

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โทรศัพท์เตือนภัย

WARNING TELEPHONE

โดย

นาย ธรรมรัตน์ ศรีจักรโคตร รหัส 36014185

นาย อรรถสิทธิ์ ไผ่หยกงาม รหัส 36014555

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. สุรพล บุญจันทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เลขหมึก.....

เลขทะเบียน.....27898

วัน, เดือน, ปี 26 ส.ย. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โทรศัพท์เคลื่อนย้าย

Emergency Telephone

ผู้จัดทำ

1. นายธรรมรัตน์ ศรีจักรโคตร รหัส 36014185
2. นายอรรถสิทธิ์ ไม้หยงงาม รหัส 36014555



อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. สุรพต บุญจันทร์)



โทรศัพท์เตือนภัย
EMERGENCY TELEPHONE

โดย นาย ธรรมรัตน์ ศรีจักรโคตร รหัส 36014185
นาย อรรถสิทธิ์ ไผ่หยงงาม รหัส 36014555
อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นโครงการเกี่ยวกับระบบเตือนภัย เมื่อมีผู้บุกรุกเข้ามาในบ้านของเราโดยการทำงานจะอาศัยระบบเซนเซอร์ อินฟราเรด เพื่อตรวจจับผู้บุกรุก และขณะเดียวกันก็จะทำการเรียกไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ เมื่อมีผู้รับสายปลายทางตรวจรับแล้ว ข้อความที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำก็จะถูกส่งออกมาทันที โครงการนี้ได้ติดตั้งแบตเตอรี่สำรองไว้เพื่อป้องกันในกรณีไฟดับ หรือสายไฟขาด เพื่อให้เครื่องยังคงทำงานได้ตามปกติ

ABSTRACT

This Project concern about the alarm system to shows as some invader enter in the house area. The infrared sensor is used to check . At the same time it will call the appoint telephone number by automatic. When the terminal answer your call already. The information is recorded in the memory of IC , it will send out immediately. This project uses the back up battery to prevents when the electric power does not have to send in the circuit or AC line is cut.The System still work Normally.

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
บทที่ 3 หลักการทำงานของวงจรโทรศัพท์	19
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	41
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์	51
หนังสืออ้างอิง	
ภาคผนวก	



บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน สังคมที่วุ่นวาย การแข่งขันกันในด้านต่างๆ ทำให้ต่างคนต่างต้องออกจากบ้านเพื่อทำงาน เพื่อรายได้ที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งชายและหญิง โดยเฉพาะในสังคมเมือง ผู้หญิงหลายคนต้องออกทำงานนอกบ้านเพื่อหารายได้ช่วยครอบครัว เมื่อพ่อแม่ต้องออกนอกบ้าน ลูกก็ต้องไปโรงเรียน การจะมีใครที่ไว้ใจเฝ้าบ้านให้เป็นเรื่องยาก จะมีคนใช้หรือจะจ้างยามก็นำปลอดภัยมาหนัก เพราะเราจะได้ยินข่าวบ่อยๆ เกี่ยวกับ ยามเป็นโจรเสียเอง หรือคนใช้เป็นพวกเดียวกับโจร ดังนั้นถ้าเรามีอุปกรณ์ที่สามารถเตือนภัยได้ ก็จะทำให้เราอุ่นใจเมื่อออกจากบ้าน

โครงการนี้เป็น “ โทรศัพท์เตือนภัย ” จะอาศัย อินฟราเรดเรนเซอร์ เป็นตัวตรวจจับ เมื่อมีผู้ไม่หวังดี เข้ามาบ้านเรา เรนเซอร์ก็จะทำงานโดยกระตุ้นให้รีเลย์ทำงานเปลี่ยนคอนแทคก็จะเตือนยกหูโทรศัพท์และมีการเรียกไปยังเลขหมายที่เรากำหนดไว้อาจจะที่ทำงานของเรา หรือที่สถานีตำรวจใกล้บ้านเรา เมื่อมีผู้รับปลายทางและพูดตอบกลับมาสัญญาณเสียงที่ตอบกลับมาก็จะส่งไปวงจรตีเทคสัญญาณทำงานเพื่อไปกระตุ้นสวิทช์ของชุดบันทึกเสียงพูดระบบดิจิตอลซึ่งเราบันทึกไว้ ให้ฝ่ายรับได้ยิน อาจจะเป็น คำพูดแจ้งเตือนภัยต่างๆ เมื่อวงจรทำงานสมบูรณ์ ประมาณ 30 วินาที คอนแทกรีเลย์ก็จากออกจากกัน ก็จะเหมือนวางหู โดยปริยาย

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set) จัดเป็นอุปกรณ์เครื่องปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับ - ส่งสัญญาณเสียงพูด ระหว่างผู้เช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่งไปในสายหรือในทางอวกกลับกัน ทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่มาตามสายกลับมาเป็นสัญญาณเสียงที่หูฟัง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

1. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น
2. ทำการส่งสัญญาณโค้ดที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก (B Subscriber)
3. ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงโตน (Tone) ที่ตอบรับจากชุมสาย ตลอดจนรับสัญญาณเรียก (Ringing Tone)
4. ส่งสัญญาณยกเลิกการต่อเรียกไปยังชุมสาย

1.1 โครงสร้าง ส่วนประกอบหลักของเครื่องโทรศัพท์แบ่งออกได้ 3 ส่วนดังนี้

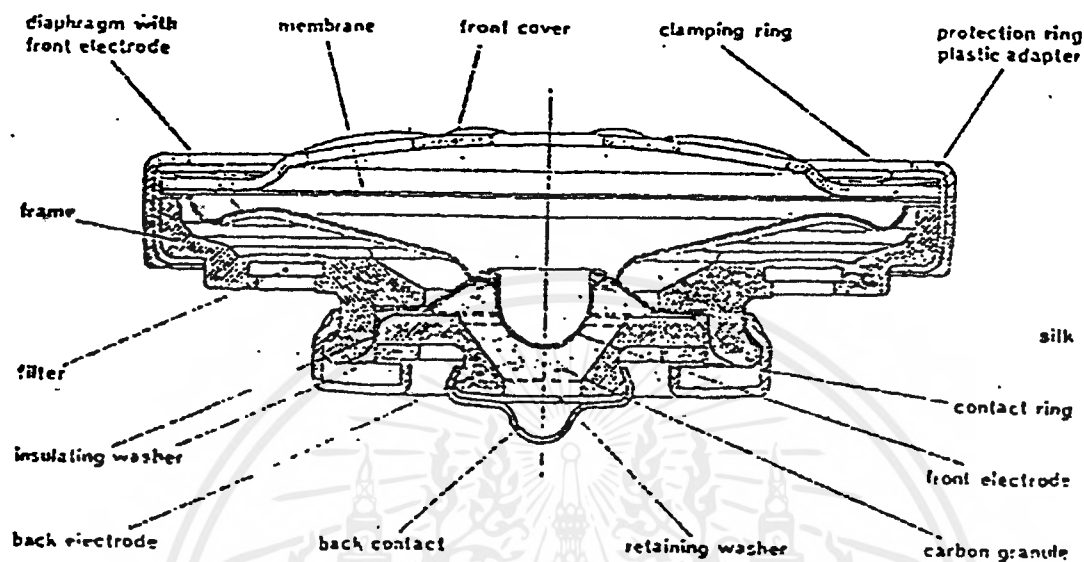
- 1 ส่วนที่รับส่งสัญญาณเสียงพูด (Speech Transmission)
- 2 ส่วนที่กำเนิดสัญญาณโค้ดเลขหมายของผู้ถูกเรียก
3. ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจากชุมสาย (กระดิ่ง, Electronic Ringer)

1.1.1 ส่วนรับส่งสัญญาณเสียงพูด

ส่วนนี้ประกอบด้วย ปากพูด (Transmitter) หูฟัง (Receiver) และวงจรรับส่ง (Transmission Circuit)

1. ปากพูด มีอยู่ด้วยกันหลายแบบที่มีให้อยู่เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่

ก. ปากพูดแบบใช้ถ่าน (Carbon Microphone) ดังที่รูป 1 เป็นแบบที่ใช้มานานตั้งแต่เริ่มมีโทรศัพท์ การเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า อาศัยการเปลี่ยนค่าความต้านทานของผงถ่าน ตามการอัด - คลาย เนื่องจากแผ่นไดอะแฟรม (diaphragm) ที่มากดผงถ่านตามพลังงานเสียง ข้อดีของปากพูดแบบนี้ก็คือมีความคงทนและให้ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานสูงทำให้ไม่ต้องใช้วงจรขยายสัญญาณช่วยแต่ข้อเสียคือ มีคุณสมบัติการทำงานแบบ NON LINEAR (สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณเสียง) ทำให้คุณภาพของเสียงไม่ดีเท่าที่ควร

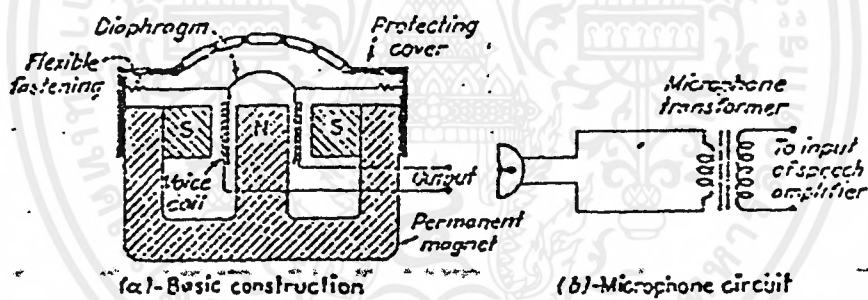


รูปที่ 21 ปากพูดแบบใช้ถ่าน

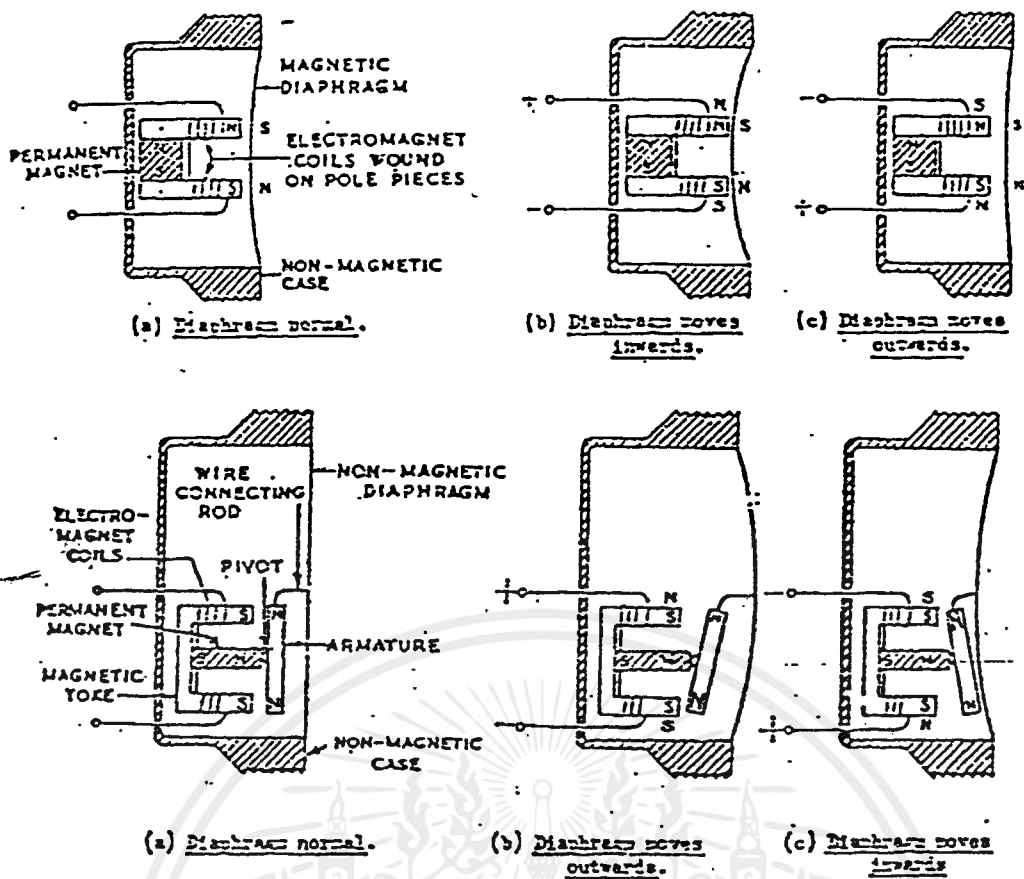
ข. ปากพูดแบบ Electromagnetic ใช้หลักการของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงในขดลวด ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้นในขดลวดนั้น ดังนั้นจะเห็นว่าส่วนประกอบที่สำคัญคือ สนามแม่เหล็กและขดลวด แบบที่นิยมใช้คือแบบขดลวดเป็นตัวเคลื่อนที่ เรียกว่า Electrodynamic ดังแสดงในรูปที่ 2 โครงสร้างประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรขดลวดซึ่งต่อเชื่อมกับ Diaphragm สวมอยู่บนแกนแม่เหล็ก เมื่อมีเสียงพูดขดลวดจะเคลื่อนที่ขึ้นลงตามแรง ที่กระทำบน Diaphragm ทำให้สนามแม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเปลี่ยนแปลง จึงเกิดกำลังงานไฟฟ้าขึ้น ข้อดีของปากพูดแบบนี้คือมีคุณสมบัติแบบ Linear ทำให้คุณภาพของสัญญาณเสียงดี แต่ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานต่ำจึงต้องใช้วงจรขยายช่วย

2. หูฟัง (Receiver) แบบที่นิยมใช้คือ Electrodynamic โครงสร้างเหมือนกับปากพูดแบบ Dynamic ดังแสดงในรูปที่ 2. และสามารถปรับใช้แทนกันได้ โดยสัญญาณไฟฟ้าจะเข้าที่จุดทางออก (Output) ของรูปที่ 2. ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายในขดลวด เป็นผลให้มีแรงดูด - แรงแผลกกับแท่งแม่เหล็กถาวร ทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ นั่นคือแผ่น ไดอะแฟรมเคลื่อนที่ทำให้เกิดสัญญาณเสียงออกมา

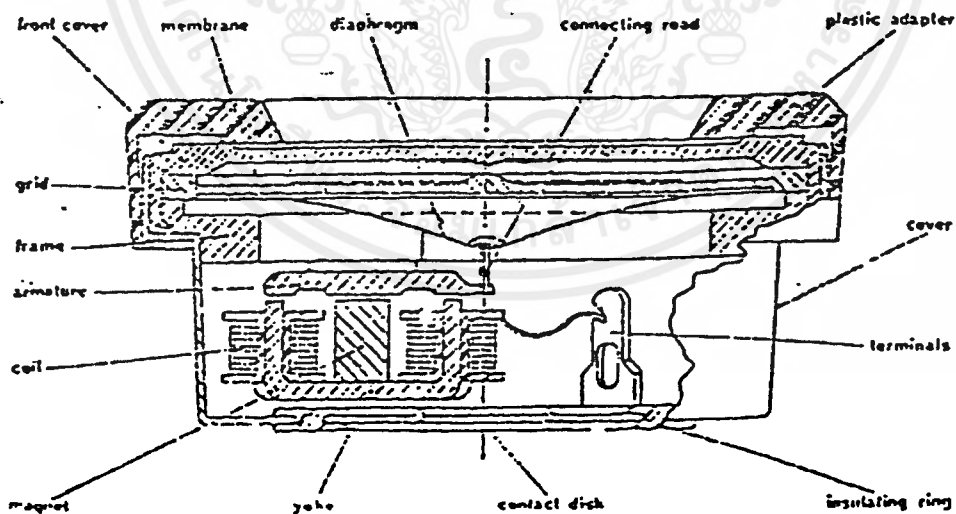
หูฟังแบบ Electromagnetic แสดงในรูปที่ 3. และ 4. จะอาศัยแม่เหล็กเป็นตัวเคลื่อนที่แทน



รูปที่ 2.2 ปากพูดแบบ Electromagnetic



รูปที่ 2.3 หูฟังชนิด Electromagnetic แบบ Magnetic Diaphragm

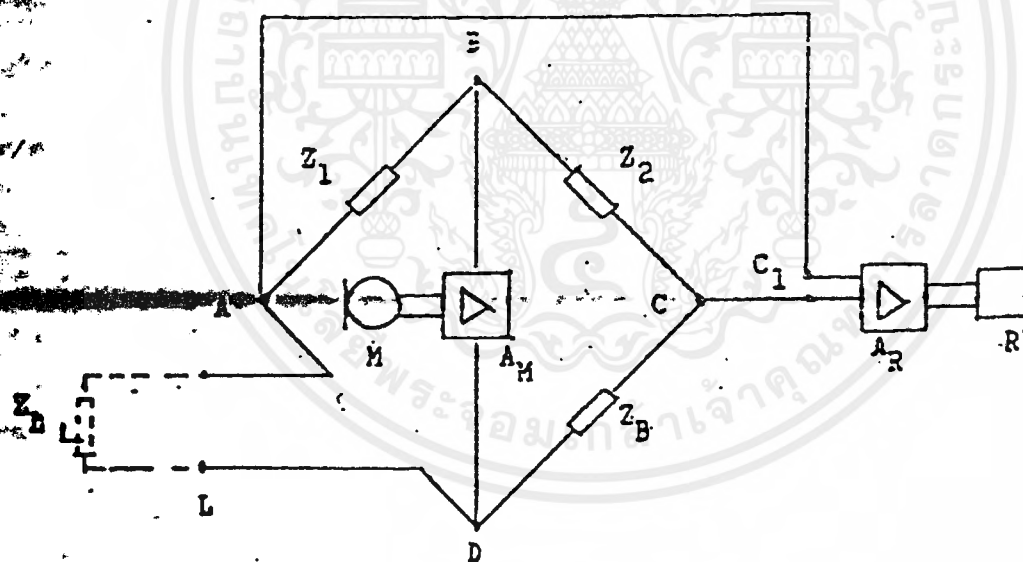


รูปที่ 2.4 หูฟังชนิด Electromagnetic แบบ Rocking Armature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรรับส่งแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic speech circuit)

จากความก้าวหน้าในการทำวงจรรวม Integrated circuit (IC) ทำให้เครื่องโทรศัพท์รุ่นใหม่มีแนวโน้มใช้วงจรรับส่งแบบอิเล็กทรอนิกส์แทน Induction Coil เพราะมีคุณสมบัติที่ดีกว่าหลายประการ เช่น ขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและคุณภาพของการรับส่งดีกว่า วงจรพื้นฐานแสดงในรูปที่ 5. ซึ่งประกอบด้วยวงจร Hybrid (2/4 wires) และวงจรขยายสัญญาณปากพูด หูฟังที่ใช้เป็นแบบ Electrodynamic วงจรขยายสัญญาณจะอยู่ภายในตัว IC ส่วนวงจร Hybrid จะอาศัยอุปกรณ์เป็น ตัวต่อที่ต่ออยู่ภายนอก ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการเปลี่ยนแปลงค่าอุปกรณ์ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ในแต่ละสถานที่ (ความช้อกกำหนดของแต่ละหน่วยงานหรือประเทศที่ใช้)



รูปที่ 2.5 Electronic Speech Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

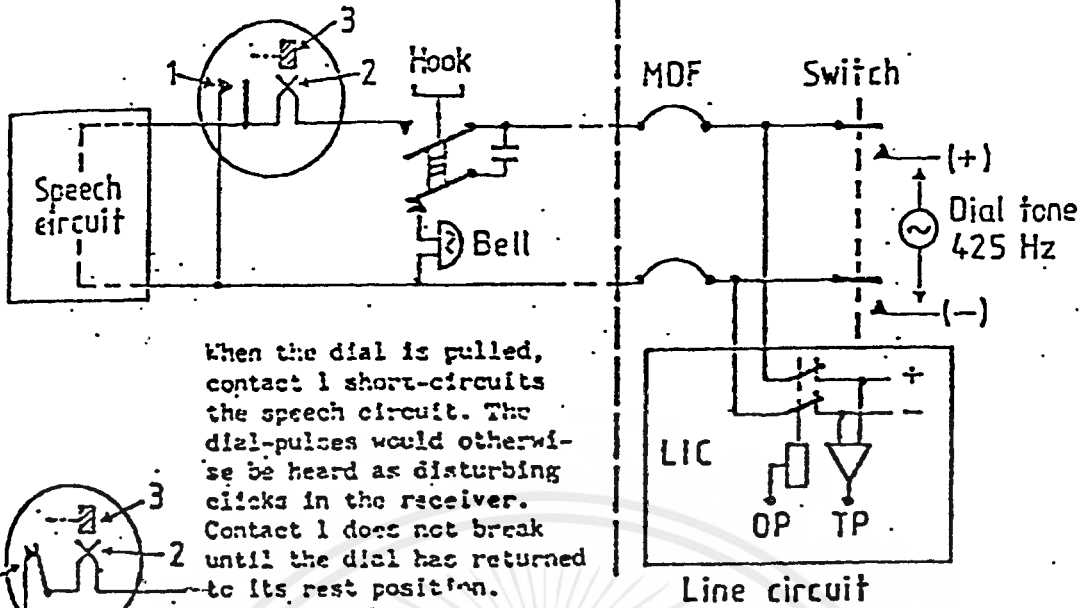
1.1.2. ส่วนที่ทำหน้าที่ส่งโค้ดเลขหมายของผู้ถูกเรียก

ก. แบบ pulse dialing เป็นวิธีการส่งโค้ดของเลขหมาย โดยวิธีการตัดต่อเส้นทางเดินของไฟกระแสตรงในสายชั่วคราวสั้นๆ จากรูปที่ 6. ในการเรียกต้อออก (outgoing call) ผู้เข้าฝ่ายเรียก (A Subscriber) จะทำการยกหูโทรศัพท์ Hook Switch จะทำการต่อวงจรเสียงพูด และวงจรหมุนเลขหมาย (dial) เข้ากับสายโทรศัพท์ ชุมสายโทรศัพท์ (Exchange) จะรับรู้การเรียกจากการตรวจสอบกระแสที่ไหลในสาย เช่น ต้องมีค่ามากกว่า 10 mA ขึ้นไป (ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์ขณะยกหูต้องน้อยกว่า 375 โอห์ม ที่กระแส 20 mA ตามข้อกำหนดของฝ่ายวิศวกรรม ปี 2525) เมื่อชุมสายรับรู้การเรียกชุมสายจะทำการเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้รับสัญญาณตลอดจนอุปกรณ์ที่จะทำการต่อวงจร เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยแล้วชุมสายจะทำการส่งสัญญาณ Dial Tone สัญญาณให้หมุนเลขหมาย (สัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz Modulated ด้วยความถี่ 50 Hz ส่งไปยังผู้เรียก เพื่อบอกให้ส่งเลขหมายของผู้ถูกเรียกได้ (B Subscriber) เมื่อฝ่ายเรียกทำการหมุนหน้าสัมผัสที่ 1. จะต่อเพื่อตัดเสียง "คลิก" ที่หูฟัง (หน้าสัมผัสนี้จะต่อตลอดเวลาจนกว่า Dial จะหมุนกลับที่เดิม) เมื่อ Dial ถูกปล่อย Pulse disc (3) จะเริ่มหมุนในขณะที่เริ่มหมุนหน้าสัมผัสที่ 2 จะต่อทำให้ขณะนั้นกระแสในสายมีค่าสูงสุด จากรูปที่ 7 ประกอบ เมื่อผู้หมุนปล่อยนิ้วแรงสปริงจะดึงหน้าปิดกลับ ปีกของ Pulse disc จะหมุน ทำการตัดต่อหน้าสัมผัสที่ 2. จำนวนครั้งที่ตัดจะเท่ากับตัวเลขที่ทำการหมุน เช่น ทำการหมุนเลข 1 กระแสจะถูกตัด 1 ครั้ง ในรูปที่ 7 เป็นสัญญาณที่เกิดจากการหมุนเลข 2 (เลข 0 จะถูกตัด 10 ครั้ง) ค่าของ Pulse ratio (break / make) เท่ากับ 60 / 40 ส่วนอัตราการส่งเลขหมาย จะใช้ 10 หรือ 20 pps (pulse per sec) ข้อเสียของการส่งเลขหมายแบบนี้ ก็คือใช้เวลาในการส่งเลขหมายนาน ค่าเฉลี่ย 1.5 วินาที / เลขหมาย และยังต้องมีการปฏิบัติบำรุงรักษาเป็นระยะ เช่นการทำความสะอาดหน้าสัมผัส, การปรับเทียบอัตราความเร็วในการส่งเลขหมาย

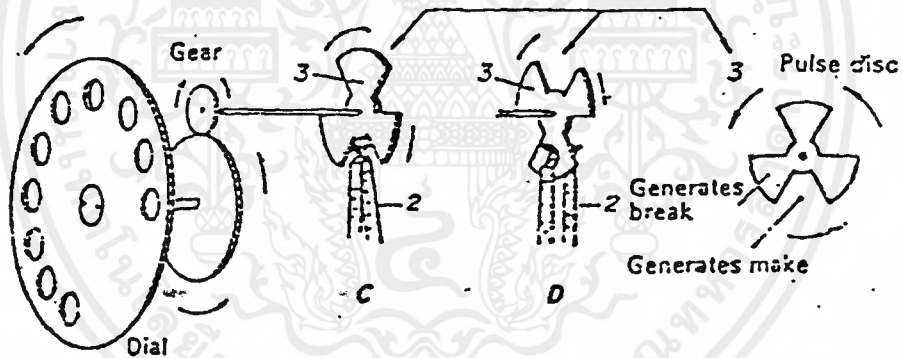
TELEPHONE SET

EXCHANGE

Dial (in rest position)

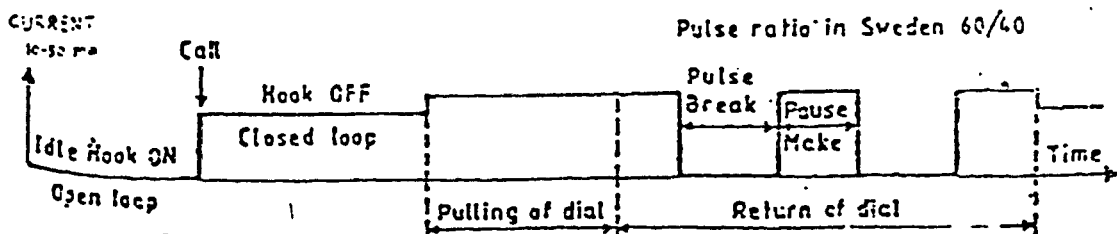


รูปที่ 2.6 เครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสาย



When the dial is released, the pulse disc (3) starts to rotate. Contact 2 is closed when the pulse disc starts to move.

The wings of the pulse disc open contact 2, thus generating short current breaks (pulses) in the line loop.



รูปที่ 2.7 การกำเนิดสัญญาณเค็ดเลขหมายแบบ Dial Pulses

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานต้นสังกัด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. แบบกดปุ่ม (push button)

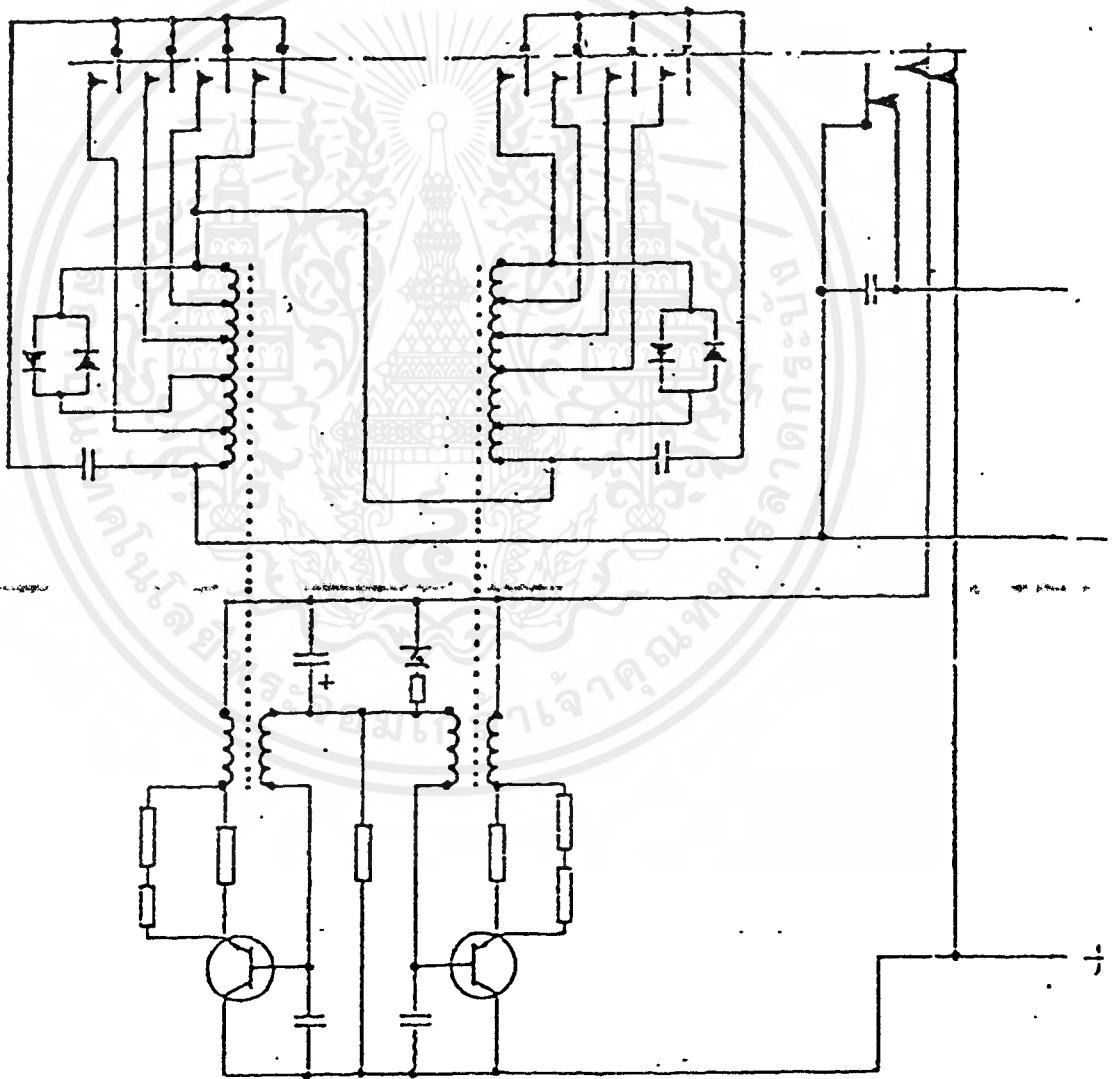
สัญญาณโค้ดเลขหมายของผู้ที่เรียก ถูกส่งในรูปแบบสัญญาณ 2 ความถี่ หรือเรียกว่า DTMF (Dual Tone Multifrequency) ซึ่งให้ข้อดีในแง่ลดเวลาในการส่งเลขหมายลงเฉลี่ยแล้วจะเหลือเพียง 0.7 วินาที / เลขหมาย ความผิดพลาดของโค้ดมีโอกาสน้อยมากเพราะมีการตรวจสอบความถี่ 2 ชุดพร้อมๆ กัน นอกจากนั้นยังสามารถให้จำนวนโค้ดได้มาก เช่น เพิ่มโค้ด * (star) และ # (square) ซึ่งใช้ในงานบริการพิเศษต่างๆ เช่น บริการเลขหมายย่อ , ความถี่ที่กำเนิดแบ่งออกเป็น 2. กลุ่ม คือกลุ่มความถี่สูงตั้งแต่ความถี่ 1209 Hz เป็นต้นไปและกลุ่มความถี่ต่ำ ตั้งแต่ 942 Hz ลงมา ดังแสดงในรูปที่ 8 เมื่อปุ่มถูกกดหนึ่งปุ่ม ความถี่ 2 ความถี่จากกลุ่มความถี่สูงและกลุ่มความถี่ต่ำจะถูกส่งออกไปในสาย ค่าของความถี่ทั้งสองจะขึ้นอยู่กับปุ่มที่กดตามรูปที่ 8 เช่นเมื่อทำการกดปุ่มหมายเลข 5 ความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz ถูกส่งออกไปพร้อมๆ กัน

				Frequency Hz		
				Button	Group 1	Group 2
				1	697	1209
				2	697	1336
				3	697	1477
				4	770	1209
				5	770	1336
				6	770	1477
				7	852	1209
				8	852	1336
				9	852	1477
				*	941	1209
				0	941	1336
					941	1477
Hz	1209	1336	1477			
697	1	2	3	8	852	1336
770	4	5	6	9	852	1477
852	7	8	9	*	941	1209
941	*	0	#	0	941	1336
					941	1477

รูปที่ 2.8 ความถี่ DTMF กับปุ่มที่กด

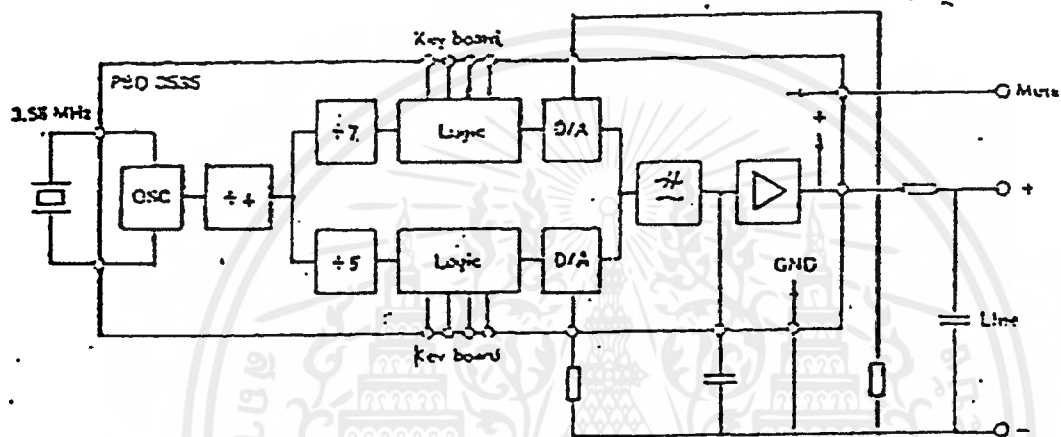
วงจรที่กำเนิดสัญญาณ 2 ความถี่ แสดงในรูปที่ 9 วงจรออสซิลเลเตอร์เป็นแบบ มีอยู่ 2 ชุด วงจรปรับความถี่อิสระจากกัน ชุดหนึ่งกำเนิดความถี่สูง อีกชุดหนึ่งกำเนิดความถี่ต่ำ วงจรขยายเป็นแบบ Emitter Follower วงจรป้อนกลับถูกต่อระหว่างขา BASE และ Emitter ขดลวดของวงจร Tune จะเชื่อมโยงโดยการเหนี่ยวนำกับขดลวดในวงจรป้อนกลับ Turn Ratio ของขดลวดระหว่าง Emitter และ BASE ต้องมีค่ามากกว่า 1 จึงจะทำให้วงจรเกิดการออสซิลเลตได้ ปุ่มกดในรูปแสดงเพียงแถวเดียว

ที่ขุมสายโทรศัพท์ สัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาจะถูกแยกความถี่และส่งไปยังวงจรแปลงโค้ดให้กลับมาเป็นโค้ดของเลขหมายที่ขุมสายเข้าใจ



รูปที่ 2.9 วงจร LC Oscillator กำเนิดสัญญาณ DTMF

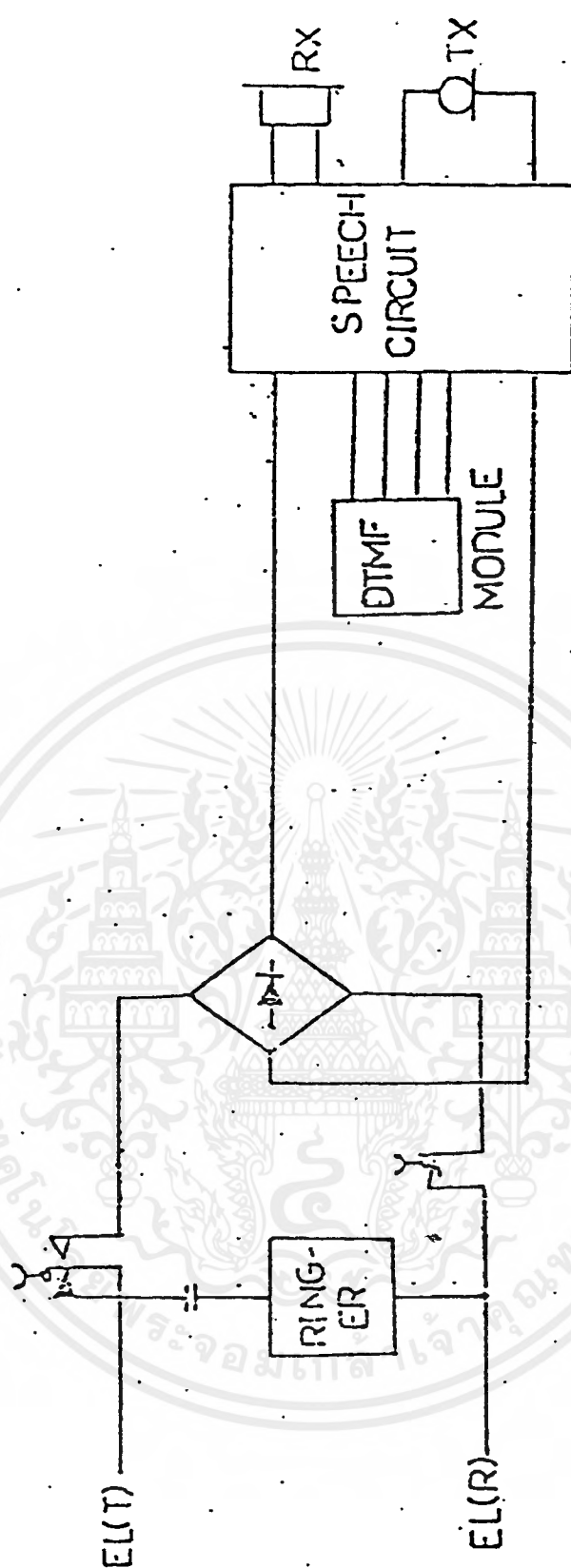
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 Block diagram การทำงานของวงจรกำเนิด DTMF
ซึ่งใช้ IC ของบริษัท RIFA

BLOCK DIAGRAM ของเครื่องโทรศัพท์ Setelco แสดงในรูปที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



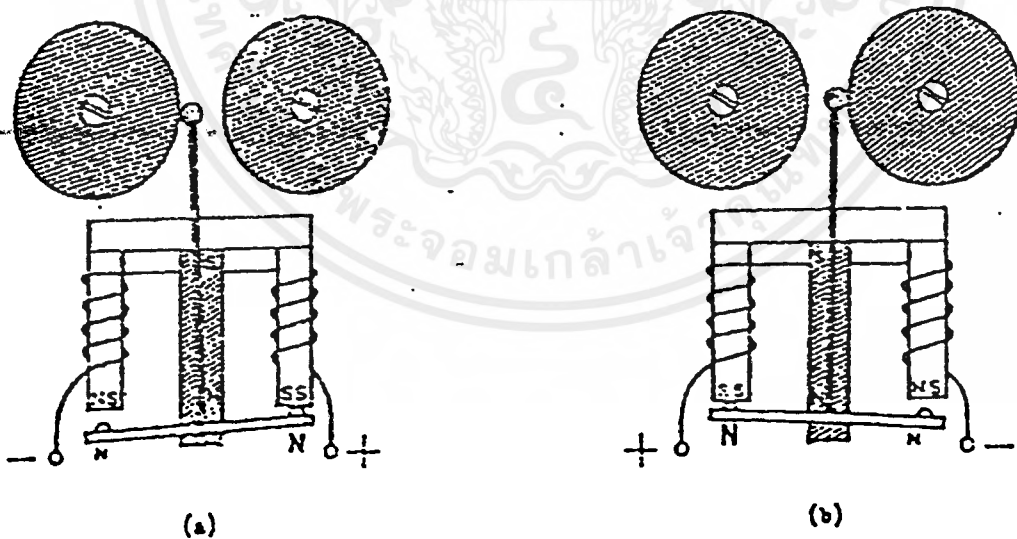
รูปที่ 2.11 Block Diagram ของเครื่อง SETELCO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.3. ส่วนที่รับสัญญาณเรียก

ก. แบบขั้วกระดิ่ง จากรูปที่ 6 เมื่อผู้เช่าเป็นฝ่ายถูกเรียก (B Subscriber) สัญญาณเรียก (Ringing Signal) จะถูกส่งออกมาจากชุมสาย เป็นแรงไฟ AC ความถี่ 25 Hz ค่าแรงดันอยู่ในช่วง 70-90 V_{rms} โดยรวมมากับไฟ DC 48 V. ในสภาพที่ผู้เช่าวงจรวางจรกระดิ่งจะถูกต่ออยู่กับสายโดยผ่าน Condenser ค่าประมาณ 1 μ F ซึ่งจะทำหน้าที่กั้นไฟ DC ไม่ให้ผ่านวงจรกระดิ่ง แต่แรงไฟ AC จะผ่านไปยังขดลวดของกระดิ่งไฟฟ้า ได้วงจรของกระดิ่งไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 12 สัญญาณกระดิ่งเป็นสัญญาณที่ส่งเป็นช่วง คือจะส่งสัญญาณ 1 วินาที และหยุด 4 วินาที กระแสที่ไหลผ่านขดลวดจะทำให้สนามแม่เหล็กที่ขั้วมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับทิศทางกระแส . ขั้ว S ของแกนและขั้ว N ของ Armature เกิดจากการเหนี่ยวนำของแท่งแม่เหล็กถาวรที่อยู่ตรงกลาง ในรูป (a) ทิศทางกระแสทำให้ขั้วทางด้านขวามีความเป็นขั้วมากขึ้น ส่วนด้านซ้ายจะมีกำลังอ่อนลง (Armature) ก็จะโยกไปตีในทิศตรงกันข้าม ดังรูป (b)

เมื่อผู้เช่าทำการยกหูรับ Hook Switch จะทำการต่อวงจรเสียงพูดเข้ากับสายวงจรเสียงพูด มีค่าความต้านทานทาง DC ต่ำ กระแสที่ไหลในสายจะทำให้ชุมสายทราบว่าผู้เช่ายกหู วงจรส่งสัญญาณกระดิ่งจะถูกตัดออก และชุมสายจะทำการต่อเส้นทางเสียงพูดไปยังผู้เรียกให้พูดคุยกันได้



รูปที่ 2.12 การทำงานของกระดิ่ง

แรงไฟ AC 25 Hz ของสัญญาณเรียกจะถูกนำมาแปลงให้เป็นแรงไฟกระแสตรง พร้อมทั้งลดขนาดของแรงดันลงโดย Zener diode (G2) แรงไฟ DC นี้จ่ายให้กับ IC กำเนิดความถี่ 2 ความถี่ ซึ่งจะส่งสลับกันด้วยความถี่ประมาณ 10 Hz สัญญาณ 2 ความถี่นี้จะป้อนไปยังตัว Transducer ซึ่งในรูปใช้ Piezo Ceramias เสียงที่ได้จะได้นเป็นเสียงร่วของ 2 ความถี่ สวิทช์ S_1 ในรูปเป็นสวิทช์เลื่อนปรับความดังของเสียง

1.2 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่าและชุมสาย (Subscriber Signalling)

1.2.1. สัญญาณที่ส่งจากบ้านผู้เช่าไปยังชุมสาย

1. ON HOOK หมายถึงสภาพผู้เช่าวางหู หรือสภาพว่าง (Idle) ลักษณะของวงจรจะเป็น Open Loop High Impedance
2. OFF HOOK สภาพผู้เช่ายกหูสายจะมีสภาพ Closed Loop Low Impedance
3. DIALLING ผู้เช่าทำการหมุนเลขหมาย เครื่องแบบ Rotary dial สัญญาณจะเป็นแบบ pulsing ค่า Impedance จะสูง, ต่ำ สลับกันตามขีดที่หมุน ในเครื่องแบบกดปุ่มจะมีสัญญาณ DTMF ส่งออกไป

1.2.2. สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

ก. Dialling Tone เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่ขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายพร้อมที่จะรับขีดการหมุนเลขหมายจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายได้ สัญญาณ Dial Tone นี้เป็นสัญญาณต่อเนื่อง ความถี่ 425 Hz Modulated ด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้นยินโทนนี้เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์เพื่อทำการเรียก

ข. Busy Tone เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่อุปกรณ์ไม่ว่าง เช่น ถ้าผู้เช่ายกหูแล้วได้นยินเสียงนี้ (แทนที่จะได้นยิน Dial Tone แสดงว่อุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้นยินเสียงนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้ว แสดงว่ผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก (B Subscriber) ไม่ว่างหรืออุปกรณ์สำหรับต่อออกไปยังชุมสายอื่นไม่ว่าง ในกรณีที่ผู้ถูกเรียกอยู่ต่างชุมสาย สัญญาณที่ส่งเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 1.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine wave

ค. Ringing Tone เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้นยิน หลังจากหมุนเลขหมายครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่ การต่อกระทำได้สำเร็จ ขณะนี้ชุมสายได้ส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังผู้ถูกเรียก สัญญาณใช้ความถี่ 425 Hz. Sine wave โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

ง. Ringing Signal หรือสัญญาณเรียก เป็นสัญญาณที่ส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก ซึ่งจะได้นเป็นเสียงกระดิ่ง หรือ โทน ขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้ สัญญาณเป็น Sine wave 25 Hz. ค่าแรงดัน 70-90 V_{rms} ช่วยการส่งเช่นเดียวกับ Ringing Tone คือ ส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

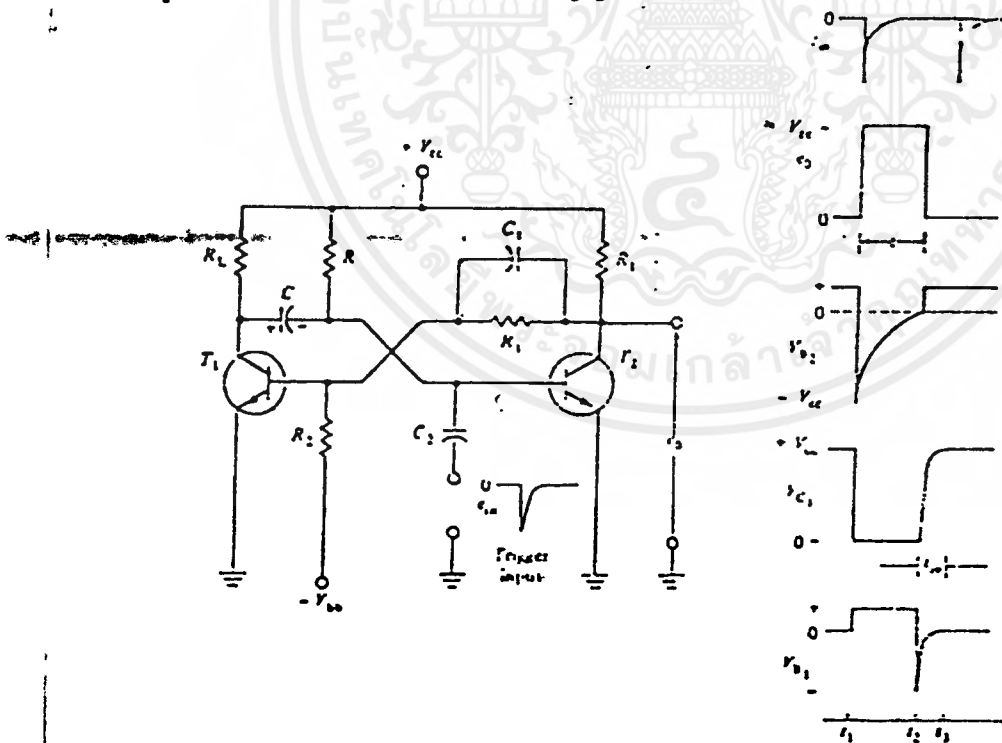
๑. สัญญาณโทนอื่นๆ และ เสียดอกจากเครื่องบันทึกเสียง (Announcement machine) สัญญาณโทนอื่นๆ เช่น NU Tone (number obtainable tone) บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีใช้งานอยู่ สัญญาณตอบจากเครื่องบันทึกบอกให้ทราบว่าเลขหมายนี้ได้เปลี่ยนไปแล้วเป็นต้น

วงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบเรเตอร์

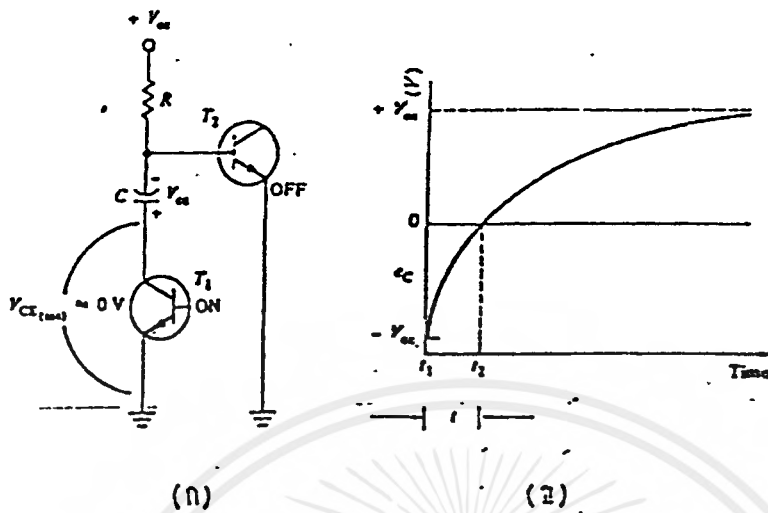
(Monostable multivibrator circuit)

วงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบเรเตอร์ ประกอบด้วยวงจรกลับสัญญาณ (inverter circuit) สองวงจร ซึ่งเอาต์พุตของวงจรกลับสัญญาณวงจรแรก จะถูกนำมาเป็นอินพุตของวงจรที่สอง โดยวิธีอาร์ซีเคัปปลิง (RC coupling) และเอาต์พุตของวงจรที่สองจะถูกนำเอามาเป็นอินพุตของวงจรแรกโดยวิธีรีซิสทีฟเคัปปลิง (resistive coupling) ดังแสดงในรูปที่ 3.1

สัญญาณแรงดันที่ใช้เป็นสัญญาณทริกเกอร์ของวงจรนี้ โดยปกติมักมีลักษณะแบบสัญญาณคิฟเฟอเรนเชียล ที่มีครึ่งล่างเพียงครึ่งเดียว และจำทำให้เอาต์พุตของวงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบเรเตอร์นี้มีรูปร่างเป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก (rectangular) สัญญาณเอาต์พุตที่ได้นี้ มักถูกนำไปใช้ในการควบคุมวงจรพัลส์อื่นๆ เช่นวงจรเกท (Gate circuit) เป็นต้น และวงจรมัลติไวเบเรเตอร์แบบนี้ อาจถูกเรียกรูปอย่างหนึ่งได้ว่า “วงจรหน่วงสัญญาณ” (delay circuit)



รูปที่ 2.14 แสดงวงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบเรเตอร์



รูปที่ 2.15 (ก) แสดงวงจรการทำงานของวงจรที่ t_1 และ
(ข) การเก็บประจุของตัวเก็บประจุ C จากเวลา t_1 ถึงเวลา t_2

1. การทำงานของวงจร

พิจารณาจากวงจรในรูปที่ 3.1 ที่เวลา t_1 ขณะที่ยังไม่มีสัญญาณทริกเกอร์ใดๆ เข้ามาที่ทรานซิสเตอร์ T_1 จะ OFF และทรานซิสเตอร์ T_2 จะ ON และตัวเก็บประจุ C ทำการเก็บประจุกระทั่งมีแรงดันตกคร่อมถึงค่า V_{cc}

ที่เวลา t_1 เมื่อมีสัญญาณทริกเกอร์แบบลบเข้ามายังเบสของทรานซิสเตอร์ T_2 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ T_2 หยุดทำงานมีสภาพ OFF ดังนั้นศักย์ค่าที่คอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์ V_{cc} จะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงค่า V_{cc} ซึ่งจะมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ T_1 ทำงานมีสภาพเป็น ON เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 3.2 (ก) ที่เวลา t_1 ทรานซิสเตอร์ T_2 จะได้รับแรงดันไบอัสย้อนกลับ ซึ่งมีขนาดเท่ากับค่า V_{cc} ตัวเก็บประจุจากค่า $-V_{cc}$ ถึงค่า $+V_{cc}$ โดยทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวความต้านทาน R และทรานซิสเตอร์ T_2 (ดูในรูปที่ 3.2 (ข))

แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ C จะทำให้ทรานซิสเตอร์ T_2 ได้รับแรงดันไบอัสย้อนกลับ ดังนั้นทรานซิสเตอร์ T_2 จะคงสภาพ OFF ต่อไป กระทั่งแรงดันนี้มีค่าเป็น 0 โวลท์ ช่วงเวลาซึ่งทรานซิสเตอร์ T_2 มีสภาพ OFF อยู่ก็ คือ "ขนาดความกว้างของพัลส์" (pulse duration time) t ที่เอาท์พุทนั่นเอง

2. ความกว้างของพัลส์ที่เอาต์พุต

จากวงจรในรูปที่ 3.2 ช่วงเวลาซึ่งตัวเก็บประจุ C ใช้ในการเก็บประจุกระทั่งมีแรงดันตกคร่อมเป็น 0 โวลต์ โดยทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวความต้านทาน R อาจหาได้จากสมการของการเก็บประจุดังนี้

$$e_c = E - (E - E_{c0}) \sum^t / RC$$

ซึ่งในการนี้ของวงจรโมโนสเตเบิล เมื่อแทนค่าต่างๆ ลงในสมการ จะเขียนได้ว่า

$$0 = V_{cc} - (V_{cc} + V_{cc}) \sum^t / RC$$

$$0 = V_{cc} - 2V_{cc} \sum^t / RC$$

$$2V_{cc} = V_{cc} \sum^t / RC$$

$$\sum^t / RC = 2$$

$$t = RC \log_{10} 10 / \log_{10}^2 = RC (0.301) / 0.434$$

$$t = 0.69 RC$$

$$e_c = E - (E - E_{c0}) \sum^t / RC$$

$$0.9 V_{cc} = V_{cc} - (V_{cc} + 0) \sum^t / RC$$

$$V_{cc} / \sum^{trc} / R_L C = 0.1 V_{cc}$$

$$\sum^{trc} / R_L C = 10$$

$$t_o = R_L C \log_{10} 10 / \log_{10}^2 = R_L C (10) / 0.434$$

$$2.3 R_L C$$

ดังนั้นช่วงเวลาอย่างน้อยที่สุดจะต้องให้สำหรับการทริกเกอร์วงจรโมโนสเตเบิล

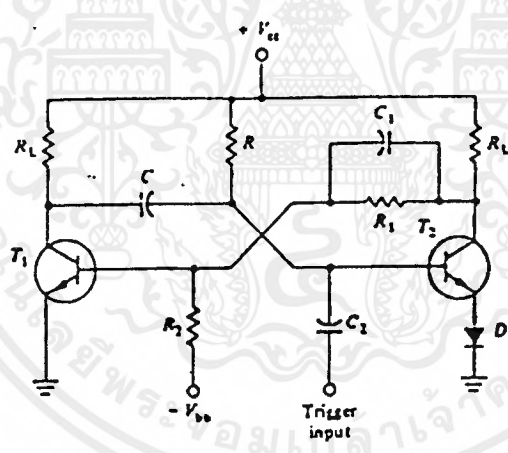
พัลส์ไบนารีก็คือ T

$$\begin{aligned}
 \text{โดยที่ } T &= t + t_o \\
 &= 0.69 RC + 2.3 R_L C \\
 &= (0.69 R + 2.3 R_L) C
 \end{aligned}$$

3. การออกแบบวงจรการใช้งานไอซี 555 เป็นโมโนสเตเบิลมิัลติไวเบเรเตอร์

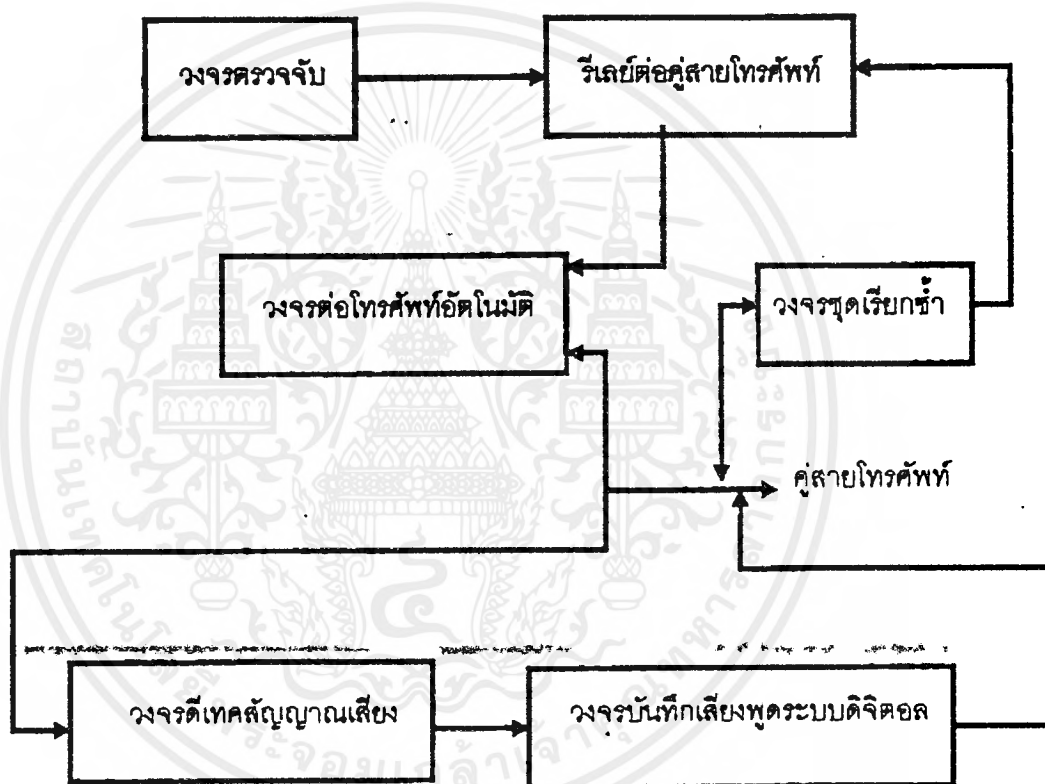
ไอซี 555 เป็นตัวที่รู้จักแพร่หลายและมีใช้กันมาก แต่การนำมาใช้เป็นโมโนสเตเบิลนั้นก็มีข้อจำกัดหลายประการ เมื่อเทียบกับไอซีพวก TTL หรือ CMOS อื่นๆ โดยในการใช้งาน 555 จะทำงานได้ช้ากว่า ดังนั้น ถ้าต้องการ t_w แคบกว่า 10 μs แล้ว 555 ไม่สามารถตอบสนองได้ ต้องใช้ TTL แต่ 555 ให้ข้อดีที่ใช้ได้กับแรงดันช่วงกว้าง และให้กระแสเอาต์พุตได้สูงถึง 200 mA

การต่อเป็นโมโนสเตเบิลของ 555 จะให้ความกว้าง $t_w = 1.1 RC$

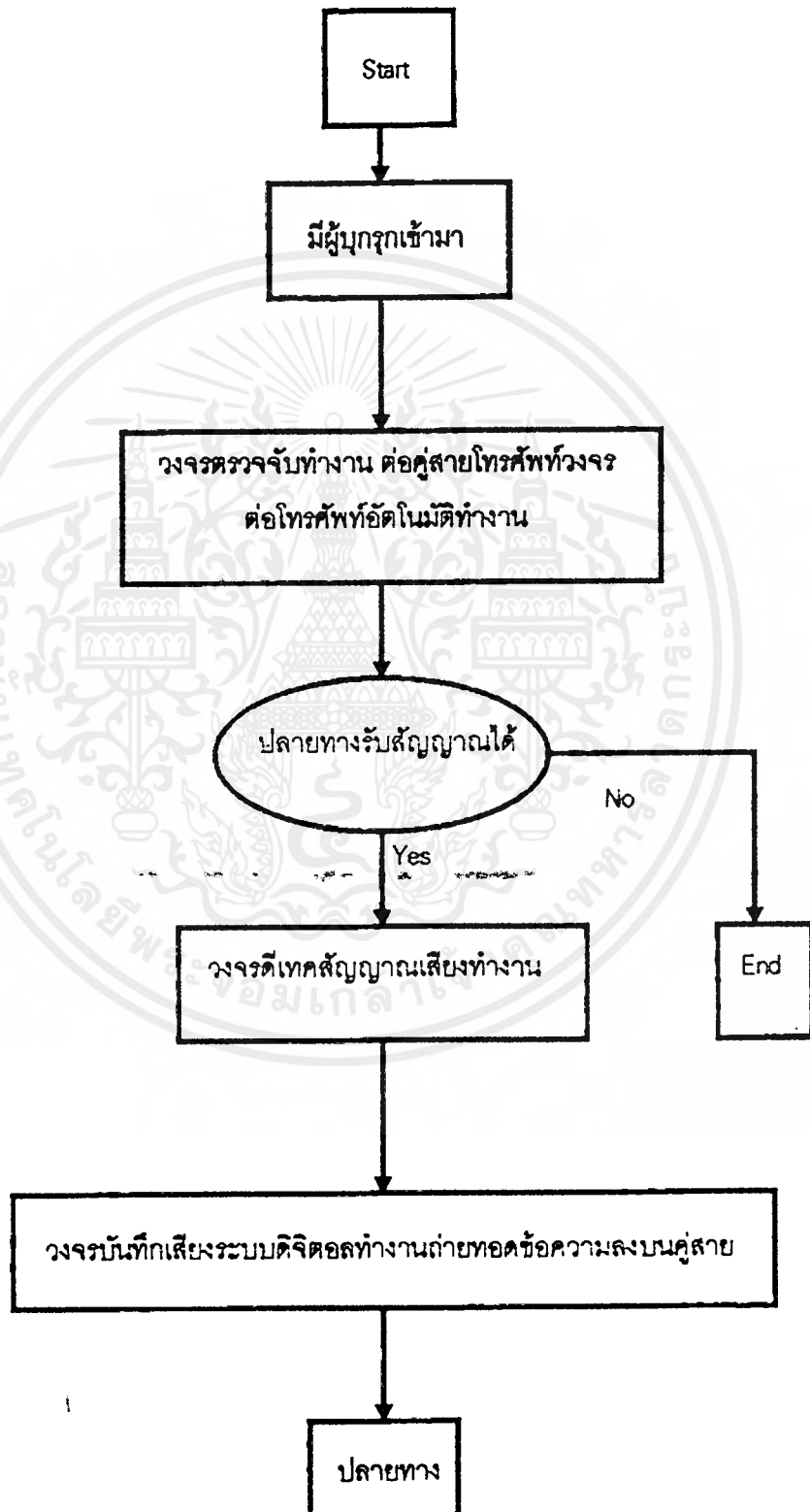


รูปที่ 2 16 แสดงวงจรโมโนสเตเบิล

เราสามารถแยก Block Diagram ของวงจรโทรศัพท์เดือนภัยเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้



3.2 แผนภูมิการทำงานของวงจรโทรศัพท์เคลื่อนที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนของวงจรชุดเรียกอัตโนมัติ

3.3.1 ไอซีชุดเรียกอัตโนมัติเบอร์ UM91210C

ข้อมูลทั่วไป

- เป็นไอซีต้นตระกูล 18 ขาที่ทำหน้าที่เป็นวงจรเข้ารหัสสัญญาณโทรศัพท์ในระบบพัลส์และระบบโทน (Pulse / Tone Encoder) ที่มีการจ่ายข้อมูลสุดท้ายเพื่อเรียกทวนข้อมูลที่เรียกว่าระบบรีไดอัล
- เป็นไอซีที่ใช้ระบบกดปุ่มมีไ้ระบบที่ใช้หลักการหมุนหน้าปัดโทมหรือระบบที่เราเรียกว่าระบบพัลส์โทนและพัลส์พัลส์

- ความจุข้อมูลสำหรับการทวน (Redial) จำนวน 32 ตำแหน่งหมายเลข
- เป็นระบบทวนหมายเลขสุดท้ายของระบบพัลส์หรือโทนที่สามารถทวนได้ไม่จำกัดแต่ต้องหลังจากการกด Pause หรือกดหยุดสวิตช์

- การพอสแต่ละครั้งจะใช้เวลาในการเคลียร์วงจรไม่เกิน 3.6 วินาที
- เป็นไอซีที่มีออสที่กินกำลังน้อยมากโดยใช้ไฟเลี้ยงวงจร 2.0 ถึง 5.5 โวลต์
- หมายเลขกลุ่มสุดท้ายจะถูกส่งเข้าหน่วยเก็บข้อมูลหรือระบบรีไดอัลและมันจะล้างข้อมูลอัน

ในมิติเมื่อเรากดหมายเลขใหม่เข้าไปในเวลาต่อไป

- วงจรกำเนิดความถี่ใช้คริสตอลความถี่ 3 579545 เมกะเฮิร์ต ซึ่งเป็นหน่วยความถี่อ้างอิง
- อัตราส่วนของการเมคและเบรกในระบบพัลส์สามารถเลือกได้ว่าจะเป็น 33 3 / 66 6 หรือ 40 / 60 ด้วยขาเมคและเบรกของไอซี

- ให้พัลส์ที่ตำแหน่ง P แทนการกดหยุดสวิตช์ได้ โดยมีเวลาหน่วงรีเซ็ตวงจรไม่เกิน 0.58 วินาที
- ให้คีย์บอร์ดแมตริกซ์ 4 คูณ 4 หรืออาจสร้างเป็นแมตริกซ์ 2 ใน 8 ก็ได้

ในขณะที่สแตนด์บายกินกระแสต่ำ

3.3.2 การทำงานของวงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ

เมื่อรีเลย์ RY1 ทำงานหน้าสัมผัสของรีเลย์ RY1 ก็จะสัมผัสกัน รีเลย์ RY1 เป็นตัวตัดต่อวงจรเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ เมื่อบริดจ์ไดโอดทำหน้าที่ปรับชั่วของแรงดันจากคู่สายโทรศัพท์ให้มีชั่วที่แน่นอนก่อนผ่านไดโอด D2 และ R7 ผ่านซีเนอร์ไดโอด D5 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรเรกกูเลเตอร์ 3.6 โวลต์ โดยมี C15 ทำหน้าที่เป็นวงจรฟิลเตอร์ป้อนไฟเลี้ยงให้กับ IC2 เบอร์ UM91210C ที่ขา 10 โดยจะต้องต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรตลอดเวลาเพื่อให้มีไฟเลี้ยงจ่ายกับวงจรตลอดเวลาและไม่ให้เบอร์โทรศัพท์ที่เรากดครั้งสุดท้ายหายไป วงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติใช้หลักการของรีไดอัลทำการบันทึกหมายเลข

คำสั่งจะถูกส่งจากคีย์บอร์ดที่เป็นระบบแมตริกซ์ โดยทางคอลัมน์จะมีสถานะเป็นลอจิก 0 และทางโรว์จะมีสถานะเป็นลอจิก 1 ในภาวะปกติเมื่อกดคีย์บอร์ดในแต่ละปุ่มวงจรออสซิลเลเตอร์จะเริ่มทำการสแกนความถี่ระหว่างโรว์กับคอลัมน์ ด้วยความถี่สแกนนิ่ง 445 เฮิรท์และเป็นคีย์ประเภทที่สามารถดีเบาส์ด้วยวงจรภายในไอซี

ขา 5 ของไอซี 2 เบอร์ UM 91210C เป็นขาศักสวิตช์ หรือขา HS เราใช้แทนการกดที่วางหูหรือ
ขาศักสวิตช์ที่วางหูของตัวเครื่องรับโทรศัพท์ปกติต้องต่อกับขานี้ลงกราวด์ หากเราจ่ายไฟเลี้ยงขานี้เป็นบวกเมื่อไร
มันจะมีสภาพเหมือนเรากดขาศักสวิตช์ทันที จากวงจรเมื่อรีเลย์ RY1 ทำงานต่อคู่สายโทรศัพท์ก็จะทำให้มีกระแส
ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ Q1 ที่มี R8 และ R9 ทำหน้าที่เป็นโวลทิดิไวเดอร์เมื่อขา B ของ Q1 ทำงานได้ไฟบวกก็
จะทำให้มีกระแสไหลผ่าน R10 ผ่านเข้าขา 5 ของไอซี 2 เบอร์ UM91210C เมื่อขา 5 ได้รับไฟบวกก็จะเหมือนกับ
กับการกดขาศักสวิตช์

ขา 6 ของไอซีเป็นขาแมค / เบรก เพื่อใช้ในระบบพัลส์แต่ในวงจรใช้เป็นระบบโทนเราจึงต่อขานี้
ลงกราวด์

ขา 7 เป็นขาเลือกการทำงาน (Mode Select) ถ้าต้องการใช้ระบบโทนต้องต่อขา 7 ลงกราวด์
ถ้าต้องการใช้ระบบพัลส์ต้องต่อขานี้เข้าไฟบวก

ขา 14 เป็นขาไดอัลพัลส์เฮอร์ (DP) โดยปกติขานี้จะ “ ออน ” เมื่ออยู่ตำแหน่ง “ เบรก ” และ
“ ออฟ ” ในระหว่างการเมคซึ่งมันจะทำงานอย่างนี้ได้ขาศักสวิตช์ (ขา 5) ต่อลงโวลบเฮอร์ขานี้จะ “ ออฟ ”
หากขา 5 ต่อกับไฟบวก

ขา 12 ขาเฮอร์พุทของสัญญาณโทน (Tone Out) จะเกิดขึ้นเมื่อเรากดคีย์ในโหมดของดีทีเอ็ม
เอฟ ความถี่กลุ่มความถี่ต่ำกับความถี่สูงถูกสร้างขึ้นในวงจรไฮบริดจ์ส่งความถี่สองโทนเสียงออก
เฮอร์พุท ความถี่ที่ขาโทนเฮอร์พุทจะออกไม่ได้แม้เรากดปุ่มคีย์แล้วก็ตามหากเลื่อนไปที่โหมดของพัลส์

ค่าความถี่สองโทนความถี่เสียงสามารถกำหนดได้ดังนี้

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

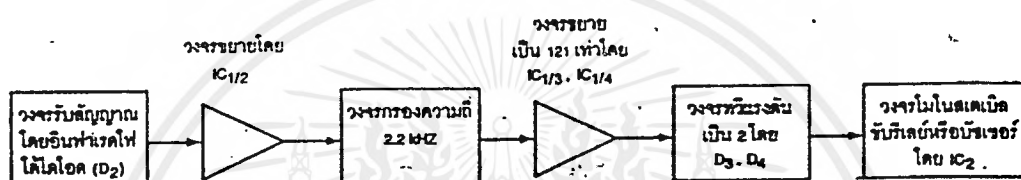
ที่ขา 8 และขา 9 จะต่ออยู่กับคริสตอลความถี่ 3.579 เมกะเฮิรท์ ที่ทำหน้าที่ควบคุมความถี่ของ
ไอซี 2 เพื่อให้สร้างเป็นความถี่ส่งออกมาทางขา 12

ที่ขา 1 - 4 เป็นขาทางแนวนอนที่ต่อไปยังคีย์สวิตช์ที่เป็นแบบแมตริกซ์คือขา R1 - R4 ตามลำดับ
ที่ขา 15 - 18 เป็นขาทางแนวตั้งหรือขาของคอลัมน์ต่อไปยังคีย์สวิตช์ที่เป็นแบบแมตริกซ์ที่ขา C1 -
C4 ตามลำดับ

3.4 ส่วนของวงจรตรวจจับด้วยอินฟาเรด

3.4.1 การทำงานอธิบายตามบล็อกไดอะแกรม

จากบล็อกไดอะแกรม รูปที่ 3.1 ไดโอดอินฟาเรด D2 เป็นตัวรับสัญญาณและถูกขยายโดย IC 1/2 ผ่านวงจรกรองความถี่แบบแบนด์พาสพิวเดอร์ เพื่อกรองเอาเฉพาะความถี่ 22 กิโลเฮิรท์และถูกขยายอีก 121 เท่าโดย IC 1/3 และ IC 1/4 หลังจากนั้นสัญญาณที่ได้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นแรงดันไฟตรงและเพิ่มแรงดันเป็นสองเท่า โดยวงจรทวีแรงดันเพื่อใช้ควบคุมวงจรโมโนสเตเบิล ถ้าเมื่อใดก็ตามที่สัญญาณมีขนาดหายไป เช่นคนเดินผ่านลำแสงอินฟาเรด วงจรโมโนสเตเบิลก็จะทำงานและมีสัญญาณไปขับทำให้หลอดทำงาน



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรตรวจจับด้วยอินฟาเรด

3.4.2 การทำงานของวงจรตรวจจับด้วยอินฟาเรด

จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรของเครื่องตรวจจับด้วยอินฟาเรดโดยมี IC 1/1 เป็นไอซีออปแอมป์ทำหน้าที่ผลิตความถี่ 22 กิโลเฮิรท์ สัญญาณเอาท์พุทที่ได้อาศัยหลักการเก็บประจุของ C1 โดยในช่วง C1 เก็บประจุเอาท์พุทที่ขา 1 ของ IC1/1 จะเป็นพัลส์สี่เหลี่ยมที่มีช่วงแคบๆ แต่เมื่อ C1 คายประจุ D1 ได้รับรีเฟรชไป อัสทำให้เอาท์พุทมีค่าลดลงเป็นศูนย์ ซึ่งเอาท์พุทที่ได้นี้จะทำให้ Q1 ทำงาน LED1 - LED3 ที่ต่ออนุกรมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นไดโอดอินฟาเรดทำหน้าที่เป็นตัวส่งคลื่นอินฟาเรดจึงทำงานไปด้วย

ในขณะเดียวกัน D2 ซึ่งเป็นอินฟาเรดไฟไดโอด ทำหน้าที่เป็นตัวรับจะรับสัญญาณที่สะท้อนมาจากกระจก อย่างไรก็ตามแรงดันที่ได้ก็ยังมีความต่ำมากจึงถูกป้อนเข้า IC 1/2 ที่มีอัตราขยายสูงมากหลังจากนั้นจะผ่านวงจรกรองความถี่แบบแบนด์พาสพิวเดอร์โดย R8, R10, C2 และ C3 ซึ่งจะกรองเอาความถี่เฉพาะที่ต้องการคือความถี่ 22 กิโลเฮิรท์ เท่านั้นที่ผ่านไปได้

IC 1/3 และ IC 1/4 ต่อแบบวงจรไม่กลับเฟส (Noninverting) ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วจะได้อัตราขยายถึง 121 เท่าสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 7 ของ IC 1/4 จะเป็นสัญญาณพัลส์ที่มีค่า 0 และ 1 โวลท์

D3 และ D4 เป็นวงจรทวีแรงดันซึ่งเพิ่มแรงดันเป็น 2 เท่าและเปลี่ยนสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 7 ให้เป็นแรงดันไฟตรง เพื่อให้ค่าแรงดันนี้ได้สัดส่วนกับยอดแรงดันสูงสุดที่ขา 7 ของ IC 1/4 คือ 12 โวลท์ เพื่อไป

ทริก ขา 2 ของ IC2 ที่ต่อเป็นวงจรโมโนสเตเบิล ซึ่งในสภาวะปกติเมื่อมีสัญญาณทริกที่ขา 2 วงจรจะถูกรีเซต
เอาต์พุตที่ขา 3 มีค่าแรงดันต่ำดังนั้นวงจรจึงไม่ทำงาน

แต่เมื่อใดก็ตามมีสิ่งมาปิดกั้นทางเดินของแสงอินฟราเรด นั่นคือสัญญาณที่อินฟราเรดตัวรับมีค่า
แรงดันเป็น 0 โวลต์ จะทำให้ C6 ซึ่งต่ออยู่ที่เอาต์พุตของวงจรที่แรงดันคาบประมาณ R15 อย่างรวดเร็ว แรง
ดันที่ขา 2 ของ IC2 จะมีค่าเพียง $\frac{1}{3}$ ของแรงดันจากแหล่งจ่าย (4 โวลต์) เป็นเหตุให้อาต์พุตที่ขา 3 ของ IC2
มีค่าแรงดันสูงไปขับให้รีเลย์สามารถทำงานได้

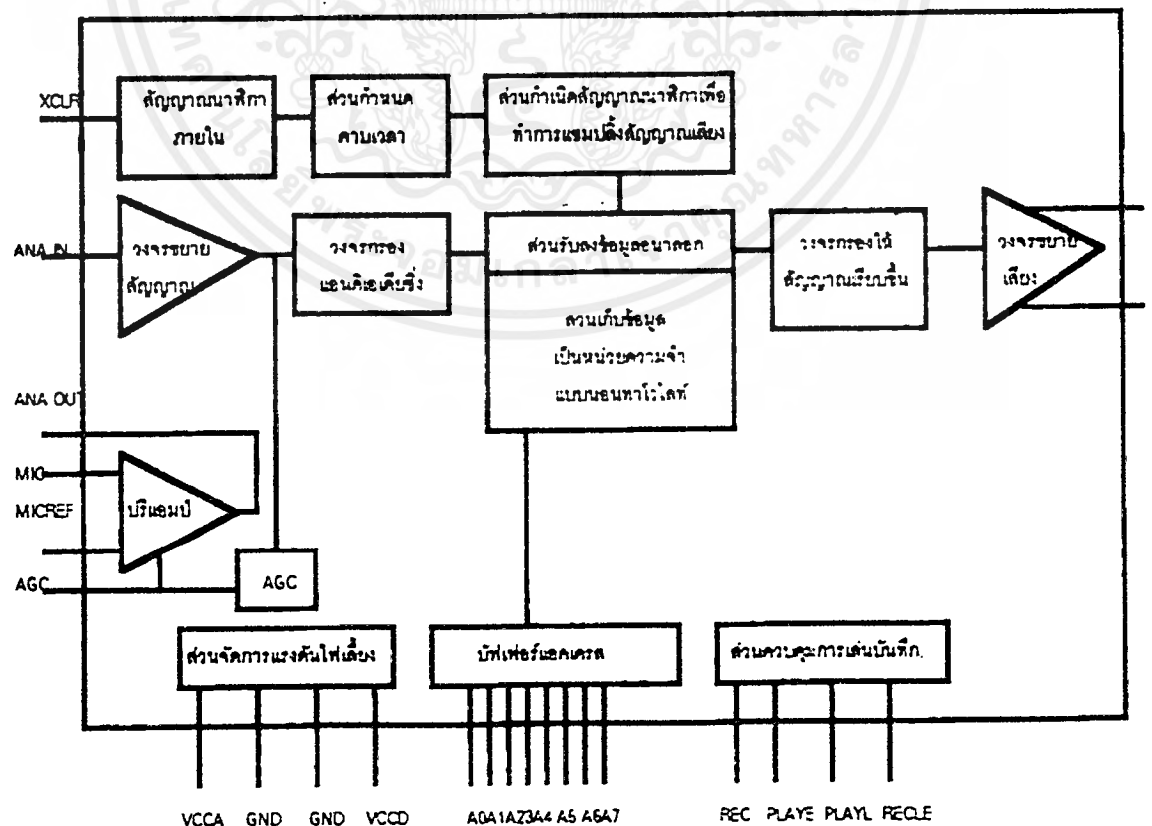


3.5 ส่วนการบันทึกเสียงดิจิทัล

3.5.1 บันทึกเสียงโดยไอซี ไอซี ISD 1420

เมื่อพูดถึงไอซีบันทึกเสียงในตระกูล ISD10XX แล้วเมื่อพิจารณาดูแล้วยังมีข้อเสียอยู่หลายประการดังนั้นจึงขอแนะนำอุปกรณ์บันทึกเสียงในตระกูลเดียวกันนี้ตัวใหม่คือ ISD1416 และ ISD1420 แต่ในโครงงานเครื่องบันทึกเสียงนี้เลือกใช้ ISD1420 ซึ่งไอซีเบอร์นี้สามารถบันทึกเสียงได้นานถึง 20 วินาทีคุณสมบัติต่างๆของไอซีทั้งสองกลุ่มนี้มีความคล้ายคลึงกันหลายประการเกือบเรียกได้ว่าเหมือนกันอย่างกับแกะแต่ ISD1420 ได้ปรับปรุงคุณสมบัติให้ดีขึ้น คือมีวงจรสำหรับควบคุมการทำงานให้มีความแน่นอนมากขึ้นและมีส่วนควบคุมให้กลับเข้าสู่โหมดสแตนด์บายหรือปิดตัวเองโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่

รูปที่ 3.2 เป็นบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในของ ISD1420 จะเห็นส่วนประกอบภายในว่ามันสามารถบันทึกสัญญาณเสียงไปเก็บไว้ได้อย่างไร สัญญาณอะนาล็อกที่ทำการบันทึกจะถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำขนาดความจุ 128,000 เซล การบันทึกไม่ได้ใช้หลักการทำงานแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (A/D) หรือ (D/A) แต่อย่างไรก็ตามสามารถบันทึกสัญญาณอนาล็อกไปเก็บไว้ในหน่วยความจำได้โดยตรงเลย โดยสัญญาณจะถูกเก็บอยู่ในรูปของแรงดันระดับต่างๆภายในเซลล์สัญญาณเอาต์พุตสามารถจะขับออกลำโพงขนาดเล็กได้โดยตรงหรือต่อเข้ากับวงจรขยายสัญญาณภายนอกก็ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 Block Diagram ภายใน ไอซี ISD 1420

3.5.2 หลักการทำงานของส่วนบันทึกเสียงดิจิทัล

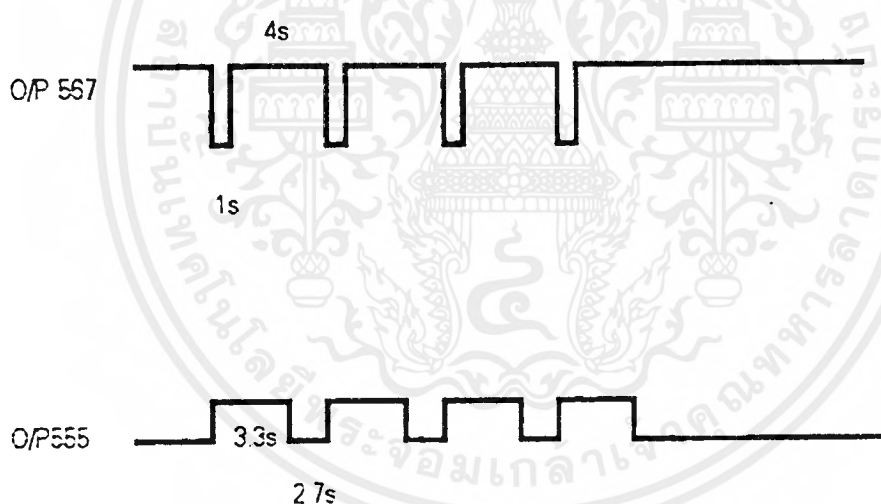
วงจรสมบูร์กของเครื่องบันทึกเสียงดิจิทัลแสดงดังรูปที่ 2 เป็นวงจรที่ใช้งานง่ายและใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น การทำงานเริ่มต้นโดยเมื่อจ่ายไฟเลี้ยงจากแบตเตอรี่ 9 โวลต์ ให้วงจร IC1 ก็พร้อมที่จะรับข้อมูลเพื่อทำการบันทึก โดยเมื่อสวิทช์ S2 ถูกกดให้ต่อวงจรทำให้ขาที่ควบคุมการบันทึก (REC) มีสถานะเป็น 0 ในขณะนี้จะเกิดการบันทึกเสียงเข้าไปใน IC1 โดยมีคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (MIC1) ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงและ R2 , R3 เป็นตัวจัดไบแอสให้กับไมค์ สัญญาณจะถูกคัปปลิ่งผ่าน C3 มาเข้าที่ขา 18 เพื่อทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น สัญญาณที่ผ่านการขยายโดยวงจรปรีแอมป์จะออกมาทางขา 21 ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อกเอาท์พุทและคัปปลิ่งผ่าน R7 และ C7 เข้าขา 20 ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณภายในไอซีเช่นกัน สัญญาณที่ถูกขยายจะถูกบันทึกลงในหน่วยความจำภายในไอซีที่ขา 25(RECLED) เป็นขาขับชุดแสดงสถานะขณะทำการบันทึกซึ่งแสดงผลโดย LED1 ที่ขา 19 มีตัวต้านทาน R8 และ C8 เป็นวงจรรักษาระดับสัญญาณการบันทึกให้คงที่หรือ AGC เพื่อให้สัญญาณของการบันทึกมีความเหมาะสมเมื่อเล่นกลับสัญญาณจะได้ไม่เกิดความผิดเพี้ยน

เมื่อทำการบันทึกไปจนครบเวลาที่กำหนดไว้คือ 20 วินาทีวงจรบันทึกจะหยุดทำงานทันทีหากต้องการเล่นกลับก็ต้องควบคุมที่ขา 23 (PLAY) ด้วยระดับลอจิก 0 โดยการกด S1 กระบวนการเล่นกลับก็จะทำงานขึ้นภายในตัวไอซีและให้สัญญาณเอาท์พุทออกมาที่ขา 14 ถึงแม้ว่าเอาท์พุทนี้จะสามารถขับลำโพงเล็กๆได้โดยตรง แต่อาจมีระดับความดังของเสียงค่อยๆ ดังขึ้นจึงเพิ่มภาคขยายสัญญาณเสียงเข้าไปอีก โดยสัญญาณจะถูกคัปปลิ่งผ่าน R6 และ C6 มาเข้าโวลุ่ม VR1 สัญญาณจะถูกส่งเข้าขา 3 ของ IC2 เบอร์ LM386 ซึ่งเป็นไอซีขยายเสียงที่รู้จักกันดี สัญญาณที่ผ่านการขยายแล้วจะออกมาทางขา 5 ของ IC2 ผ่าน C11 ขับออกสู่ลำโพง SPK โดยมี C10 และ R9 ทำหน้าที่ชดเชยวงจรย่านความถี่สูงและป้องกันการออสซิลเลตทางเอาท์พุทของวงจรขยาย

แรงดันไฟเลี้ยงได้จากแบตเตอรี่ 9 โวลต์ จึงแรงดันนี้สามารถจ่ายให้กับ IC2 ได้โดยตรง แต่สำหรับ IC1 ต้องการแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ จึงต้องเพิ่มชุดเรกูเลเตอร์ IC3 เพื่อควบคุมแรงดันให้คงที่ โดยมี D1 เป็นตัวป้องกันการต่อแบตเตอรี่ผิดขั้ว

3.6 ส่วนการ Detect เมื่อมีผู้รับสายปลายทาง

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจจับว่าปลายทางมีผู้รับสายก็จะไปกระตุ้นให้ส่วนบันทึกเสียงพูดส่งสัญญาณไปยังปลายทาง โดยอาศัย IC 567 ซึ่งเป็น IC PLL (Phase Lock Loop) เป็นตัวตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone ซึ่งจะมีสัญญาณ ON ประมาณ 1 s ความถี่ประมาณ 425 Hz ปกติ O/P IC 567 ให้ Logic "1" แต่เมื่อ I/P เป็น 425 Hz จาก Ring Back Tone ก็จะทำให้ O/P IC 567 เป็น Logic "0" โดยความถี่ 425 Hz ได้จากสูตร $f = 1 / \{ (VR) * C4 \}$ โดย $C4 = 2.2 \mu F$ เราปรับค่า VR ให้ f ใกล้เคียงกับ 425 Hz เพื่อจะได้ Detect ให้ O/P เป็น Logic "0" เมื่อ O/P ของ IC 567 เปลี่ยน Logic จาก "0" เป็น "1" เกิดการทำงานขอบขาลง เป็นผลให้ IC 555 ซึ่งออกแบบเป็นวงจรโมโนสเตเบิล ให้ O/P เป็น Logic "1" เป็นเวลาประมาณ 3.3 s โดยใช้สูตร $T = 1.1 * R * C$ ซึ่งเราใช้ $R = 30 k$, $C = 100 \mu F$ ทำให้ได้ $T = 3.3 s$ ซึ่งสัญญาณ O/P ของ IC 567 และ IC 555 จะเป็นไปตามสัญญาณ Ring Back Tone ที่ได้รับมา โดย รูปที่ 3.3 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลง O/P ของ IC 567 และ IC 555 ตามช่วงเวลาต่างๆ



รูปที่ 3.3 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลง O/P ของ IC 567 และ IC 555 ตามช่วงเวลาต่างๆ

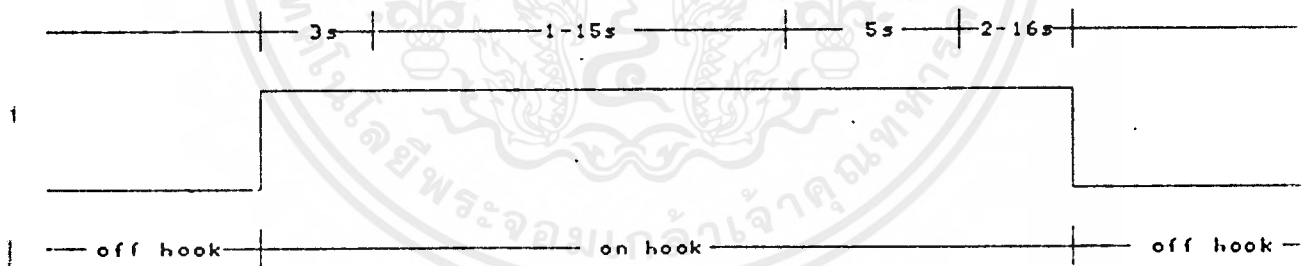
สัญญาณ O/P ของ IC 555 จะนำไปกระตุ้นให้วงจรบันทึกเสียงพูดทำงานโดยนำ O/P ของ IC 555 ป้อนที่ขา 23 ของ IC ISD 1420 ซึ่งขา 23 นี้ เป็นขา PLAY ของวงจร บันทึกเสียงพูดจะทำงานให้เสียงพูดตามที่เรaban tik ไว้เมื่อ ขา 23 มี Logic "0" จาก รูปที่ 3.3 จะเห็นว่าในช่วงที่มีสัญญาณ

Ring Back Tone จะมีการ PLAY ประมาณ 2.7 s แต่ก็ไม่เป็นผลเสียอะไรเพราะเมื่อ ซา 23 ได้ Logic “1” ก็จะมีค่าเหมือนให้สวิทช์ PLAY มีสถานะ เป็น “OFF” แต่ เมื่อซา 23 ได้ Logic “0” ก็จะมีค่าเหมือนให้สวิทช์ PLAY มีสถานะ เป็น “ON” ซึ่งเมื่อสวิทช์ PLAY อยู่สถานะ “ON” ก็จะเริ่มเล่นใหม่ทุกครั้ง เมื่อมีผู้รับสายปลายทางก็จะไม่มี สัญญาณ Ring Back Tone กลับมา ก็จะเป็นผลให้ O/P IC 555 เป็น Logic “0” เป็นผลให้สวิทช์ PLAY อยู่สถานะ “ON” ตลอด ให้เสียงพูดที่เราบันทึกไว้แก่ผู้รับสายปลายทาง

3.7 ส่วนชุดเรียกซ้ำ

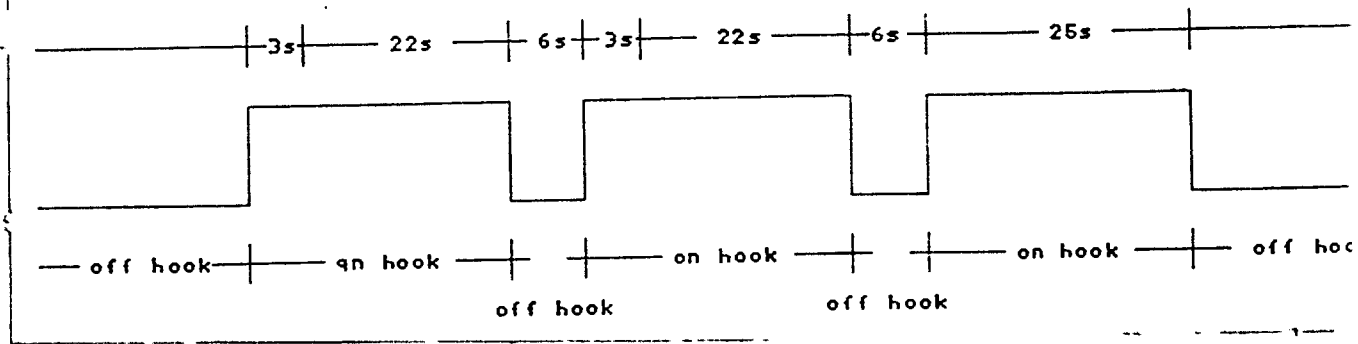
ดังที่กล่าวเอาไว้ข้างต้นเมื่อส่วนเซนเซอร์สามารถตรวจจับขโมยตามจุดต่างๆที่เราดักเอาไว้ก็จะส่งสัญญาณไปทำให้เครื่องโทรศัพท์เตือนภัยทำการยกหูโทรศัพท์เป็นเวลา 25 วินาทีแล้ววางหูโทรศัพท์จากกล่าวได้ว่าการทำงาน 1 รอบของเครื่องโทรศัพท์เตือนภัยใช้เวลา 25 วินาที

ในกรณีปกติ (มีผู้รับสาย) ขณะที่ยกหูเป็นระยะเวลา 25 วินาทีจะประกอบไปด้วยการทำงานหลายๆส่วนดังนี้ เรียกไปยังเลขหมายปลายทาง 3 วินาที , รอผู้รับสายปลายทางรับโทรศัพท์ไม่เกิน 15 วินาที , ส่งเสียงพูดที่อัดไว้ประมาณ 5 วินาที , ยกหูค้างอีกประมาณไม่กี่ วินาที จากนั้นก็วางหูโทรศัพท์รวมทั้งหมดประมาณ 25 วินาที เป็นอันจบการทำงาน การทำงานในกรณีนี้แสดงดังรูปที่ 3.4

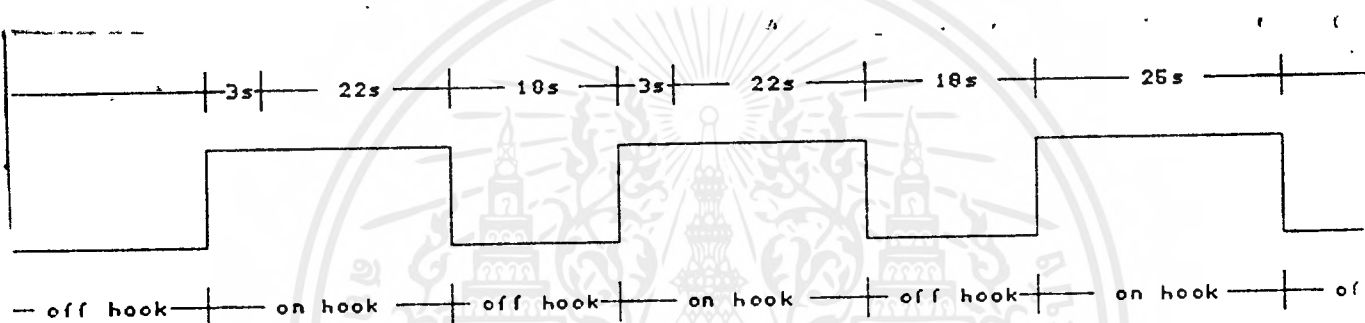


รูปที่ 3.4 แสดงสภาวะการทำงานของโทรศัพท์เตือนภัย

เมื่อมีผู้รับสายภายใน 15 วินาที



รูปที่ 3.5 แสดงสถานะการทำงานของโทรศัพท์เตือนภัย
เมื่อสายปลายทางไม่ว่าง



รูปที่ 3.6 แสดงสถานะการทำงานของโทรศัพท์เตือนภัย
เมื่อไม่มีผู้รับสายหรือรับสายเกิน 15 วินาที

ส่วนกรณีสายไม่ว่าง ขณะยกหูโทรศัพท์ภายในเวลา 25 วินาทีประกอบไปด้วยการทำงานที่ต่างกันออกไป จากตอนแรกกล่าวคือจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆดังนี้คือ เรียกไปยังเลขหมายปลายทาง 3 วินาที , รับสัญญาณ BUSY TONE เป็นเวลา 22 วินาที จากนั้นก็วางหูโทรศัพท์ หลังจากวางหูโทรศัพท์ประมาณ 6 วินาที ก็จะมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาใหม่และจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีผู้รับสายปลายทางถ้ามีผู้รับสายปลายทางการทำงานก็จะเดินไปตามที่กล่าวไว้ข้างต้น การทำงานในกรณีสายไม่ว่างแสดงดังรูปที่ 3.5

ส่วนกรณีไม่มีผู้รับโทรศัพท์ ขณะยกหูโทรศัพท์ภายในเวลา 25 วินาทีประกอบไปด้วยการทำงานดังนี้คือ เรียกไปยังเลขหมายปลายทาง 3 วินาที , รับสัญญาณ RING BACK TONE เป็นเวลา 22 วินาที จากนั้นก็วางหูโทรศัพท์ หลังจากวางหูโทรศัพท์ประมาณ 18 วินาที ก็จะมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาใหม่และจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีผู้รับสายปลายทางถ้ามีผู้รับสายปลายทางการทำงานจะเป็นตามกรณีที่พักติดตั้งที่กล่าวไว้แล้ว การทำงานในกรณีไม่มีผู้รับโทรศัพท์แสดงดังรูปที่ 3.6

หลักการการทำงานของวงจรชุดเรียกซ้ำ

จากวงจรชุดเรียกซ้ำ ในกรณีที่สายปลายทางไม่ว่าง BUSY TONE จะเข้ามาที่ขา 3 ของ IC567ซึ่งทำการดีเทคสัญญาณ BUSY TONE ให้ได้เป็นสัญญาณพัลส์ออกมาที่ขา 8 สัญญาณพัลส์ที่ได้นี้จะถูกป้อนเข้าไปที่ขา clock ของ flip flop ทั้ง 4 ตัวเมื่อมีพัลส์เข้ามาครบสี่ลูกกินเวลาประมาณ 3 วินาที จะทำให้ output ของ flip flop ตัวที่ 4 เปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 0 ซึ่งจะถูกนำไปป้อนเป็น input ของ IC555 ทำให้ output ของ IC555 เปลี่ยนสถานะจาก 0 เป็น 1 เป็นระยะเวลาประมาณ 25 วินาที ซึ่งจะส่งผลทำให้ output ของ or gate เปลี่ยนสถานะจาก 0 เป็น 1 ตามไปด้วยจนกระทั่งครบเวลา 25 วินาที output ของ or gate จะเปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 0 (ขอบขาด) ซึ่งก่อนหน้าที่จะถึงจุดนี้ประมาณ 6 วินาทีเครื่องโทรศัพท์จะนอนกัยอยู่ในสถานะวางหูมาตลอดก็จะเปลี่ยนไปอยู่ในสถานะยกหูทันทีไปอีกประมาณ 25 วินาทีเนื่องจากได้รับสัญญาณขอบขาดที่มาจาก output ของ or gate (สัญญาณขอบขาดที่มาจาก output ของ or gate จะเป็นตัวสั่งให้เครื่องโทรศัพท์จะนอนกัยอยู่ในสถานะยกหู แต่ถ้าอยู่ในสถานะยกหูอยู่แล้วก็จะไม่เกิดอะไรขึ้น) และการทำงานจะวนรอบเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีผู้รับสาย ส่วนชุดเรียกซ้ำจึงจะหยุดทำงาน

จากวงจรชุดเรียกซ้ำ ส่วนในกรณีที่สายปลายทางไม่มีผู้รับสาย RING BACK TONE จะเข้ามาที่ขา 3 ของ IC567ซึ่งทำการดีเทคสัญญาณ RING BACK TONE ให้ได้เป็นสัญญาณพัลส์ออกมาที่ขา 8 สัญญาณพัลส์ที่ได้นี้จะถูกป้อนเข้าไปที่ขา clock ของ flip flop ทั้ง 4 ตัว เมื่อมีพัลส์เข้ามาครบสี่ลูกกินเวลาประมาณ 20 วินาทีจะทำให้ output ของ flip flop ตัวที่ 4 เปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 0 ซึ่งจะถูกนำไป

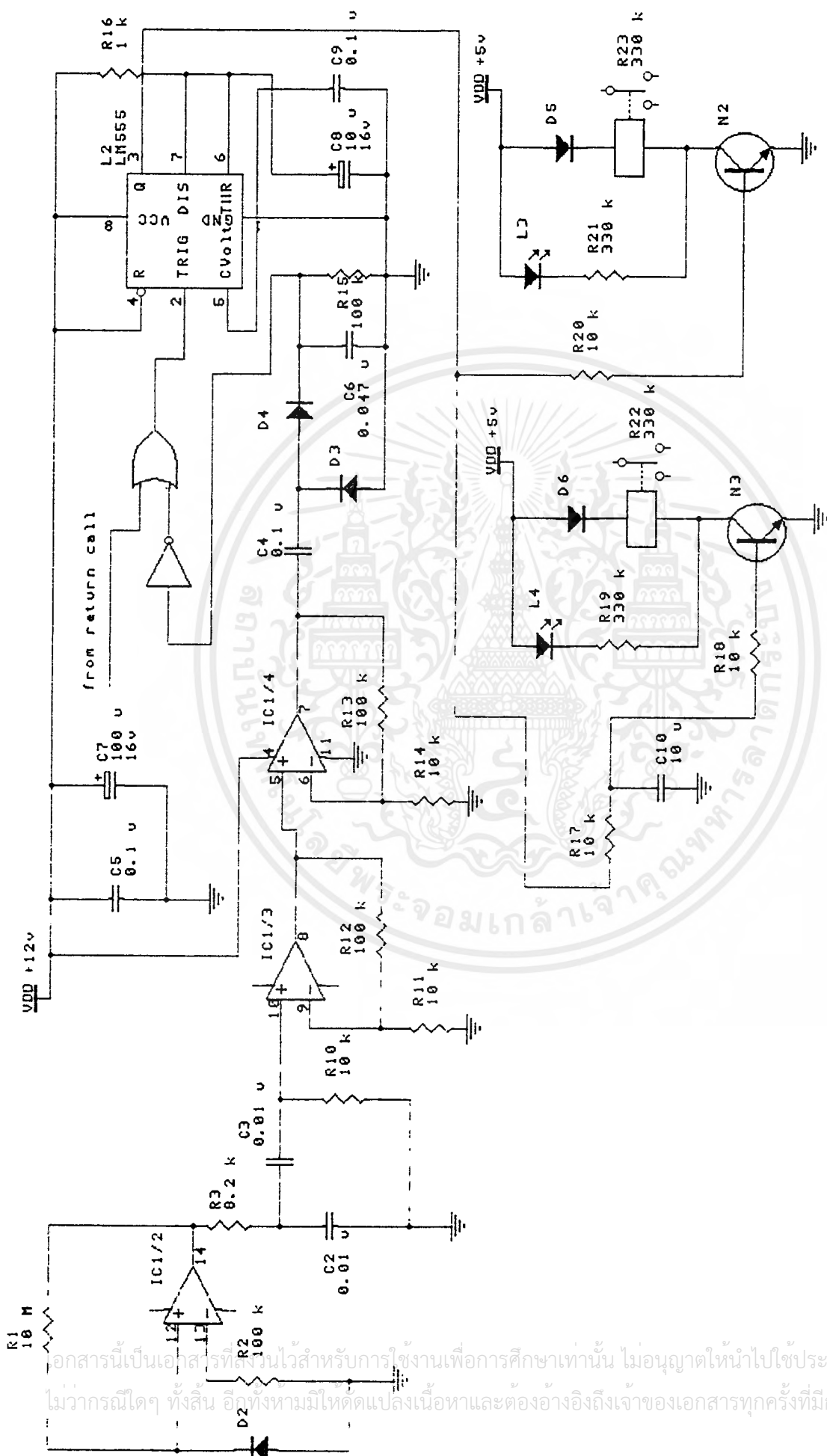
ป้อนเป็น input ของ IC555 ทำให้ output ของ IC555 เปลี่ยนสถานะจาก 0 เป็น 1 เป็นระยะเวลาประมาณ 25 วินาที ซึ่งจะส่งผลทำให้ output ของ or gate เปลี่ยนสถานะจาก 0 เป็น 1 ตามไปด้วยจนกระทั่งครบเวลา 25 วินาที output ของ or gate จะเปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 0 (ขอบขาว) ซึ่งก่อนหน้านี้ที่จะถึงจุดนี้ประมาณ 18 วินาทีที่เครื่องโทรศัพท์เตือนภัยอยู่ในสถานะวางหูมาตลอดก็จะเป็นไปอยู่ในสถานะยกหูทันทีไปอีกประมาณ 25 วินาทีเนื่องจากได้รับสัญญาณขอบขาวที่มาจาก output ของ or gate และและการทำงานจะวนรอบเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีผู้รับสาย ส่วนชุดเสียงร่ำก็จะหยุดทำงาน



3.8 หลักการทำงานของวงจรโทรศัพท์เตือนภัย

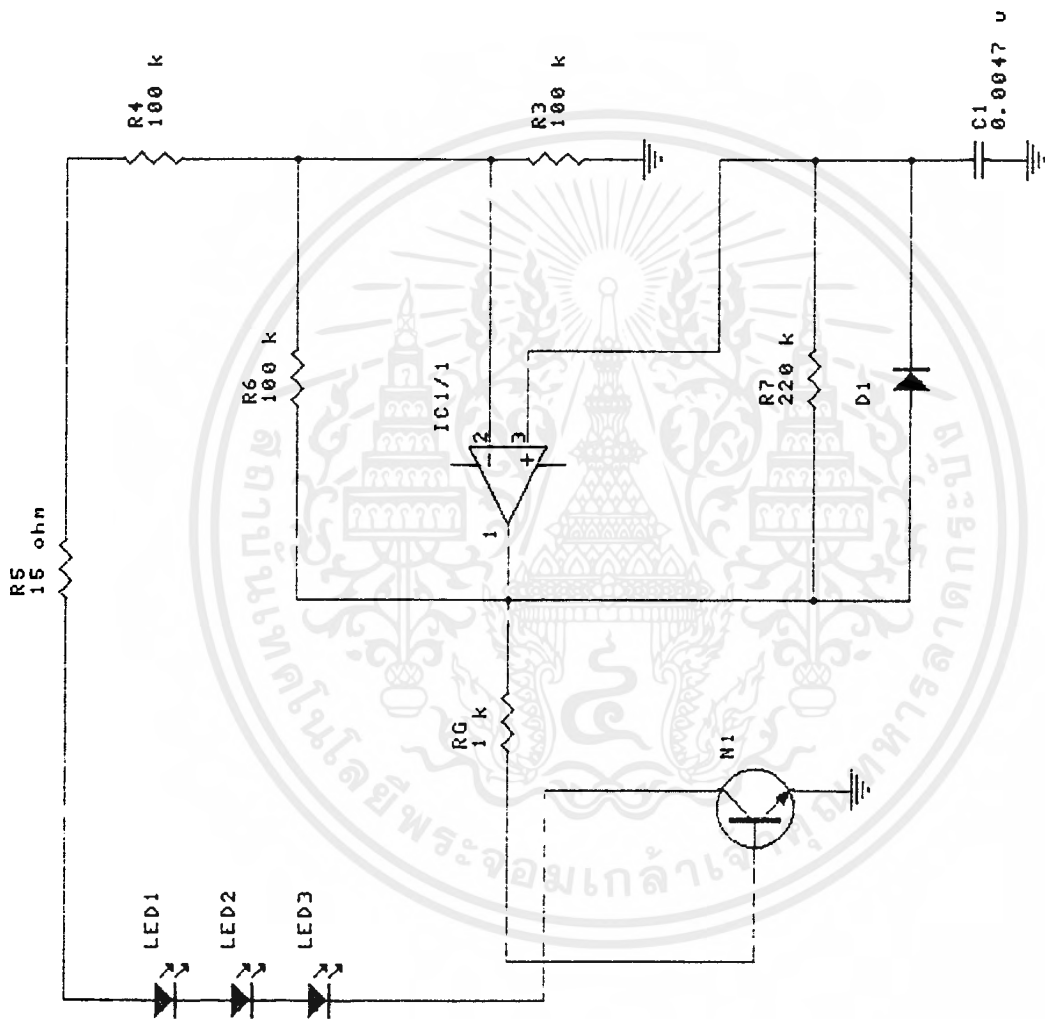
เซนเซอร์จะติดตั้งไว้ตามตำแหน่งที่คาดว่าจะมีผู้บุกรุกเข้ามาเช่นตามตำแหน่ง หน้าต่างบ้านและตามประตู ขณะปกติหรือกล่าวคือไม่มีสิ่งกีดขวางมาบังลำแสงอินฟราเรดดังนั้นแสงอินฟราเรดที่ถูกสร้างจากฝั่งส่งสามารถส่งผ่านไปยังฝั่งรับได้ แสงที่รับได้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า แต่สัญญาณไฟฟ้าที่รับได้ยังมีค่าน้อยมากจึงต้องนำมาขยายโดยใช้ IC1/2 ซึ่งมีกำลังขยายสูงมากต่อนั้นก็นำสัญญาณที่ได้ไปผ่านแบนพาสฟิวเตอร์เพื่อกรองเอาสัญญาณที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ซึ่งสัญญาณพวกนี้อาจปะปนเข้ามาได้เช่นแสงอื่นๆที่ไม่ต้องการ สัญญาณที่ผ่านฟิวเตอร์จะถูกขยายอีกครั้งโดยใช้ IC1/3 และ IC1/4 ตามลำดับ สัญญาณสุดท้ายที่ได้รับจะเป็นสัญญาณพัลส์ที่มีค่า 0 และประมาณ 10 โวลต์ สัญญาณนี้จะถูกแปลงให้เป็นไฟตรงเพื่อป้อนให้กับขา 2 ของ IC 555 ซึ่งจะส่งผลให้เอาท์พุทที่ขา 3 ของ IC 555 มีค่าแรงดันต่ำดังนั้นรีเลย์ที่ต่อไว้จึงไม่ทำงาน สำหรับกรณีที่ผู้บุกรุกเข้ามาตรงตำแหน่งที่เราติดตั้งเซนเซอร์ไว้ ผลที่ตามมาคือลำแสงอินฟราเรดจะถูกสิ่งกีดขวางมาบัง ดังนั้นอินฟราเรดที่ถูกสร้างจากฝั่งส่งไม่สามารถส่งผ่านไปยังฝั่งรับได้ นั่นคือสัญญาณที่อินฟราเรดตัวรับจะมีค่าแรงดันเป็นศูนย์โวลต์ จะทำให้ C6 คายประจุผ่าน R15 อย่างรวดเร็วส่งผลทำให้แรงดันที่ขา 2 ของ IC 555 มีค่าเพียง 1/3 ของแรงดันจากแหล่งจ่ายเป็นเหตุให้เอาท์พุทที่ขา 3 ของ IC 555 (ถูกต่อไว้ให้ทำงานแบบโมโนสเตเบิลมัลติไวเบเรเตอร์) มีค่าแรงดันสูงเป็นเวลาประมาณ 30 วินาที (ซึ่งค่านี้เราสามารถกำหนดได้โดยเปลี่ยนค่า R16 และ C8) ในทำนองเดียวกันรีเลย์ RY1 ก็ะทำงานประมาณประมาณ 30 วินาที เอาท์พุทของ IC 555 ยังถูกแยกออกมาจ่ายให้กับรีเลย์ RY2 โดยผ่าน R27 และ C20 ที่ต่อในลักษณะวงจรหน่วงเวลาและต่อเข้ากับทรานซิสเตอร์ Q7 การทำงานเหมือนจับทรานซิสเตอร์ Q6 ต่อเข้ากับรีเลย์ RY2 มีคอนแทคทั้งหมด 1 คอนแทคทำหน้าที่ในการกดสวิทช์รีโมต ให้นักวงจรเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ

เมื่อรีเลย์ RY1 ทำงานก็จะเหมือนกับการยกหูโทรศัพท์คู่สายโทรศัพท์ก็จะมีการเสาสื่อ เมื่อชุมสายโทรศัพท์รับรู้ถึงการยกหูก็ส่งสัญญาณไดอัลโทนมาให้กับชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ เมื่อได้รับไดอัลโทนจากชุมสายโทรศัพท์และ RY2 จะทำงานคือ คอนแทคจะต่อหลังจาก RY1 ทำงานเมื่อคอนแทคต่อก็เปรียบเสมือนกับเป็นการกดสวิทช์รีโมต ที่ต่อระหว่างขา 4 และ 18 ไว้ซึ่งหากถึงกัน ก็จะทำให้วงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติทำการเรียกไปยังเบอร์ที่เรา Memory เอาไว้ จะมีสว่าไว้ในรายละเอียดของวงจรชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ เมื่อปลายทางมีผู้รับสาย ส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทางก็จะกระตุ้นให้ ส่วนบันทึกเสียงระบบดิจิตอล ส่งสัญญาณเสียงพูดที่เราบันทึกไว้ไปยังปลายทาง ส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทางนี้มี กลาวรายละเอียดในหัวข้อ 3.6 ส่วนบันทึกเสียงอัตโนมัติระบบดิจิตอล นั้นอาศัย IC ISD 1420 เป็นตัวหลักที่ใช้ในการบันทึกและทำการเล่น ซึ่งหลักการทำงานมีกล่าวรายละเอียดใน หัวข้อ 3.5 แต่ถ้าปลายทางสายไม่ว่างหรือไม่มีผู้รับสาย ส่วนชุดเรียกซ้ำก็ทำงานเรียกซ้ำไปเรื่อยๆ โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการแรกคือยกหูโทรศัพท์ เรียกไปยังเลขหมายปลายทาง จนกว่าจะมีผู้รับสาย รายละเอียดของส่วนชุดเรียกซ้ำมีกล่าวในหัวข้อ 3.7



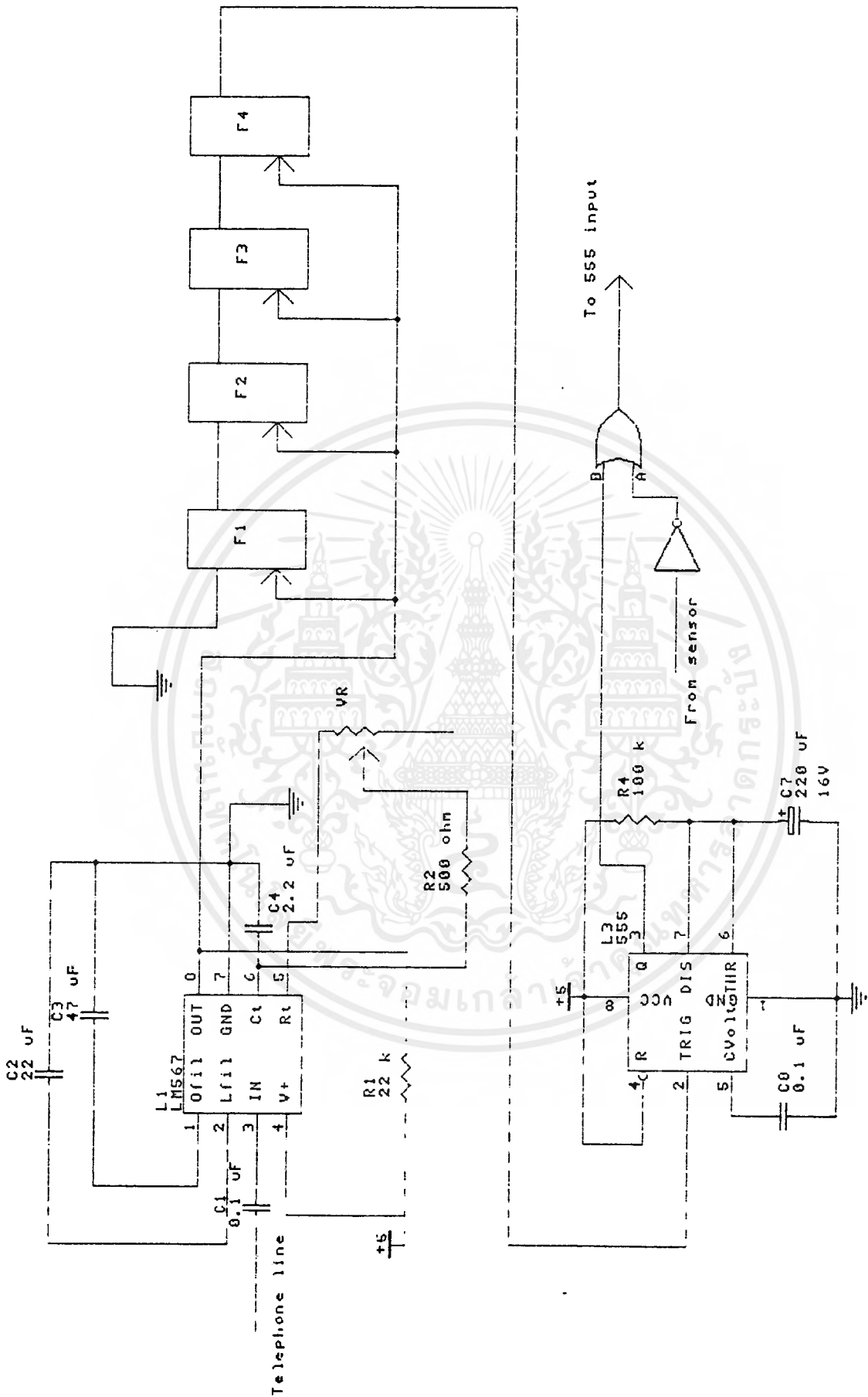
รูปที่ 3.7 วงจรตรวจจับอินฟราเรดภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



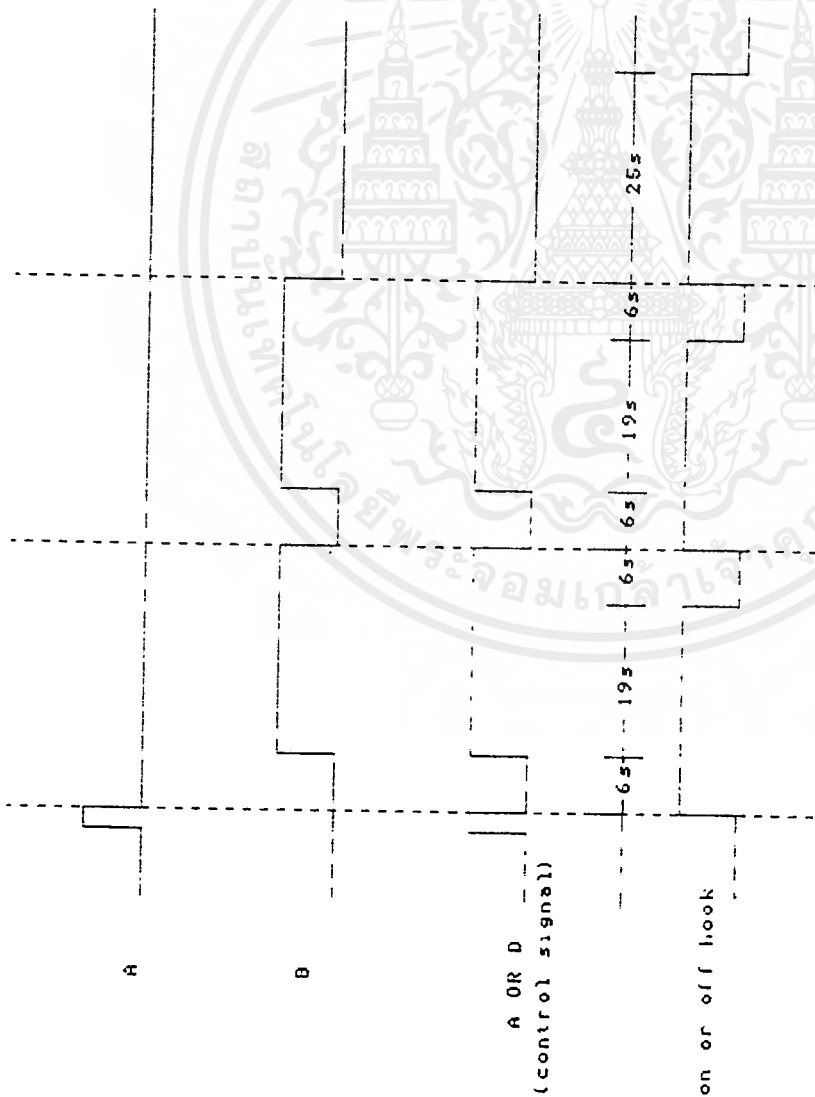
รูปที่ 3.8 วงจรตรวจจับอินฟราเรดภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

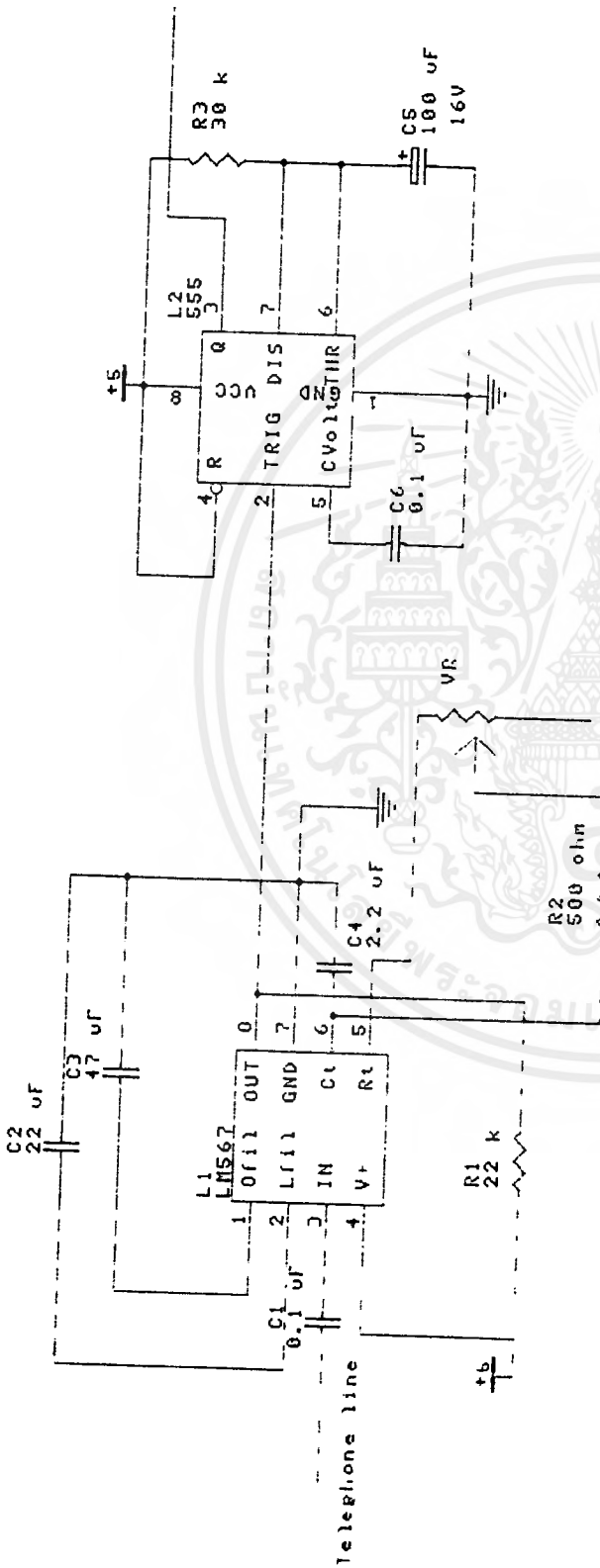


รูปที่ 3.9 วงจรชุดเรียกน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

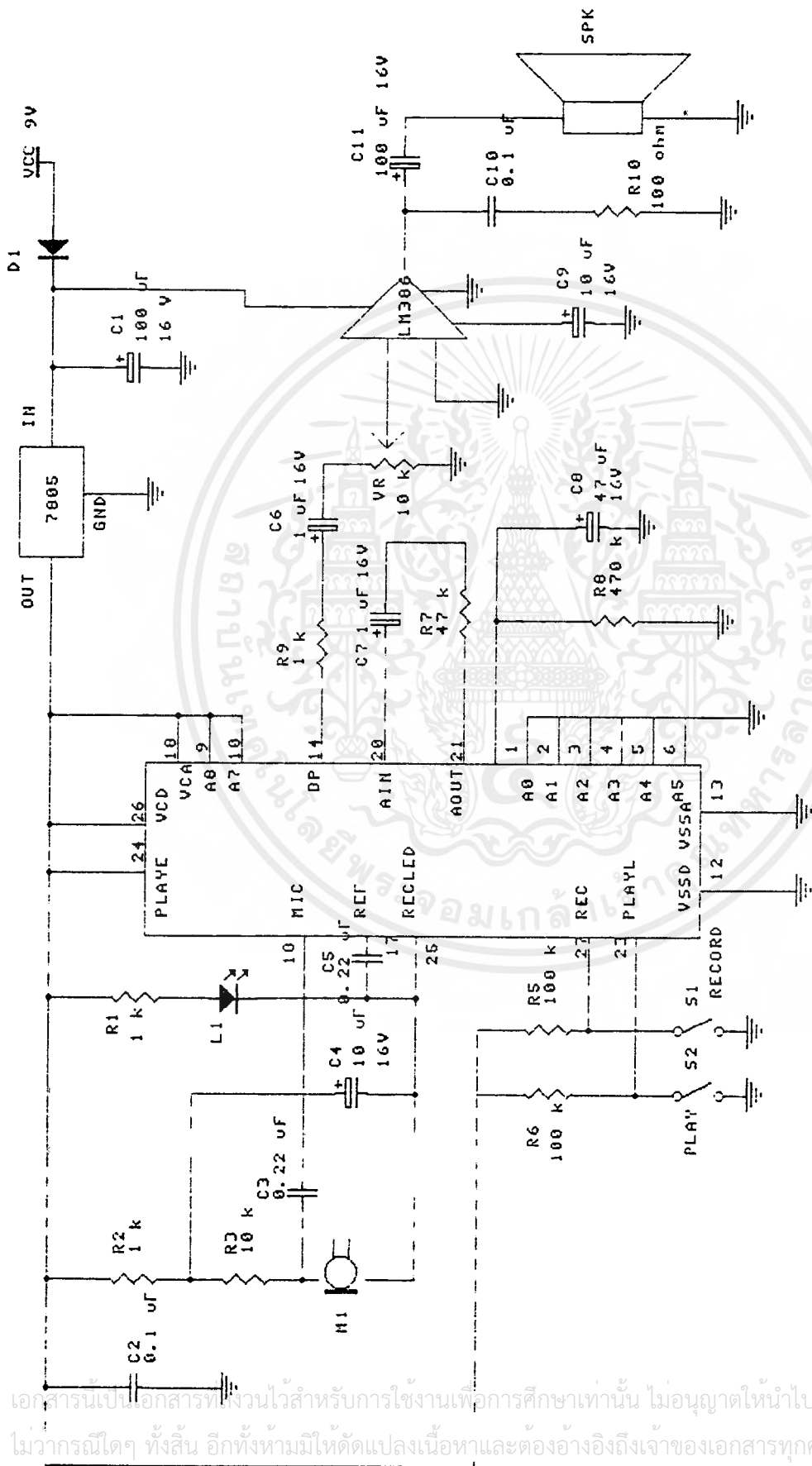


รูปที่ 3.10 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ control signal กับสถานะการทำงานของโทรศัพท์เตือนภัย
กรณีสายไม่ว่าง

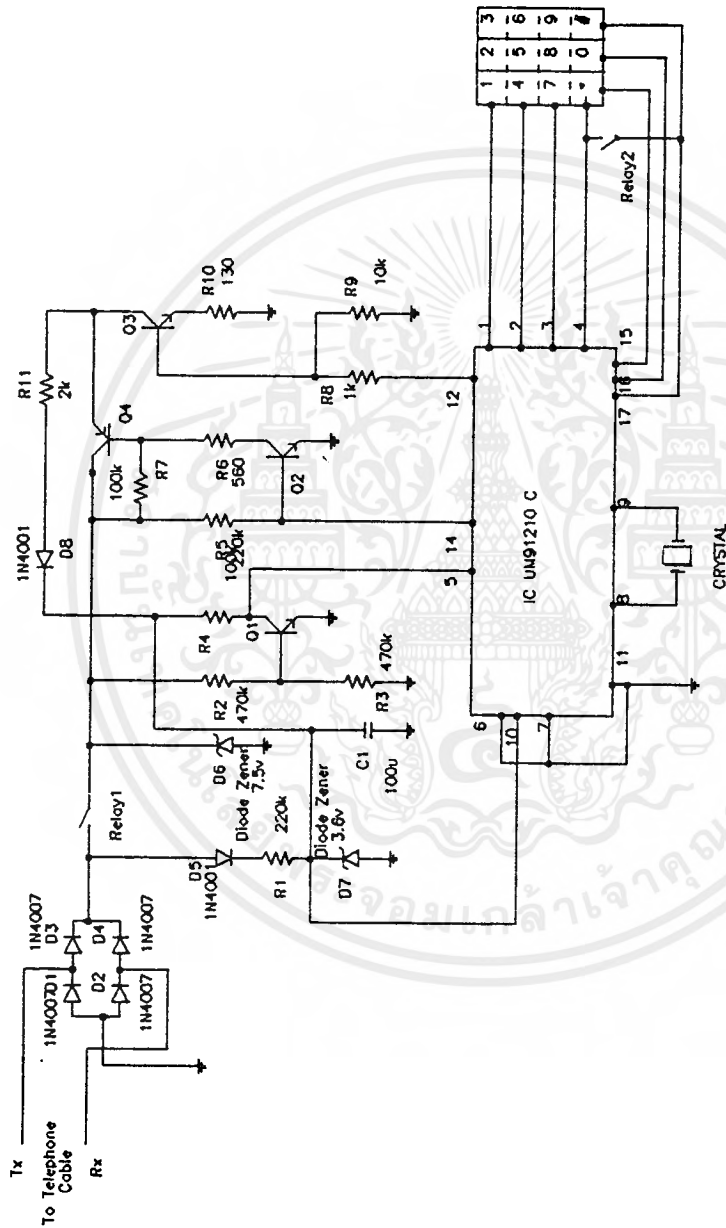


รูปที่ 3.11 วงจร detect เมื่อมีผู้รับสายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 วงจรบันทึกเสียงชนิดไมโครระบบดิจิทัล



รูปที่ 3.13 วงจรชุดเรขาคณิต

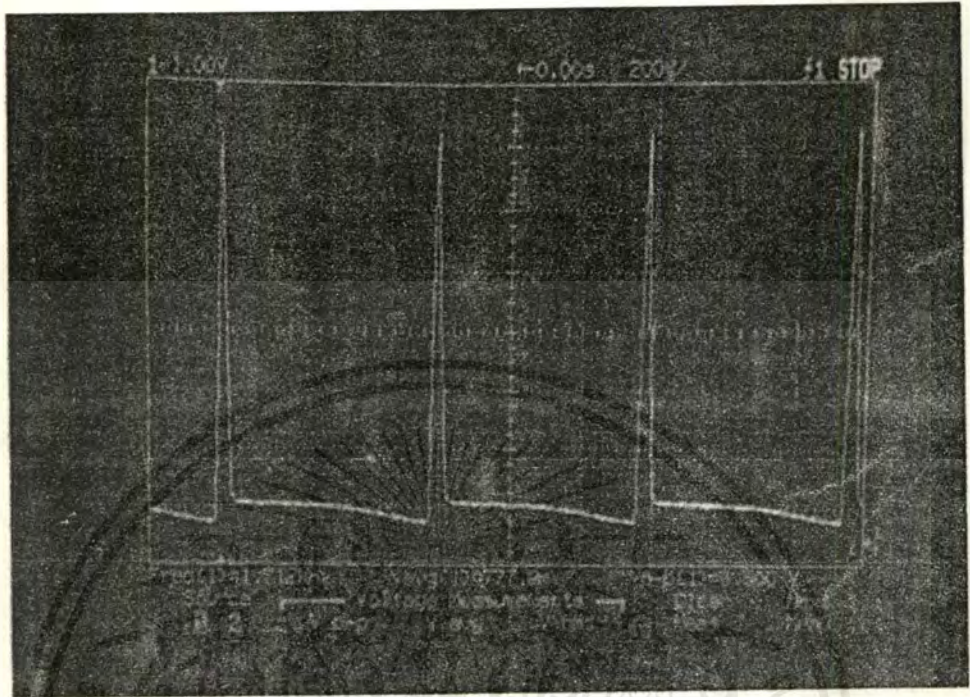
MicroSim Corporation
20 Fairbanks
Irvine, CA 92718
714-770-3022

Page Size: A4

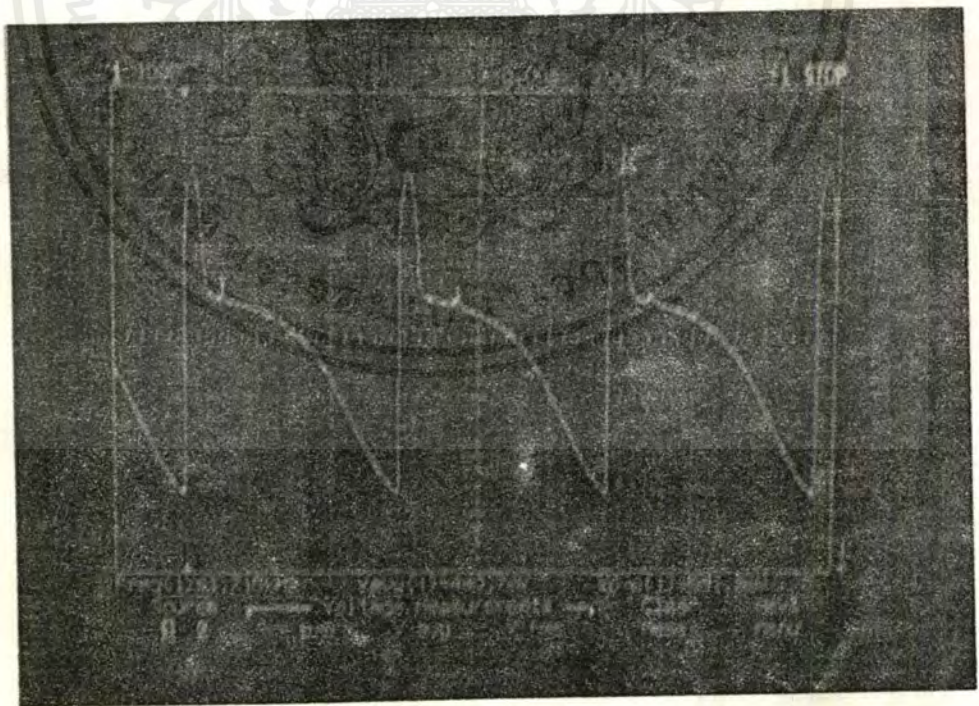
Revision: - January 1, 2008 Page 1 of 1

บทที่ 4

ผลการทดลอง

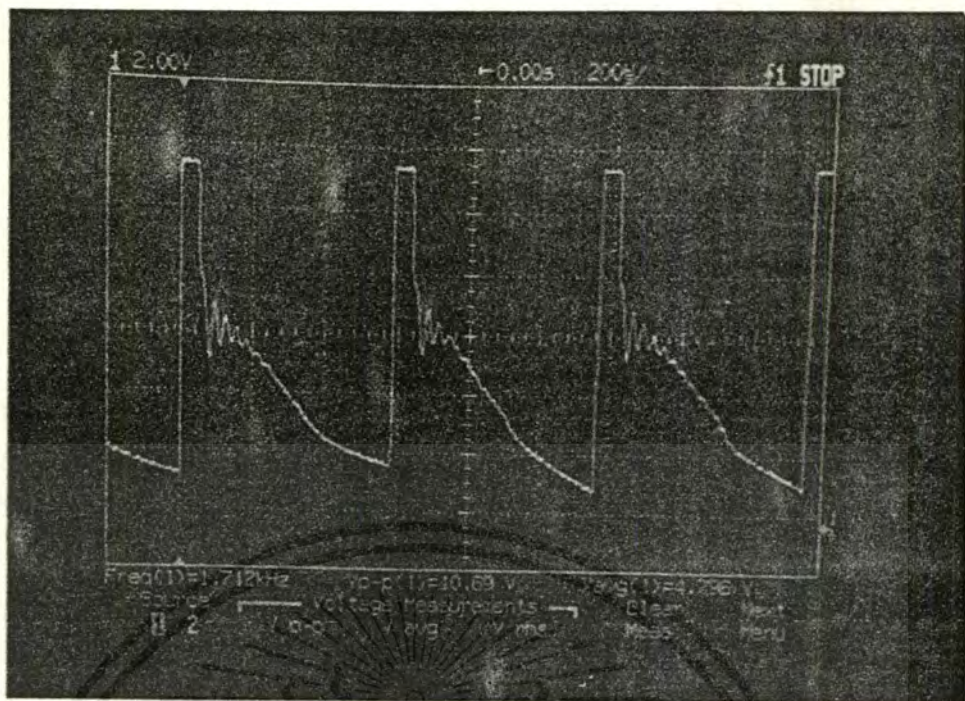


รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะสัญญาณจิกบวกที่มีช่วงแคบๆ
วัดที่ขา 1 ของ IC 1/1

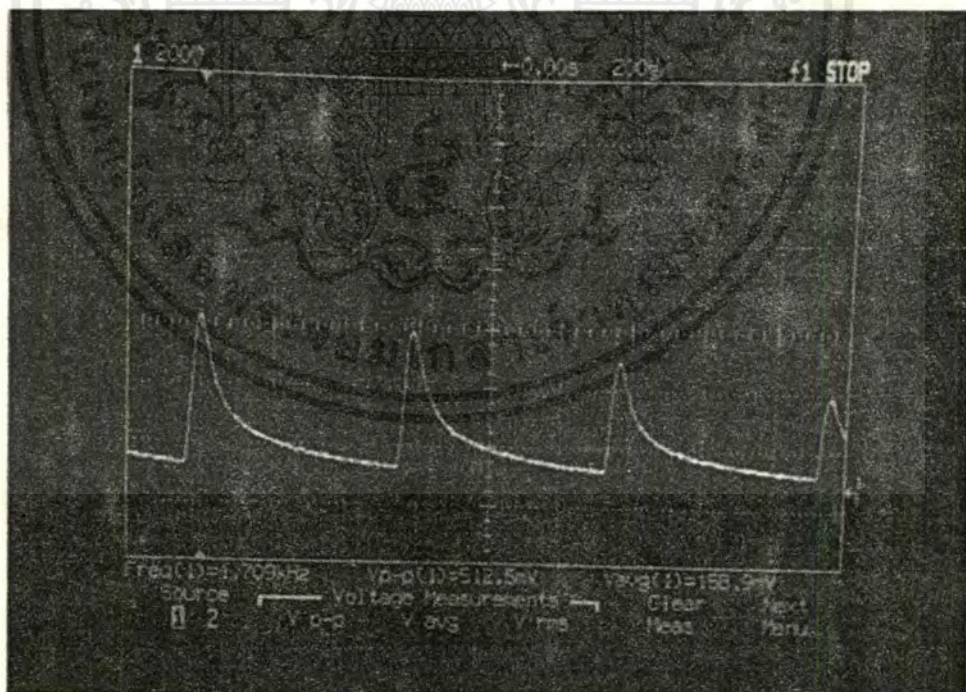


รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะสัญญาณที่บ่อนเข้าไปยังทรานซิสเตอร์ Q1
วัดที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

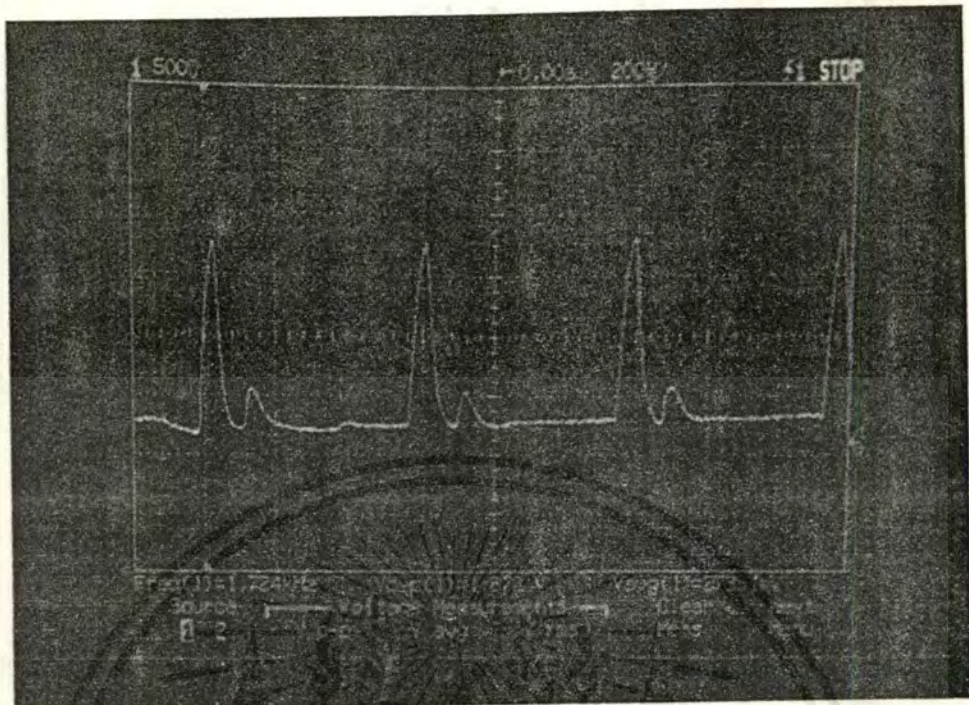


รูปที่ 43 แสดงลักษณะสัญญาณส่งออกไปยังฝั่งรับ
วัดคร่อมไดโอดตัวส่งทั้ง 3 ตัว

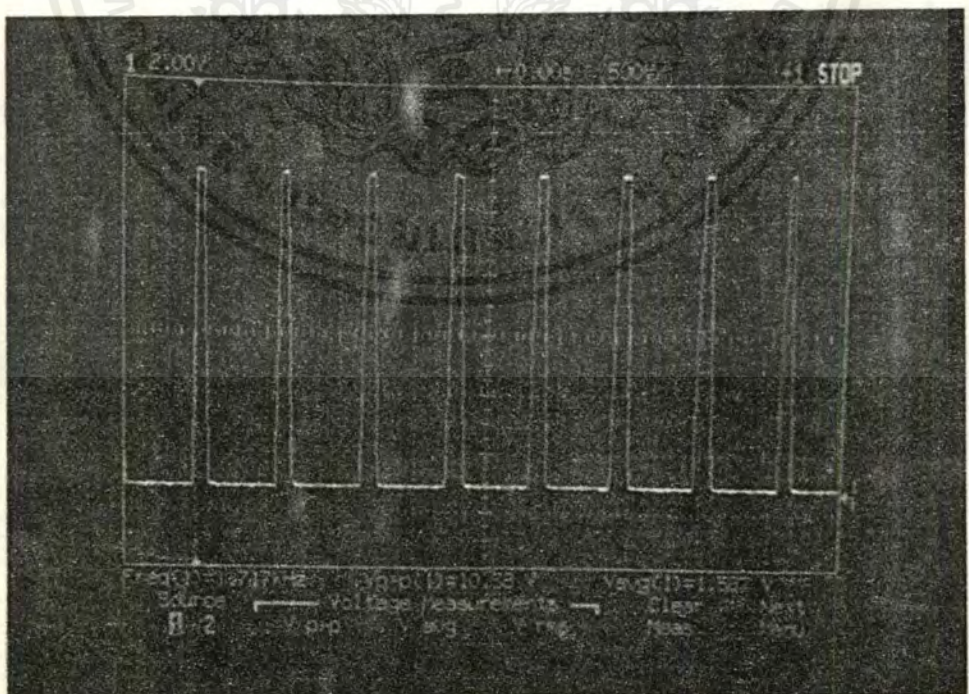


รูปที่ 44 แสดงลักษณะสัญญาณที่รับได้และถูกขยายครั้งที่ 1 โดย IC 1/2
วัดที่ขา 14 ของ IC 1/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

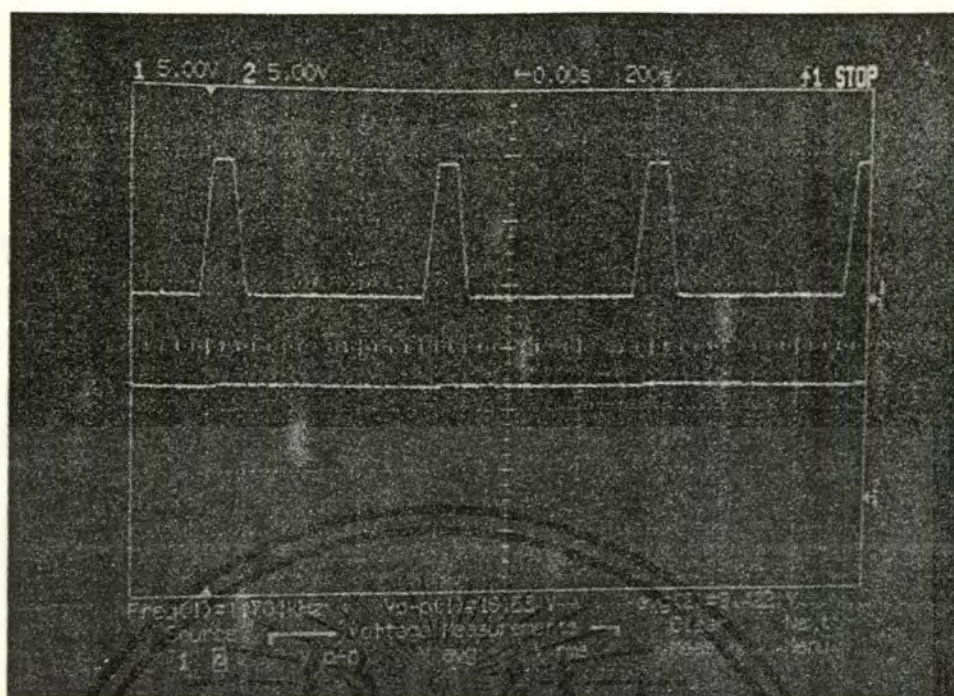


รูปที่ 45 แสดงลักษณะสัญญาณที่ผ่านฟิวเตอร์และถูกขยายครั้งที่ 2 โดย IC 1/3
วัดที่ขา 8 ของ IC 1/3



รูปที่ 46 แสดงลักษณะสัญญาณที่ถูกขยายครั้งที่ 3 โดย IC 1/4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

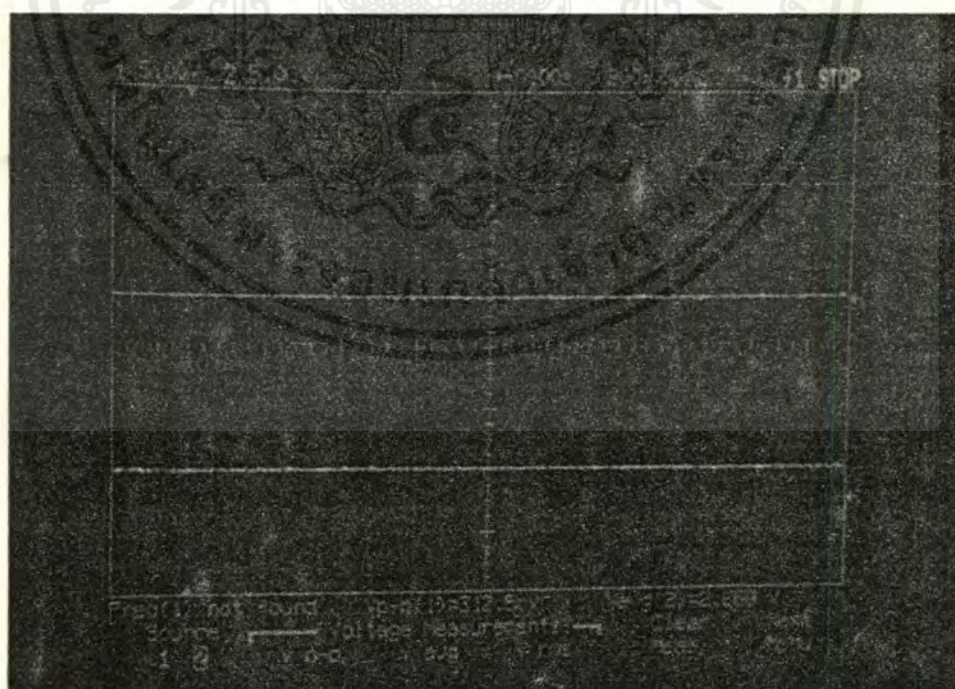


รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณที่ได้รับกับสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้าไปยัง IC 555

ขณะที่ไม่มีสิ่งกีดขวางมาบังลำแสงอินฟราเรด

Ch 1 แสดงสัญญาณที่รับได้วัดที่ขา 7 ของ IC 1/4

Ch 2 แสดงสัญญาณอินพุตของ IC 555 วัดที่ขา 2 ของ IC 555



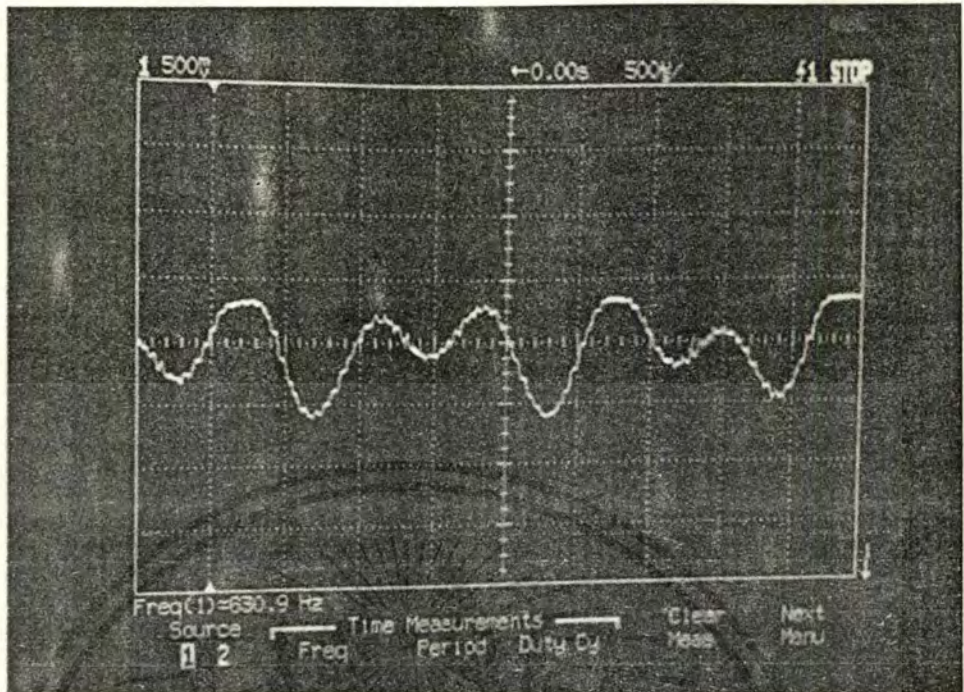
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณที่ได้รับกับสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้าไปยัง IC 555

ขณะที่มีสิ่งกีดขวางมาบังลำแสงอินฟราเรด

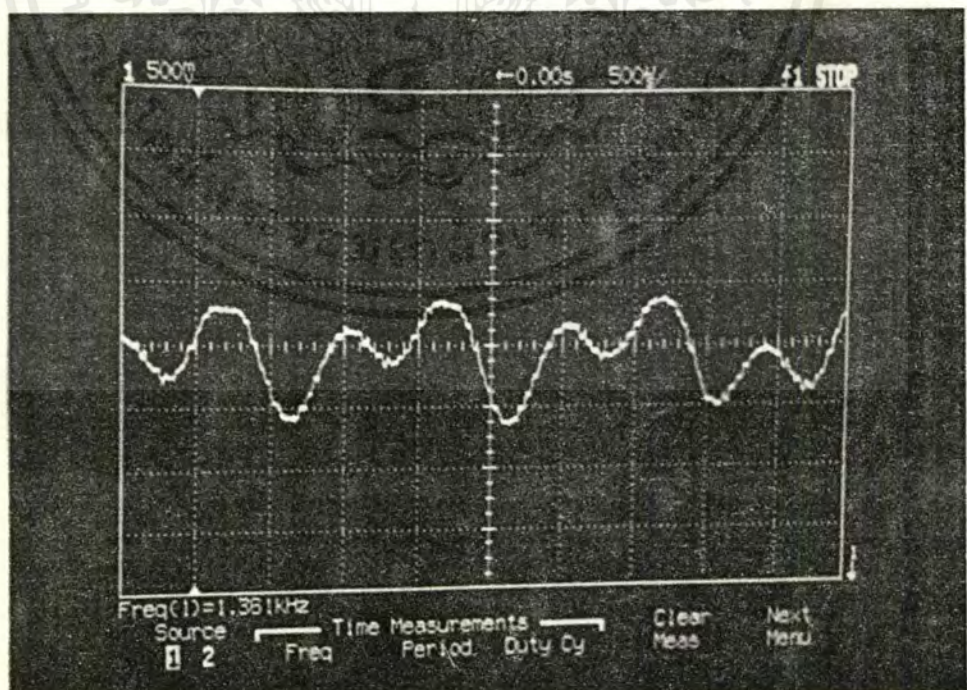
Ch 1 แสดงสัญญาณที่รับได้วัดที่ขา 7 ของ IC 1/4

Ch 2 แสดงสัญญาณอินพุตของ IC 555 วัดที่ขา 2 ของ IC 555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

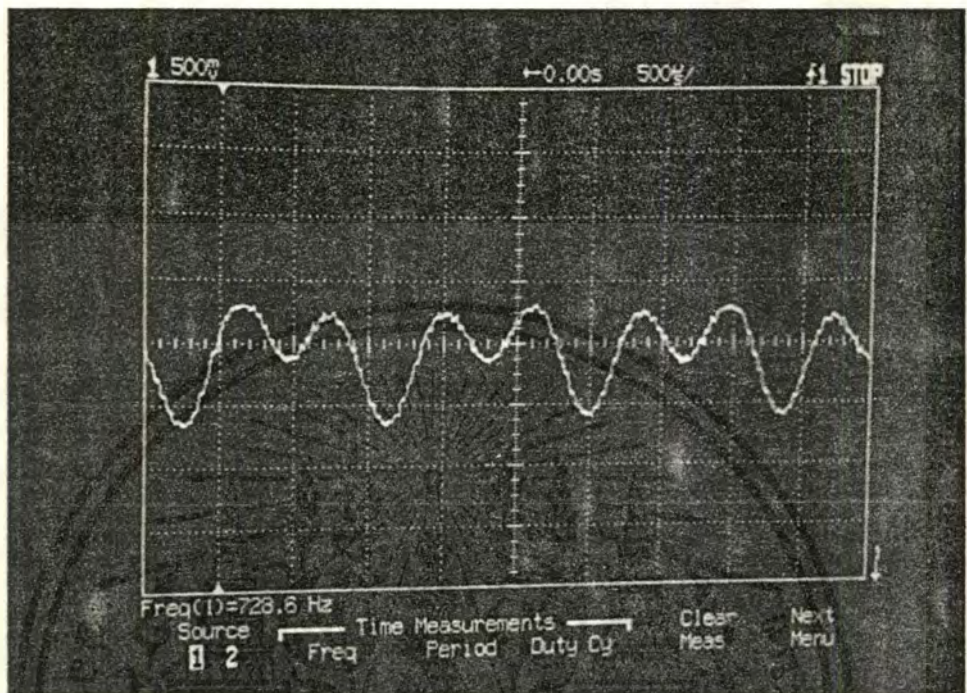


รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 ที่ส่งผ่านคู่สาย

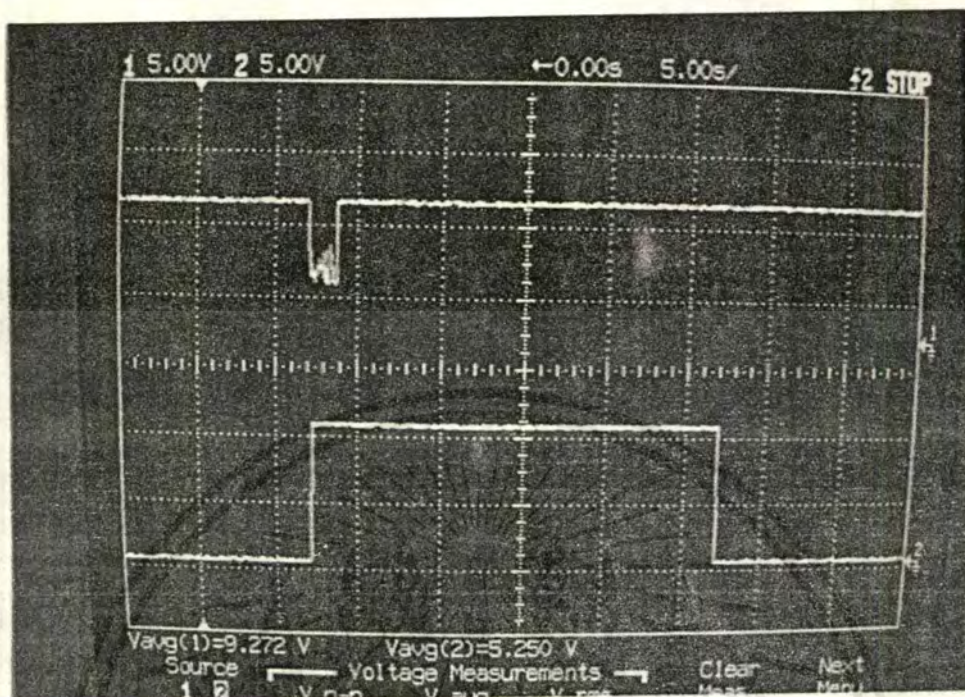


รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF หมายเลข 2 ที่ส่งผ่านคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



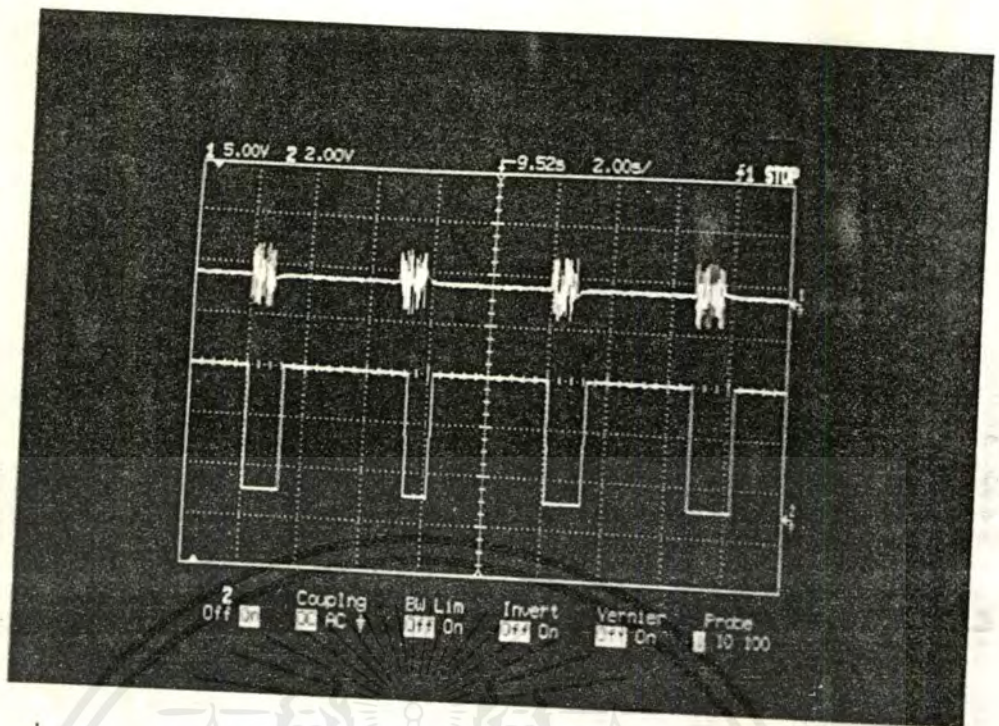
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF หมายเลข 3 ที่ส่งผ่านคู่สาย



รูป 4.12 แสดงลักษณะสัญญาณอินพุตที่นำไปทริกและสัญญาณเอาต์พุตที่เป็นโมโนสเตเบิล
ในสถานะที่มีสิ่งกีดขวางมากันทางเดินของลำแสงอินฟราเรด

Ch 1 วัดที่ขา 2 ของ IC 555

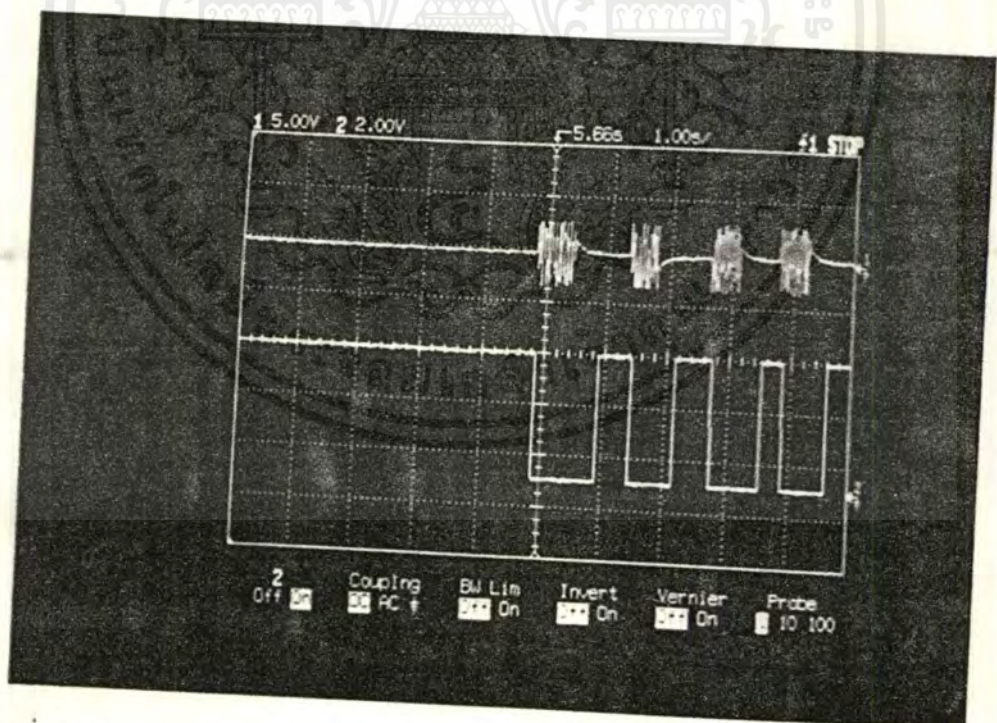
Ch 2 วัดที่ขา 3 ของ IC 555



รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ ring back tone กับสัญญาณที่ detect ได้โดยใช้ IC 567

Ch 1 แสดงสัญญาณ ring back tone วัดที่ขา 3 ของ IC 567

Ch 2 แสดงสัญญาณที่ detect วัดที่ขา 8 ของ IC 567

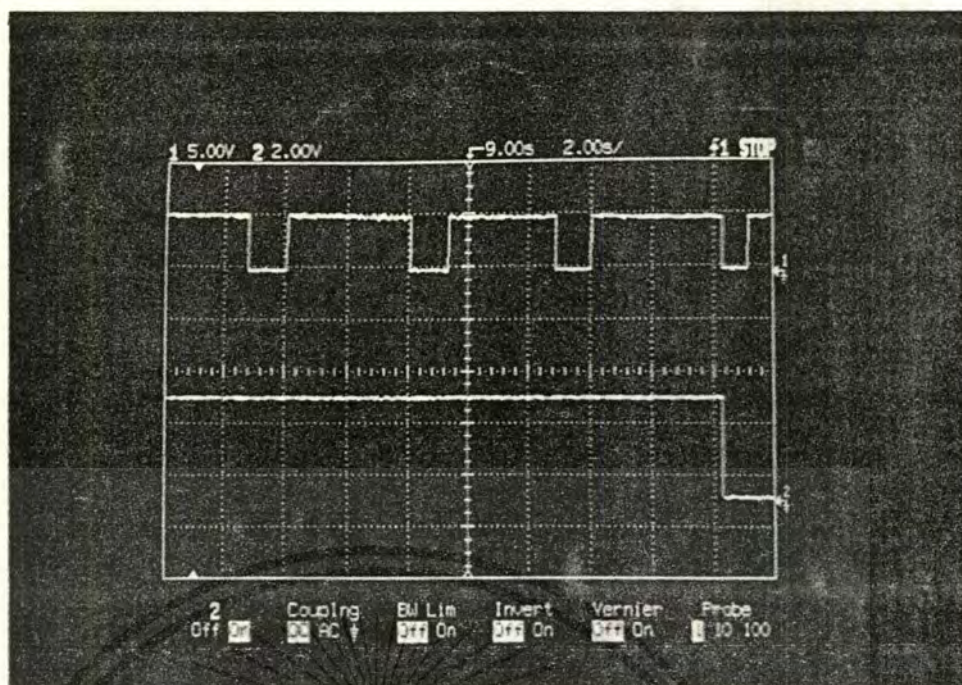


รูปที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ busy tone กับสัญญาณที่ detect ได้โดยใช้ IC 567

Ch 1 แสดงสัญญาณ busy tone วัดที่ขา 3 ของ IC 567

Ch 2 แสดงสัญญาณที่ detect วัดที่ขา 8 ของ IC 567

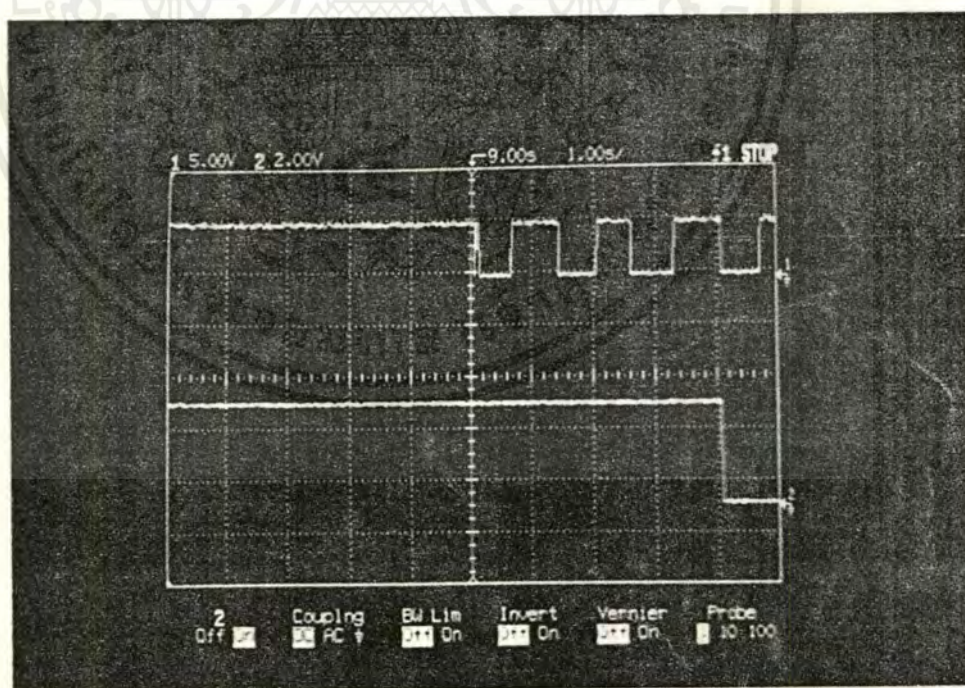
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 15 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ ring back tone ที่ detect ได้โดยใช้ IC 567 กับสัญญาณ input IC 555

Ch 1 แสดงสัญญาณที่ detect ได้วัดที่ขา 8 ของ IC 567

Ch 2 แสดงสัญญาณ input IC 555 วัดที่ขา 2 ของ IC 555

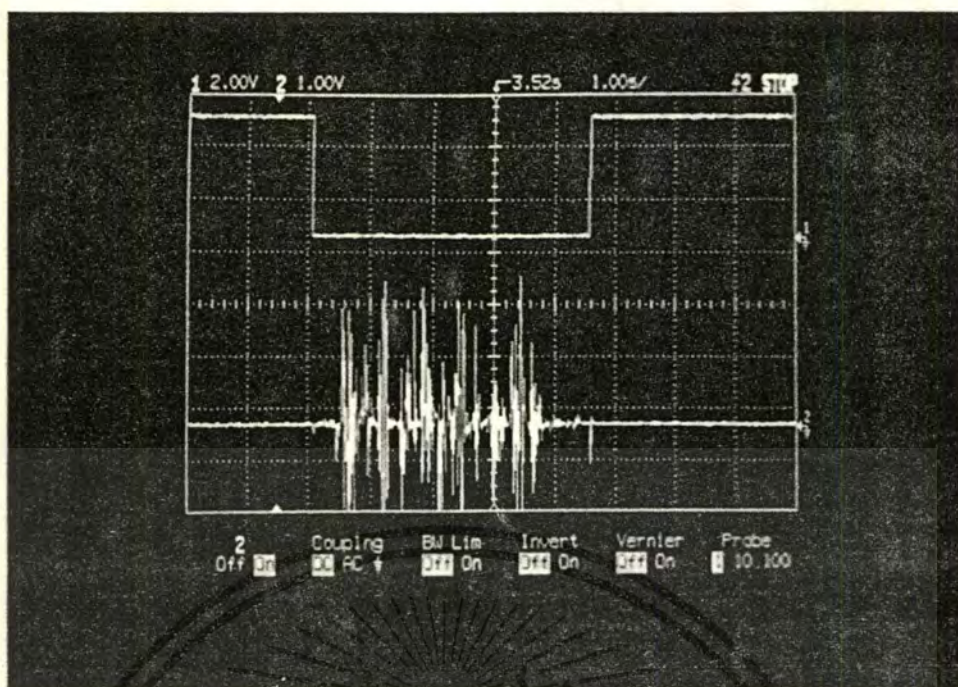


รูปที่ 4 16 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ busy tone ที่ detect ได้โดยใช้ IC 567 กับสัญญาณ input IC 555

Ch 1 แสดงสัญญาณที่ detect ได้วัดที่ขา 8 ของ IC 567

Ch 2 แสดงสัญญาณ input IC 555 วัดที่ขา 2 ของ IC 555

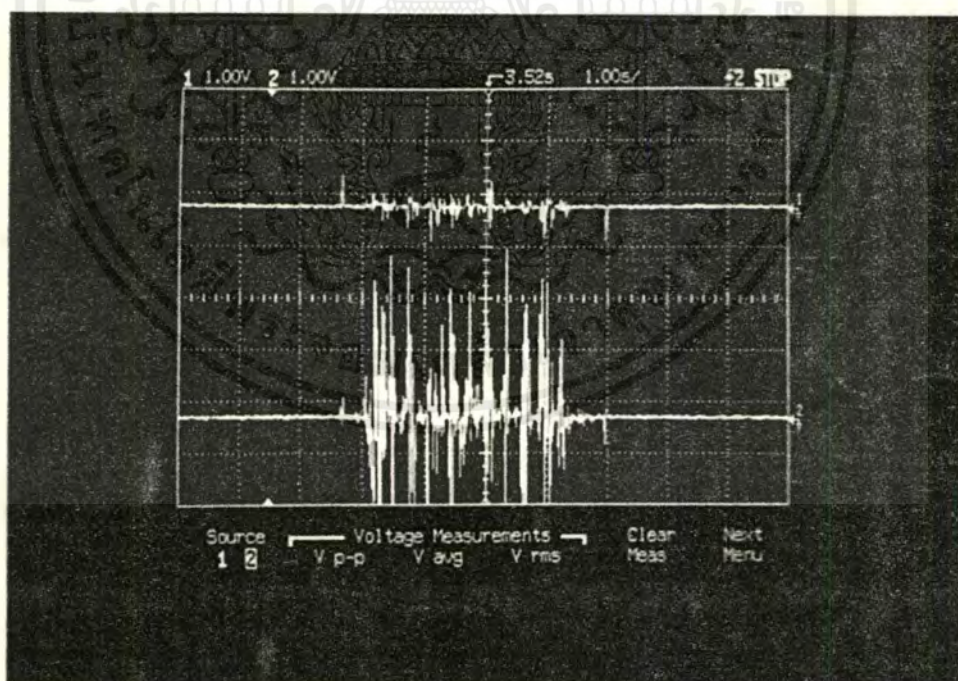
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยของศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการสื่อสารและโทรคมนาคมของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 17 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณควบคุมการ play กับสัญญาณเสียงที่ออกมา

Ch 1 แสดงสัญญาณควบคุมการ play วัดที่ขา 23 ของ IC ISD1420

Ch 2 แสดงสัญญาณเสียงวัดที่คร่อมลำโพง



รูปที่ 4 18 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณเสียงก่อนขยายกับสัญญาณเสียงที่ขยายออกมา

Ch 1 แสดงสัญญาณเสียงก่อนขยายวัดที่ขา 14 ของ IC ISD1420

Ch 2 แสดงสัญญาณเสียงที่ขยายออกมาแล้ววัดที่คร่อมลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

ในวงจรโทรศัพท์เดืออนักจะประกอบด้วย การทำงานหลายๆ ส่วน ได้แก่ ส่วนตรวจจับอินฟราเรด ส่วนชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ ส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง ส่วนบันทึกเสียงพูดอัตโนมัติระบบดิจิตอล ส่วนชุดเรียกซ้ำ ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กันจึงจะทำให้วงจรโทรศัพท์เดืออนัก สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ในเทอม 1 ผู้ทำการทดลองได้ทำการสร้างและทดลองการทำงานเพียง 2 ส่วนได้แก่ ส่วนตรวจจับอินฟราเรด และส่วนชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติ จากผลการทดลองที่ได้ วงจรตรวจจับ อินฟราเรด สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ มันสามารถตรวจจับผู้บุกรุกเข้ามาได้ แต่มีข้อแม้ว่าระยะห่างระหว่างไดโอดตัวรับและตัวส่ง จะต้องไม่ห่างกันเกินไป และส่วนชุดเรียกโทรศัพท์อัตโนมัติก็สามารถ Memory เลขปลายทางที่เราบันทึกไว้และส่งสัญญาณ DTMF ผ่านคู่สายไปได้

ในเทอม 2 นี้ ผู้ทำการทดลองได้ทำการสร้างและทดลอง ใน 3 ส่วนที่เหลือคือ ส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทาง ส่วนบันทึกเสียงอัตโนมัติระบบดิจิตอล ส่วนชุดเรียกซ้ำ จากการทดลอง ส่วนดีเทคสัญญาณเมื่อมีผู้รับสายปลายทางไม่ค่อยดีเท่าที่ควรเนื่องจากเราต้องการ สัญญาณ Ring Back Tone เป็นตัวดีเทค แต่ความถี่ ของ Ring Back Tone ไม่ค่อย Stable ในบางครั้งค่อนข้างห่าง 425 Hz มาก วงจรจึงไม่สามารถดีเทคได้ ส่วนบันทึกเสียงอัตโนมัติระบบดิจิตอลสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี และทุกครั้งที่ สวิตช์ PLAY เปลี่ยนจากสภาวะ “ OFF ” เป็น “ ON ” ก็จะเป็นการเริ่มต้นใหม่อีกครั้งเปรียบเสมือนการกรอเทปนั่นเอง ส่วนชุดเรียกซ้ำก็สามารถทำงานได้ดีเมื่อทาง ปลายทางสายไม่ว่าง หรือ ไม่มีผู้รับสาย วงจรส่วนนี้ก็จะทำการเรียกซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีผู้รับสาย

หนังสืออ้างอิง

1. รศ. มนัส สังวรศิลป์ รศ. สมเกียรติ ศุภเดช ทฤษฎีและการออกแบบวงจรพัลส์
2. โทรศัพท์เบื้องต้น เล่ม 1 องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
3. อินทิรา สหมมาย อิเลคทรอนิกส์สมัครเล่น ธันวาคม 2536
4. สมเกียรติ พูลศิริ เหมิคอนดักเตอร์ ฉบับที่ 84 ก.พ. - มี.ค. 2531



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

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

Features

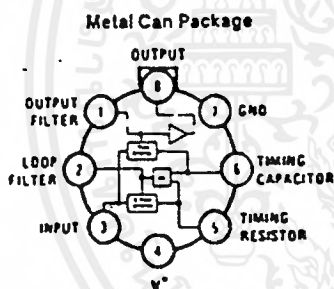
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability

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

Applications

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

Connection Diagrams

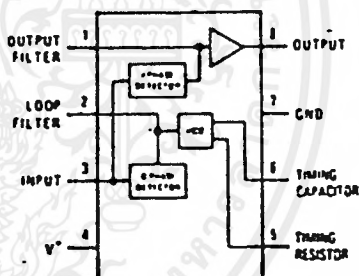


Top View

TL/M6675-1

Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package Number H08C

Dual-In-Line and Small Outline Packages



Top View

TL/M6675-2

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

Applications Information (Continued)

put high is the same as previous, $t_1 = 0.693 R_A C$. For the output low it is $t_2 =$

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

Thus the frequency of oscillation is $f = \frac{1}{t_1 + t_2}$

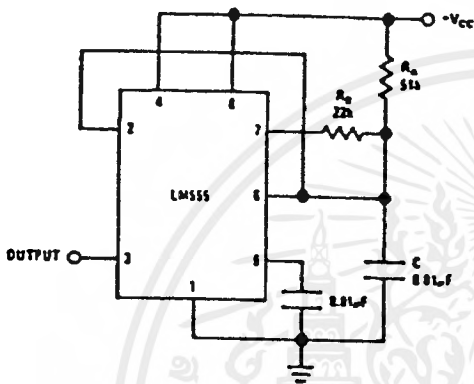


FIGURE 14. 50% Duty Cycle Oscillator

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

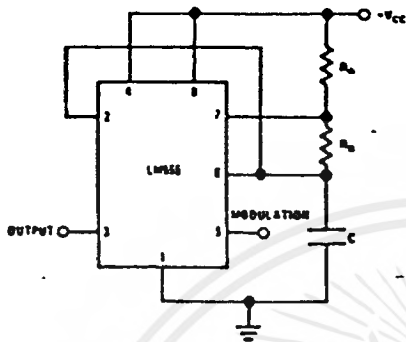
Adequate power supply bypassing is necessary to protect associated circuitry. Minimum recommended is $0.1 \mu F$ in parallel with $1 \mu F$ electrolytic.

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

Delay time reset to output is $0.47 \mu s$ typical. Minimum reset pulse width must be $0.3 \mu s$ typical.

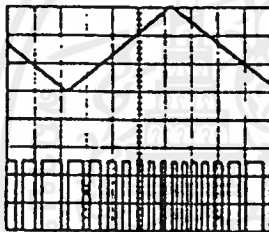
Pin 7 current switches within $30 ns$ of the output (pin 3) voltage.

Applications Information (Continued)



TLN/7851-14

FIGURE 10. Pulse Position Modulator



TLN/7851-15

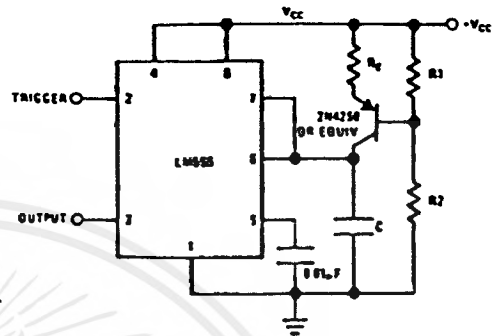
VCC = 5V
TIME = 0.1 ms/DIV.
RA = 2.9 kΩ
RG = 3 kΩ
C = 0.01 μF

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.



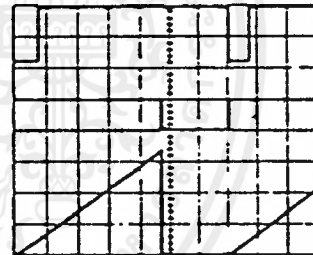
TLN/7851-16

FIGURE 12

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

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

$V_{BE} \approx 0.5V$



TLN/7851-17

VCC = 5V
TIME = 20 μs/DIV.
RA = 47 kΩ
RG = 100 kΩ
RE = 2.7 kΩ
C = 0.01 μF

Top Trace: Input 2V/DIV.
Middle Trace: Output 5V/DIV.
Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/DIV.

FIGURE 13. Linear Ramp

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 out-

Application 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.

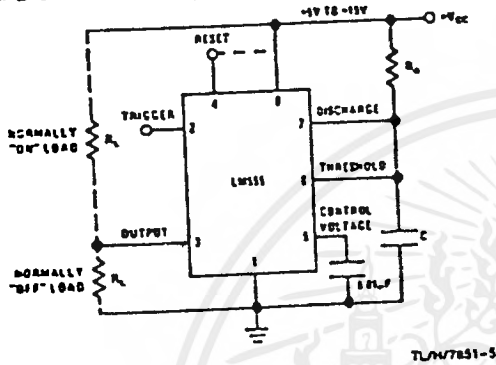
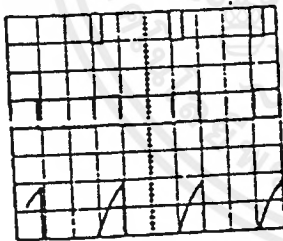


FIGURE 1. Monostable

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 interval is independent of supply.



$V_{CC} = 5V$
TIME = 0.1 ms/DIV.
 $R_A = 9.1 k\Omega$
 $C = 0.01 \mu F$

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

FIGURE 2. Monostable Waveforms

During the timing cycle when the output is high, the further application of a trigger pulse will not effect the circuit. 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.

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

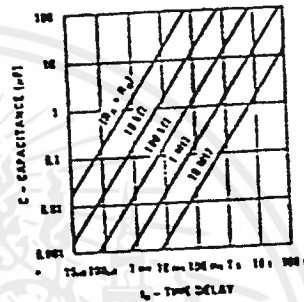


FIGURE 3. Time Delay

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.

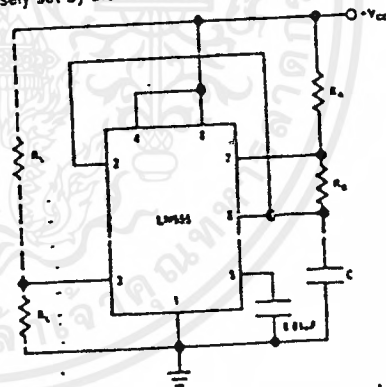
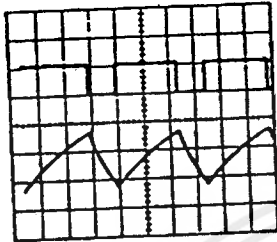


FIGURE 4. Astable

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.

Applications Information (Continued)

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



TLN/7851-8

VCC = 5V
TIME = 20 μ s/DIV.
Top Trace: Output 5V/DIV.
Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/DIV.
 $R_A = 3.9 \text{ k}\Omega$
 $R_B = 3 \text{ k}\Omega$
 $C = 0.01 \text{ }\mu\text{F}$

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:

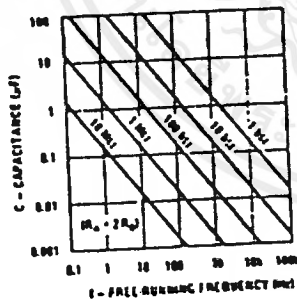
$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_A + 2R_B) C$$

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

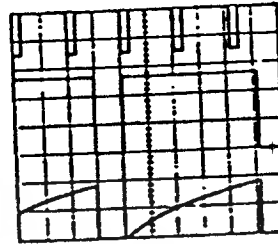


TLN/7851-10

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.



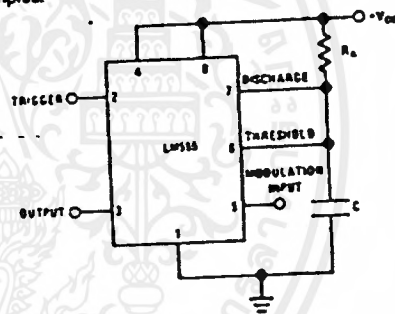
TLN/7851-11

VCC = 5V
TIME = 20 μ s/DIV.
Top Trace: Input 4V/DIV.
Middle Trace: Output 2V/DIV.
Bottom Trace: Capacitor 2V/DIV.
 $R_A = 8.1 \text{ k}\Omega$
 $C = 0.01 \text{ }\mu\text{F}$

FIGURE 7. Frequency Divider

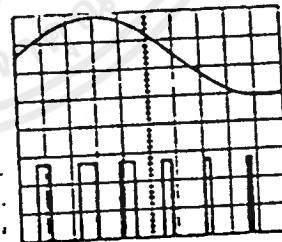
PULSE WIDTH MODULATOR

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.



TLN/7851-12

FIGURE 8. Pulse Width Modulator



TLN/7851-13

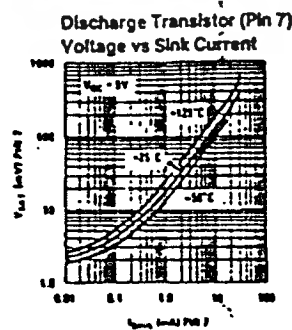
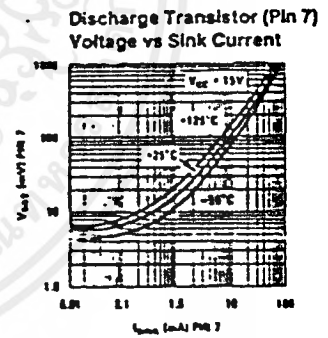
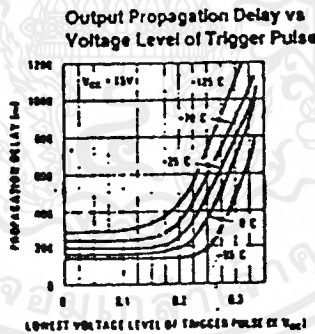
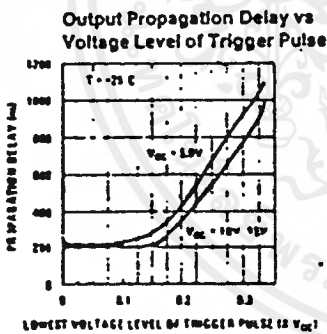
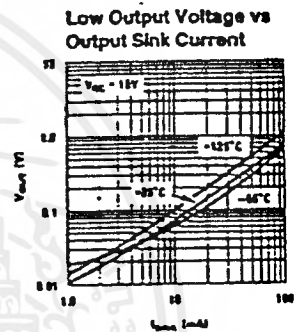
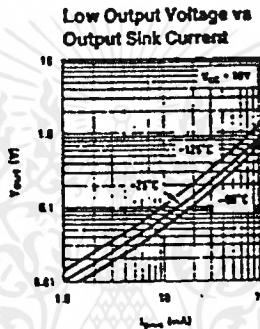
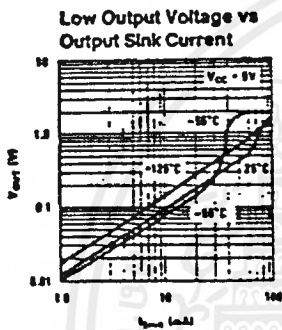
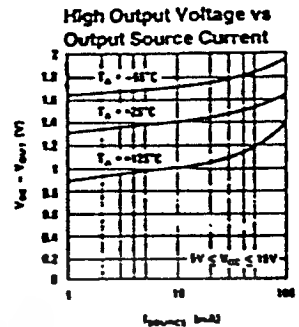
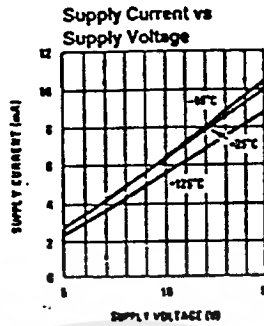
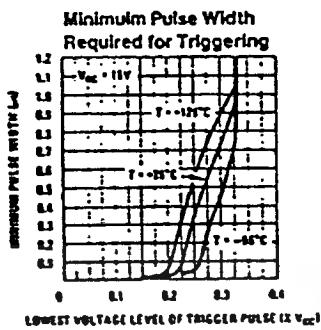
VCC = 5V
TIME = 0.2 ms/DIV.
Top Trace: Modulation 1V/DIV.
Bottom Trace: Capacitor Voltage 2V/DIV.
 $R_A = 9.1 \text{ k}\Omega$
 $C = 0.01 \text{ }\mu\text{F}$

FIGURE 9. Pulse Width Modulator

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.

Typical Performance Characteristics

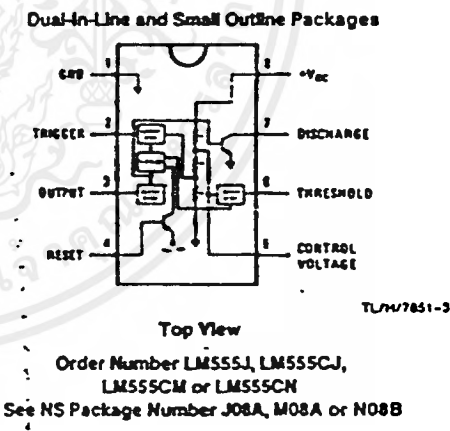
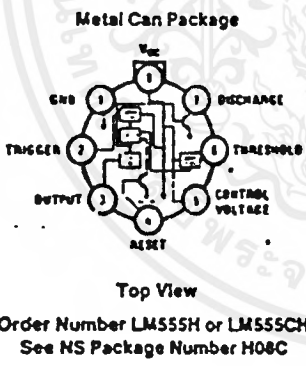


Electrical Characteristics $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V}$ to $+15\text{V}$, (unless otherwise specified) (Continued)

Parameter	Conditions	Limits						Units
		LM555			LM555C			
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage Drop (Low)	V _{CC} = 15V							
	I _{SINK} = 10 mA		0.1	0.15		0.1	0.25	V
	I _{SINK} = 50 mA		0.4	0.5		0.4	0.75	V
	I _{SINK} = 100 mA		2	2.2		2	2.5	V
	I _{SINK} = 200 mA		2.5			2.5		V
	V _{CC} = 5V							
	I _{SINK} = 8 mA		0.1	0.25				V
Output Voltage Drop (High)	I _{SOURCE} = 200 mA, V _{CC} = 15V							
	I _{SOURCE} = 100 mA, V _{CC} = 15V	13	13.3		12.75	13.3		V
	V _{CC} = 5V	3	3.3		2.75	3.3		V
Rise Time of Output			100			100		ns
Fall Time of Output			100			100		ns

- Note 1: For operating at elevated temperatures the device must be derated above 25°C based on a $+150^{\circ}\text{C}$ maximum junction temperature and a thermal resistance of $18^{\circ}\text{C}/\text{W}$ (TO-5), $108^{\circ}\text{C}/\text{W}$ (DIP) and $170^{\circ}\text{C}/\text{W}$ (SO-8) junction to ambient.
- Note 2: Supply current when output high typically 1 mA less at $V_{CC} = 5\text{V}$.
- Note 3: Tested at $V_{CC} = 5\text{V}$ and $V_{CC} = 15\text{V}$.
- Note 4: This will determine the maximum value of $R_A + R_B$ for 15V operation. The maximum total $(R_A + R_B)$ is 20 M Ω .
- Note 5: No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.
- Note 6: Refer to RET555SX drawing of military LM555H and LM555J versions for specifications.

Connection Diagrams



Absolute Maximum Ratings

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

Supply Voltage +18V

Power Dissipation (Note 1) LM555H, LM555CH 760 mW

Operating Temperature Ranges

LM555C LM555SN, LM555CN 1180 mW

LM555C 0°C to +70°C

LM555 -55°C to +125°C

Storage Temperature Range -65°C to +150°C

Soldering Information

Dual-In-Line Package

Soldering (10 Seconds)

260°C

Small Outline Package

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 ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V}$ to $+15\text{V}$, unless otherwise specified)

Parameter	Conditions	Limits						Units
		LM555			LM555C			
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Supply Voltage		4.5		18	4.5		18	V
Supply Current	$V_{CC} = 5V, R_L = \infty$ $V_{CC} = 5V, R_L = \infty$ (Low State) (Note 2)		3 10	5 12		3 10	8 15	mA mA
Timing Error, Monostable								
Initial Accuracy			0.5			1		%
Drift with Temperature	$R_A, R_B = 1k$ to $100k$, $C = 0.1 \mu F$, (Note 3)		30			50		ppm/°C
Accuracy over Temperature			1.5			1.5		%
Drift with Supply			0.05			0.1		%/V
Timing Error, Astable								
Initial Accuracy			1.5			2.25		%
Drift with Temperature			90			150		ppm/°C
Accuracy over Temperature			2.5			3.0		%
Drift with Supply			0.15			0.30		%/V
Threshold Voltage			0.667			0.667		$\times V_{CC}$
Trigger Voltage	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$	4.8 1.45	5 1.67	5.2 1.9		5 1.67		V V
Trigger Current			0.01	0.5		0.5	0.9	μA
Reset Voltage		0.4	0.5	1	0.4	0.5	1	V
Reset Current			0.1	0.4		0.1	0.4	mA
Threshold Current	(Note 4)		0.1	0.25		0.1	0.25	μA
Control Voltage Level	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$	9.6 2.9	10 3.33	10.4 3.6	9 2.6	10 3.33	11 4	V V
Pin 7 Leakage Output High			1	100		1	100	nA
Pin 7 Sat (Note 5)								
Output Low	$V_{CC} = 15V, I_T = 15mA$		150			180		mV
Output Low	$V_{CC} = 4.5V, I_T = 4.5mA$		70	100		80	200	mV



LM555/LM555C 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 200 mA or drive TTL circuits.

Features

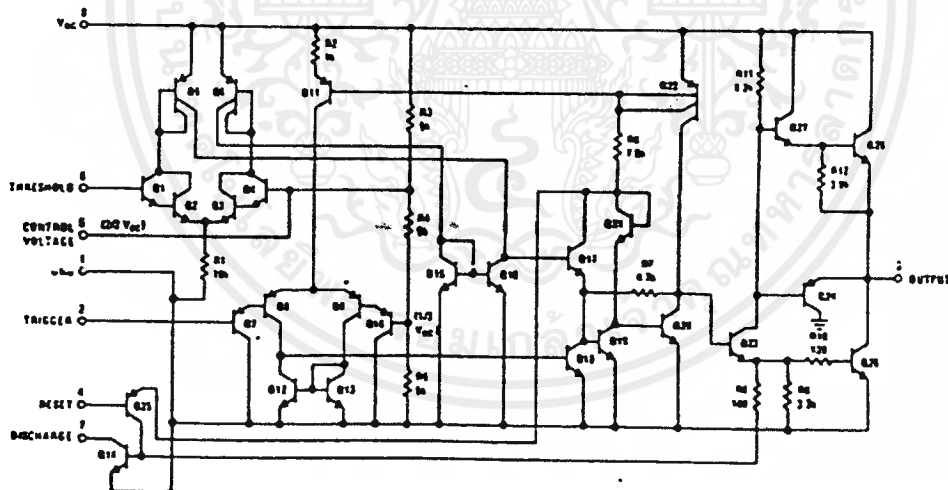
- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes

- 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

Applications

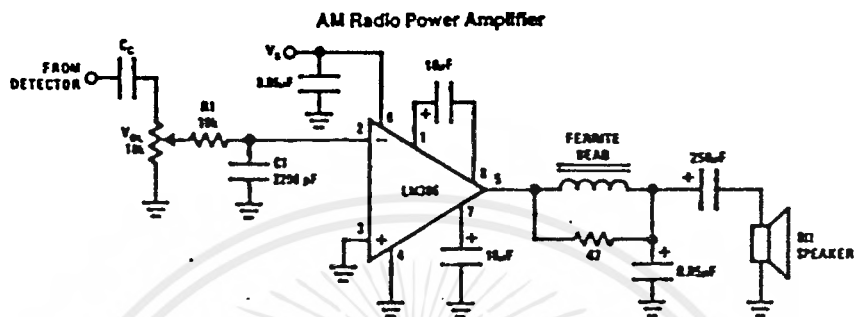
- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

Schematic Diagram



TL7651-1

Typical Applications (Continued)



TL/H/8876-11

Note 1: Twist supply lead and supply ground very tightly.

Note 2: Twist speaker lead and ground very tightly.

Note 3: Ferrite bead is Ferricube KS-001-001/38 with 3 turns of wire.

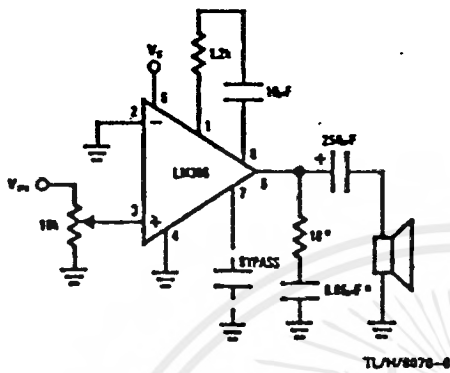
Note 4: R1C1 band limits input signals.

Note 5: All components must be spaced very close to IC.

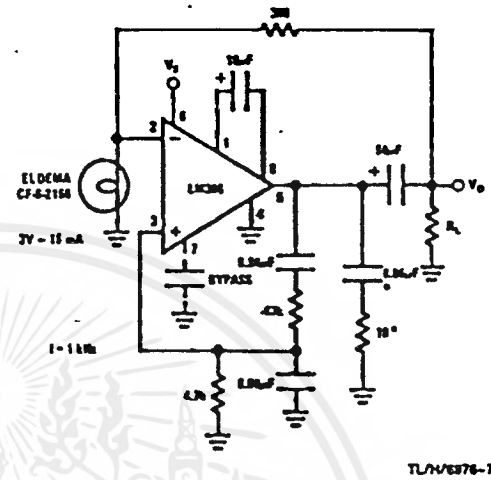
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

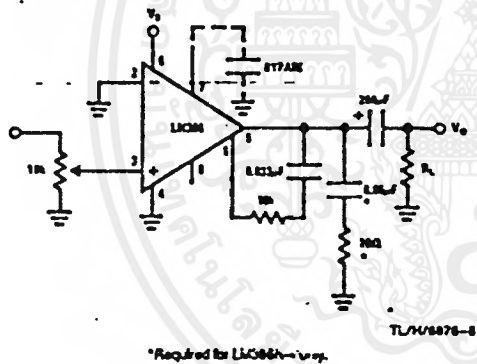
Amplifier with Gain = 50



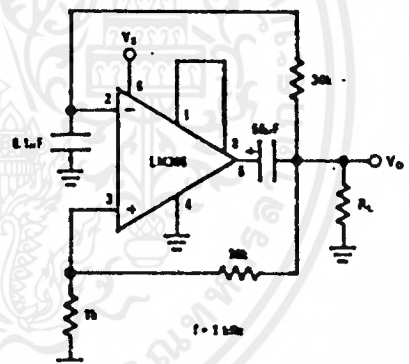
Low Distortion Power Wienbridge Oscillator



Amplifier with Bass Boost

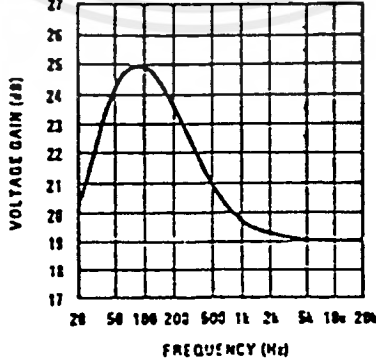


Square Wave Oscillator

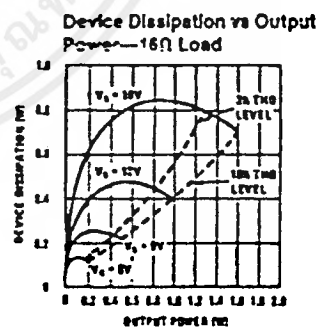
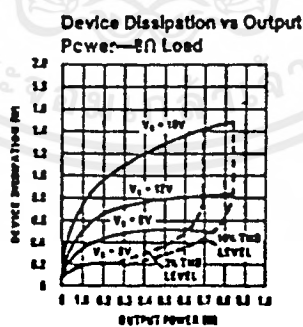
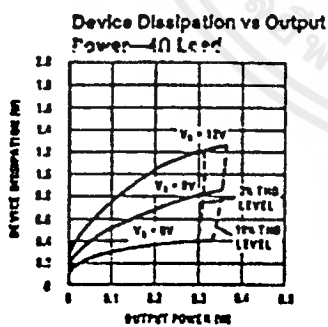
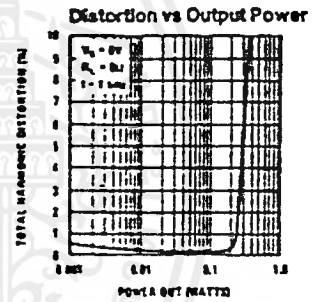
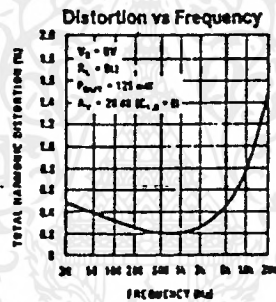
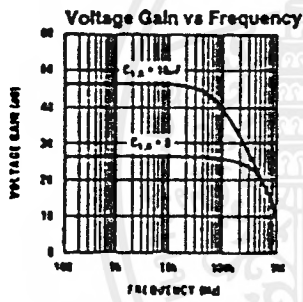
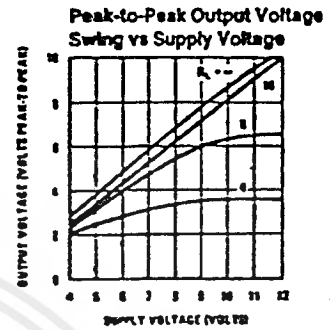
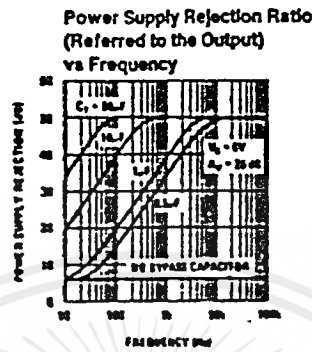
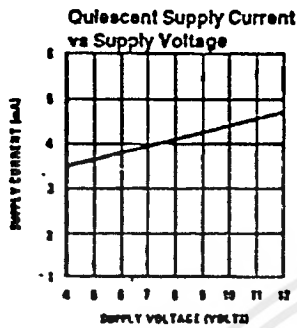


*Required for LMC6876-10 op.

Frequency Response with Bass Boost



Typical Performance Characteristics



TJ/M/0976-5

Absolute Maximum Ratings

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

Supply Voltage (LM386N-1, -3, LM386M-1)	15V
Supply Voltage (LM386N-4)	22V
Package Dissipation (Note 1) (LM386N-4)	1.25W
Input Voltage	$\pm 0.4V$
Storage Temperature	$-65^{\circ}C$ to $+150^{\circ}C$
Operating Temperature	$0^{\circ}C$ to $+70^{\circ}C$

Junction Temperature	$+150^{\circ}C$
Soldering Information	
Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec)	$+260^{\circ}C$
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec)	$+215^{\circ}C$
Infrared (15 sec)	$+220^{\circ}C$

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

Electrical Characteristics $T_A = 25^{\circ}C$

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Supply Voltage (V_S) LM386N-1, -3, LM386M-1		4		12	V
LM386N-4		5		18	V
Quiescent Current (I_Q)	$V_S = 6V, V_{IN} = 0$		4	8	mA
Output Power (P_{OUT}) LM386N-1, LM386M-1	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$	250	325		mW
LM386N-3	$V_S = 9V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$	500	700		mW
LM386N-4	$V_S = 16V, R_L = 32\Omega, THD = 10\%$	700	1000		mW
Voltage Gain (A_v)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}$ $10\mu F$ from Pin 1 to 8		26		dB
			46		dB
Bandwidth (BW)	$V_S = 6V$, Pins 1 and 8 Open		300		kHz
Total Harmonic Distortion (THD)	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, P_{OUT} = 125\text{ mW}$ $f = 1\text{ kHz}$, Pins 1 and 8 Open		0.2		%
Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}, C_{BYPASS} = 10\mu F$ Pins 1 and 8 Open, Referred to Output		50		dB
Input Resistance (R_{IN})			50		k Ω
Input Bias Current (I_{BIAS})	$V_S = 6V$, Pins 2 and 3 Open		250		nA

Note 1: For operation in ambient temperatures above $25^{\circ}C$, the device must be derated based on a $150^{\circ}C$ maximum junction temperature and 1) a thermal resistance of $85^{\circ}C/W$ junction to ambient for the dual-in-line package and 2) a thermal resistance of $170^{\circ}C/W$ for the small outline package.

Application Hints

GAIN CONTROL

To make the LM386 a more versatile amplifier, two pins (1 and 8) are provided for gain control. With pins 1 and 8 open the $1.35\text{ k}\Omega$ resistor sets the gain at 20 (26 dB). If a capacitor is put from pin 1 to 8, bypassing the $1.35\text{ k}\Omega$ resistor, the gain will go up to 200 (46 dB). If a resistor is placed in series with the capacitor, the gain can be set to any value from 20 to 200. Gain control can also be done by capacitively coupling a resistor (or FET) from pin 1 to ground.

Additional external components can be placed in parallel with the internal feedback resistors to tailor the gain and frequency response for individual applications. For example, we can compensate poor speaker bass response by frequency shaping the feedback path. This is done with a series RC from pin 1 to 5 (paralleling the internal $15\text{ k}\Omega$ resistor). For 6 dB effective bass boost $R = 15\text{ k}\Omega$, the lowest value for good stable operation is $R = 10\text{ k}\Omega$ if pin 8 is open. If pins 1 and 8 are bypassed then R as low as $2\text{ k}\Omega$ can be used. This restriction is because the amplifier is only compensated for closed-loop gains greater than 9.

INPUT BIASING

The schematic shows that both inputs are biased to ground with a $50\text{ k}\Omega$ resistor. The base current of the input transistors is about 250 nA , so the inputs are at about 12.5 mV when left open. If the dc source resistance driving the LM386 is higher than $250\text{ k}\Omega$ it will contribute very little additional offset (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). If the dc source resistance is less than $10\text{ k}\Omega$, then shorting the unused input to ground will keep the offset low (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). For dc source resistances between these values we can eliminate excess offset by putting a resistor from the unused input to ground, equal in value to the dc source resistance. Of course all offset problems are eliminated if the input is capacitively coupled.

When using the LM386 with higher gains (bypassing the $1.35\text{ k}\Omega$ resistor between pins 1 and 8) it is necessary to bypass the unused input, preventing degradation of gain and possible instabilities. This is done with a $0.1\mu F$ capacitor or a short to ground depending on the dc source resistance on the driven input.

LM124/LM224/LM324, LM124A/LM224A/LM324A, LM2902 low power quad operational amplifiers

general description

The LM124 series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off of the standard +5 V_{DC} power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional ± 15 V_{DC} power supplies.

unique characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

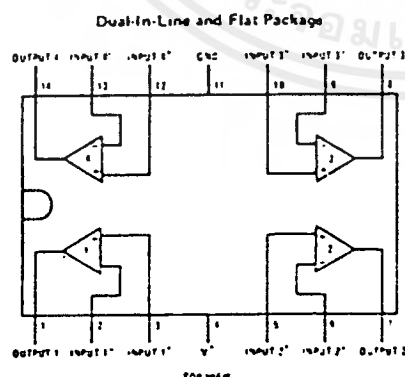
advantages

- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows directly sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large dc voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply, range:
 - Single supply 3 V_{DC} to 30 V_{DC}
 - or dual supplies ± 1.5 V_{DC} to ± 15 V_{DC}
- Very low supply current drain (800 μ A) – essentially independent of supply voltage (1 mW/op amp at +5 V_{DC})
- Low input biasing current 45 nA_{DC} (temperature compensated)
- Low input offset voltage 2 mV_{DC} and offset current 5 nA_{DC}
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0 V_{DC} to V₊ – 1.5 V_{DC}

connection diagram



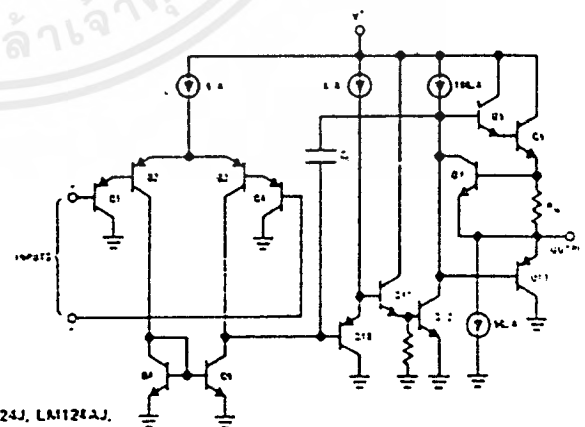
Order Number LM124D, LM124AD, LM224D or LM224AD
See Package 1

Order Number LM124F, LM124AF, LM224F or LM224AF
See Package 4

Order Number LM124J, LM124AJ, LM224J, LM224AJ, LM324J, LM324AJ or LM2902J
See Package 16

Order Number LM324N, LM324AN or LM2902N
See Package 22

schematic diagram (Each Amplifier)



absolute maximum ratings

Supply Voltage, V^+	LM124/LM224/LM324 LM124A/LM224A/LM324A	LM2902	LM124/LM224/LM324 LM124A/LM224A/LM324A	LM2902
Differential Input Voltage	32 VDC or 18 VDC	26 VDC or 13 VDC	32 VDC	26 VDC
Input Voltage	32 VDC	26 VDC	32 VDC	26 VDC
Power Dissipation (Note 1)	-0.3 VDC to +32 VDC	-0.3 VDC to +37 VDC	-0.3 VDC to +32 VDC	-0.3 VDC to +37 VDC
Molded DIP	570 mW	570 mW	570 mW	570 mW
Carrier DIP	800 mW	800 mW	800 mW	800 mW
Flat Pack	800 mW	800 mW	800 mW	800 mW
Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) (Note 2)	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous
V^+ 5.18 VDC and T_A +25°C				

electrical characteristics ($V^+ = +5.0$ VDC, Note 4)

PARAMETER	CONDITIONS	LM124A		LM224A		LM324A		LM124/LM224		LM324		LM2902		UNITS
Input Offset Voltage	$T_A = +25^\circ\text{C}$, (Note 5)	1	2	1	3	2	3	12	15	2	3	2	3	mVDC
Input Bias Current (Note 6)	$I_{IN(1)}$ or $I_{IN(1-3)}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$	70	50	40	80	45	100	45	150	45	250	45	250	nADC
Input Offset Current	$I_{IN(1)} - I_{IN(1-3)}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$	2	10	2	15	5	30	23	30	15	150	15	150	nADC
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	$V^+ - 30$ VDC, $T_A = +25^\circ\text{C}$	0	$V^+ - 1.5$	0	$V^+ - 1.5$	0	$V^+ - 1.5$	0	$V^+ - 1.5$	0	$V^+ - 1.5$	0	$V^+ - 1.5$	VDC
Supply Current	$R_L = \infty$, VCC = 20V, (LM2902 VCC = 28V) $R_L = \infty$ On All Op Amps Over Full Temperature Range $T_A = +25^\circ\text{C}$	1.5 0.7	3 1.2	1.5 0.7	3 1.2	1.5 0.7	3 1.2	1.5 0.7	3 1.2	1.5 0.7	3 1.2	1.5 0.7	3 1.2	mADC mADC
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = 18$ VDC (for Large V_O Swing) $R_L \geq 2$ k Ω , $T_A = +25^\circ\text{C}$	80	100	80	100	78	100	80	100	78	100	80	100	mADC V/mV
Output Voltage Swing	$R_L = 2$ k Ω , $T_A = +25^\circ\text{C}$ (LM2902 $R_L \geq 10$ k Ω)													VDC
Common-Mode Rejection Ratio	DC, $T_A = +25^\circ\text{C}$	70	85	70	85	65	85	70	85	65	70	50	70	dB
Power Supply Rejection Ratio	DC, $T_A = +25^\circ\text{C}$	65	100	65	100	65	100	65	100	65	100	50	100	dB
Amplifier to Amplifier Coupling (Note 8)	$f = 1$ kHz to 20 kHz, $T_A = +25^\circ\text{C}$ (Input Referenced)	-120		-120		-120		-120		-120		-120		dB
Output Current	Source $V_{IN}^+ = 1$ VDC, $V_{IN}^- = 0$ VDC, $V^+ = 15$ VDC, $T_A = +25^\circ\text{C}$	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	mADC
	Sink $V_{IN}^+ = 1$ VDC, $V_{IN}^- = 0$ VDC, $V^+ = 18$ VDC, $T_A = +25^\circ\text{C}$	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	mADC
	$V_{IN}^+ = 1$ VDC, $V_{IN}^- = 0$ VDC, $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_O = 200$ mVDC	12	50	12	50	12	50	12	50	12	50	12	50	mADC
Short Circuit to Ground	$T_A = +25^\circ\text{C}$, (Note 2)	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60	mADC

electrical characteristics (con't)

PARAMETER	CONDITIONS	LM234A		LM234A		LM234A		LM124/LM224		LM234		LM2902		UNIT
Input Offset Voltage	(Note 5)		4		4				12					mVDC
Input Offset Voltage	$R_g = 0 \Omega$	7	20	7	20	7	20	7	1100	7	10	45	1200	μ V/°C
Drift														μ A/°C
Input Offset Current	$I_{IN(1)} = I_{IN(2)}$		20		20		75							nADC
Input Offset Current		10	200	10	200	10	200	10	1100	10	10	45	1200	μ A/°C
Input Bias Current	$I_{IN(1)} \text{ or } I_{IN(2)}$		40		40		100		40		40	500	500	nADC
Input Common Mode Voltage Range (Note 7)	$V^+ = 20 \text{ VDC}$	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	VDC
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = +15 \text{ VDC}$ (For Large V_O Swing) $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$	25		25		15		25		15		15		V/mV
Output Voltage Swing														
VOH	$V^+ = +30 \text{ VDC}$, $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ $R_L \geq 10 \text{ k}\Omega$	26 27	28	26 27	28	26 27	28	26 27	28	26 27	28	22 23	24	VDC
VOL	$V^+ = 5 \text{ VDC}$, $R_L \leq 10 \text{ k}\Omega$	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	100	mVDC
Output Current Source	$V_{IN}^+ = +1 \text{ VDC}$, $V_{IN}^- = 0 \text{ VDC}$, $V^+ = 15 \text{ VDC}$	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	mA
Sink	$V_{IN}^- = +1 \text{ VDC}$, $V_{IN}^+ = 0 \text{ VDC}$, $V^+ = 15 \text{ VDC}$	10	15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	mA
Differential Input Voltage	(Note 7)		V^+		V^+		V^+		V^+		V^+		V^+	VDC

Note 1: For operating at high temperatures, the LM234/LM234A, LM2902 must be derated based on a $+125^\circ\text{C}$ maximum junction temperature and a thermal resistance of 175°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air environment. The LM234/LM234A and LM124/LM224 can be derated based on a $+150^\circ\text{C}$ maximum junction temperature. The dissipation is the total of all four amplifiers—use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.

Note 2: Short circuits from the output to V^+ can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of V^+ . A value of supply voltage in excess of $\pm 15 \text{ VDC}$, continuous short-circuit can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Derivative dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

Note 3: This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltage of the op amp to go to the V^+ voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.3 VDC .

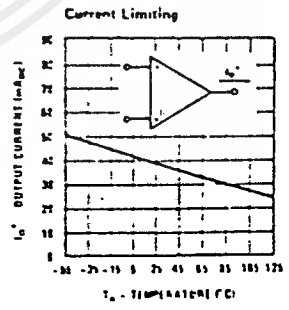
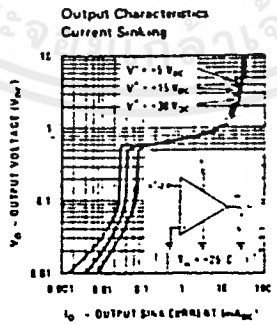
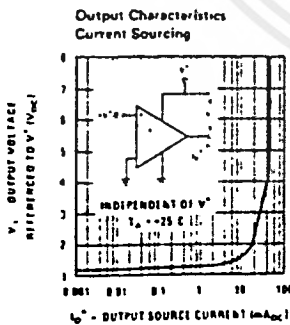
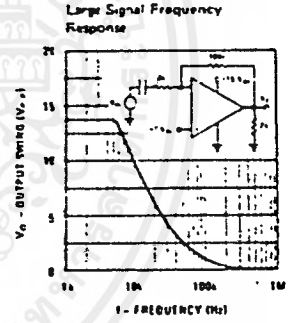
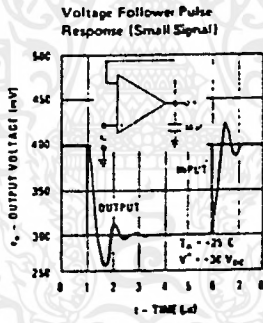
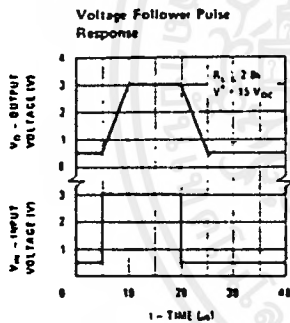
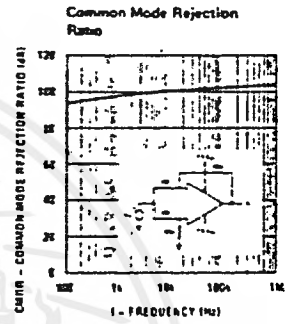
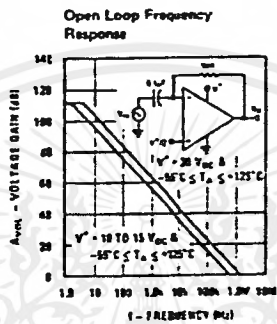
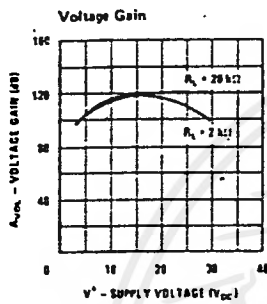
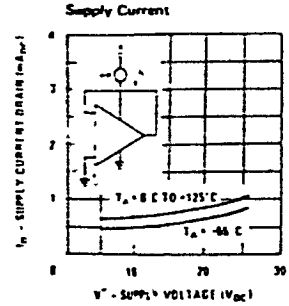
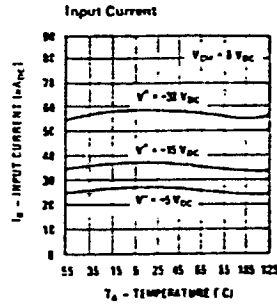
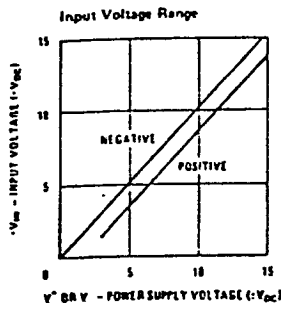
Note 4: These specifications apply for $V^+ = +15 \text{ VDC}$ and $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$, unless otherwise stated. With the LM234/LM234A, all temperature specifications are limited to $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$, the LM234/LM234A temperature specifications are limited to $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$, and the LM2902 specifications are limited to $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +150^\circ\text{C}$.

Note 5: $V_O = 1.4 \text{ VDC}$, $R_g = 0 \Omega$ with V^+ from 5 VDC to 30 VDC , and over the full input common-mode range 0 VDC to $V^+ - 1.5 \text{ VDC}$.

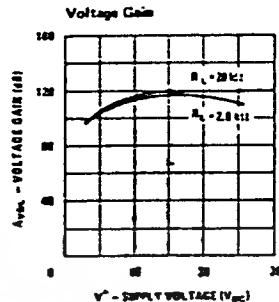
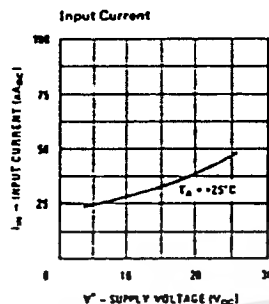
Note 6: The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output, no no loading change exists on the input line.

Note 7: The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V . The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5 \text{ V}$, but either or both inputs can go to $\pm 32 \text{ VDC}$ without damage ($\pm 28 \text{ VDC}$ for LM2902).

Note 8: Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as thin type of capacitive inductance at



typical performance characteristics (LM2902 only)



application hints

The LM124 series are op amps which operate with only a single power supply voltage, have true-differential inputs, and remain in the linear mode with an input common-mode voltage of 0 V_{DC}. These amplifiers operate over a wide range of power supply voltage with little change in performance characteristics. At 25°C amplifier operation is possible down to a minimum supply voltage of 2.3 V_{DC}.

The pinouts of the package have been designed to simplify PC board layouts. Inverting inputs are adjacent to outputs for all of the amplifiers and the outputs have also been placed at the corners of the package (pins 1, 7, 8, and 14).

Precautions should be taken to insure that the power supply for the integrated circuit never becomes reversed in polarity or that the unit is not inadvertently installed backwards in a test socket as an unlimited current surge through the resulting forward diode within the IC could cause fusing of the internal conductors and result in a destroyed unit.

Large differential input voltages can be easily accommodated and, as input differential voltage protection diodes are not needed, no large input currents result from large differential input voltages. The differential input voltage may be larger than V⁺ without damaging the device. Protection should be provided to prevent the input voltages from going negative more than -0.3 V_{DC} (at 25°C). An input clamp diode with a resistor to the IC input terminal can be used.

To reduce the power supply current drain, the amplifiers have a class A output stage for small signal levels which converts to class B in a large signal mode. This allows the amplifiers to both source and sink large output currents. Therefore both NPN and PNP external current boost transistors can be used to extend the power capability of the basic amplifiers. The output voltage needs to raise approximately 1 diode drop above ground to bias the on-chip vertical PNP transistor for output current sinking applications.

For ac applications, where the load is capacitively coupled to the output of the amplifier, a resistor should

be used, from the output of the amplifier to ground to increase the class A bias current and prevent crossover distortion. Where the load is directly coupled, as in dc applications, there is no crossover distortion.

Capacitive loads which are applied directly to the output of the amplifier reduce the loop stability margin. Values of 50 pF can be accommodated using the worst-case non-inverting unity gain connection. Large closed loop gains or resistive isolation should be used if larger load capacitance must be driven by the amplifier.

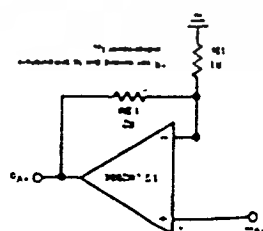
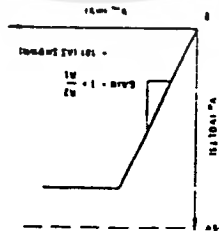
The bias network of the LM124 establishes a drain current which is independent of the magnitude of the power supply voltage over the range of from 3 V_{DC} to 30 V_{DC}.

Output short circuits either to ground or to the positive power supply should be of short time duration. Units can be destroyed, not as a result of the short circuit current causing metal fusing, but rather due to the large increase in IC chip dissipation which will cause eventual failure due to excessive junction temperatures. Putting direct short-circuits on more than one amplifier at a time will increase the total IC power dissipation to destructive levels, if not properly protected with external dissipation limiting resistors in series with the output leads of the amplifiers. The larger value of output source current which is available at 25°C provides a larger output current capability at elevated temperatures (see typical performance characteristics) than a standard IC op amp.

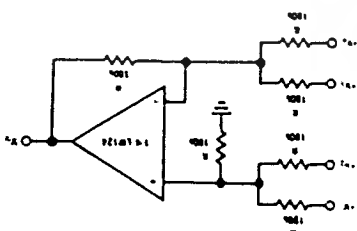
The circuits presented in the section on typical applications emphasize operation on only a single power supply voltage. If complementary power supplies are available, all of the standard op amp circuits can be used. In general, introducing a pseudo-ground (a bias voltage reference of V⁺/2) will allow operation above and below this value in single power supply systems. Many application circuits are shown which take advantage of the wide input common-mode voltage range which includes ground. In most cases, input biasing is not required and input voltages which range to ground can easily be accommodated.

typical single-supply applications (V⁺ = 5.0Vdc)

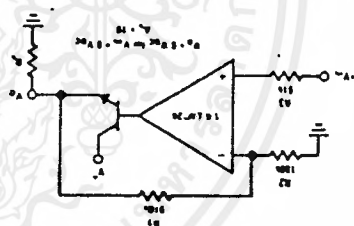
Non-Inverting DC Gain: 10V Input = 0V Output



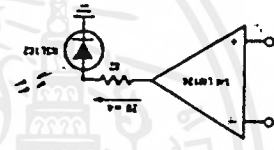
DC Summing Amplifier (VIN'S ≥ 0VDC AND VO ≥ 0VDC)



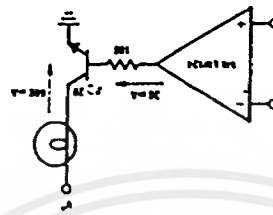
Power Amplifier



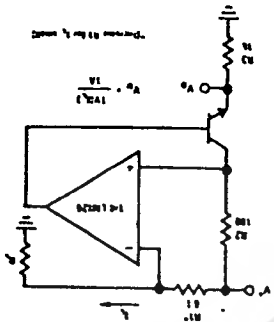
LED Driver



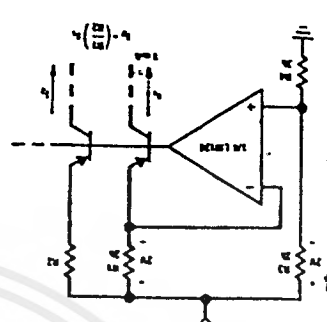
Lamp Driver



Current Monitor

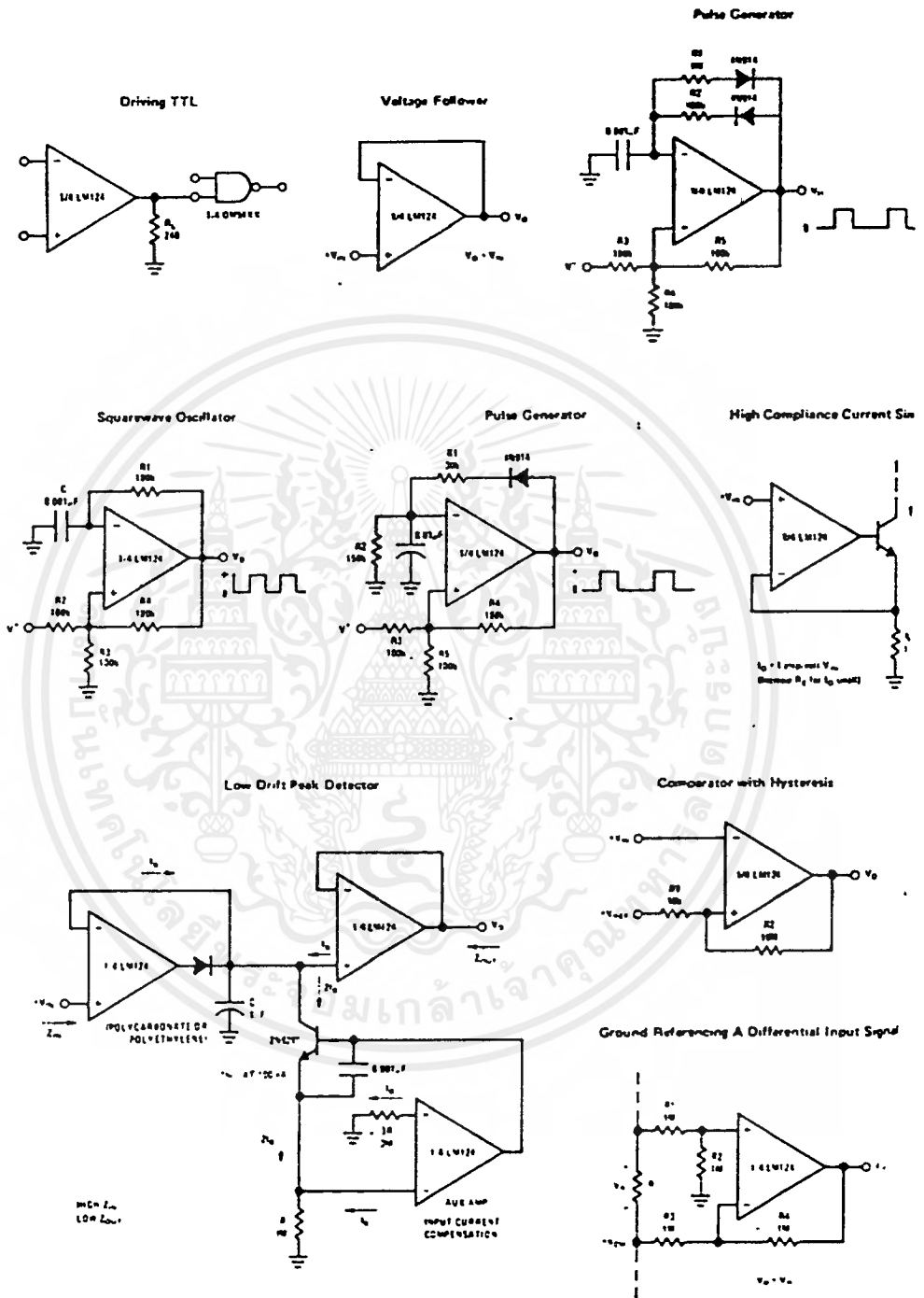


Fixed Current Source



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

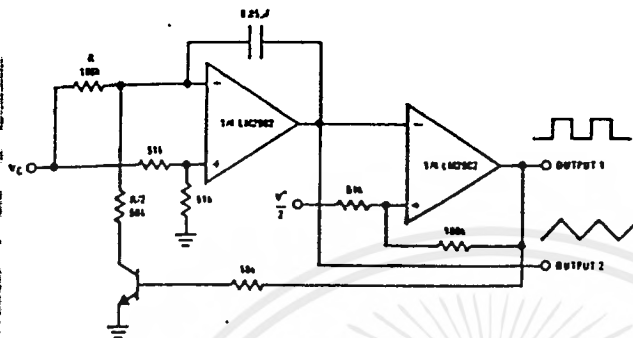
typical single-supply applications (con't) ($V^+ = 5.0 V_{OC}$)



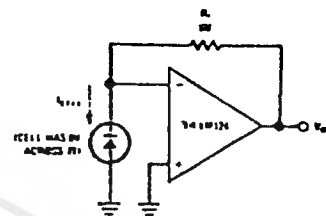
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกานำไปใช้

typical single-supply applications (con't) ($V^+ = 5.0V_{DC}$)

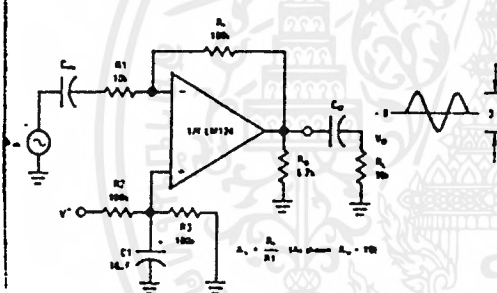
Voltage Controlled Oscillator Circuit



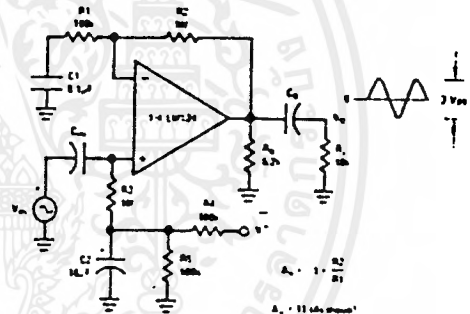
Pseudo Voltaic-Cell Amplifier



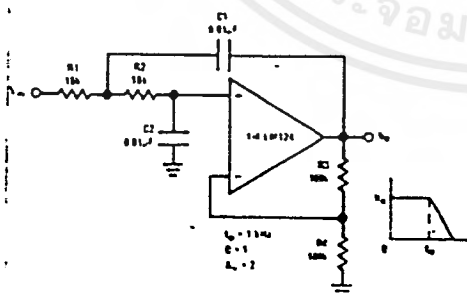
AC Coupled Inverting Amplifier



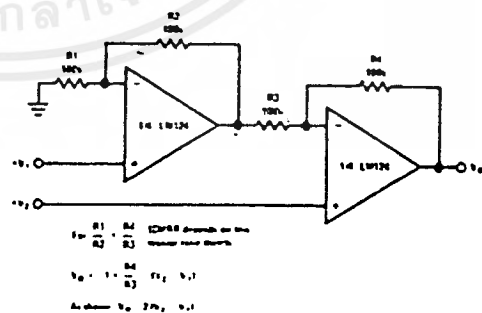
AC Coupled Non-Inverting Amplifier



DC Coupled Low-Pass RC Active Filter

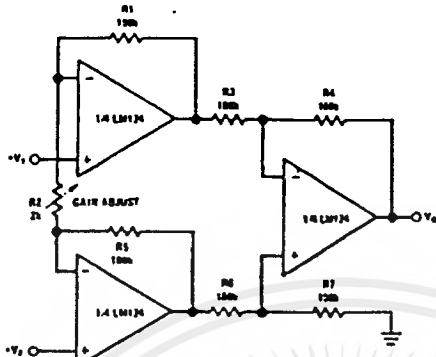


High Input Z, DC Differential Amplifier



typical single-supply applications (con't) ($V^+ = 5.0V_{OC}$)

High Input Z Adjustable-Gain
DC Instrumentation Amplifier

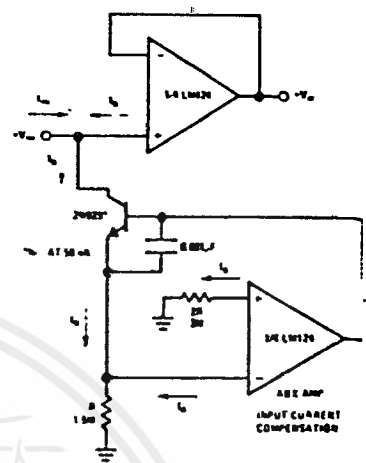


With $R1 = R5$ & $R3 = R4 = R6 = R7$ (CMRR depends on match)

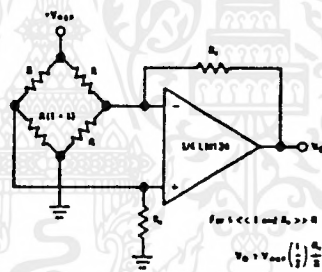
$$V_O = 1 + \frac{2R1}{R2} (V_2 - V_1)$$

As shown $V_O = 101 (V_2 - V_1)$

Using Symmetrical Amplifiers to
Reduce Input Current (General Concept)

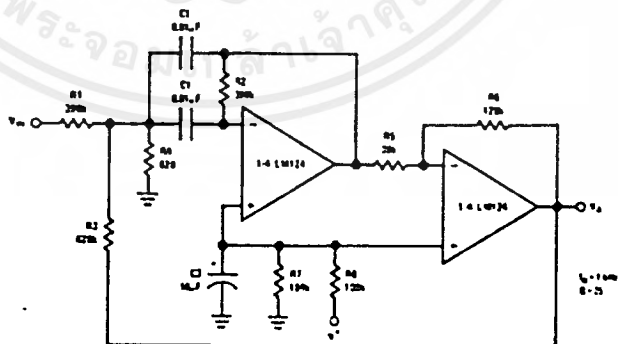


Bridge Current Amplifier



For $s \ll 1$ and $R_4 \gg R$
 $V_O = V_{exc} \left(\frac{R_1}{R} \right) \frac{R_2}{R}$

Bandpass Active Filter



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



UM91210C/D

Tone/Pulse Dialer

Features

- Tone/Pulse switchable (slide switch)
- 32 digit capacity for redialing
- Automatic mix redialing (last number redial) of pulse
— DTMF with multiple automatic access pause
- PAEX auto-pause for 3.6-sec
- Low power CMOS process (2.0 to 5.5V)
- Numbers dialed manually after redial are cascadeable and stored as additional numbers for next redialing
- Power-on reset circuit built-in
- Uses inexpensive TV crystal (3.58 MHz)
- Make/Break ratio (33% : 66% / 40:60) pin selectable
- Touch key hooking (580 ms)
- 4 x 4 or (2 of 8) keyboard available
- Low standby current

General Description

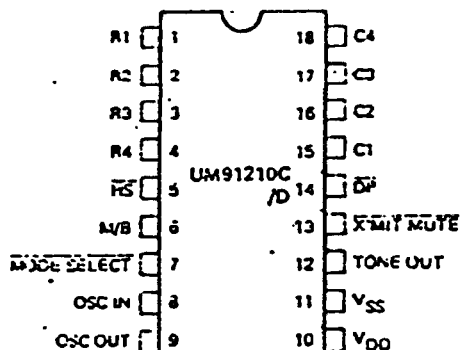
The UM91210C/D is a TONE/PULSE switchable dialer with a 32-digit redial memory. Through pin selection, switching from PULSE to DTMF mode can be done using slide switch.

All necessary dual-tone frequencies are derived from a 3.58 MHz TV crystal, providing high accuracy and stability. The required sinusoidal wave form for each individual tone is digitally synthesized on the chip. The waveform so generated has low total harmonic distortion

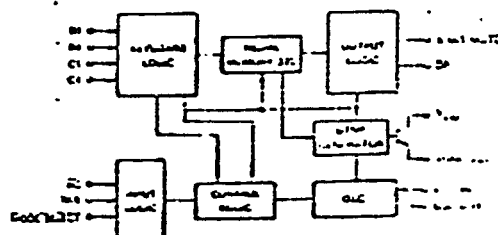
(7% max). A voltage reference is generated on the chip which is stable over the operating voltage and temperature range, and regulates the signal levels of the dual tones to meet telephone industry specifications.

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

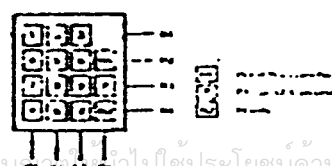
Pin Configuration



Block Diagram



Arrangement of Keyboard



Absolute Maximum Ratings*

*Comments

Supply Voltage (V_{DD})	$< 6.0V$
Input Voltage (V_{IN})	$V_{SS} - 0.3V$ to $V_{DD} + 0.3V$
Output Voltage (V_{OUT})	$V_{SS} - 0.3V$ to $V_{DD} + 0.3V$
Output Voltage (V_{OUT}) (DP, XMIT MUTE)	$< V_{DD}$
Tone Output Current (I_{TONE})	$< 5mA$
Power Dissipation (P_D)	$< 50mW$
Operating Temperature (T_{OP})	$-20^{\circ}C$ to $+70^{\circ}C$
Storage Temperature (T_{STG})	$-40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$

Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and the device should not be operated at or above these conditions. Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and the device should not be operated at or above these conditions.

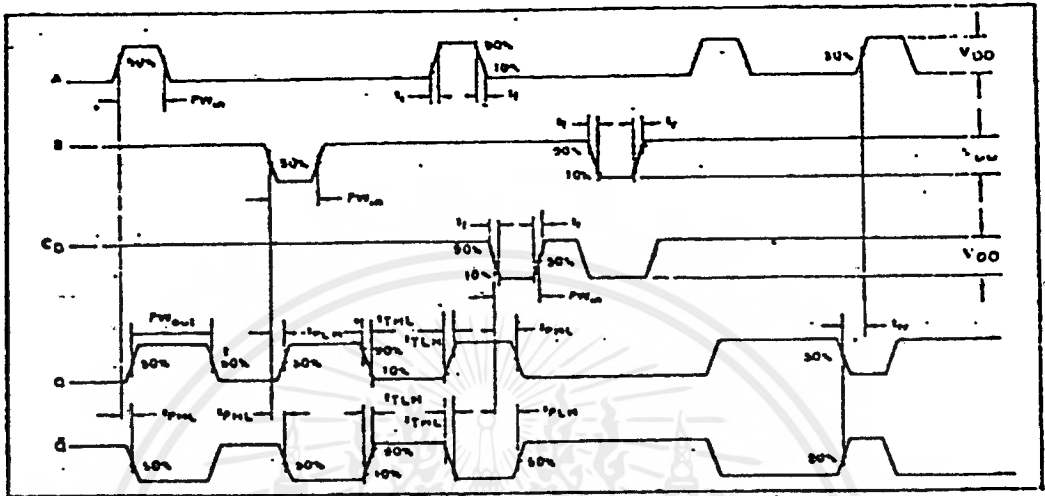
Electrical Characteristics

($V_{SS} = 0V$, $V_{DD} = 3.5V$, $f_{CLK} = 3.58MHz$, $T_{OP} = 25^{\circ}C$)

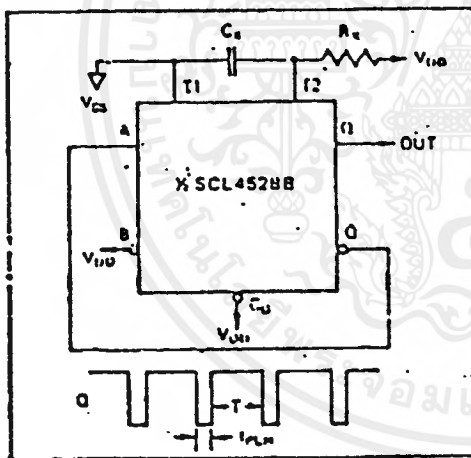
Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
Operating Voltage Range	$V_{DD(P)}$	2.0		5.5	V	Full power
	$V_{DD(T)}$	2.0		5.5	V	Idle mode
Memory Retention Voltage	V_{DR}	1.0			V	$H3 - V_{DD}$
Operating Supply Current	$I_{DD(P)}$		0.4	1.0	mA	Full power
	$I_{DD(T)}$		1.0	2.0	mA	Idle mode
Standby Current	I_{SD1}		0.05	0.5	μA	Normal mode
	I_{SD2}		70	140	μA	Auto address
Output Current	I_{OL1}	1.7	5.0		mA	DP
	I_{OL2}	0.5	1.5		mA	XMIT MUTE
Input Voltage	V_{IH}	$0.9 V_{DD}$		V_{DD}	V	High level
	V_{IL}	V_{SS}		$0.2 V_{DD}$	V	Low level
Input Current			116		μA	High level
			50		μA	Low level
Valid Key Entry Time	T_{KJ}	23		25.3	ms	
Column and Row Scanning Frequency	F_{CR}		440		Hz	
Auto Address Pulse Time	T_{AP}		36		μs	
Tone Output	V_{OT}	-16.0		-12.0	dBV	Full power
		-14.0		-11.0	dBV	1/2 power
Ratio of Column to Row Tone	α_{CLR}		2.0		dB	$V_{DD} = 3.5V$
Distortion	%DIS			10	%	$V_{DD} = 3.5V$
Tone Output Delay Time	T_{POT}		1.5		ms	

SCL4528B

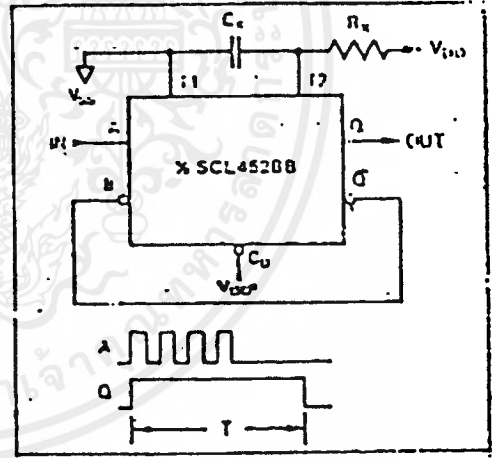
AC TEST WAVEFORMS



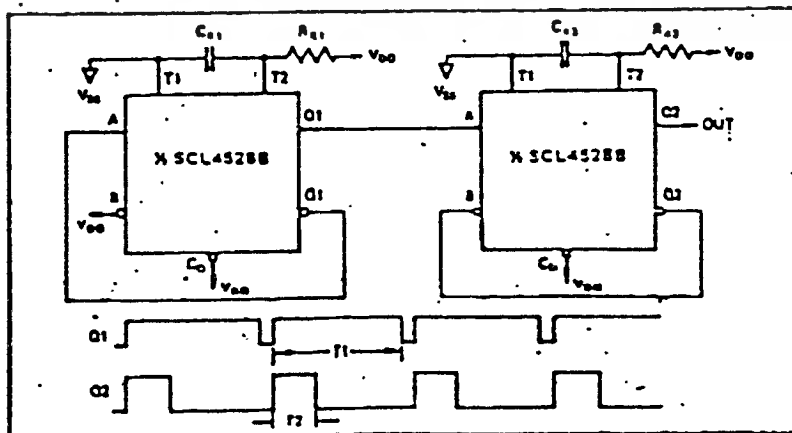
APPLICATIONS INFORMATION



Astable Operation



Connection for Non-Retriggerable Operation



Astable Multivibrator with Adjustable Period and Duty Cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dial Pulse Out ($\bar{C}_P$)

The normal output will be "000", changing by 1 at "001", changing name at "011", then "100" ($H_2 = V_{22}$). The output will be "111" at "111", then "000" at "000".

DTMF Send Output (TONE OUT)

When a valid keypair is detected in DMF mode, the appropriate key group and key group frequency are generated and reported via the Data Transfer Outpin. The valid "U" bit is also reported.

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

10 operat. volt. 2.0V to 5.5V

Tone Duration & Pause in Redial

Parameter	Symbol	Typ.	Unit
Turn-Off Delay	t_{off}	74	ns
Maximum Power	P_{tr}	110	mW
Cycle Time	t_{c}	100	ms

X'guif Ntwe Output: (X'guif Ntwe)

V _{IC}	X-RAY MODE Output
V _{DD}	OFF
V _{SS}	Normal, "OFF" "OFF" means, Power and DFM: OFF.

(1) ಪ್ರತಿಭಾಷಣ : ೧೫.೫.೨೦೨೩

Handy Select Index (MOORE SELECT)

Pulse, D [125] (more or less) at start of the ...
 table in the ... the ...
 (125 = 125)

MODE SELECT	Initial Mode	Sensitivity Entry Mode
V _{DD}	Power	Amplitude Limit: Input - V _{DD}
V _{DD}	Tune	N/A

Single Tone Operation In DTMF Mode (Test Mode)

The **[P]** and **[=]** keys are used to trigger the chip into test mode by depressing them simultaneously at "Off Hook". The single tone is shown in the following table in comparison 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 ₂	C ₃
R ₂	C ₁	C ₂	R ₃
R ₃	P ₃	C ₂	C ₃
R ₄	C ₁	R ₄	C ₃
	C ₁	C ₂	C ₃

Keyboard Operation

SINGLE MODE OPERATION

Pulse Mode Operation

[Off Hook] **[D₁]** **[D_n]**
Pulse mode is entered by the initial mode after going Off Hook and latched at **[D₁]** key entry. This is the condition under **MODE SELECT = V_{DD}**.

Tone Mode Operation

- 1) **[Off Hook]** **[D₁]** **[D_n]**
Tone mode is entered by the initial mode after going Off Hook and latched at **[D₁]** key entry. This condition is under **MODE SELECT = V_{SS}**.
- 2) **[Off Hook]** **[T]** **[D₁]** **[D_n]**
If initial mode is at pulse mode after going Off Hook and **MODE SELECT = V_{DD}**. Switching mode from pulse to tone can be done by **[T]** key entry and latched at **[D₁]** key entry.

Manual Dialing with Automatic Access Pause

[Off Hook] **[O]** **[P]** **[D₁]** **[D_n]**
Multiple Pause key entries can be accepted and stored in the radial memory, with an on digit. Each **[P]** key

provides 3.5 seconds pause time, but **[P]** key entry in first digit after going Off Hook is ignored.

[P] key can also be used as pause key in pulse mode. Pauses can be cancelled with **[P]**, **[T]** or **[RD]** key during pause time in redialing.

Redial

[Off Hook] **[RD]**
Up to 32 digits can be dialed with **[RD]** key. **[RD]** key is dialing while pulse or DTMF signals are transmitting. When more than 32 digits are stored in radial memory, Redial is also inhibited.

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

Inhibiting Redial

[Off Hook] **[D₁]** **[D_n]** **[RD]** **[RD]**
Redial can be inhibited by depressing **[RD]** **[RD]** key after DTMF or pulse signals are transmitted.

PULSE/TONE SWITCHABLE OPERATION

Mode Switching by MODE SELECT Input

[Off Hook] **[D₁]** **[D_n]** **[P]** Switching MODE
Pulse mode
SELECT to V_{DD} **[D_{n+1}]** **[D_{n+m}]** Pulse mode
DTMF Mode
is initially entered with **MODE SELECT = V_{DD}**. Mode switching to DTMF can be completed by **MODE SELECT = V_{SS}**. DTMF Mode will be set up after pulse mode is finished. In this mode, digits **[D_{n+1}]** **[D_{n+m}]** are transmitted from Tone Off or DTMF signals by depressing corresponding keys.

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

[Off Hook] **[D₁]** **[D_n]** Switching MODE
Pulse Mode
SELECT to V_{SS} **[D_{n+1}]** **[D_{n+m}]** (D_n, D_{n+1} ...
DTMF Mode

Repeat

It results the next condition:

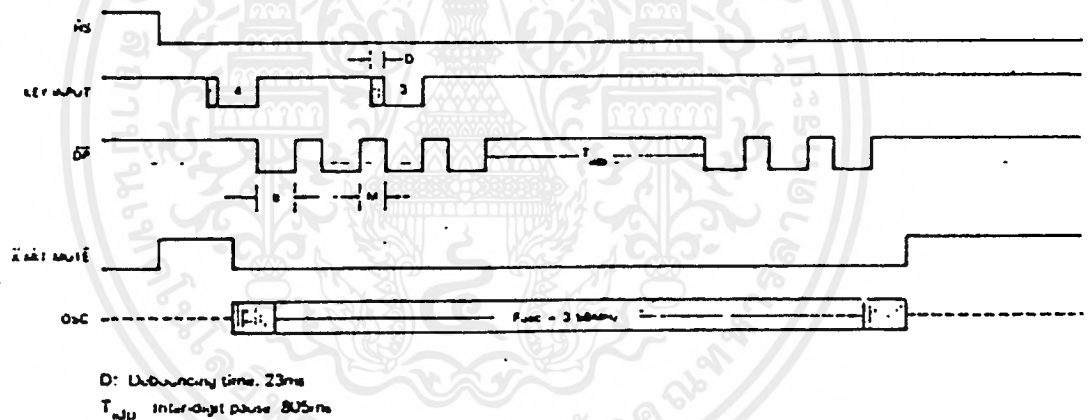
- (1) If digit D_{n+1} is depressed after pulse mode is finished, DTMF mode will be set up after last pulse signal (D_n) is output. In this mode, digits D_{n+1} D_{n+m} are transmitted from Tone Out as DTMF signals by depressing corresponding keys.

- (2) If digit D_{n+1} is depressed during dialing pulse

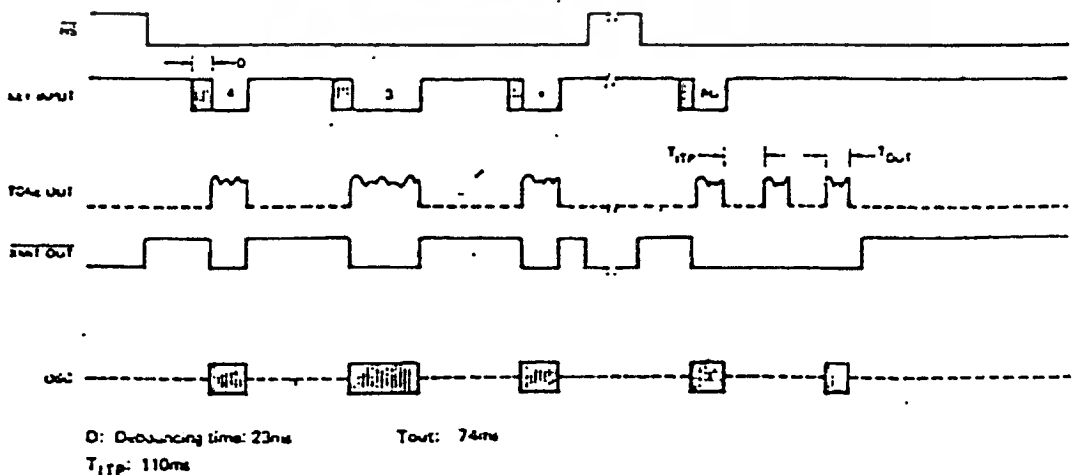
signals, DTMF mode but in Hold state will be up after last pulse signal D_n is finished. D_n D_{n+m} are stored in radial memory, i.e. DTMF data and not transmitted from Tone Out. When is ready to transmit DTMF data in next condition. T , RD or P keys is depressed, set the Hold state and D_{n+1} D_{n+m} data are serially transmitted.

Timing Diagram

1) TIMING DIAGRAM IN PULSE MODE:



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

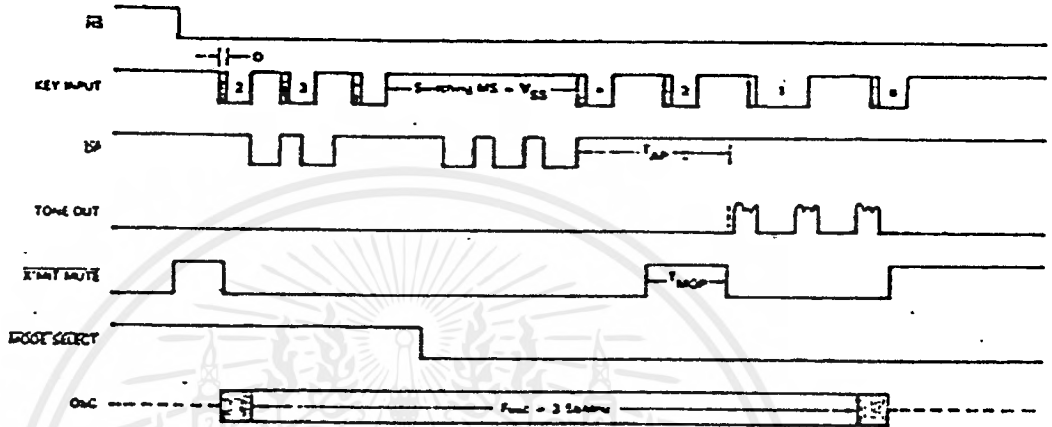


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



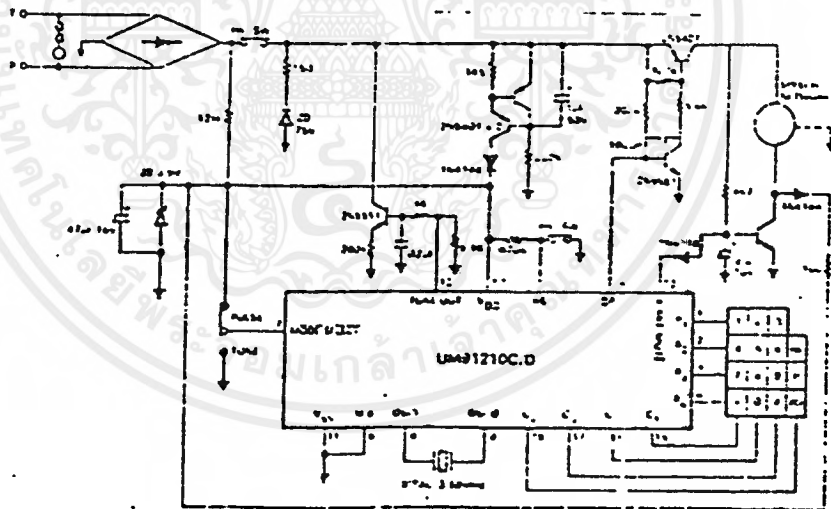
UM91210C/D

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



Typical Application

SWITCHING MODE BY MODE SELECT



Ordering Information

Part Number	Dial Pulse	Dial Pulse Rate (PPS)	T _{typ}	Mute/Break Ratio
UM91210C	DP	10 PPS	805 ms	$V_{DD} : 33\frac{1}{3} \sim 60V$ $V_{SS} : 40 \sim 60$
UM91210D	DP	20 PPS	805 ms	$V_{DD} : 33\frac{1}{3} \sim 60V$ $V_{SS} : 40 \sim 60$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**INFORMATION
STORAGE
DEVICES**

ISD1200/1400 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices

10-, 12-, 16-, and 20-Second Durations

GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD1200/1400 ChipCorder™ Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions to short duration messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone pre-amplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, and speaker amplifier. A minimum record/playback subsystem can be configured with a microphone, a speaker, several passives, two push-buttons, and a power source.

Recordings are stored in nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique solution is made possible through ISD's patented Direct Analog Storage Technology (DAST®), whereby voice and audio signals are stored directly, in their natural analog form, into EEPROM memory. Direct analog storage allows natural voice reproduction in a single-chip solid-state solution.

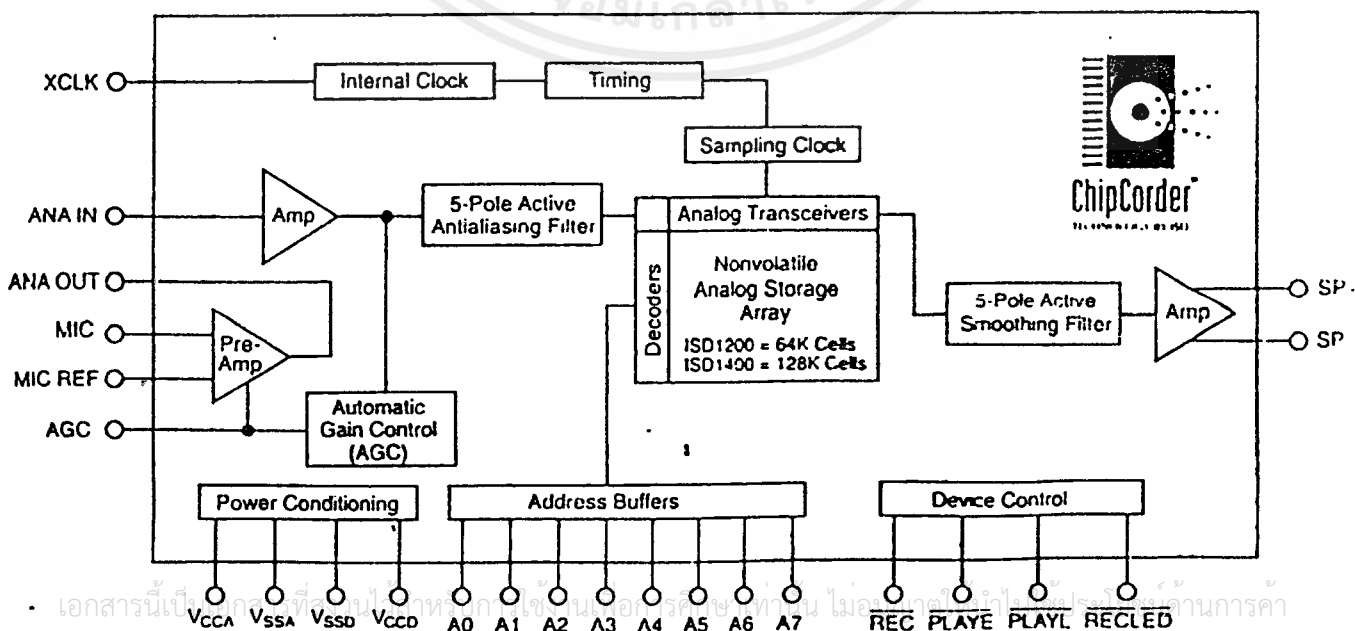
ISD1200/1400 SERIES SUMMARY

Part Number	Minimum Duration (Seconds)	Maximum Input Sample Rate (KHz)	Upper Pass Band (KHz)
ISD1210	10	6.4	2.7
ISD1212	12	5.3	2.3
ISD1416	16	8.0	3.4
ISD1420	20	6.4	2.7

FEATURES

- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
 - No external ICs required
 - Minimizes external components
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Push-button interface
 - Playback can be edge- or level-activated
- Zero-power message storage
 - Eliminates battery backup circuits
- 100-year message retention (typical)
- 100 K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- No programmer or development system needed
- Fully addressable to handle multiple messages
- Automatic power-down mode
 - Enters standby mode immediately following a record or playback cycle
 - Standby current 0.5 uA (typical)
- Single power supply
- Available in DIP, SOIC, and die form for Chip-on-Board (COB) Module assembly

ISD1200/1400 SERIES BLOCK DIAGRAM



DETAILED DESCRIPTION

Basic Operation

The ISD1200/1400 ChipCorder Series devices are controlled by a single signal, $\overline{\text{REC}}$, and either of two push-button control playback signals, $\overline{\text{PLAYE}}$ (edge-activated playback), and $\overline{\text{PLAYL}}$ (level-activated playback). The ISD1200/1400 parts are configured for simplicity of design in a single-message application. Using the address lines will allow multiple message applications. Device operation is explained on page 4.

Speech Quality

ISD's patented DAST technology provides natural record and playback. The input voice signals are stored directly in nonvolatile EEPROM cells, and reproduced without the synthetic effect often heard with digital solid-state speech solutions. A complete sample is stored in a single cell, minimizing the memory necessary to store a recording of a given duration.

Automatic Power-Down Mode

At the end of a playback or record cycle, the ISD1200/1400 Series devices automatically return to a low-power standby mode, consuming typically 0.5 μA . During a playback cycle, the device powers down automatically at the end of the message. During a record cycle, the device powers down immediately after $\overline{\text{REC}}$ is released HIGH.

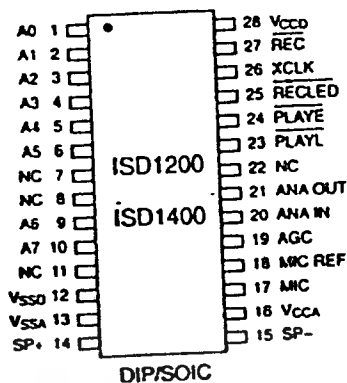
Addressing (optional)

In addition to providing simple message playback, the ISD1200/1400 Series provides a full addressing capability.

The ISD1200 Series storage array has 80 distinct addressable segments, while the ISD1400 Series storage array has 160 distinct addressable segments, providing the following resolutions.

Part Number	Resolution
ISD1210	125 ms
ISD1212	150 ms
ISD1416	100 ms
ISD1420	125 ms

ISD1200/1400 SERIES PINOUTS



Note: NC means Must Not Connect

PIN DESCRIPTIONS

Note: The $\overline{\text{REC}}$, $\overline{\text{PLAYL}}$, and $\overline{\text{PLAYE}}$ signals are all debounced for 50 ms. on the rising edge to prevent a false retriggering from a push-button switch.

Record ($\overline{\text{REC}}$)

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

A record cycle is completed when $\overline{\text{REC}}$ is pulled HIGH. An end-of-message marker is internally recorded, enabling a subsequent playback cycle to terminate appropriately. The device automatically powers down to standby mode when $\overline{\text{REC}}$ goes HIGH.

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

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

Playback, Level-Activated ($\overline{\text{PLAYL}}$)

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

Note: In playback, if either $\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$ is held LOW during EOM or OVERFLOW, the device will still enter

standby and the internal oscillator and timing generator will stop. However, the rising edge of $\overline{\text{PLAYE}}$ and $\overline{\text{PLAYL}}$ will no longer be debounced and any subsequent falling edge present on the input pins will initiate another playback.

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

The output $\overline{\text{RECLED}}$ is LOW during a record cycle. It can be used to drive an LED to provide feedback that a record cycle is in progress. In addition, $\overline{\text{RECLED}}$ pulses LOW momentarily when an end-of-message marker is encountered in a playback cycle.

Microphone Input (MIC)

The microphone is usually AC-coupled to this pin via a series capacitor. The user-selectable value of the input series capacitor (together with the 10K ohm resistance internal to the chip) determines the low-frequency cutoff for the ISD1200/1400 Series passband.

Microphone Reference (MIC REF)

When MIC REF is AC coupled to the microphone ground, the recorded noise level is significantly reduced. Ground noise is referenced to the preamplifier. If this pin is not used, it must NOT be connected to any signal or voltage. It must float.

Analog Output (ANA OUT)

The microphone signal is amplified and is output to the ANA OUT pin. The voltage gain of the preamp is determined by the voltage level at the Automatic Gain Control (AGC) pin. The preamplifier has a maximum gain of about 24 dB for small input signal levels.

Analog Input (ANA IN)

The external capacitor connects ANA IN to the ANA OUT pin. The value of the external capacitor, together with the 3 K Ω input impedance at ANA IN, can be chosen to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. The ANA IN pin may also be used to input alternative sources of analog signals (instead of the microphone signal) through a coupling capacitor.

Automatic Gain Control (AGC)

The purpose of the AGC is to dynamically adjust the preamplifier gain, and therefore extend the range of input signals which can be applied to the microphone input without causing distortion. The AGC can considerably extend the range of recordable sound from whispers to loud voices. To use the AGC feature, an external resistor and capacitor should be connected in

parallel between the AGC pin and Ground. Recommended values are 470 K Ω and 4.7 μF . The "attack" time of the gain control is determined by the source resistance (5 K Ω) and the external capacitor. The "release" time is determined by the external resistor and capacitor. For AGC voltages of 1.5 Volts and below, the preamplifier is at its maximum gain of 24 dB. Reduction in preamplifier gain occurs for voltages of approximately 1.8 Volts. If the AGC function is not desired, the AGC pin can be tied to Ground and the preamplifier gain will be held at its highest level of approximately 24 dB.

If operating at voltages above 5.5 V, insert a 5.1 K Ω resistor in series with the capacitor from pin 20 to pin 21 to minimize distortion.

Speaker Outputs (SP+, SP-)

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

Optional External Clock (XCLK)

This signal is normally tied to ground in applications circuits. If, however, greater timing precision is desired, (internal clock has $\pm 2.5\%$ tolerance over temperature and voltage range), the chip can be externally clocked through this pin. If the XCLK is not used, this input should be connected to ground.

V_{CCA} and V_{CCD}

Analog and digital circuits internal to the ISD1200/1400 Series use separate power buses to minimize noise on the chip. These power buses are brought out to separate pins on the package and should be tied together as close to the supply as possible. It is important that the power supply be decoupled as close as possible to the package.

V_{SSA} and V_{SSD} (Ground)

Similar to V_{CCA} and V_{CCD} , the analog and digital circuits internal to the ISD1200/1400 Series use separate ground buses to minimize noise. These pins should be tied together as close as possible to the device.

TABLE 1. OPERATIONAL MODES

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

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

Address Inputs (A0-A7)

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

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

OPERATIONAL MODES

The ISD1200/1400 Series is designed with several built-in operational modes provided to allow maximum functionality with a minimum of additional components, described in detail below. The operational modes use the address pins on the ISD1200/1400 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH, the remaining address signals are interpreted as mode bits and NOT as address bits. Therefore, operational modes and direct addressing are not compatible and cannot be used simultaneously.

There are two important considerations for using operational modes. First, all operations begin initially at address 0, which is the beginning of the ISD1200/1400 address space. Later operations can begin at other address locations, depending on the operational mode(s) chosen. In addition, the address pointer is reset to 0 when the device is changed from Record to Playback, Playback to Record, or when a Power-Down cycle is executed.

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

(Note: The two MSBs are on pins 9 and 10 for each ISD1200/1400 Series member.)

OPERATIONAL MODE DESCRIPTIONS

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

A0 — Message Cueing ($\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$ only)

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

A1 — Delete EOM Markers ($\overline{\text{REC}}$ only)

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

A2 — Unused

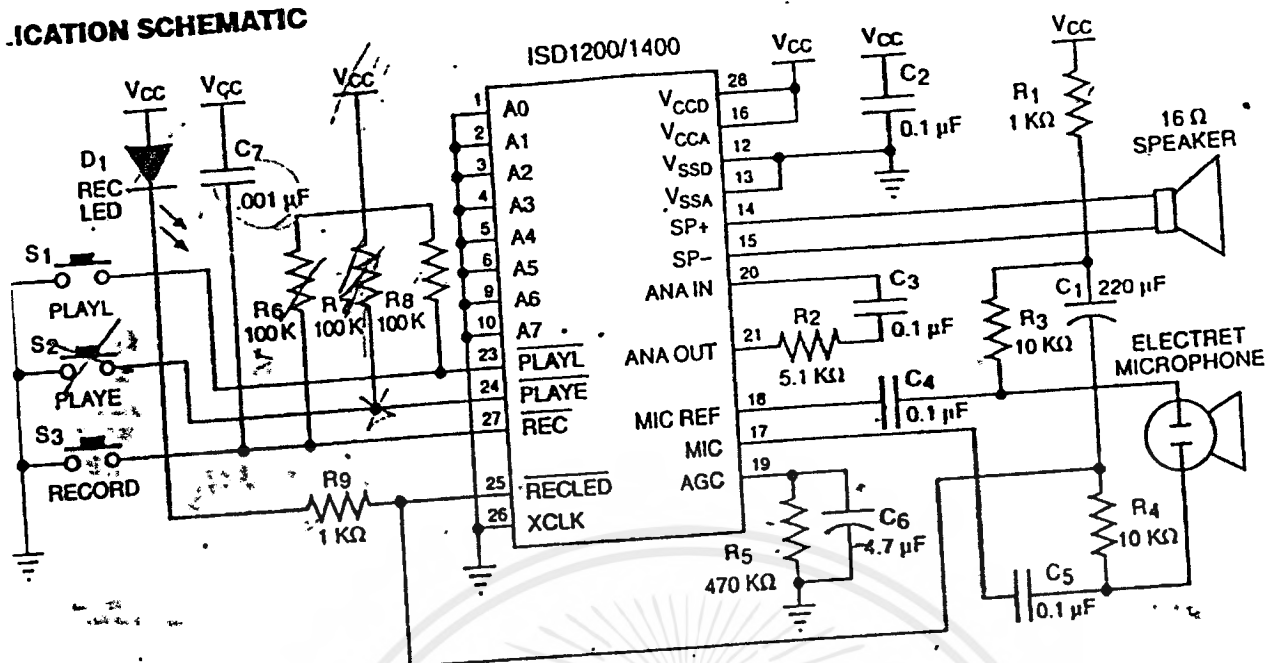
A3 — Message Looping ($\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$ only)

The A3 Operational Mode allows for the automatic continuously repeated playback of the message located at the beginning of the address space. A message can completely fill the ISD1200/1400 device and will loop from beginning to end.

A4 — Consecutive Addressing

During normal operations, the address pointer will reset when a message is played through to an EOM marker. The A4 Operational Mode inhibits the address pointer reset, allowing messages to be played back consecutively.

A5 — Unused



FUNCTIONAL DESCRIPTION EXAMPLE

pulling the REC signal LOW initiates a record cycle from the beginning of the message space. If REC is held LOW, the recording continues until the message space has been filled. Once the message space is filled, recording ceases. The device will automatically power down after REC is pulled HIGH.

2. **Edge-activated playback.** Pulling the PLAYE signal LOW initiates a playback cycle from the beginning of the message space. The rising edge of PLAYE has no effect on operation. If a recording has filled the message space, the entire message is played. When the device reaches the end of the message space, it automatically powers down. A subsequent falling edge on PLAYE initiates a new play cycle from the start address.

3. Level-activated playback. Pulling the PLAYL signal LOW initiates a playback cycle from the beginning of the message space. If PLAYL remains LOW, the device plays through to the end of the message and subsequently enters the power-down mode.

- 4. Level-activated playback (truncated).**
If PLAYL is pulled HIGH any time during the play-back cycle, the device stops playing and enters the power-down mode. A subsequent falling edge on PLAYL initiates a new play cycle from the start address.

5. Record (interrupting playback).
The $\overline{\text{REC}}$ signal takes precedence over other operations. Any LOW-going transition on $\overline{\text{REC}}$ initiates a new record operation from the beginning of the start address, regardless of any current operation in progress.

A record operation need not fill the entire message space. Releasing the REC signal HIGH before filling the message space causes the recording to stop and an end-of-message marker to be placed. The device powers down automatically.

Pulling the PLAYE or PLAYL signal LOW initiates a playback cycle which is then completed when the end-of-message marker is encountered. Playback ceases and the device powers down.

8. RECLED operation.
The RECLED output pin provides an active-LOW signal which can be used to drive an LED as a "record in progress" indicator. It returns to a HIGH state when the REC pin is released HIGH or when the recording is completed due to the message space being filled.

APPLICATIONS NOTE

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

To prevent this occurrence, place a capacitor (approx. 101 μ F) between the control pin ($\overline{REC}$) and V_{CC} . This pulls

the control pin voltage up with V_{CC} as it rises. Once the voltage is HIGH, the pull-up device will keep the pin HIGH until intentionally pulled LOW, preventing the false EOM marker.

Since this anomaly is dependent upon factors such as the capacitance of the user's printed circuit board, not all circuit designs will exhibit the spurious marker. It is recommended, however, that the capacitor is included for design reliability. A more detailed explanation and resolution of this occurrence is described in the ISD Application Notes and Design Manual.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (ISD1200/1400 SERIES - PACKAGED)

Condition	Value
Temperature under bias	- 65° C to + 125° C
Storage temperature range	- 65° C to + 150° C
Voltage applied to any pin	($V_{SS} - 0.3$ V) to ($V_{CC} + 0.3$ V)
Voltage applied to any pin (Input current limited to ± 20 mA)	($V_{SS} - 1.0$ V) to ($V_{CC} + 1.0$ V)
Lead temperature (soldering - 10 seconds)	300° C
$V_{CC} - V_{SS}$	- 0.3 V to + 7.0 V

Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability.

DC PARAMETERS (ISD1200/1400 SERIES - PACKAGED)

Operating Conditions: $T_A = 0^\circ$ to 70° C, $V_{CC} = 4.5$ V to 6.5 V ⁽¹⁾, $V_{SS} = 0$ V ⁽²⁾, unless otherwise noted

Symbol	Parameters	Min	Typ ⁽³⁾	Max	Units	Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage			0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.4			V	
V_{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	$I_{OL} = 4.0$ mA
V_{OH}	Output High Voltage	2.4			V	$I_{OH} = -1.6$ mA
I_{CC}	V_{CC} Current @ 5.5 V (Operating)		15	30	mA	$V_{CC} = 5.5$ V, $R_{EXT} = \infty$ ⁽⁴⁾
I_{CC}	V_{CC} Current @ 6.5 V (Operating)		15	35	mA	$V_{CC} = 6.5$ V, $R_{EXT} = \infty$ ⁽⁴⁾
I_{SB}	V_{CC} Current (Standby)		0.5	10	μ A	⁽¹⁾ ⁽⁵⁾
I_{IL}	Input Leakage Current			± 1	μ A	⁽¹⁾ ⁽⁵⁾
I_{ILPD}	Input Current HIGH w/Pull Down			130	μ A	Force V_{CC} ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾
R_{EXT}	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R_{MIC}	Preamp In Input Resistance		10		K Ω	Pins 17, 18
$R_{ANA In}$	Ana In Input Resistance		3		K Ω	
A_{PRE1}	Preamp Gain 1		24		dB	AGC = 0.0 V
A_{PRE2}	Preamp Gain 2		- 45	- 15	dB	AGC = 2.5 V
A_{ARP}	Ana In to SP+/-		22		dB	
R_{AGC}	AGC Output Resistance		5		K Ω	
I_{PREH}	Preamp Out Source		- 2		mA	@ $V_{OUT} = 1.0$ V
I_{PREL}	Preamp In Sink		0.5		mA	@ $V_{OUT} = 2.0$ V

Notes: 1. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.

2. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

3. Typical values @ $T_A = 25^\circ$ C and 5.0 V.

4. V_{CCA} and V_{CCD} connected together.

5. $\overline{REC}$, $\overline{PLAYL}$, and $\overline{PLAYE}$ must be V_{CCD} .

6. Pin 26.

7. Applies only to ISD1200 and ISD1400 future version (see page 13).

PARAMETERS (ISD1200/1400 SERIES - PACKAGED)

Operating Conditions: $T_A = 0^\circ$ to 70° C, $V_{CC} = 4.5$ V to 6.5 V ⁽¹⁾, $V_{SS} = 0$ V ⁽²⁾; unless otherwise noted

Characteristic	Min	Typ ⁽³⁾	Max	Units	Conditions
Total Harmonic Distortion		1		%	@ 1 KHz
RECLED ON Delay		5		μ sec	
RECLED OFF Delay		48.6		msec	
A3 Loop Setup Time	300			nsec	
A3 Loop Hold Time	0			nsec	
Record Power-Up Delay		32		msec	
Record Power-Down Delay		32		msec	
Play Power-Up Delay		32		msec	
Play Power-Down Delay		8.1		msec	
Speaker Output Power		12.2		mW	$R_{EXT} = 16 \Omega$
Voltage Across Speaker Pins		1.25	2.5	V p-p	$R_{EXT} = 600 \Omega$
MIC Input Voltage			20	mV	Peak-to-Peak ⁽⁴⁾
ANA IN Input Voltage			50	mV	Peak-to-Peak

PARAMETERS

Symbol	Characteristic	ISD-1210	ISD-1212	ISD-1416	ISD-1420	Units	Conditions
	Sampling Frequency (max)	6.4	5.3	8	6.4	KHz	Internal Oscillator
	Bandwidth (max)	2.7	2.3	3.4	2.7	KHz	3 dB Roll-Off Point ⁽⁵⁾
RPW	Record Pulse Width (max)	10	12	16	20	sec.	
PLAY	Playback Duration (min)	10	12	16	20	sec.	
LED2	RECLED OFF Delay	48.6	58.3	38.9	48.6	msec	(6)
RPUD	Rec. Power-Up Delay	32	39	26	32	msec	(6)
RPDD	Rec. Power-Down Delay	32	39	26	32	msec	(6)
TPPUD	Play Power-Up Delay	32	39	26	32	msec	(6)
TPPDD	Play Power-Down Delay	8.1	9.7	6.5	8.1	msec	(6)

Notes: 1. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.

2. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

3. Typical values @ $T_A = 25^\circ$ C, 5.0 V, and 6.2 KHz sample rate.

4. With 12 K Ω series resistor at ANA IN.

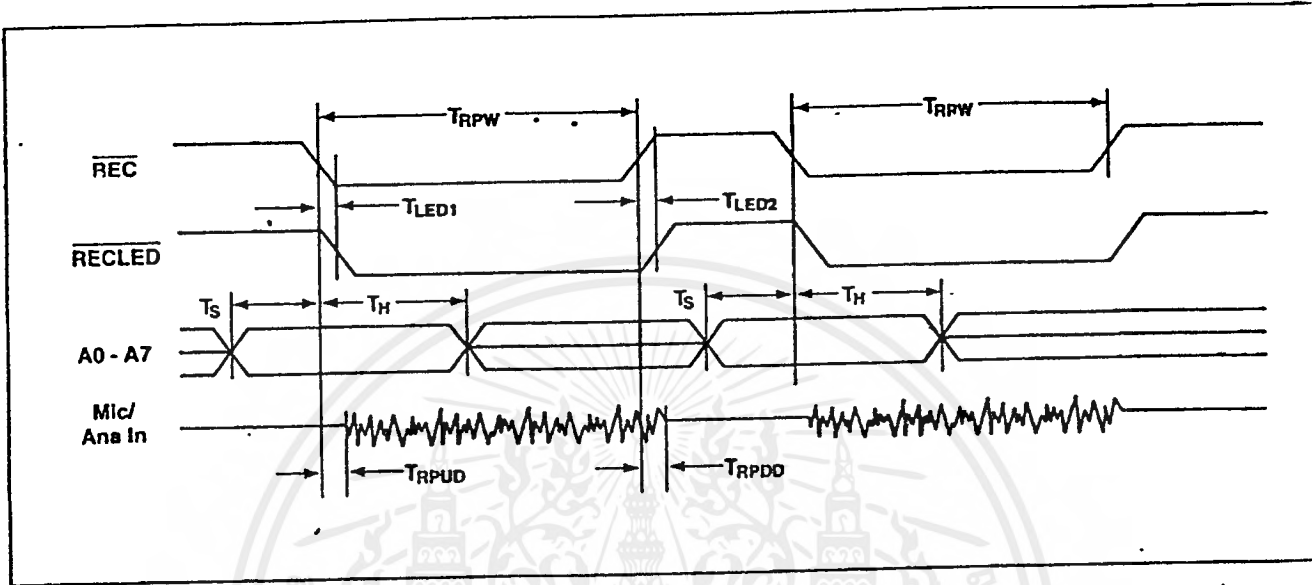
5. Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).

6. Typical values @ $T_A = 25^\circ$ C and 5.0 V.

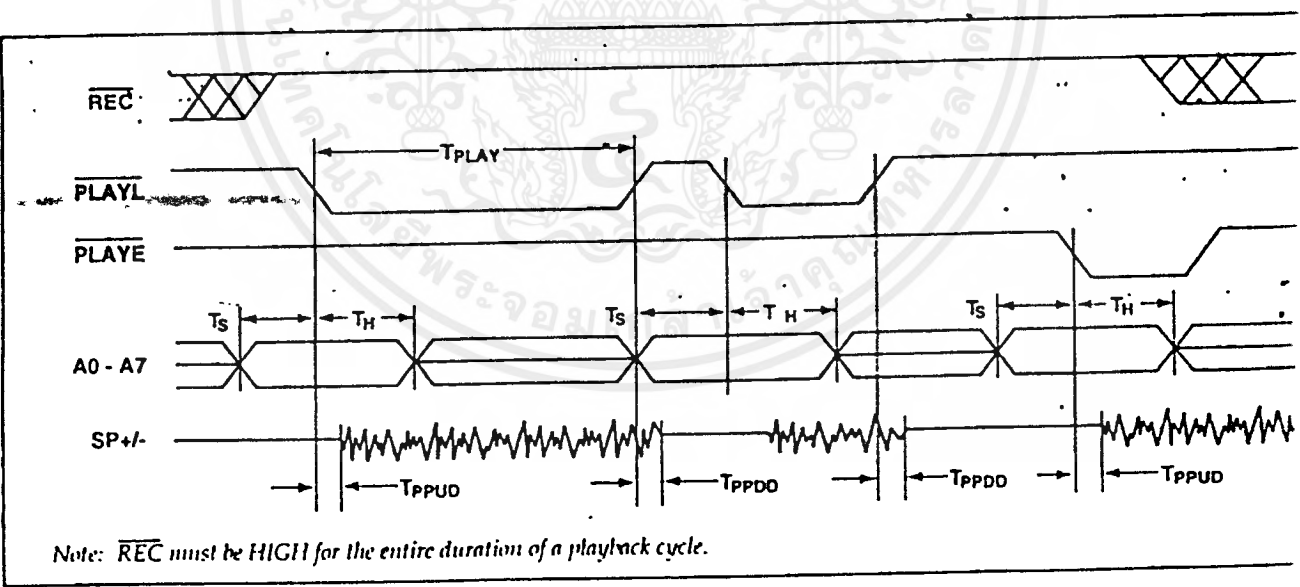
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

TIMING DIAGRAMS (ISD1200/1400 SERIES - PACKAGED)

RECORD



PLAYBACK



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (ISD1200X/1400X SERIES - UNPACKAGED DIE)

Operating temperature range	- 65°C to 150°C
Voltage applied to any pin	(V _{SS} - 0.3 V) to (V _{CC} + 0.3 V)
Voltage applied to any pin	(V _{SS} - 1.0 V) to (V _{CC} + 1.0 V)
Static current limited to ± 20 mA	- 0.3 V to + 7.0 V

Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability.

PARAMETERS (ISD1200X/1400X SERIES - UNPACKAGED DIE) Operating Conditions: T_A = 0° to 50° C (ambient), V_{CC} = 4.5 V to 6.5 V ⁽¹⁾, V_{SS} = 0 V ⁽²⁾; unless otherwise noted

Symbol	Parameters	Min	Typ ⁽³⁾	Max	Units	Conditions
	Input Low Voltage			0.8	V	
	Input High Voltage	2.4			V	
	Output Low Voltage			0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA
	Output High Voltage	2.4			V	I _{OH} = -1.6 mA
	V _{CC} Current @ 5.5 V (Operating)		15	30	mA	V _{CC} = 5.5 V, R _{EXT} = ∞ ⁽⁴⁾
	V _{CC} Current @ 6.5 V (Operating)		15	35	mA	V _{CC} = 6.5 V, R _{EXT} = ∞ ⁽⁴⁾
	V _{CC} Current (Standby)		0.5	10	μA	(4) (5)
	Input Leakage Current			±1	μA	(4) (5)
	Input Current HIGH w/ Pull Down			130	μA	Force V _{CC} ⁽⁶⁾ (7)
R _{EXT}	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R _{MIC}	Preamp In Input Resistance		10		KΩ	Pins 17, 18
R _{ANA In}	Ana In Input Resistance		3		KΩ	
A _{PRE1}	Preamp Gain 1		24		dB	AGC = 0.0 V
A _{PRE2}	Preamp Gain 2		-45	-15	dB	AGC = 2.5 V
A _{AMP}	Ana In to SP+/-		22		dB	
R _{ACC}	AGC Output Resistance		5		KΩ	
I _{PRE1}	Preamp Out Source		-2		mA	@ V _{OUT} = 1.0 V
I _{PRE1}	Preamp In Sink		0.5		mA	@ V _{OUT} = 2.0 V

- Notes: 1. V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}.
 2. V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}.
 3. Typical values @ T_A = 25° C and 5.0 V.
 4. V_{CCA} and V_{CCD} connected together.
 5. REC, PLAYL, and PLAYE must be V_{CCD}.
 6. Pin 26.
 7. Applies only to ISD1200 and ISD1400 future version (see page 13).

C PARAMETERS (ISD1200X/1400X SERIES - UNPACKAGED DIE)

Operating Conditions: $T_A = 0^\circ$ to 50° C (ambient), $V_{CC} = 4.5$ V to 6.5 V⁽¹⁾, $V_{SS} = 0$ V⁽²⁾; unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Min	Typ ⁽³⁾	Max	Units	Conditions
THD	Total Harmonic Distortion		1		%	@ 1 KHz
T_{LED1}	RECLED ON Delay		5		μ sec	
T_{LED2}	RECLED OFF Delay		48.6		msec	
T_S	A3 Loop Setup Time	300			nsec	
T_H	A3 Loop Hold Time	0			nsec	
T_{RPUD}	Record Power-Up Delay		32		msec	
T_{RPDD}	Record Power-Down Delay		32		msec	
T_{PPUD}	Play Power-Up Delay		32		msec	
T_{PPDD}	Play Power-Down Delay		8.1		msec	
P_{OUT}	Speaker Output Power		12.2		mW	$R_{EXT} = 16 \Omega$
V_{OUT}	Voltage Across Speaker Pins		1.25	2.5	V p-p	$R_{EXT} = 600 \Omega$
V_{IN1}	MIC Input Voltage			20	mV	Peak-to-Peak ⁽⁴⁾
V_{IN2}	ANA IN Input Voltage			50	mV	Peak-to-Peak

AC PARAMETERS

Symbol	Characteristic	ISD-1210	ISD-1212	ISD-1416	ISD-1420	Units	Conditions
F_S	Sampling Frequency (max)	6.4	5.3	8	6.4	KHz	Internal Oscillator
BW	Bandwidth (max)	2.7	2.3	3.4	2.7	KHz	3 dB Roll-Off Point ⁽⁵⁾
T_{RPW}	Record Pulse Width (max)	10	12	16	20	sec.	
T_{PLAY}	Playback Duration (min)	10	12	16	20	sec.	
T_{LED2}	RECLED OFF Delay	48.6	58.3	38.9	48.6	msec	(6)
T_{RPUD}	Rec. Power-Up Delay	32	39	26	32	msec	(6)
T_{RPDD}	Rec. Power-Down Delay	32	39	26	32	msec	(6)
T_{PPUD}	Play Power-Up Delay	32	39	26	32	msec	(6)
T_{PPDD}	Play Power-Down Delay	8.1	9.7	6.5	8.1	msec	(6)

Notes: 1. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.

2. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

3. Typical values @ $T_A = 25^\circ$ C, 5.0 V, and 6.2 KHz sample rate.

4. With 12 K Ω series resistor at ANA IN.

5. Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).

6. Typical values @ $T_A = 25^\circ$ C and 5.0 V.

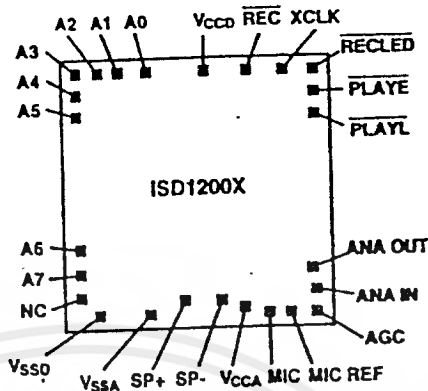
ISD1200X DIE BONDING PHYSICAL LAYOUT

ISD1200X

I. Die Dimensions
X: 172.2 ±1 mils
Y: 138.2 ±1 mils

II. Die Thickness
21 mils

III. Pad Opening (min)
88 x 112 microns
(3.46 x 4.41 mils)



ISD1200X PIN/PAD DESIGNATIONS, WITH RESPECT TO DIE CENTER (μm)

	Pin Name	X Axis	Y Axis	Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
1	Address 0	-1364	1589.6	VCCA	VCC Analog Power Supply	780	-1552.4
2	Address 1	-1648.4	1589.6	MIC	Microphone Input	992	-1590
3	Address 2	-1816.4	1589.6	MIC REF	Microphone Reference	1169.2	-1590
4	Address 3	-2013.6	1515.6	AGC	Automatic Gain Control	1978.4	-1590
5	Address 4	-2013.6	1337.6	ANA IN	Analog Input	2005.6	-1196.4
6	Address 5	-2013.6	1129.6	ANA OUT	Analog Output	1991.2	-995.2
7	Address 6	-2013.6	-831.2	PLAYL	Level-Activated Playback	2014.4	1224.4
8	Address 7	-2013.6	-1022	PLAYE	Edge-Activated Playback	2014.4	1392.8
9	No Connect	-2013.6	-1361.6	RECLED	Record LED Output	2012.4	1587.6
10	VSS Digital Power Supply	-1893.6	-1588	XCLK	No Connect (optional)	1581.2	1589.6
11	VSS Analog Power Supply	-357.6	-1588	REC	Record	752.8	1589.6
12	Speaker Output +	-17.2	-1512.8	VCCD	VCC Digital Power Supply	-48	1545.2
13	Speaker Output -	412.4	-1512.8				

Note: Die dimensions and pin/pad positions may be subject to change. Please contact ISD Sales Offices or Representatives to verify current or future specifications.

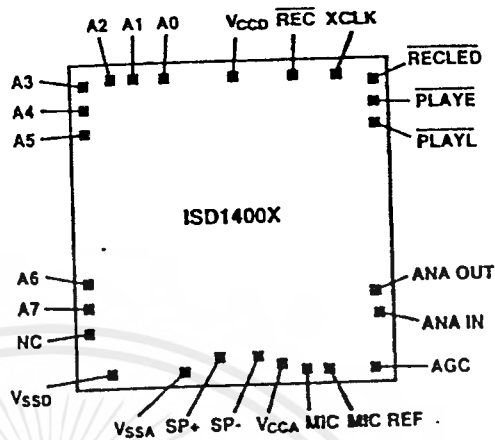
ISD1400X CURRENT DIE BONDING PHYSICAL LAYOUT

ISD1400X

I. Die Dimensions
X: 211 ±1 mils
Y: 207 ±1 mils

II. Die Thickness
21 mils

III. Pad Opening (mil)
109 microns
(4.3 mils)



ISD1400X PIN/PAD DESIGNATIONS, WITH RESPECT TO DIE CENTER (μm)

Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis	Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
A0	Address 0	-1712.5	2445.5	VCCA	VCC Analog Power Supply	952.2	-2412
A1	Address 1	-2068	2445.5	MIC	Microphone Input	1217.5	-2459
A2	Address 2	-2278	2445.5	MIC REF	Microphone Reference	1439	-2459
A3	Address 3	-2509.5	2368	AGC	Automatic Gain Control	2450.5	-2410
A4	Address 4	-2509.5	2145.5	ANA IN	Analog Input	2484.5	-1980.5
A5	Address 5	-2509.5	1885.5	ANA OUT	Analog Output	2466.5	-1715.5
A6	Address 6	-2509.5	-1525.5	PLAYL	Level-Activated Playback	2495.5	1989
A7	Address 7	-2509.5	-1764	PLAYE	Edge-Activated Playback	2495.5	2201
NC	No Connect	-2509.5	-2178.5	RECLED	Record LED Output	2493	2443
VSSD	VSS Digital Power Supply	-2359.5	-2456.5	XCLK	No Connect (optional)	1970	2445.5
VSSA	VSS Analog Power Supply	-469.5	-2456.5	REC	Record	900	2445.5
SP+	Speaker Output +	-29	-2362.5	VCCD	VCC Digital Power Supply	-52.5	2390
SP-	Speaker Output -	508	-2362.5				

Note: Die dimensions and pin/pad positions may be subject to change. Please contact ISD Sales Offices or Representatives to verify current or future specifications.

400X FUTURE DIE BONDING PHYSICAL LAYOUT

ISD1400X FUTURE

I. Die Dimensions

X: 206.9 +1 mils

Y: 202.3 +1 mils

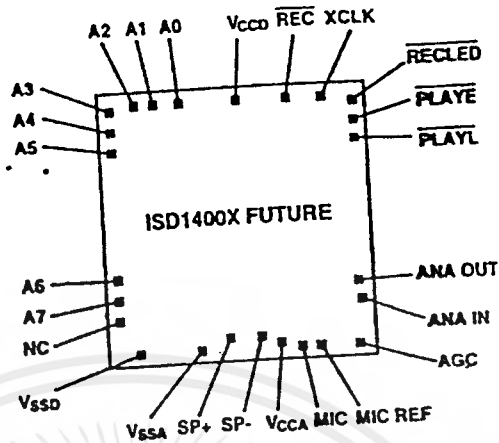
II. Die Thickness

21 mils

III. Pad Opening (min)

100 x 112 microns

(3.9 x 4.4 mils)



400X FUTURE PIN/PAD DESIGNATIONS, WITH RESPECT TO DIE CENTER (μm)

Pin Name	X Axis	Y Axis	Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
Address 0	-1332.5	1973.8	VCCA	VCC Analog Power Supply	779.5	-1936.2
Address 1	-1628.9	1973.8	MIC	Microphone Input	991.5	-1973.8
Address 2	-1808.9	1973.8	MIC REF	Microphone Reference	1168.7	-1973.8
Address 3	-2014.1	1910.2	AGC	Automatic Gain Control	1977.9	-1910.6
Address 4	-2014.1	1722.6	ANA IN	Analog Input	2005.1	-1580.2
Address 5	-2014.1	1519.8	ANA OUT	Analog Output	1990.7	-1379
Address 6	-2014.1	1214.6	PLAYL	Level-Activated Playback	2013.9	1618.6
Address 7	-2014.1	1399.8	PLAYE	Edge-Activated Playback	2013.9	1777
No Connect	-2014.1	1745.4	RECLED	Record LED Output	2011.9	1971.8
VSS Digital Power Supply	-1894.1	-1971.8	XCLK	No Connect (optional)	1580.7	1973.8
VSS Analog Power Supply	-358.1	-1971.8	REC	Record	752.3	1973.8
Speaker Output +	-17.7	-1896.6	VCCD	VCC Digital Power Supply	-48.5	1929.4
Speaker Output -	411.9	-1896.6				

c: Die dimensions and pin/pad positions may be subject to change. Please contact ISD Sales Offices or Representatives to verify current or future specifications.