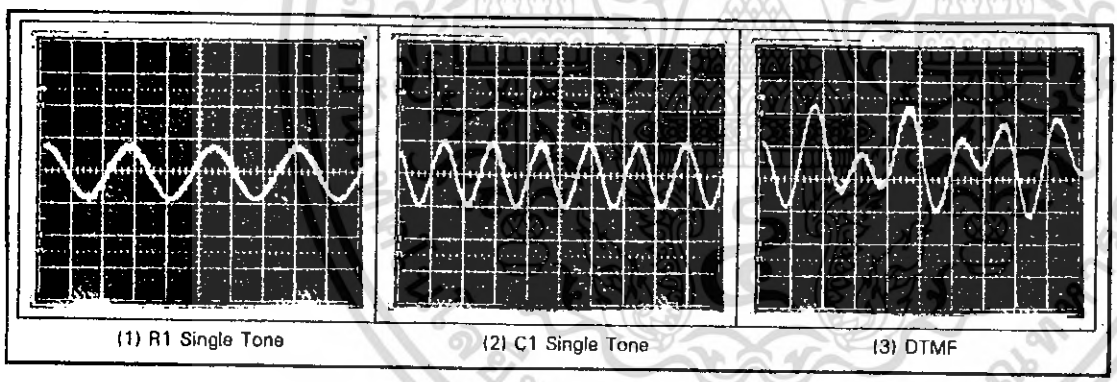


Figure 2: Waveforms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
erial Copyrighted By Its Respective Manufacturer

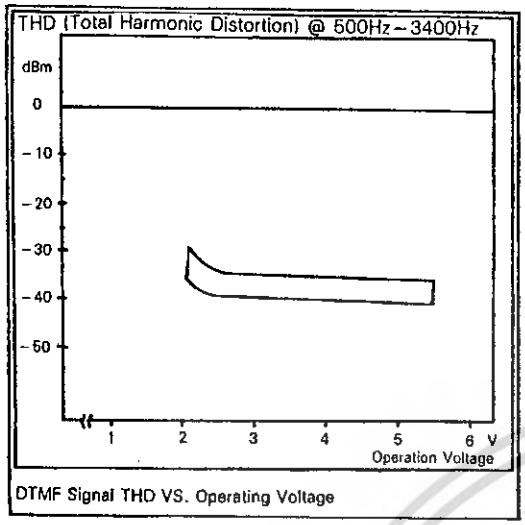


Figure 3

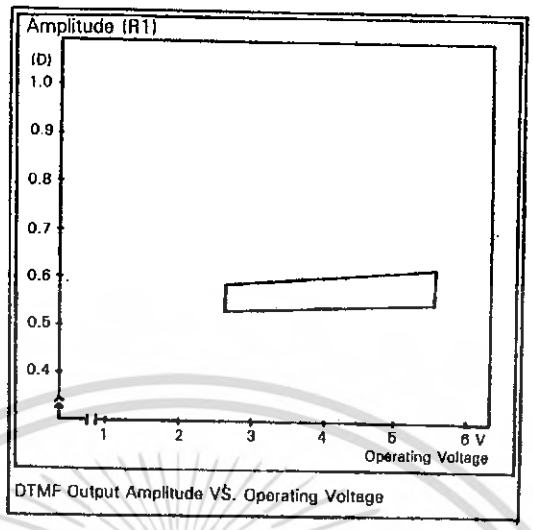


Figure 4

. Single Tone Operation in DTMF Mode (Test Mode)

The * and # keys are used to trigger the chip into test mode by depressing them simultaneously during Off-Hook.

The single tone keyboard assignments are shown in the following table in contrast with normal mode.

Normal mode

R_1	1	2	3
R_2	4	5	6
R_3	7	8	9
R_4	*	0	#
	C_1	C_2	C_3

Single tone mode

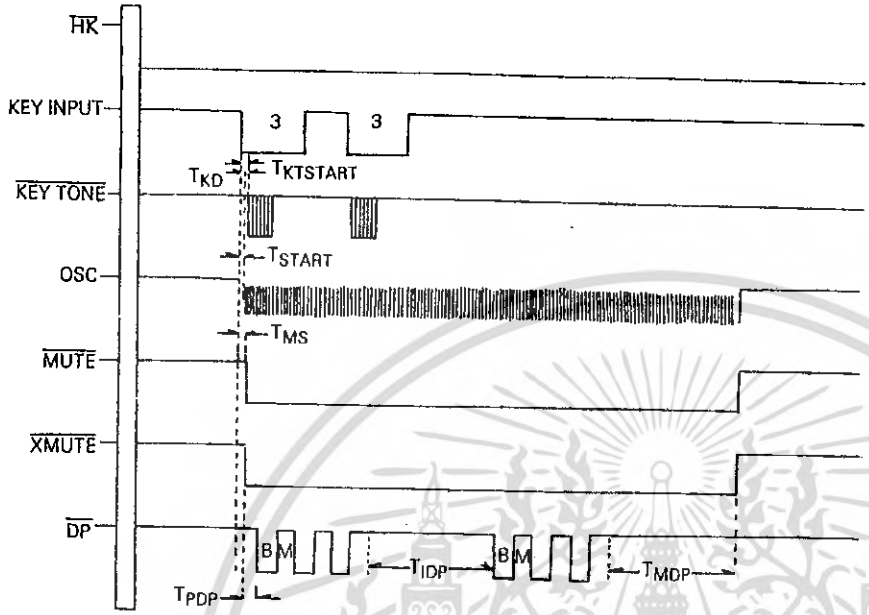
R_1	R_1	C_1	C_3
R_2	C_1	C_2	R_3
R_3	R_3	C_2	C_3
R_4	C_1	R_4	C_3
	C_1	C_2	C_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

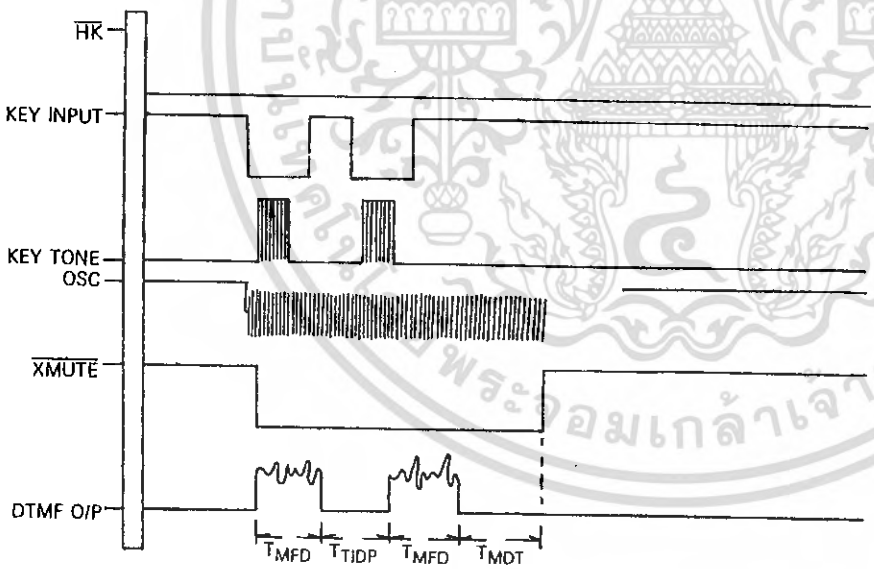
terial Copyrighred By Its Respective Manufacturer

Timing Diagrams

1. PULSE MODE TIMING DIAGRAM



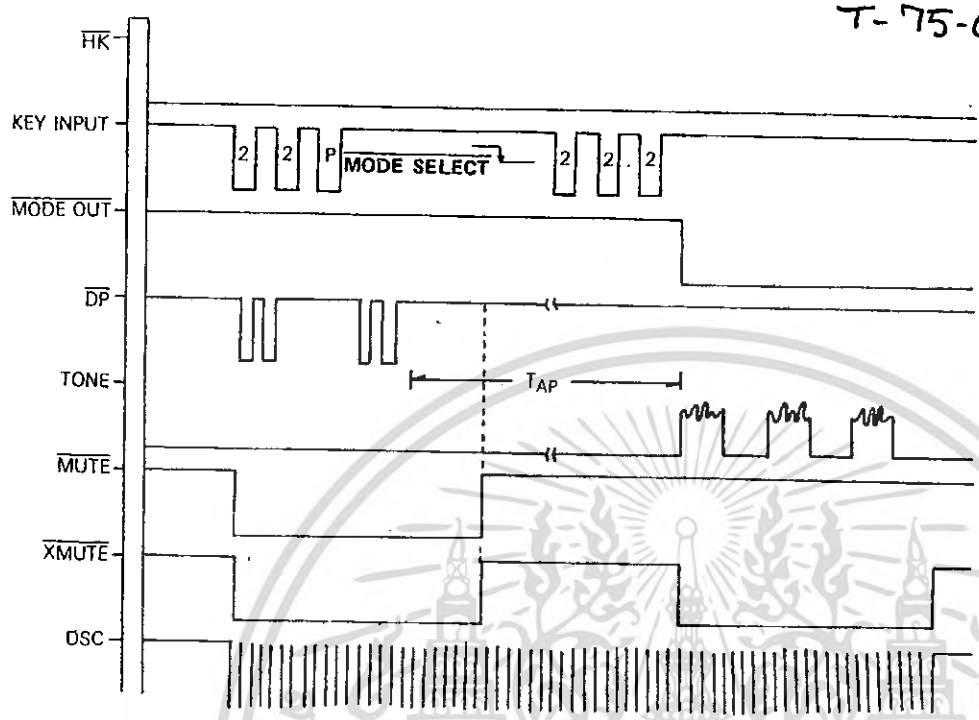
2. TONE MODE TIMING DIAGRAM



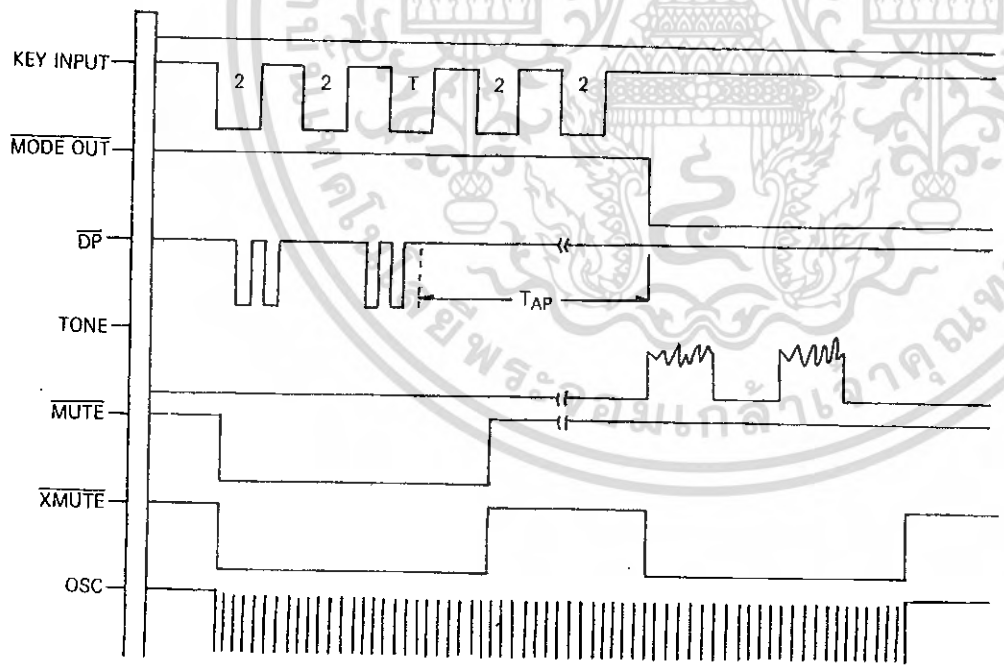
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
Material Copyrighted By Its Respective Manufacturer

3. NORMAL PULSE to TONE MIXED DIALING VIA MODE SELECT SLIDE SWITCH (OPERATION SELECT = V_{SS} for UM91230C/D)

T-75-07-07



4. NORMAL PULSE to TONE MIXED DIALING VIA [T] KEY (OPERATION SELECT = V_{DD} THIS OPERATION for UM91230C/D ONLY.)

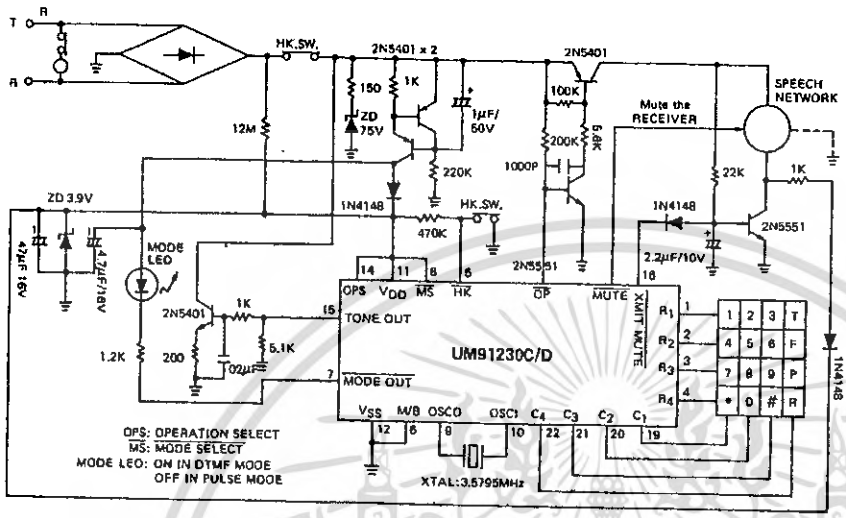


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

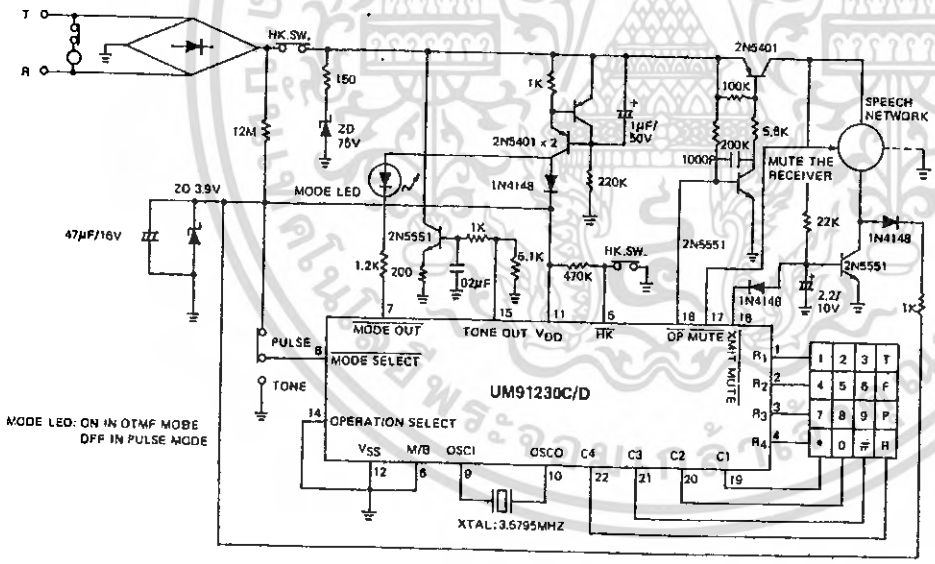
terial Copyrighted By Its Respective Manufacturer

Application Circuits
1. UM91230C/D

1) Switching mode by [T] key ($\overline{\text{MODE SELECT}}$, OPERATION SELECT = V_{DD})

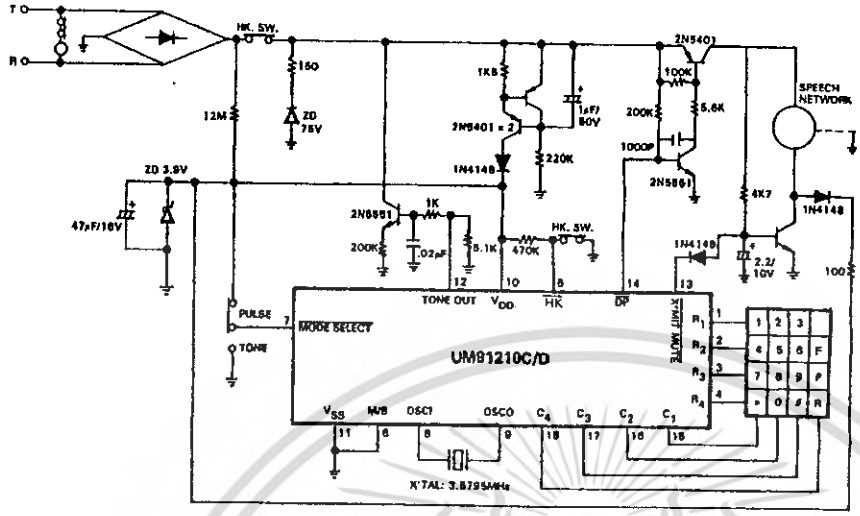


2) Switching mode by $\overline{\text{MODE SELECT}}$ (OPERATION SELECT = V_{SS})



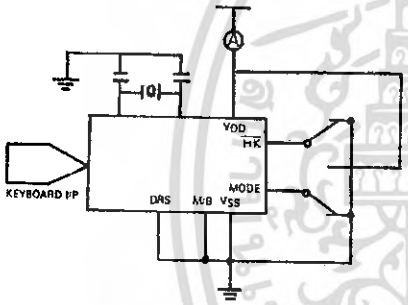
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
eria. Copyrighted By Its Respective Manufacturer

2. UM91210C/D

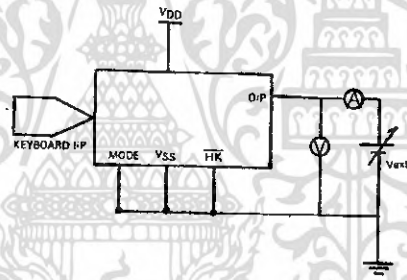


Test Circuits

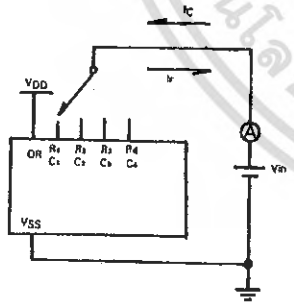
(A)



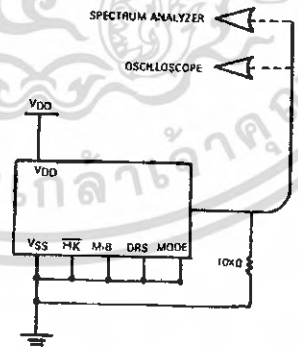
(B)



(C)



(D)



- OSCILLOSCOPE: TEKTRONIX 468
- SPECTRUM ANALYZER: HP 3586A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
erial Copyrighted By Its Respective Manufacturer

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.

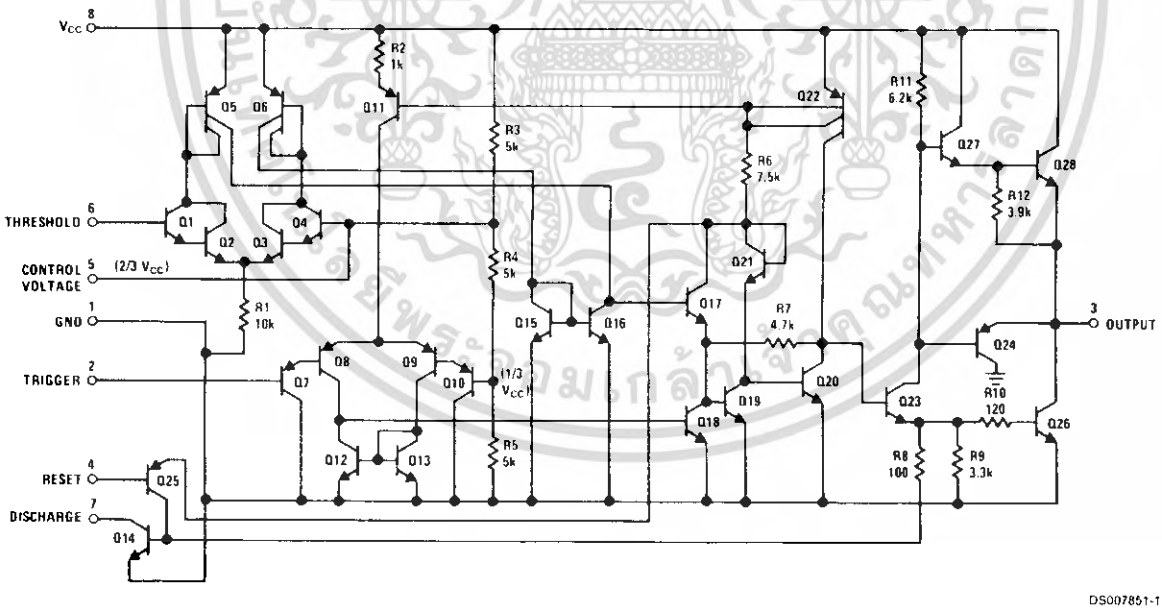
Features

- 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

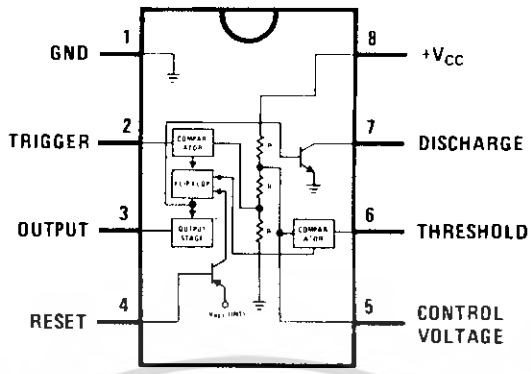
Schematic Diagram



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 LM555C			Units
		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 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

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.

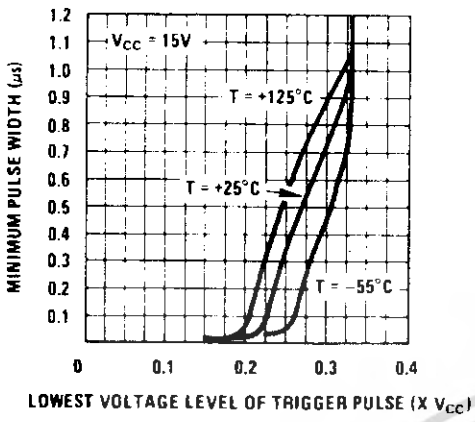
Note 7: No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

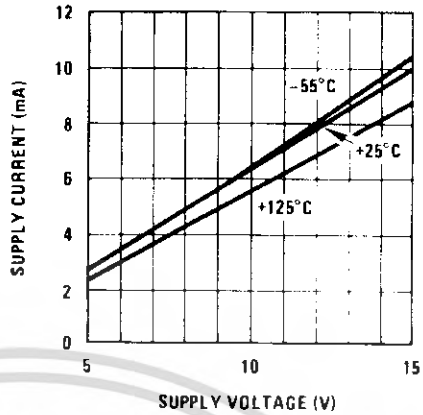
Typical Performance Characteristics

Minimuim Pulse Width Required for Triggering



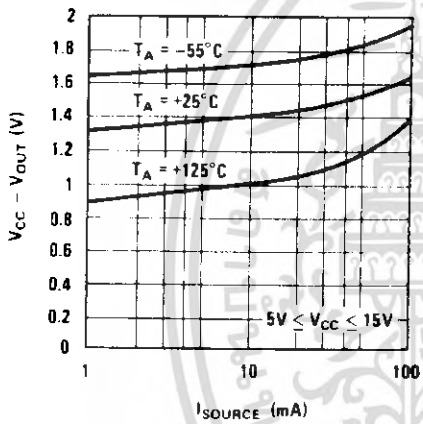
DS007851-4

Supply Current vs. Supply Voltage



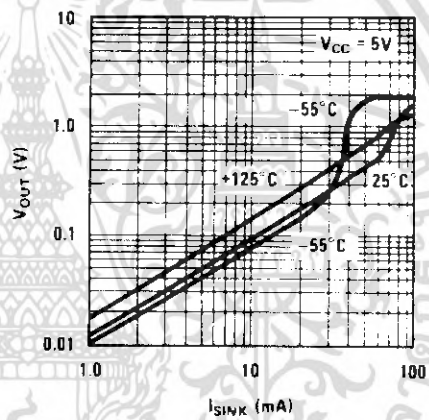
DS007851-19

High Output Voltage vs. Output Source Current



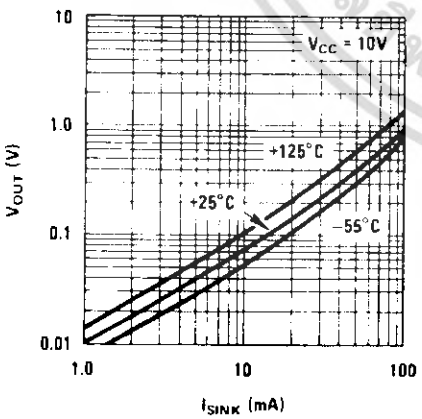
DS007851-20

Low Output Voltage vs. Output Sink Current



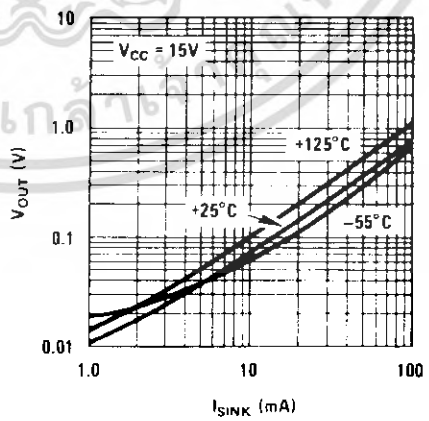
DS007851-21

Low Output Voltage vs. Output Sink Current



DS007851-22

Low Output Voltage vs. Output Sink Current

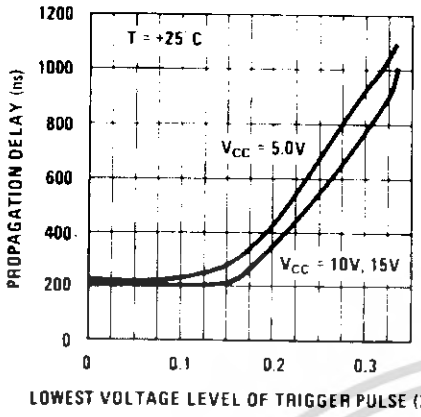


DS007851-23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

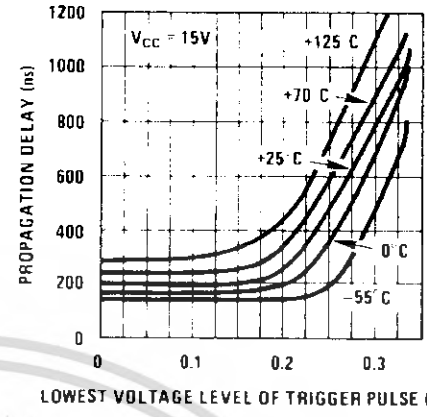
Typical Performance Characteristics (Continued)

Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse



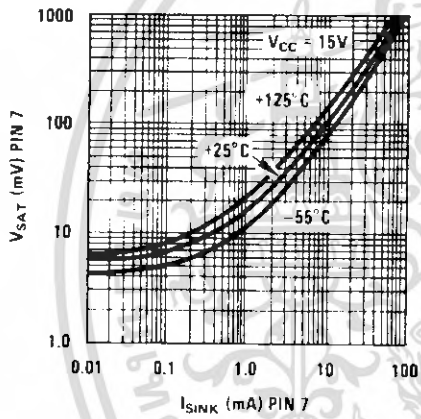
DS007851-24

Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse



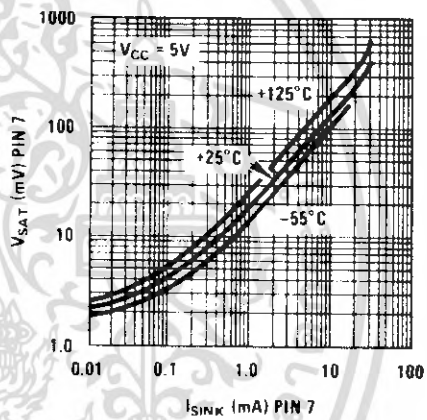
DS007851-25

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.

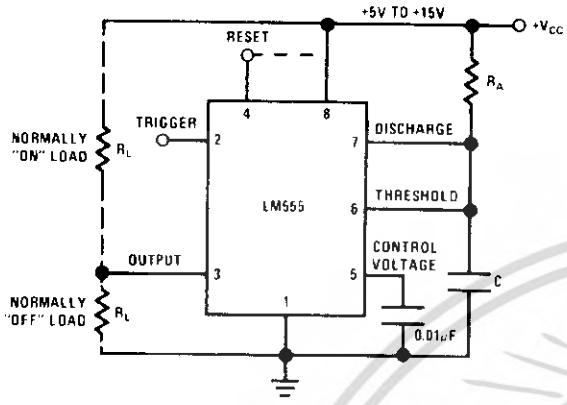
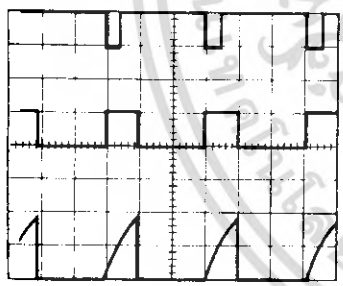


FIGURE 1. Monostable

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 — Top Trace: Input 5V/Div.
TIME = 0.1 ms/DIV. — Middle Trace: Output 5V/Div.
R_A = 9.1kΩ — Bottom Trace: Capacitor Voltage 2V/Div.
C = 0.01μF

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.

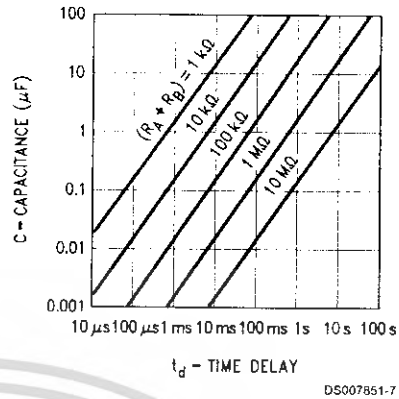


FIGURE 3. Time Delay

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.

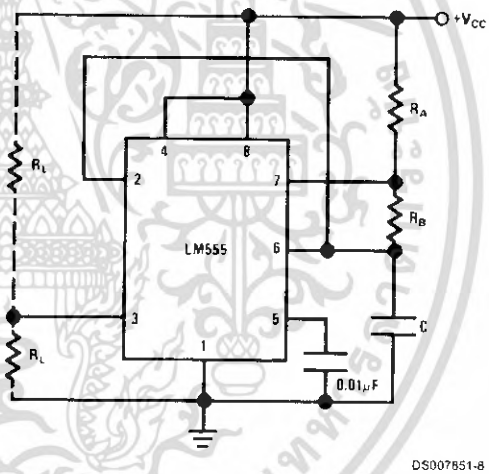


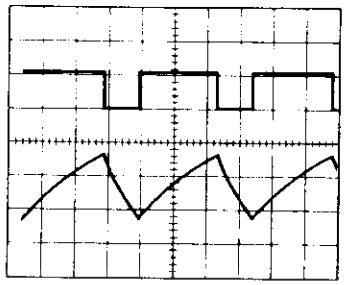
FIGURE 4. Astable

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:

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

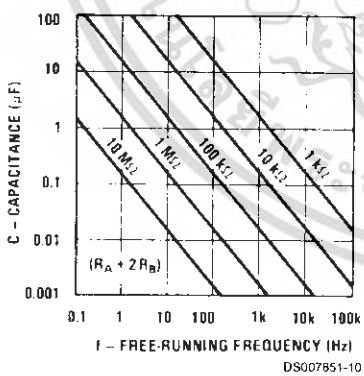
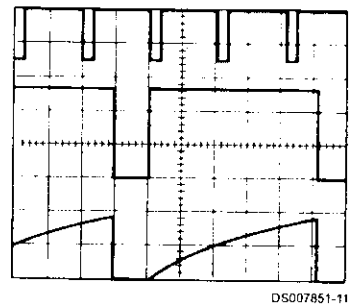


FIGURE 6. Free Running Frequency

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.

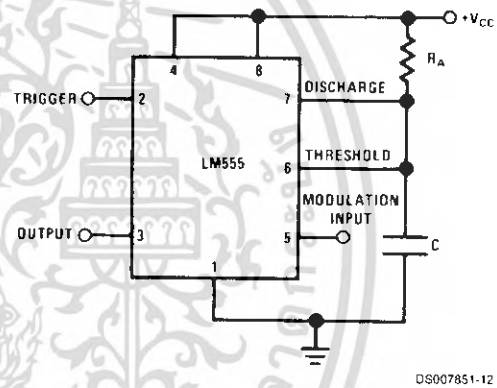
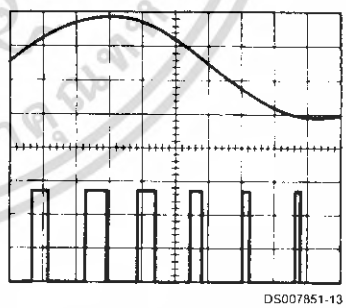


FIGURE 8. Pulse Width Modulator



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.

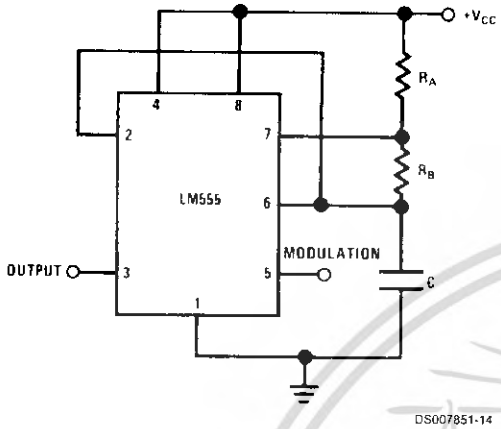
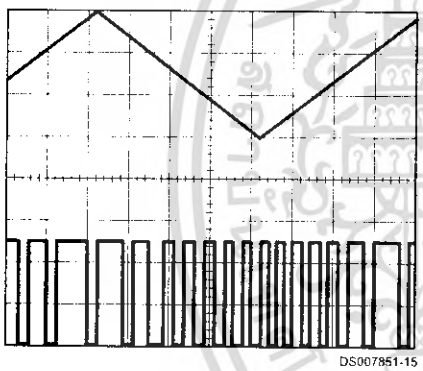


FIGURE 10. Pulse Position Modulator



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.

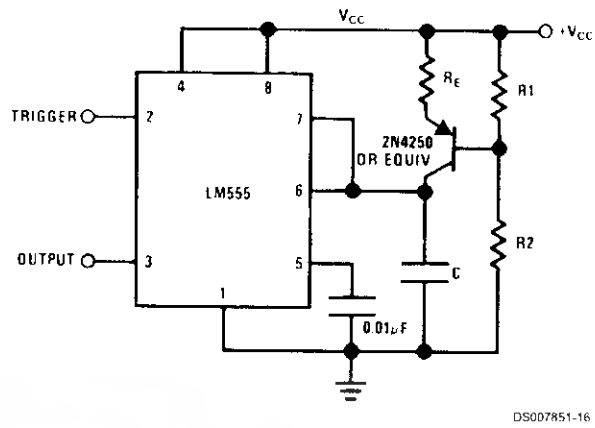


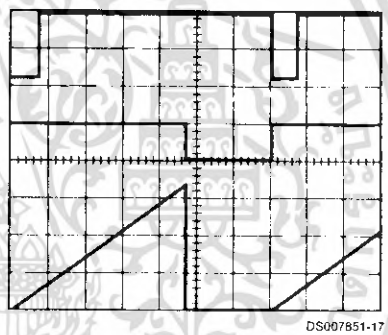
FIGURE 12.

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

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

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

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



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

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

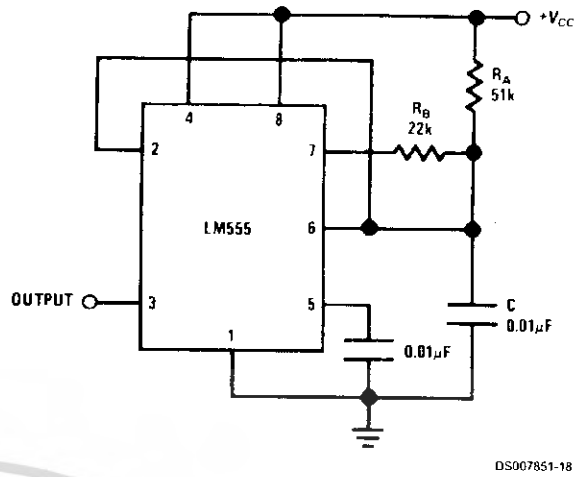


FIGURE 14. 50% Duty Cycle Oscillator

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.

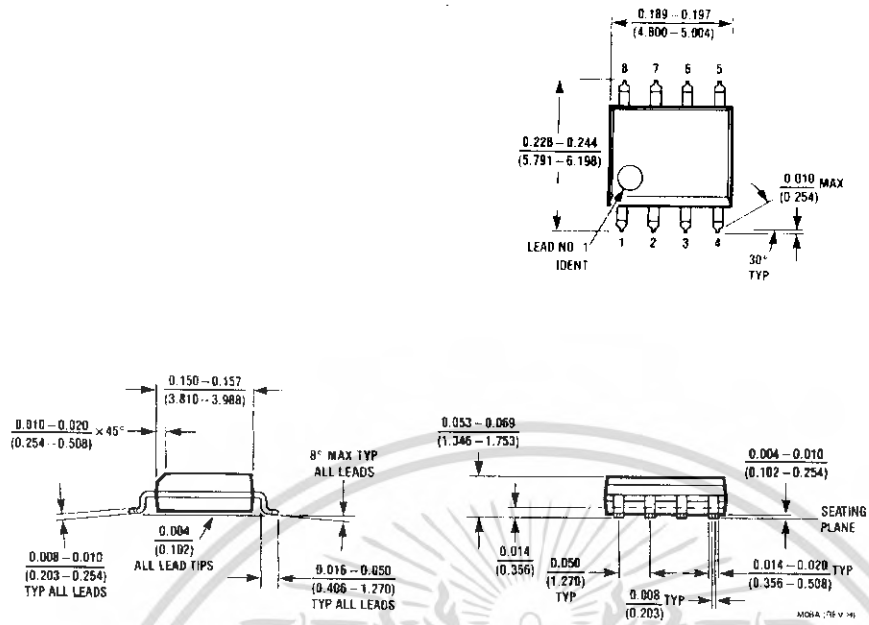
Lower comparator storage time can be as long as 10µs when pin 2 is driven fully to ground for triggering. This limits the monostable pulse width to 10µs minimum.

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

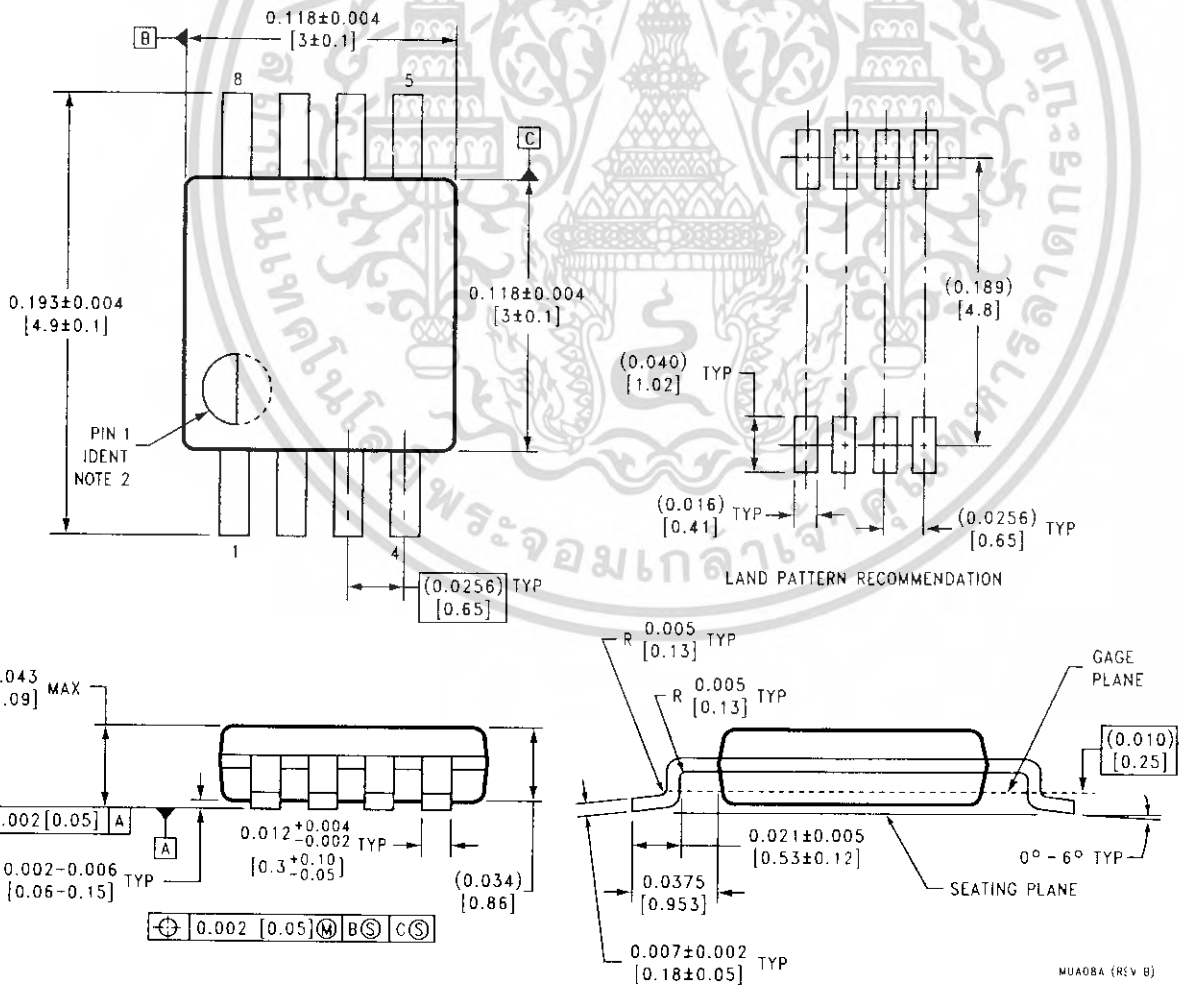
Pin 7 current switches within 30ns of the output (pin 3) voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



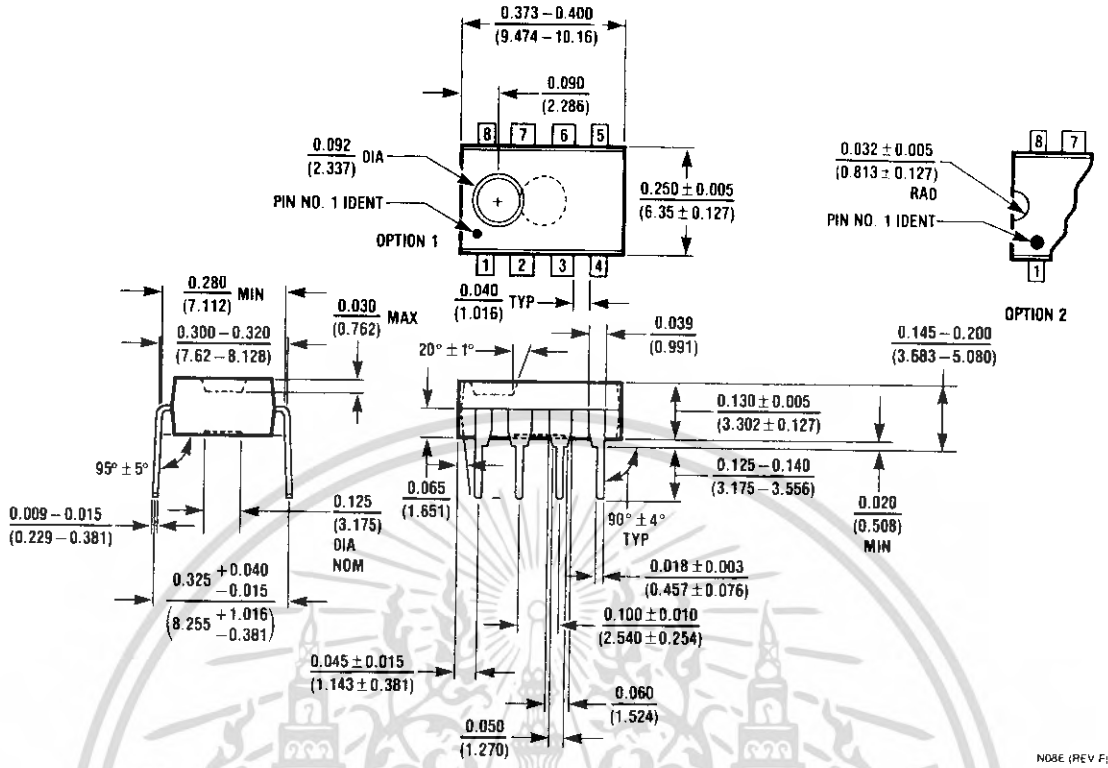
Small Outline Package (M)
NS Package Number M08A



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
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.
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

May 1999

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

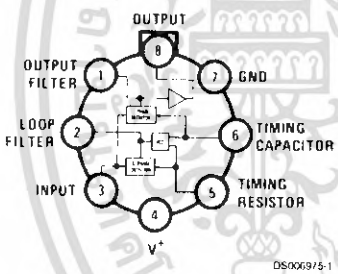
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01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

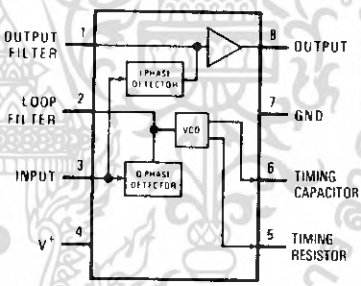
Connection Diagrams

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 −55 < T_A < +125		35 ± 60 35 ± 140			35 ± 60 35 ± 140		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V–6.75V 4.75V–9V		0.5	1.0 2.0		0.4	2.0 2.0	%/V %/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 e_i = 25 mV, I_8 = 100 mA		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

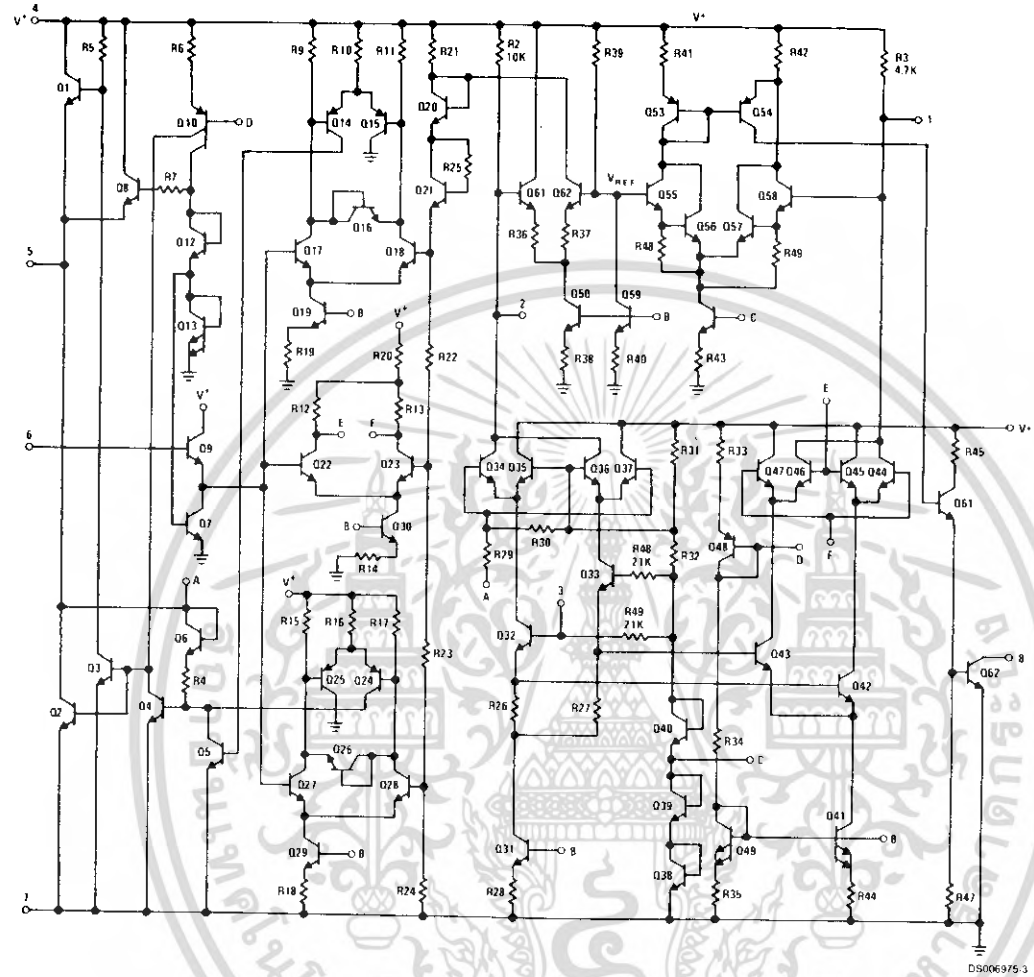
Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular 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

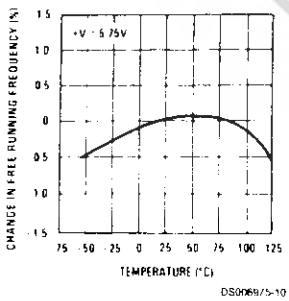
Schematic Diagram



DS006975-3

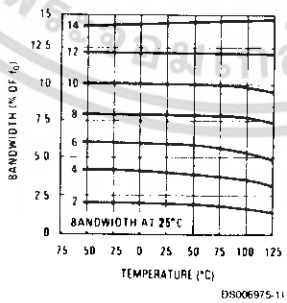
Typical Performance Characteristics

Typical Frequency Drift



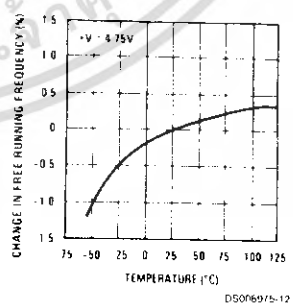
DS006975-10

Typical Bandwidth Variation



DS006975-11

Typical Frequency Drift

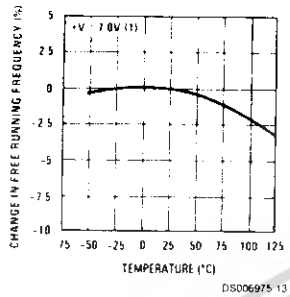


DS006975-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

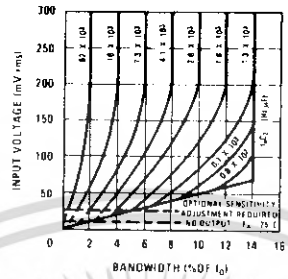
Typical Performance Characteristics (Continued)

Typical Frequency Drift



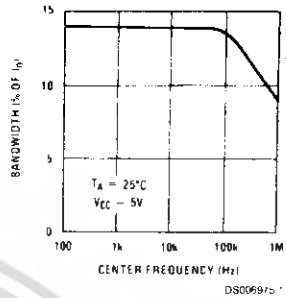
DS006975-13

Bandwidth vs Input Signal Amplitude



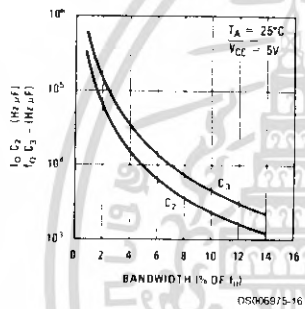
DS006975-14

Largest Detection Bandwidth



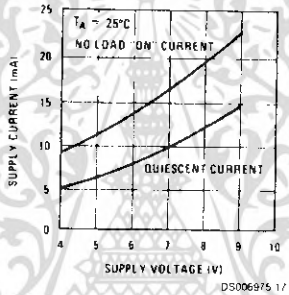
DS006975-15

Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



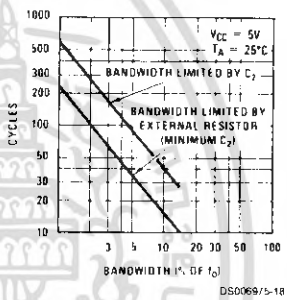
DS006975-16

Typical Supply Current vs Supply Voltage



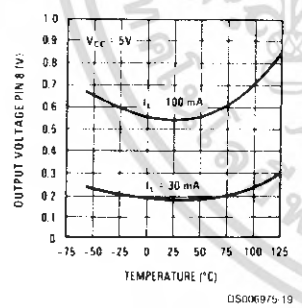
DS006975-17

Greatest Number of Cycles Before Output



DS006975-18

Typical Output Voltage vs Temperature

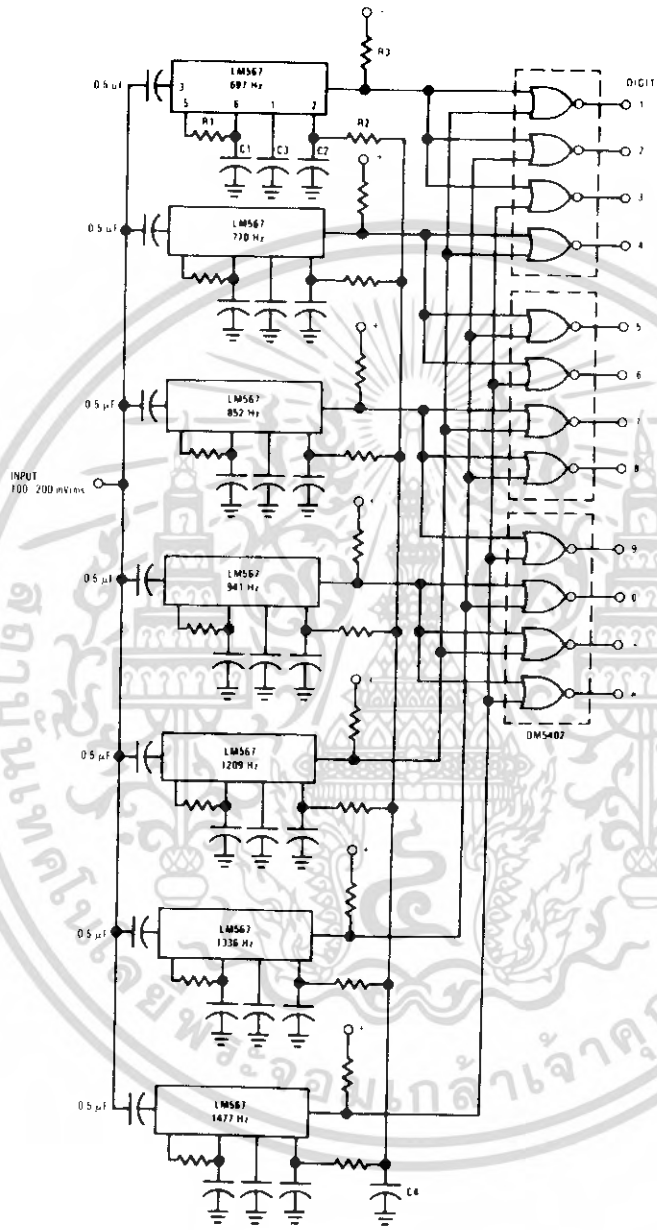


DS006975-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Touch-Tone Decoder



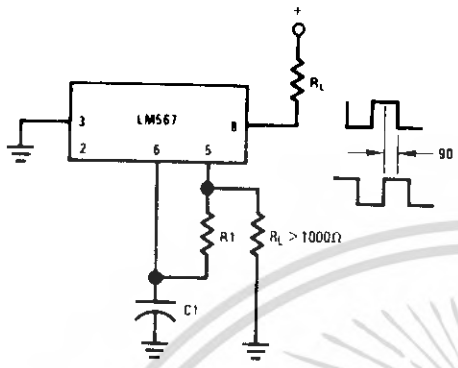
DS006975-5

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)

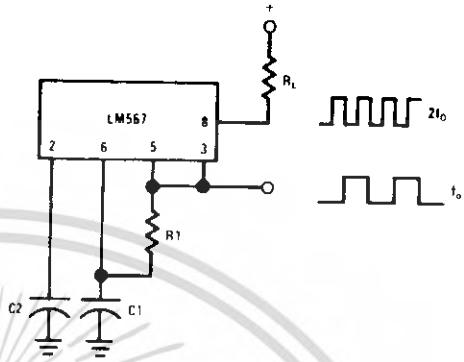
Oscillator with Quadrature Output



DS006975-6

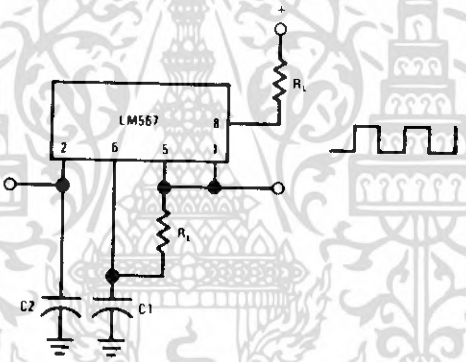
Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

Oscillator with Double Frequency Output



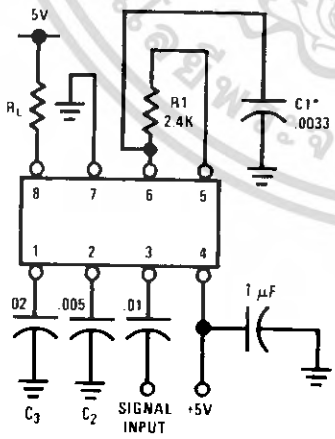
DS006975-7

Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



DS006975-8

AC Test Circuit



DS006975-9

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

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

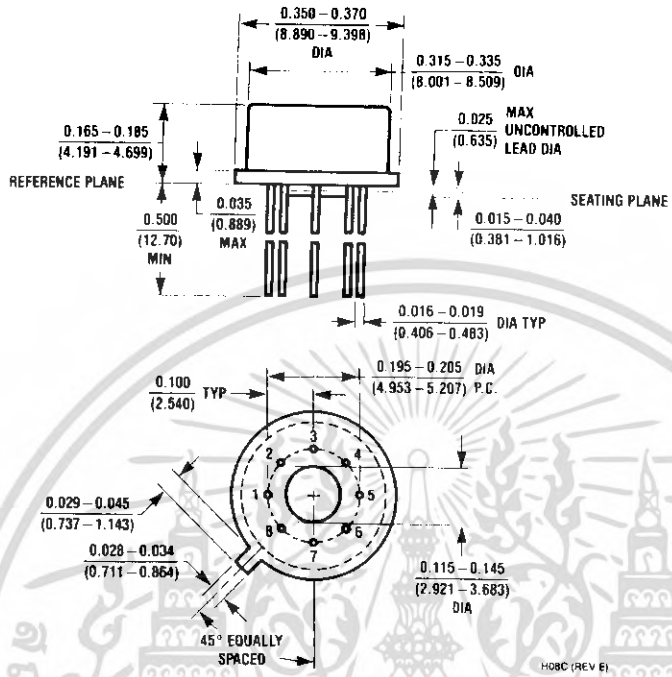
Where:

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

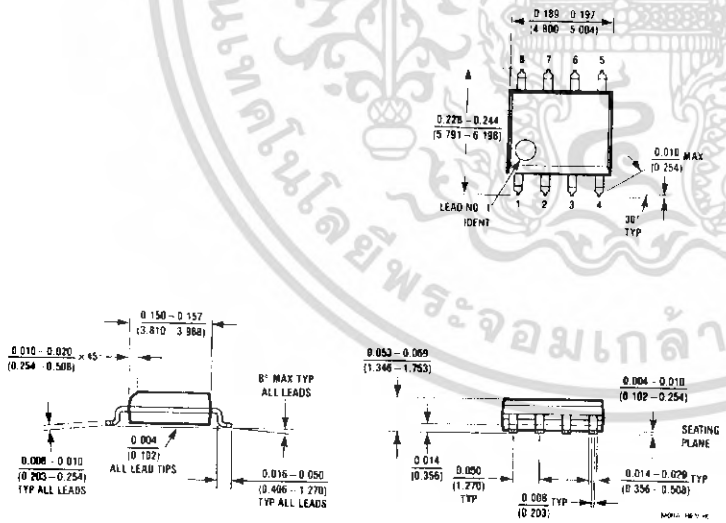
C_2 = Capacitance at Pin 2 (µF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



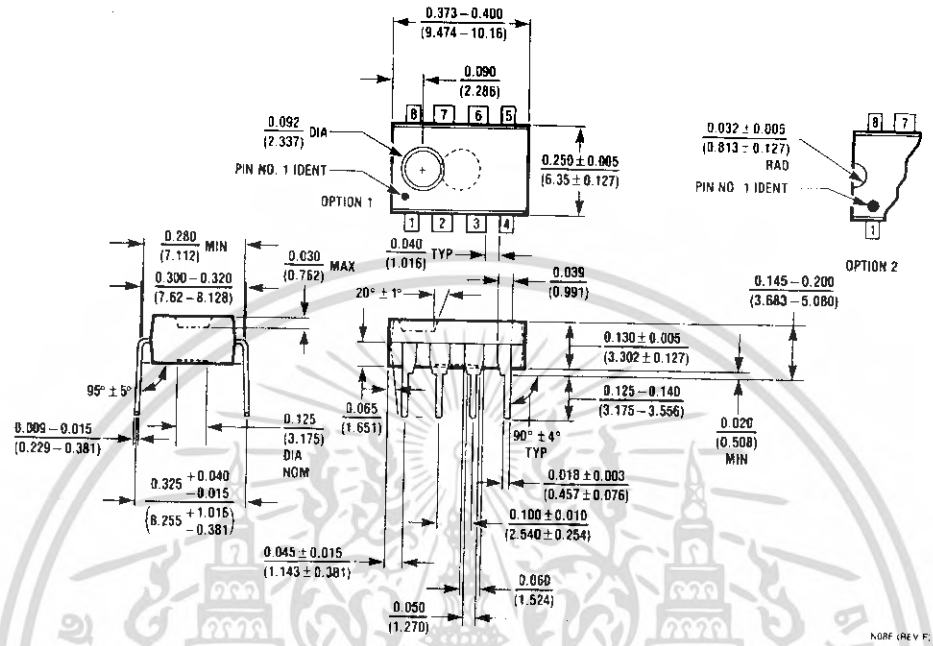
Metal Can Package (H)
Order Number LM567H or LM567CH
NS Package Number H08C



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)



N08E (REV F)

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