

เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
AUTOMATIC TELEPHONE ANSWERING



โดย
นาย รุติกร เติศโรจน์บุสิทธิ์
นาย ทนงศักดิ์ ยิ้มฤทธิ
นาย วงศ์ศักดิ์ น้าฝน

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 42248
วัน, เดือน, ปี 16 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำในชุด 04060

หัวข้อปริญญานิพนธ์

เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC TELEPHONE ANSWERING

โดย

นาย จูติกร เลิศโรจน์ชูสิทธิ์ 42015508

นาย ทนงศักดิ์ ยิ้มฤทธิ 42015510

นาย วงศ์ศักดิ์ น้ำฝน 42015522

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.มนชนก ศรีเสื่อขาม

ภาควิชา

เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา

2544

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
บงอนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรม
ศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(

กรรมการ

(

กรรมการ

(

กรรมการ

(

กรรมการ

(

กรรมการ

(

)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

โดย นาย จูติกร เลิศโรจน์ชูสิทธิ์
 นาย ทนงศักดิ์ ยิ้มฤทธิ์
 นาย วงศ์ศักดิ์ น้ำฝน

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.มนชนก ศรีเสือขาม
 ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์คือ เป็นการออกแบบพัฒนาการสร้างเครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ เพื่อช่วยเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของโทรศัพท์ และอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ดังนั้นการที่ทำการสร้างเครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติใช้นั้นจะทำให้ผู้ใช้โทรศัพท์ที่ได้รับความสะดวกต่อการใช้งานเพิ่มขึ้น

ในโครงการนี้ได้ทำการสร้างเครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ ได้แบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนของ ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ โดยส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของภาคตอบรับโทรศัพท์ และ ส่วนของภาคการบันทึกเสียงของผู้ที่โทรเข้ามา ส่วนของภาคตอบรับโทรศัพท์ประกอบไปด้วย วงจรนับสัญญาณกระดิ่ง วงจรตัดต่อคู่สาย วงจรถอดรหัสความถี่คู่และวงจรตอบรับโทรศัพท์ ส่วนของภาคการบันทึกเสียงของผู้ที่โทรเข้ามานั้นประกอบด้วยวงจรมบันทึกเสียง ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้นานประมาณ 270 วินาที ส่วนในภาคซอฟต์แวร์นั้นได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51มาใช้ในการควบคุมวงจรและโปรแกรมที่เขียนสำหรับควบคุมวงจรคือภาษาแอสเซมบลี

ผลจากการทดลองในส่วนของผู้ที่โทรเข้ามาเมื่อไม่มีผู้รับสายก็จะมีเสียงตอบรับจากเครื่องตอบรับโทรศัพท์ และสามารถบันทึกฝากข้อความเสียงไว้ได้ ในส่วนของผู้ใช้เครื่องนั้นสามารถพูดอัดเสียงในส่วนของภาคตอบรับ โทรมาเช็คข้อความของผู้ที่ได้บันทึกฝากข้อความไว้และกำหนดพาสเวิร์ดในการเช็คข้อความได้

AUTOMATIC TELEPHONE ANSWERING

BY MR.THITIKORN LERTROJCHOOSIT
MR.TANONGSAK YIMRIT
MR.WONGSAK NUMPHON

ADVISOR MISS.MONCHANOK SRISUAKAM

ABSTRAC

This thesis propose to develop and build the the automatic telephone answering for encourding of telephone system making convinence to user.Because of the present telephone technology is developed extremcly.Therefore the the automatic telephone answering is very useful for user in telecommunication.

In this project build the automatic telephone answering which is including 2 main parts.They are answering part and recording part.The answering part has ring detect circuit,DTMF decoder curcuit.The recording part use cascade circuit to record the caller voice.It can record voice for 270 seconds.The microcontroller MCS-51 is used for controlling all of this system.

The result of the experiment ,the system can answer the caller if dose not has an user in a while.More over,the user can check massages and can record the voice to answer the caller,especially the user can assign the password to check massages.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีในทุกๆ ด้านนั้น คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ มนชนก ศรีเสีอขาม ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาทางด้าน โครงการงานของผู้จัดทำ และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรมรวมถึงเพื่อนๆและทุกท่านที่มีส่วนช่วยในการให้คำที่ปรึกษาและคำแนะนำต่างๆที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำโครงการงาน ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตลอดมา และต้องขอขอบคุณทุกท่าน ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างมาก และขออภัยที่ไม่ได้กล่าวนามมาทั้งหมด ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากทุกๆท่านอีกในอนาคตต่อไป

สุดท้ายนี้ก็ต้องขอกราบขอบคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่ได้ให้การสนับสนุนทางด้านกำลังใจ และทุนทรัพย์ในการศึกษา ด้วยดีตลอดมา

นาย จูติกร เลิศโรจน์สุสิทธิ์
นาย ทนงศักดิ์ ชัยมฤทธิ
นาย วงศ์ศักดิ์ น้ำฝน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญภาพ	V
สารบัญตาราง	VII
บทนำ	
บทที่ 1 ทฤษฎีและหลักการของโทรศัพท์	1
1.1 บทนำ	1
1.2 ระบบการทำงานของโทรศัพท์	2
1.3 การถอดรหัสความถี่ (DTMF)	18
บทที่ 2 การใช้งานและคุณสมบัติของไอซี ISD25xx	34
2.1 คุณสมบัติของไอซี ISD2590	34
2.2 หน้าที่การทำงานของขาต่างๆ	37
2.3 การบันทึกข้อมูล (Recording)	39
2.4 การเล่นกลับ (Play back)	41
2.5 การขยายระยะเวลาการบันทึกด้วยวิธีดูโซ่	41
บทที่ 3 โครงสร้างของระบบโครงงาน	44
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องตอบรับโทรศัพท์	44
ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องตอบรับโทรศัพท์	45
3.3 การทำงานและวงจรที่ใช้งาน	47
3.4 การทดลองและผลการทดลอง	53
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	59
หนังสืออ้างอิง	60
ภาคผนวก	

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
รูปที่ 1.1 วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น	2
รูปที่ 1.2 แถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด	4
รูปที่ 1.3 สัญญาณต่างที่อยู่ในและนอกความถี่เสียง	5
รูปที่ 1.4 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ	6
รูปที่ 1.5 สัญญาณเสียงที่มอดูเลตกับคลื่นพาห้	7
รูปที่ 1.6 แสดงการมอดูเลตพัลส์สัญญาณเสียงเข้ากับคลื่นพาห้	8
รูปที่ 1.7 สัญญาณให้หมุน	9
รูปที่ 1.8 สัญญาณไม่ว่าง	9
รูปที่ 1.9 สัญญาณเรียกกลับ	10
รูปที่ 1.10 สัญญาณกริ่งเรียก	10
รูปที่ 1.11 ความถี่และการจัดปุ่ม	12
รูปที่ 1.12 ลักษณะทางไฟฟ้าปรากฏที่คู่สายในขณะที่ทำการเรียก	13
รูปที่ 1.13 ลักษณะของสัญญาณเมื่อผู้ที่เรียกเรียกเข้ามา	14
รูปที่ 1.14 ลักษณะของสัญญาณ โทรศัพท์	14
รูปที่ 1.15 ผังการทำงานของโทรศัพท์	15
รูปที่ 1.16 โทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข	17
รูปที่ 1.17 เป็นกคหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้น ๆ	19
รูปที่ 1.18 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบขนานกับวงจรไฮบริด	21
รูปที่ 1.19 วงจรไฮบริด	22
รูปที่ 1.20 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบอนุกรมกับวงจรไฮบริด	23
รูปที่ 1.21 ผังการทำงานของไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์	24
รูปที่ 1.22 วงจรสมบูรณข์ของระบบที่ใช้ในการส่งสัญญาณพัลส์	25
รูปที่ 1.23 ผังเวลาของสัญญาณต่างๆที่เกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์จากรูปที่ 1.21	26
รูปที่ 1.24 ความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่	27
รูปที่ 1.25 วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย	28
รูปที่ 1.26 ไอซี MT8870	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ	หน้า
รูปที่ 1.27 ผังเวลาของไอซี MT8870	30
รูปที่ 1.28 การต่อวงจรภาคอินพุท	32
รูปที่ 1.29 วงจรการใช้งานเบื้องต้นของไอซี (MT8870)และการต่อวงจรผลิตความถี่	33
รูปที่ 2.1 ลักษณะการจัดขาใช้งานของ ISD2590	34
รูปที่ 2.2 บล็อกไดอะแกรมภายในของ ไอซี	35
รูปที่ 2.3 การต่อ ISD2590 คาสเคดกันหลายๆ ตัว	42
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของการทำงานโดยรวม	44
รูปที่ 3.2 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับข้อความ	48
รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	49
รูปที่ 3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและเปลี่ยนเป็นสัญญาณทริก	50
รูปที่ 3.5 วงจรการยกหูอัตโนมัติและตัดต่อคู่สาย	51
รูปที่ 3.6 วงจรบันทึกและเล่นกลับเสียงตอบรับ	52
รูปที่ 3.7 วงจรการทดลองภาคบันทึกและเล่นกลับ	53
รูปที่ 3.8 วงจรการทดลองตัวตรวจจับสัญญาณเรียกและแปลงเป็นสัญญาณทริก	55
รูปที่ 3.9 วงจรการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1.1 ความถี่ที่มอดูเลตเมื่อคหหมายเลข	3
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีตระกูล ISD25xxx	36
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตระกูล ISD25xx	37



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

ทฤษฎีและหลักการของโทรศัพท์

1.1 บทนำ

ปัจจุบันนี้การสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน เรียกว่าได้ว่าจะต้องมีการสื่อสารกันตลอดเวลาเลยก็ว่าได้ และระบบโทรศัพท์ที่จัดได้ว่าเป็นระบบสื่อสารที่ใกล้ตัวเรามากที่สุด ซึ่งทุกคนก็ต้องเคยใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารกันมาแล้ว

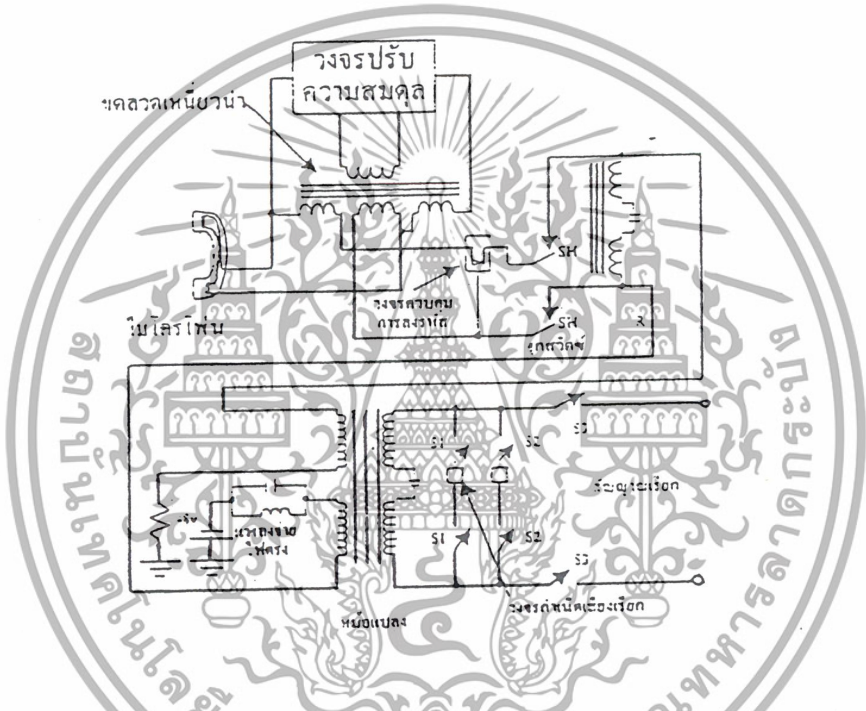
โทรศัพท์ที่เห็นกันทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบกดปุ่ม และ แบบหมุน โดยหน้าที่ของทั้ง 2 ระบบจะเหมือนกัน ต่างกันตรงที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่ต่างกัน ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์หน้าทีหลักๆของทั้ง 2 แบบที่เหมือนกันสามารถสรุปได้ดังนี้

1.1.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์

- เครื่องโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้ โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณหมุนบอกว่าจะให้ทำการกดหรือหมุนหมายเลขที่ติดต่อได้ ซึ่งก็คือ เสียงที่ได้ยินเวลายกหู เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิรตซ์ กับ 400 เฮิรตซ์ มอดูเลตกัน
- เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อด้วยไปยังชุมสายที่ควบคุม
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่าหมายเลขที่ต้องติดต่อด้วยว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณกลับเป็นความถี่ 400 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันมา โดยจะค้าง 2 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไป แต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะเรียกไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณความถี่ 480 เฮิรตซ์ กับ 620 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันมา
- สามารถเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นสัญญาณ ไฟฟ้า และเปลี่ยนจากสัญญาณ ไฟฟ้ากลับมาเป็นสัญญาณเสียง
- เครื่องโทรศัพท์จะปรับระดับแรงดันอัด โนมิต ในกรณีที่เกิดมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันขึ้น
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสาย เพื่อแจ้งให้ทราบว่สิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้

1.1.2 กลไกการเชื่อมต่อวงจรโทรศัพท์

วงจรพื้นฐานข้างในรวมทั้งการเชื่อมต่อกับชุมสายเบื้องต้น แสดงดังรูป 1.1 จะเห็นได้ว่า โทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วย 2 สาย คือ T(Tip) และ R(Ring) เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์สุดสวิทช์ ในส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างหูโทรศัพท์กับสายโทรศัพท์ที่มีหม้อแปลงอัตโนมัติ ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของหูฟัง ทำให้การรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงที่ตัวเองพูดในระดับที่เหมาะสม



รูป 1.1 วงจรภายในของเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายเบื้องต้น

เมื่อมีการติดต่อกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายแล้ว ก็จะมีสัญญาณถูกส่งไปยังอุปกรณ์ สวิตช์ซึ่งเพื่อบอกให้รู้ว่าขณะนี้คู่สายนี้ไม่ว่างแล้ว

สำหรับการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ ก็คือ การส่งสัญญาณพัลส์(Pulse Train)ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ เช่น ถ้ามีการส่งสัญญาณพัลส์ 1พัลส์ ก็หมายถึงการหมุนหมายเลข 0 ส่ง 2 พัลส์ ก็คือ หมายเลข 1 ดังนั้นถ้าเราหมุน 9 ก็จะมีสัญญาณพัลส์ 10พัลส์นั่นเอง และความเร็วในการส่งก็คือ 10พัลส์ต่อวินาที

สำหรับการโทรศัพท์ที่ใช้การกดปุ่มจะเป็นการส่งสัญญาณที่มีค่าความถี่ที่แตกต่างกันออกไปสำหรับแต่ละหมายเลขที่มีอยู่ 10 ตัว ความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียง โดยในการกดครั้งหนึ่งจะมีสัญญาณเสียงที่มอดูเลตแล้วส่งออกไป 2 ความถี่ตามตารางที่ 1.1

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

ตารางที่ 1.1 ความถี่ที่มอดคูเลตกันเมื่อกดหมายเลข

ทางชุมสายเมื่อได้รับข้อมูลจากผู้เรียกแล้ว ก็จะแปลงสัญญาณที่ได้รับมาส่งให้อุปกรณ์สวิตซ์ซึ่งทำงาน เพื่อทำการต่อสายให้กับผู้เรียก ถ้าปลายทางที่ต้องการติดต่อไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าไม่ว่าง สามารถต่อวงจรให้ได้ แต่ถ้าปลายทางว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังปลายทางและส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ringing Back Tone) ไปยังผู้เรียก เพื่อแจ้งว่าสามารถต่อวงจรให้ได้ตามต้องการแล้ว

1.1.3 การสนทนา

เมื่อปลายทางหรือผู้เรียกหรือผู้ถูกขงโทรศัพท์ขึ้น การทำงานในส่วนควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุด เพื่อที่จะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่เรียกเข้ามาต่อไป แต่หน้าที่ของชุมสายสำหรับตอนนี้ก็คือ การทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการภายหลัง

ในระหว่างที่ทำการสนทนาอยู่ เครื่องโทรศัพท์จะทำงาน 2 รูปแบบไปพร้อมๆกัน คือ แปลงจากสัญญาณ ไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง (Acoustic Energy) ซึ่งเรียกว่ารูปแบบการรับสัญญาณ (Receive Mode) และในทางกลับกันรูปแบบที่ทำหน้าที่แปลงจากสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า จะเรียกรูปแบบการส่งสัญญาณ (Transmitter Mode) ในรูปแบบหลังนี้เองที่มีเรื่องของการป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้องกับนั่นก็คือ การที่ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงตนเองจากหูฟังด้วย เรียกเสียงนั้นว่า Side Tone) ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้อนกลับมาเพราะไม่เช่นนั้นก็จะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าควรพูดให้มีเสียงดังในระดับใด จึงจะพอเหมาะที่คู่สนทนาจะได้ยินเสียงพูดของผู้เรียกได้อย่างชัดเจน

เมื่อสิ้นสุดการสนทนาทั้ง 2 ฝ่ายและวางหูโทรศัพท์ลง สัญญาณจากสวิตซ์ก็จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ต่ออยู่ออก อุปกรณ์ต่างๆก็จะว่าง และพร้อมสำหรับการติดต่อครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

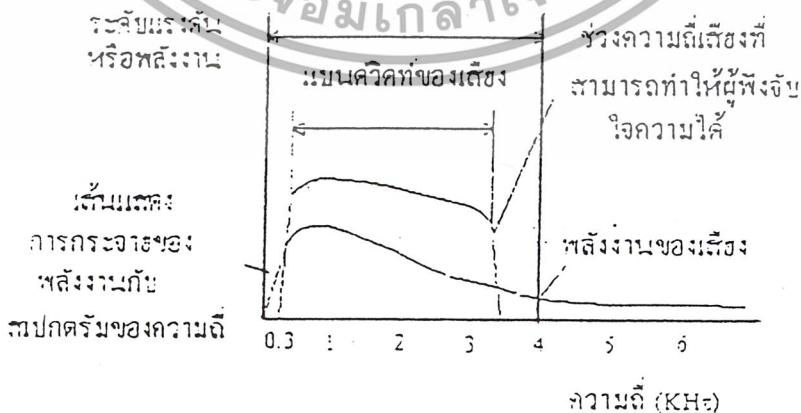
1.1.4 ระบบการส่งสัญญาณในสายส่ง

ในสายส่งโทรศัพทนั้นมีสัญญาณต่างๆที่เข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้เราสามารถพูดคุยกันในระยะทางไกลๆได้ สัญญาณที่จะปรากฏในสายส่งจะสามารถแยกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ สัญญาณเสียงที่พูดคุยกัน และสัญญาณที่ใช้ควบคุมสวิทช์ซึ่งใช้ในการเชื่อมวงจรระหว่างผู้เรียกนั่นเอง รวมทั้งสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณบอกไม่ว่าง ตัวสัญญาณควบคุมนี้อาจจะเป็นได้ทั้งสัญญาณอะนาลอก หรือจะเป็นสัญญาณดิจิทัลก็ได้ โทรศัพทแบบหมุนกับแบบกดปุ่มมีหลักการส่งรหัสหมายเลขโทรศัพทคนละแบบกัน ดังนั้น ในการส่งสัญญาณออกไปในการส่งบางครั้ง อาจจะมีการส่งทั้งสัญญาณดิจิทัล และสัญญาณอะนาลอกไปพร้อมๆกันก็ได้

1.1.5 สัญญาณเสียงพูด

สัญญาณเสียงพูดเป็นสัญญาณอะนาลอก จากรูป 1.2 จะเห็นว่าเสียงพูดมีแบนด์วิดท์ ตั้งแต่ 100 เฮิร์ตซ์ ไปจน 6 กิโลเฮิร์ตซ์ แต่จริงๆแล้วเสียงพูด ที่ทำให้คนเรานั้นสามารถฟังแล้วจับใจความได้ จะอยู่ในช่วง 200-4,000 กิโลเฮิร์ตซ์เท่านั้น วงจรกรองความถี่จึงได้ถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันสัญญาณที่ไม่ต้องการเข้ามาในระบบ โดยจะยอมให้สัญญาณที่ความถี่ตั้งแต่ 0-400 เฮิร์ตซ์ สามารถผ่านได้ และความถี่ย่านนี้เรียกว่าซึ่งสัญญาณเสียงพูดแต่อย่าง ไรก็ตามแบนด์วิดท์ของเสียงพูดในการส่งจริงจะอยู่ในช่วง 300-3,000 เฮิร์ตซ์เท่านั้น ไม่มีการใช้ช่องสัญญาณในการส่งเต็มย่านความถี่

จากรูป 1.2 จะเห็นว่าช่วงความถี่ 300-3,000 เฮิร์ตซ์ ประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆหลายสัญญาณ ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณหมุน หรือสัญญาณควบคุมต่างๆก็จะถูกส่งไปในช่วงความถี่นี้ทั้งสิ้น



รูป 1.2 แถบความถี่(พลังงาน) ของเสียงพูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกล่าวถึงระดับความดังของเสียงที่ได้ยิน นั่นก็คือ ขนาดแอมพลิจูดของสัญญาณ ซึ่งสามารถอธิบายให้เห็นได้ดียิ่งขึ้น โดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอยู่ในรูปของพลังงานที่ปรากฏที่โหลด ค้างรูปที่ 2.4 เช่น สายโทรศัพท์คู่หนึ่งมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม พลังงานที่ปรากฏที่โหลดคือ

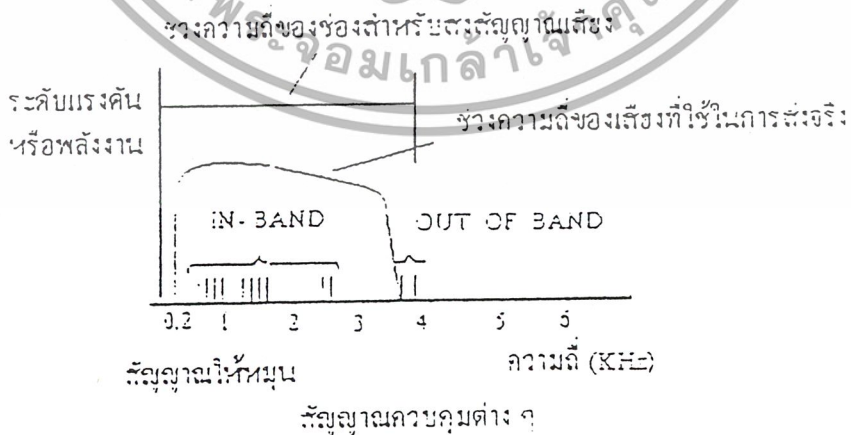
$$P_{LOAD} = \frac{e_s^2}{600}$$

โดย P_{LOAD} คือ กำลังที่ตกคร่อมโหลด(วัตต์)
 E_s คือ ระดับแรงดันของสัญญาณที่ส่งไป(วัตต์)

แต่ในระบบโทรศัพท์และวงจรรีเลย์โทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงมักจะใช้การเปรียบเทียบกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์อยู่เสมอ โดยอยู่ในรูปของเดซิเบล ซึ่งมีสมการดังนี้

$$DB = 10 \log_{10}(P1/P2)$$

แต่เนื่องจากมักจะใช้ค่า 1 มิลลิวัตต์เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบ(ถ้า $P2 = 1$ มิลลิวัตต์ ในสมการนั่นเอง) ก็จะใช้สัญลักษณ์ dBm แทน ซึ่งความหมายก็คือ การเปรียบเทียบกำลังที่จุดใด ๆ กับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์นั่นเอง



รูป 1.3 สัญญาณต่างๆที่อยู่ในและนอกความถี่เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันจริงๆ จะมีการกำหนดจุดๆ หนึ่ง ในสายส่ง ให้มีค่า dB = 0 ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า Zero level Point (Zero LTP) ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจากการกำหนดจุดนี้ขึ้นมา ก็คือ สามารถทำให้เราทราบได้ว่าที่ระยะต่างๆ ที่ห่างจากจุด Zero LTP มีค่ากำลังของสัญญาณที่ dBm เท่าไร เมื่อทราบเพียงค่าแรงดันจากการวัดที่ระยะนั้นๆ



รูป 1.4 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ

1.1.6 สัญญาณรบกวน

ในระบบโคของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ย่อมจะต้องมีสัญญาณรบกวนเข้ามาเกี่ยวข้องกับค้วยเสมอ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของสัญญาณเสียงพูดได้ และสิ่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน ก็คือ สิ่งแวดล้อมรอบข้าง เช่น ความร้อนจากสวิตช์, อุปกรณ์ไทรสเตอร์, สายไฟฟ้ากำลังสูงที่อยู่ใกล้กันกับสายส่งสัญญาณหรือแม้แต่ข้อต่อของสายที่บกพร่อง สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่มีผลทำให้ประสิทธิภาพของสัญญาณหรือแม้แต่ข้อต่อของสายที่บกพร่อง นอกจากนี้ยังมีสัญญาณรบกวนอีกชนิดคือ เสียงสะท้อน ในสายโทรศัพท์ สาเหตุที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนก็คือ เกิดการไม่สมดุลกัน (Mismatching) ระหว่างอิมพีแดนซ์ของสายส่งกับอุปกรณ์ทางด้านเอาต์พุต โดยมากแล้วมักจะพบในการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบที่มี 2 สายกับระบบที่มี 4 สาย และปัญหาเรื่องของเสียงสะท้อนจะมากยิ่งขึ้น ถ้าหากระหว่างจุดที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนไกลกันมากๆ แต่โดยปกติแล้วมักจะรู้สึกถึงการสะท้อนกลับของเสียงจนถึงขั้นที่ทำให้เรารำคาญ

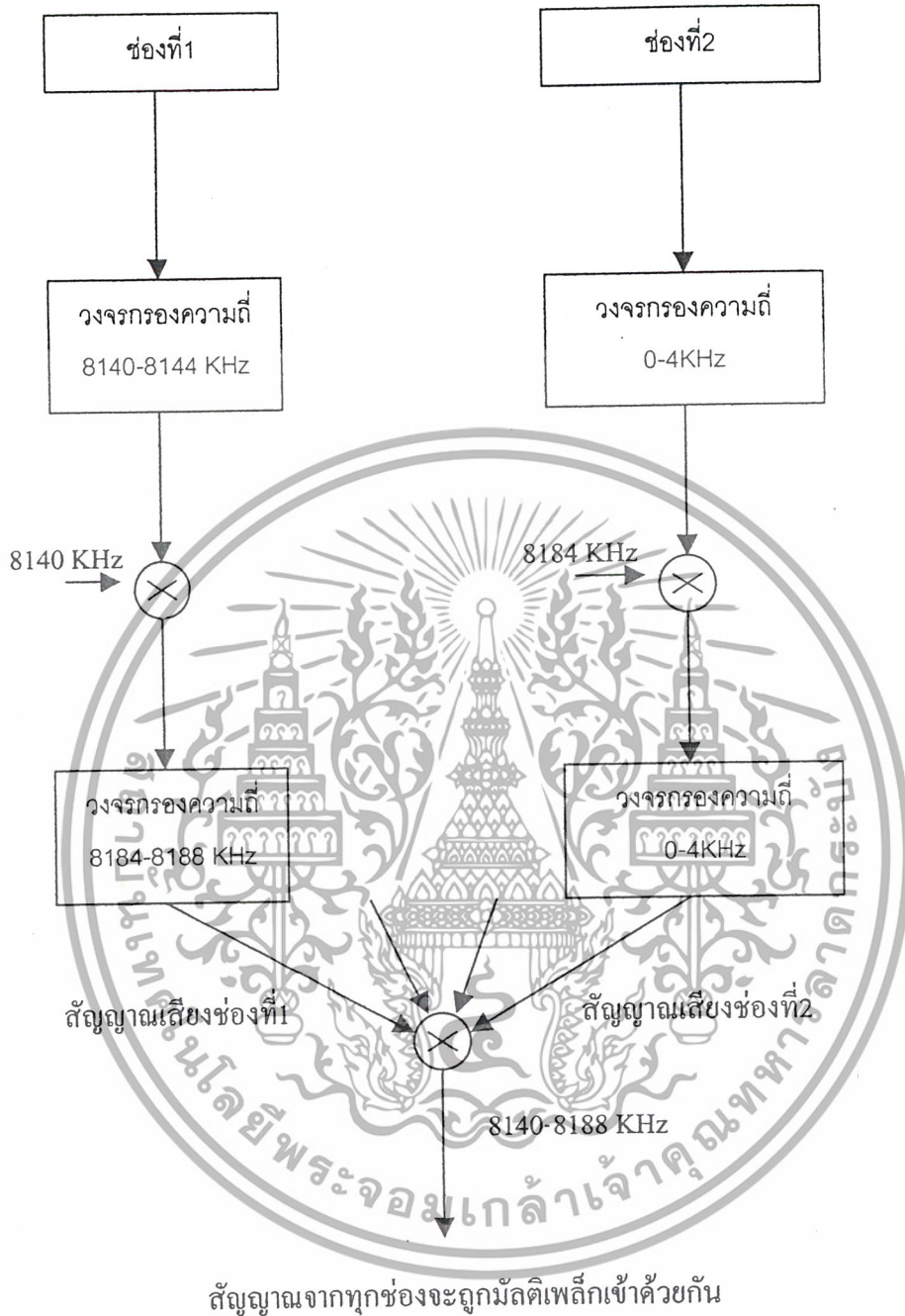
1.1.7 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ

ถ้าหากทำให้สายส่งสัญญาณโทรศัพท์เส้นหนึ่งสามารถใช้ส่งสัญญาณจากหลายๆเครื่องได้ ภายในสายเส้นเดียวกัน ก็จะทำให้สะดวกและประหยัดในการเดินสาย ดังนั้น ในระบบส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่บริการกับชุมสายท้องถิ่นนั้น จึงได้มีการนำวิธีการมัลติเพล็กซ์สัญญาณมาใช้ ซึ่งเป็นระบบที่เรียกว่า Frequency Division Multiplexing (FDM) ซึ่งระบบนี้จะทำให้สามารถส่งสัญญาณที่มีความถี่ต่างกันไปในสายส่งเดียวกันได้

ในรูป 1.5 แสดงถึงหลักการของวิธีการมอดูเลตแบบแอมพลิจูดมอดูเลตซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าความถี่ของสัญญาณเสียงที่เหมาะสมที่ใช้ในการส่งไปนั้นจะอยู่ในช่วงความถี่ 0-4 กิโลเฮิร์ตซ์ ถ้าหากต้องการจะส่งสัญญาณเสียงจากหลายๆแหล่งไปพร้อมกัน จะต้องทำการมอดูเลตเป็นแบบ AM ดังตัวอย่างที่รูปที่ 1.5



รูป 1.5 สัญญาณเสียงที่มอดูเลตกับคลื่นพาห้

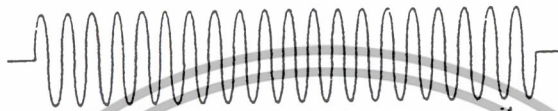


รูปที่ 1.6 แสดงการมัลติเพล็กซ์สัญญาณเสียงเข้ากับคลื่นพาห้

1.1.8 สัญญาณต่างๆในระบบชุมสายโทรศัพท์

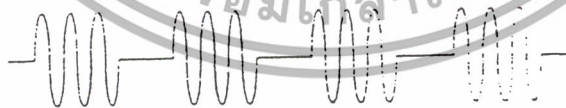
สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์ที่ส่งมายังผู้ใช้ (Subscriber)เป็นการสถานะการติดต่อของอุปกรณ์ส่วนต่างๆในระบบโทรศัพท์ และแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าจะควรทำอะไร เมื่อได้รับเอกสารนี้แต่ละชนิด รายละเอียดของสัญญาณต่างๆมีดังนี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สัญญาณให้หมุน(DT : Dial Tone) สัญญาณให้หมุนนี้เป็นสัญญาณแบบคลื่นไซน์ มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งมาอย่างต่อเนื่อง และมีระดับขนาด 400 มิลลิโวลต์ พีคทูพีค ดังรูป 1.7



รูปที่ 1.7 สัญญาณให้หมุน

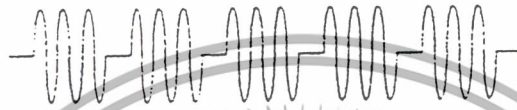
2. สัญญาณไม่ว่าง(BT : Busy Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงให้ผู้โทรทราบว่าผู้รับสายไม่ว่าง หรือการต่อระหว่างชุมสาย (Trunk) ไม่ว่าง ผู้เรียกจึงควรวางหูสักระยะหนึ่ง แล้วจึงเริ่มทำการเรียกใหม่ สัญญาณไม่ว่างเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งมาให้คู่ สายเป็นช่วงๆ โดยเป็นจังหวะ 0.5 วินาทีสลับกันไป และมีขนาด 250-300 มิลลิโวลต์พีคทูพีค ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 สัญญาณไม่ว่าง

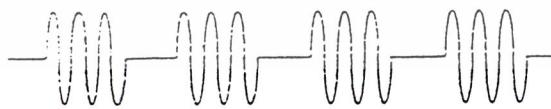
3. สัญญาณเรียกกลับ (RBT : Ring Back Tone) เป็นสัญญาณแสดงว่า การต่อถูกชันตอน ตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ และส่งสัญญาณกริ่งให้ผู้รับเพื่อตอบสนองการเรียก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ที่มีความถี่ 20 เฮิรตซ์ มาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาทีและเงียบ 4 วินาที ระดับขนาด 100 โวลต์พีคทูพีค ดังรูป 1.9



รูปที่ 1.9 สัญญาณเรียกกลับ

4. สัญญาณกริ่งเรียก(RGT : Ringing Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่าการต่อทุกขั้นตอนเป็นไปตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สามารถดำเนินการติดต่อได้สำเร็จ และส่งสัญญาณกริ่งมาให้ผู้ตอบรับการเรียก สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณคลื่นไซน์มีความถี่ 20 เฮิรตซ์ ส่งมาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที มีระดับสัญญาณขนาด 100 โวลต์พีคทูพีค ดังรูป 1.10



รูปที่ 1.10 สัญญาณกริ่งเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.9 ระบบการต่อของชุมสายโทรศัพท์

1. ระบบการต่อทางด้านผู้เรียก

เมื่อผู้เรียกกดหู โทรศัพท์ที่ขึ้นมาเพื่อทำการเรียกออก จะทำให้ระดับสัญญาณไฟตรงของคู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ ทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ทราบว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียก ในกรณีที่ไม่ว่างชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหูสักครู่แล้วจึงทำการเรียกออกใหม่ เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุนก็จะทำการส่งเลขหมายของผู้รับ ไปยังชุมสาย อุปกรณ์ของชุมสายจะทำการแปลงรหัสพร้อมกันนั้นชุมสายโทรศัพท์ได้รับหมายเลขของผู้รับก็จะทำการระบุตำแหน่งของชุมสายปลายทางจากหมายเลข โดยพิจารณาเลขหมาย 3 หลักแรก เมื่อทราบตำแหน่งแล้วเครื่องโทรศัพท์ก็ทำการเลือกเส้น (Route) ระหว่างชุมสายผู้เรียกกับชุมสายผู้รับให้สามารถกริ่งเรียกไปยังผู้รับ ในกรณีที่ผู้รับไม่ได้ใช้โทรศัพท์อยู่ หรือชุมสายไม่สามารถหาเส้นทางติดต่อได้ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหูแล้วค่อยทำการเรียกใหม่ เมื่อผู้รับตอบรับการเรียกสัญญาณตอบรับ (Answer Signal) ซึ่งเป็นสัญญาณเรียกกลับจะถูกส่งจากผู้รับ ไปยังชุมสายทำให้ชุมสายตัดสัญญาณกริ่งเรียกทางผู้รับ และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับทางด้านผู้เรียก และผู้รับก็จะสามารถเริ่มต้นการสนทนาได้ เมื่อมีการวางหูด้านผู้เรียกหรือผู้รับชุมสายโทรศัพท์ก็จะยกเลิกเส้นทางการติดต่อ

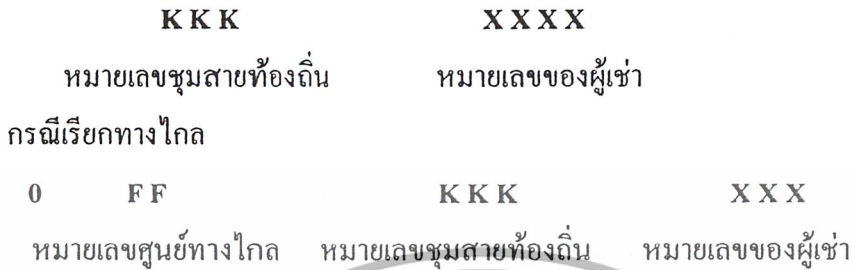
2. ระบบการต่อด้านผู้รับ

เมื่อเกิดการเรียกไปยังผู้รับ ได้สำเร็จ ชุมสายโทรศัพท์ก็จะดำเนินการส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้รับให้ทราบ เพื่อทำการตอบรับการเรียก ถ้ายังไม่มีคำตอบรับการเรียกภายในเวลา 30 วินาทีสัญญาณกริ่งเรียกที่ถูกส่งมาอย่างสม่ำเสมอจะถูกยกเลิก โดยทางชุมสายโทรศัพท์ และจะส่งสัญญาณไม่ว่างแจ้งไปยังผู้เรียกให้ทราบว่าผู้รับไม่ตอบรับการเรียกให้ทำการเรียกใหม่ กรณีที่ผู้รับตอบรับการเรียก จะทำให้ระดับสัญญาณไฟตรงเกิดเปลี่ยนแปลงจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ เป็นการแจ้งให้ทางชุมสายโทรศัพท์ทราบสถานะการตอบรับการเรียก ทำให้เกิดการยกเลิกสัญญาณกริ่งเรียกด้านผู้รับ และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียก หลังจากนั้น วงจรการสนทนาระหว่างผู้เรียกกับผู้รับก็จะทำงาน และสามารถเริ่มต้นการสนทนากันได้ เมื่อเกิดสถานะการวางหูของผู้เรียกหรือผู้รับ ชุมสายโทรศัพท์ก็จะทำการยกเลิกเส้นทางการติดต่อ

3. ระบบการกำหนดเลขโทรศัพท์

การต่อโทรศัพท์ของสมาชิกผู้เช่าแต่ละราย โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ จำเป็นต้องมีเลขหมายแทนชื่อผู้เช่า และเลขหมายที่ใช้ นั้นจะต้องเกิดความสะดวกรวดเร็วในการเรียกติดต่อในประเทศหรือการเรียกโทรศัพท์ภายในท้องถิ่นเดียวกัน จะกำหนดว่าต้องหมุนหมายเลขของชุมสายท้องถิ่นเอกลก่อน แล้วจึงหมุนหมายเลขของผู้เช่าตามหลัง ในกรณีการติดต่อในเขตอื่นจะต้องมีเลขแสดงเป็นเลขไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0 ก่อน แล้วจึงหมุนหมายเลขของศูนย์โทรศัพท์ทางไกล (Toll center) จากนั้นจึงจะเป็นเลขหมายของชุมสายท้องถิ่นแล้วเลขหมายของผู้เช่ากรณีการเรียกท้องถิ่นเดียวกัน



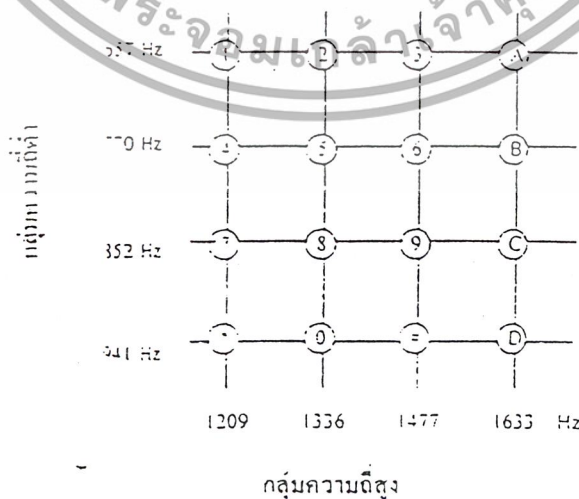
1.1.10 ลักษณะของสัญญาโทรศัพท์

สัญญาโทรศัพท์ที่มีทั้งไฟตรง และไฟสลับซึ่งจะพิจารณาสัญญาโทรศัพท์ได้เป็น 2 ลักษณะ

1.เมื่อเป็นผู้เรียก :

เมื่อโทรศัพท์ยังไม่ได้ใช้หรือไม่ได้ยกหู สัญญาณระหว่างคู่สายจะเป็น 48 โวลต์ดีซี เมื่อยกหูฟังขึ้นสัญญาณระหว่างโทรศัพท์จะตกลงเป็น 5 โวลต์ดีซี ในขณะที่เดียวกันก็จะมีสัญญาณ 600 มิลลิโวลต์ ผสมมาด้วย

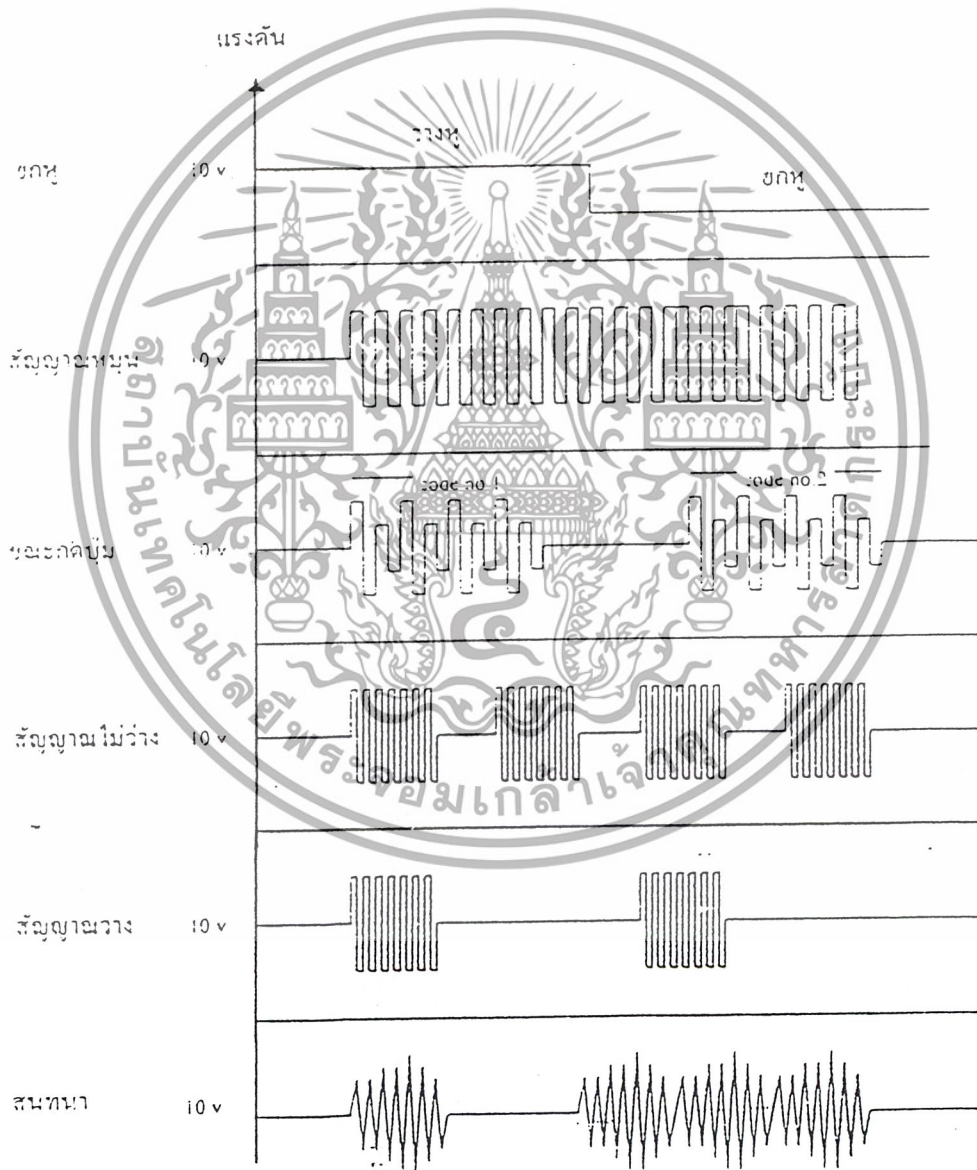
เมื่อหมุนหรือกดแป้นเพื่อเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการติดต่อกันนั้น ในแบบหมุนหน้าปัทม์จะส่งพัลส์จำนวนลูกเท่ากับจำนวนพัลส์ที่หมุน โดยจะส่งพัลส์ในแบบ 10 พัลส์ต่อวินาทีหรือ 20 พัลส์ต่อวินาที สำหรับในแบบกดปุ่มเป็นจะส่งสัญญาณความถี่ ซึ่งเป็นสัญญาณของกลุ่มความถี่ต่ำและความถี่สูงรวมกัน ซึ่งจะเป็นความถี่มาตรฐานที่กำหนดไว้ในรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 ความถี่และการจัดปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะรอสัญญาณหลังการหมุนหรือการกดปุ่มที่หน้าปัทม์ ถ้าได้รับสัญญาณเรียกกลับแสดงว่า กำลังมีการเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการติดต่อยู่ โดยเป็นสัญญาณจังหวะ 1 วินาที หยุด 4 วินาที สลับกัน ที่มีความถี่ 440 เฮิรตซ์ และระดับสัญญาณ 200 มิลลิโวลต์ แต่ถ้าหากว่าได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง ซึ่งจะเป็นสัญญาณดังและหยุดสลับกันเป็นจังหวะทุก 0.5 วินาที ที่มีความถี่ 500 เฮิรตซ์ และระดับสัญญาณ 400 มิลลิโวลต์



รูป 1.12 ลักษณะทางไฟฟ้าปรากฏที่คู่สายในขณะที่ทำการเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะพูด สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์ยังคงเป็นสัญญาณดีซี 5 โวลต์ แต่จะมีสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณเอซี ระดับสัญญาณขนาดไม่เกิน 1 โวลต์ คร่อมอยู่บนสัญญาณดีซี

2. เมื่อเป็นผู้รับ

ขณะยังวางหูอยู่ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะเป็น 48 โวลต์ดีซี

เมื่อมีสัญญาณกระดิ่ง จะมีสัญญาณเอซีความถี่ 16 เฮิร์ตซ์ ระดับสัญญาณ 270 โวลต์ ดัง 1 วินาที และหยุด 4 วินาที สลับกัน

เมื่อยกหูโทรศัพท์ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะตกลงเป็น 10 โวลต์ดีซี และจะไคยีนเสียงจากผู้เรียก



รูป 1.13 ลักษณะของสัญญาณเมื่อผู้เรียกเรียกเข้ามา

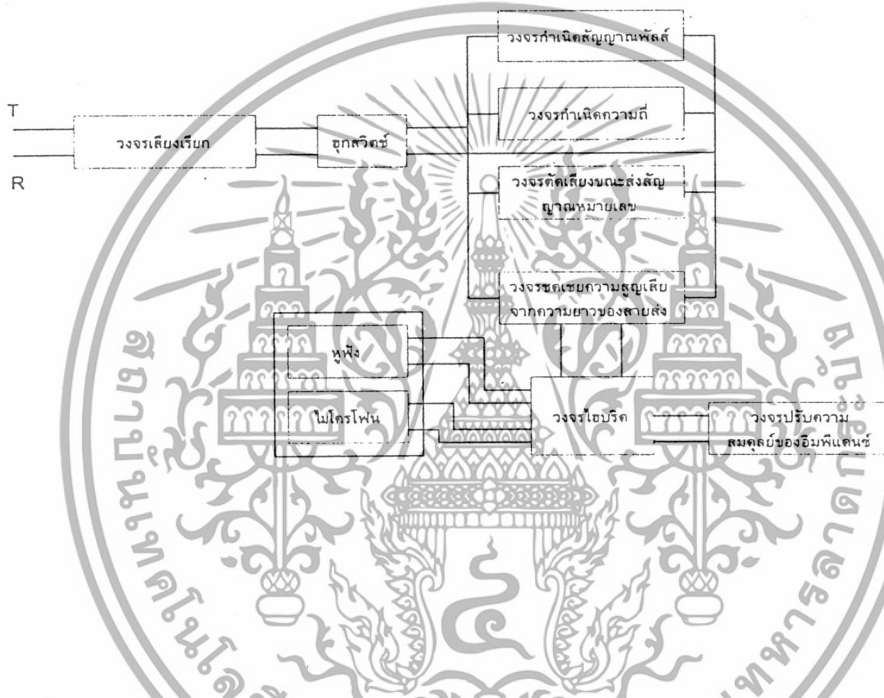


รูป 1.14 ลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ระบบโทรศัพท์

1.2.1 ระบบการทำงานของโทรศัพท์



รูปที่ 1.15 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ โทรศัพท์

ในรูปที่ 1.15 เป็นผังการทำงานของส่วนต่างๆที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย T(Tip) และสาย R(Ring) ของวงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรถัดเสียงภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ชุมสาย คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก(Ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงก็คือเมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วาง สุกสวิทช์จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังสุกสวิทช์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรถัดเสียงเรียกอยู่หลังสุกสวิทช์จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีการติดต่อเข้ามา

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สุกสวิทช์ S1 และ S2 ในรูปที่ 1.14 ก็ปิดวงจร ทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะที่เดียวกัน กระแสค่าเดียวกันนี้จะไหลผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะที่อาจารย์ผู้สอนเท่านั้น ไม่ควรแจกจ่ายให้ผู้อื่นได้ใช้หรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ขตลวดของรีเลย์ที่ชุมสายด้วย ซึ่งทำหน้าที่สัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลง เพื่อให้จะทำให้อุปกรณ์การ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เปิดออก 4 ครั้ง หรือถ้าหมุนหมายเลข 7 สวิตช์ S3 ก็จะถูกเปิดออก 7 ครั้ง ซึ่งสวิตช์ S3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่ปล่อยให้แป้นหมุน กลับสู่ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างที่หมุนหมายเลขอยู่

รูปที่ 1.16(ข) จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์จากรูปนี้จะเป็นว่าในตอนแรกโทรศัพท์อยู่ในสภาวะออนฮ็อก(On-Hock) คือ หูโทรศัพท์ที่จะถูกวางอยู่บนที่วางหูโทรศัพท์ปกติ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ โทรศัพท์ก็จะอยู่ในสภาวะออฟฮ็อก (Off-Hock) สุก สวิตช์จะถูกปิดวงจรลง ทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลขโดยในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข 4 ก็จะทำให้วงจรถูกเปิดออกด้วยสวิตช์ S3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้รูปสัญญาณออกมาอย่างที่แสดงในรูป1.16(ข)



รูปที่ 1.16(ข) ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข

ในระบบโทรศัพท์แบบที่ส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลส์นี้ จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณในอัตรา 10 พัลส์ต่อวินาที หรือ 10 PPS (Pulse Per Second) และเพื่อความเข้าใจในการพิจารณาสัญญาณที่เกิดขึ้น จึงควรที่จะทราบความหมายของคำต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คาบสัญญาณพัลส์ (Pulse Period) เท่ากับช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด (Break Duration) + ช่วงเวลาที่วงจรปิด (Make Duration) ช่วงคาบของสัญญาณพัลส์จะถูกออกแบบให้มีค่าอย่างต่ำ 100 มิลลิวินาที

2. อัตราการส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse Rate) เท่ากับจำนวนที่ถูกส่งออกไปใน 1 วินาที 1,000/คาบเวลาของสัญญาณพัลส์ (เป็นมิลลิวินาที)

3. เปอร์เซ็นต์ของการเปิดวงจร (Percent Break) เท่ากับ $100 \times$ อัตราส่วนการเปิดวงจร (Break Ratio) = $100 \times$ ช่วงเวลาที่ถูกรับเปิด / คาบเวลาของสัญญาณพัลส์

4. ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (Interdigit Interval) ถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 มิลลิวินาที

สำหรับในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดค่ามาตรฐานของสัญญาณไว้แน่นอน ช่วงเวลาที่วงจรถูกปิดจะต้องไม่ต่ำกว่า 60 มิลลิวินาที หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60% สำหรับในประเทศอื่นๆจะใช้ที่ค่า 67% เป็นส่วนใหญ่

ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

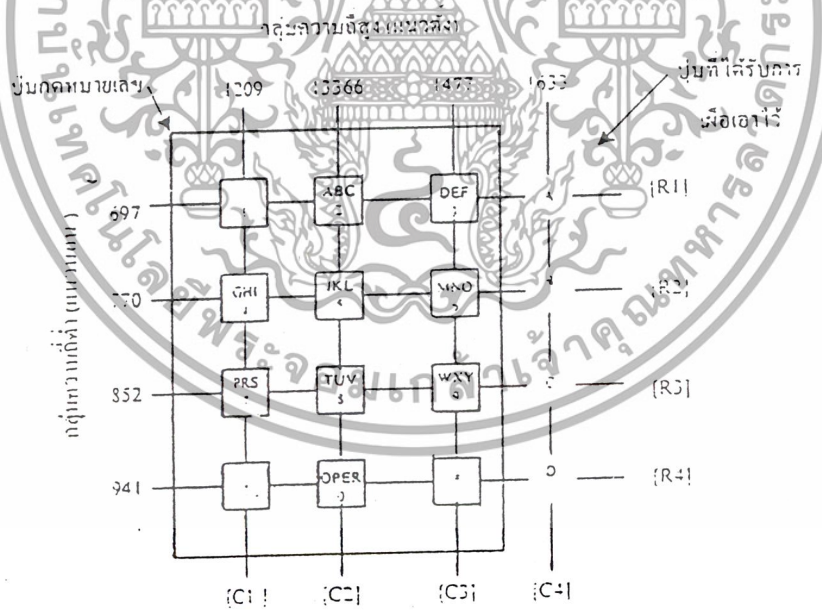
ตามปกติสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์ที่จะมีความต้านทานของตัวเก็บประจุและขดลวดเหนี่ยวนำแฝงอยู่ โดยเฉลี่ยแล้วทุกๆระยะทาง 1 ไมล์ที่เพิ่มขึ้นของสายส่งจะเสมือนว่าตัวเก็บประจุต่อคร่อมระหว่างสายส่ง มีค่าประมาณ 42 โอห์ม และ 1 มิลลิเฮนรี ตามลำดับ ซึ่งอุปกรณ์แฝงเหล่านี้จะมีผลทำให้สัญญาณพัลส์ที่ส่งไปตามสายส่งเกิดความผิดเพี้ยนทั้งขนาดและคาบเวลา ดังนั้น ชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถรับรู้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนเหล่านี้ไว้และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อ

1.3. ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่

เป็นการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งใช้มากกว่าระบบการส่งสัญญาณแบบพัลส์ ระบบนี้เรียกว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อ โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดคูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ส่งออกไปจะอยู่ในย่านของเสียงพูด (0.4 กิโลเฮิร์ตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งแสดงไว้ในรูป 1.17

1.3.1 ข้อเปรียบเทียบระหว่างโทรศัพท์แบบหมุนกับระบบ DTMF

ในการส่งสัญญาณพัลส์ 1 ลูกจะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100 มิลลิวินาที (60 วินาทีสำหรับช่วงการเปิดวงจร และ 40 วินาทีสำหรับช่วงการปิดวงจร) และยังคงมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 700 มิลลิวินาที และยังถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามาก และยาวมากขึ้นเท่าใด ย่อมต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น เช่น หมายเลข 555-5555 จะใช้เวลาส่งสัญญาณ = 5 (พัลส์/วินาที) x 1,000 (มิลลิวินาที) x 7 = 3.5 วินาที และระยะเวลาของช่องว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ = 700(มิลลิวินาที) x 6 = 4.2 วินาที ดังนั้นจะใช้เวลาในการส่งทั้งหมด = 3.5 +4.2 =7.7วินาที แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้การส่งระบบ DTMF จะสามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายได้มากกว่าระบบที่ใช้การส่งสัญญาณพัลส์ คือจะใช้เวลาเท่ากับ 7*100 มิลลิวินาที= 0.7 วินาทีเท่านั้นซึ่งเป็นผลให้ชุมสายสามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 1.17 เป็นกคหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรคำนึงในการเชื่อมต่อระบบ DTMF กับสายส่งสัญญาณ

-ระดับแรงดันและกระแสจะต้องรักษาให้คงที่ตลอดระยะทางของสายส่งสัญญาณ

-ความถี่ที่ถูกผลิตขึ้นจะต้องไม่มีความผิดเพี้ยนทั้งคาบและขนาดของสัญญาณ

-วงจรออสซิลเลเตอร์จะต้องมีอิมพีแดนซ์ที่ สมดุล(matching) กับสายส่งสัญญาณ

ซึ่งจากข้อมูลข้างบนถ้าจะแยกรายละเอียดของแต่ละหัวข้อก็จะมีพารามิเตอร์ที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

ความผิดเพี้ยนของสัญญาณ

สำหรับข้อกำหนดของความผิดเพี้ยนของสัญญาณมีดังต่อไปนี้

-สัญญาณอื่นที่แทรกสอดเข้ามาในสายส่งสัญญาณรวมกันแล้วจะต้องน้อยกว่าระดับของสัญญาณที่ถูกส่งออกไปจริงอย่างน้อย 20dB

-สำหรับสัญญาณที่แทรกสอดเข้ามาจะต้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1. ต้องมีค่าไม่มากกว่า -33 dBm ในช่วง 300 ถึง 3,400 เฮิรตซ์
2. ที่ความถี่ที่สูงกว่า 3,400 เฮิรตซ์ สัญญาณแทรกสอดจะลดลง 12 dB ต่อออกเตฟไปจนถึงความถี่ 50 กิโลเฮิรตซ์
3. ต้องมีระดับสัญญาณ ไม่มากกว่า -80 dB ที่ความถี่สูงกว่า 50 กิโลเฮิรตซ์

ไดนามิกอิมพีแดนซ์

วงจรกำเนิดความถี่ระบบ DTMF จะต้องมีอิมพีแดนซ์อย่างน้อย 900 โอห์ม ขณะที่ทำการผลิตความถี่ออกมา และจะต้องมีอิมพีแดนซ์ต่ำที่สุด ขณะที่ไม่มีการผลิตสัญญาณ

ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนกลับของสัญญาณ (return loss)

ก็เป็นพารามิเตอร์อีกตัวที่จะต้องควบคุม โดยกำหนดค่าความสูญเสียในการสะท้อนกลับของสัญญาณหรือ RL ด้วยสมการ

$$RL = 20 \log \frac{Z_L + Z_G}{Z_L - Z_G}$$

โดยที่ Z_L คือ อิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณ

Z_G คือ อิมพีแดนซ์ของเครื่องโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่ามาตรฐานสำหรับ RL จะต้องมากกว่า 14 dB ในช่วงความถี่ระหว่าง 300 ถึง 3,400 Hz และมากกว่า 10 dB ในช่วงความถี่ 50 ถึง 300 เฮิรตซ์ และ 3,400 ถึง 20,000 เฮิรตซ์

ข้อดีสำหรับการส่งสัญญาณแบบ DTMF

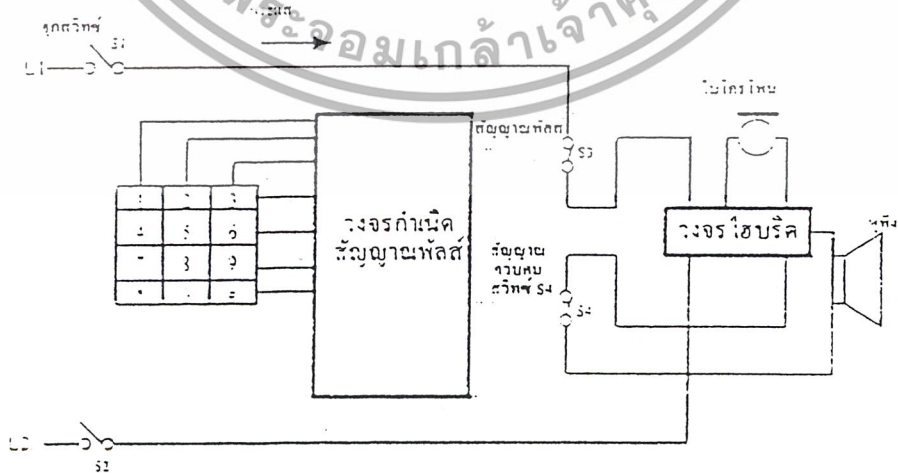
จากข้อมูลทั้งหมดสามารถสรุปถึงข้อดีของระบบ DTMF ได้คือ

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิดสเตตได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความประหยัด และสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความใช้ภายในชุมสาย
- สามารถนำไปใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.2 วงจรของระบบที่ใช้การพัลส์สื่อสารสัญญาณ

ดังที่ทราบแล้วว่าการส่งแบบพัลส์ คือการขจัดจังหวะการไหลของกระแส ดังนั้นวงจรที่ได้รับความนิยมแล้วก็ยังคงใช้หลักการเดียวกันอยู่ เพียงแต่ใช้อุปกรณ์ที่เป็น ไอซีแทนอุปกรณ์ทางกล โดยวงจรที่กล่าวถึงนี้เรียกว่า วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ ซึ่งยังคงสามารถสร้างสัญญาณพัลส์ด้วยความเร็ว 10 พัลส์ต่อวินาที และจะต้องมีวงจรที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดเสียงเล็ดลอดเข้าไปสู่หูฟังเนื่องจากการส่งสัญญาณพัลส์ จากวงจรที่ได้ถูกออกแบบใหม่จะมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน

แบบแรกจะเป็นวงจรที่ออกแบบให้วงจรหมวนหมายเลขต่อขนานกับวงจรไฮบริด (Hybrid)หรือเสียงพูด ดังรูปที่ 1.18



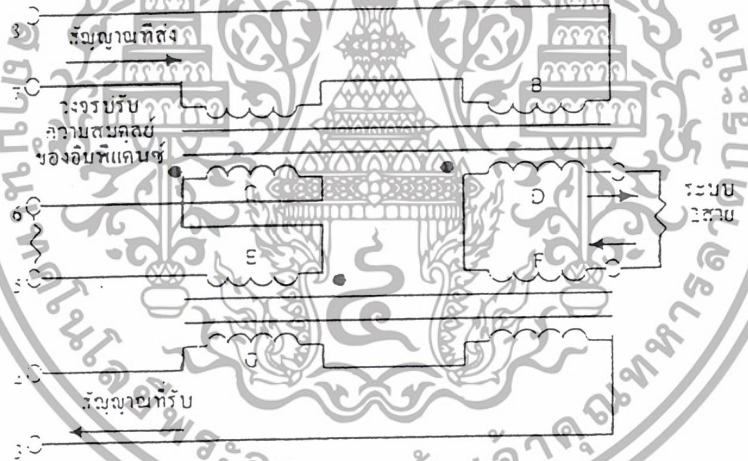
รูปที่ 1.18 วงจรหมวนหมายเลขต่อแบบขนานกับวงจรไฮบริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวงจรไฮบริดหรือวงจรเสียงพูด ก็คือ วงจรที่ใช้สำหรับเชื่อม (Interface) ระหว่างระบบ 4 สายเข้ากับระบบ 2 สาย โดยเมื่อเชื่อมต่อเข้าด้วยกันแล้ว ทำให้โทรศัพท์สามารถสื่อสารแบบสวนทางกันได้ในเวลาเดียวกันนั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 1.18

วงจรในเครื่องรับโทรศัพท์จะใช้ระบบ 4 สาย คือ ใช้สายสำหรับส่งสัญญาณเสียงพูดและอีก 2 สายสำหรับนำสัญญาณเข้าสู่หูฟัง แต่ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายระดับท้องถิ่น จะเป็นการต่อโดยผ่านสาย T และ R เพียง 2 สายเท่านั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมียวงจรไฮบริดที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อทั้งระบบ 2 สาย และ 4 สาย ให้สามารถติดต่อกันได้นั่นเอง

นอกจากวงภายในเครื่อง โทรศัพท์ที่จะมีขดลวดเหนี่ยวนำต่อเป็นวงจรไฮบริดแล้ว การติดต่อระหว่างชุมสายท้องถิ่นด้วยกันก็จำเป็นต้องมียวงจรไฮบริดด้วยเช่นกัน นอกจากนี้



รูปที่ 1.19 วงจรไฮบริด

ในส่วนของวงจรไฮบริดเองก็จะมีวงที่ทำหน้าที่ปรับความสมดุลของอิมพีแดนซ์ของระบบที่ถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อให้สัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันมีประสิทธิภาพที่สุด

สำหรับวงจรอีกแบบหนึ่งจะเป็นวงจรที่ถูกออกแบบให้วงจรหมุนหมายเลขโดยต่ออนุกรมกับวงจรไฮบริด ซึ่งแสดงในรูปที่ 1.20

ตามวงจรที่แสดงในรูปที่ 1.20 จะเห็นว่าสวิตช์ซึ่ง S3 จะถูกต่ออนุกรมกับวงจรไฮบริดอยู่ โทรศัพท์ระบบนี้จะใช้สัญญาณจากวงจรกำเนิดพัลส์มาควบคุมสวิตช์ S3 ให้เปิดปิดวงจรเพื่อทำให้ออกสารเป็นเลขที่ส่งวนให้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดเป็นสัญญาณควบคุมให้สวิทช์ซึ่ง S4 เปิดวงจร เพื่อไม่ให้เกิดสัญญาณออกทางหูฟัง ขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่ จะเห็นได้ว่าหลักการการทำงานของทั้ง 2 ระบบจะเหมือนกัน จะแตกต่างกันตรงลักษณะการเชื่อมต่อวงจรเท่านั้นเอง

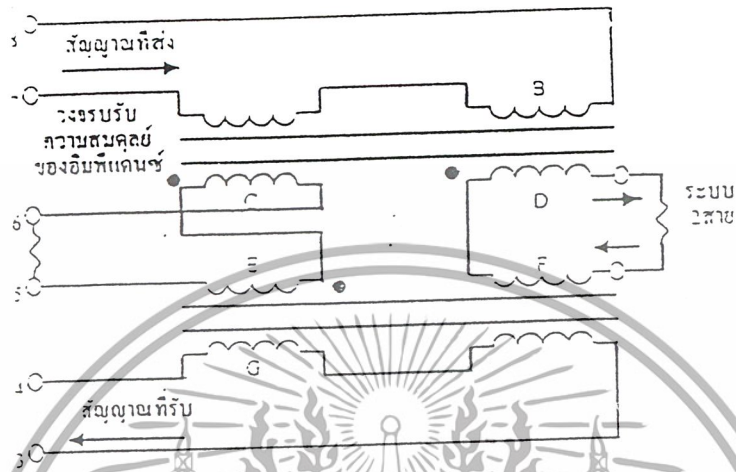
ไอซีที่ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์และสัญญาณควบคุมต่างๆจะมีรายละเอียดดังนี้

ในรูปที่ 1.21 แสดงบล็อกโคอะแกรมของไอซีตัวนี้ จะเห็นว่าเอาต์พุตของไอซีจะเป็นสัญญาณพัลส์ และสัญญาณควบคุมที่จำเป็นจะต้องใช้สัญญาณอินพุตจะเป็นรหัสไบนารี ซึ่งใช้แทนหมายเลขโทรศัพท์, สัญญาณให้ถือหูรือ, สัญญาณหมุนซ้ำ เป็นต้น วงจรออสซิลเลเตอร์จะถูกใช้เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาให้กับวงจรภายในไอซี สำหรับภาคขับเอาต์พุต จำเป็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์ที่ทนแรงดันสูงได้ดี



รูปที่ 1.20 วงจรหมุนหมายเลขตัวแบบอนุกรมกับวงจรไฮบริด

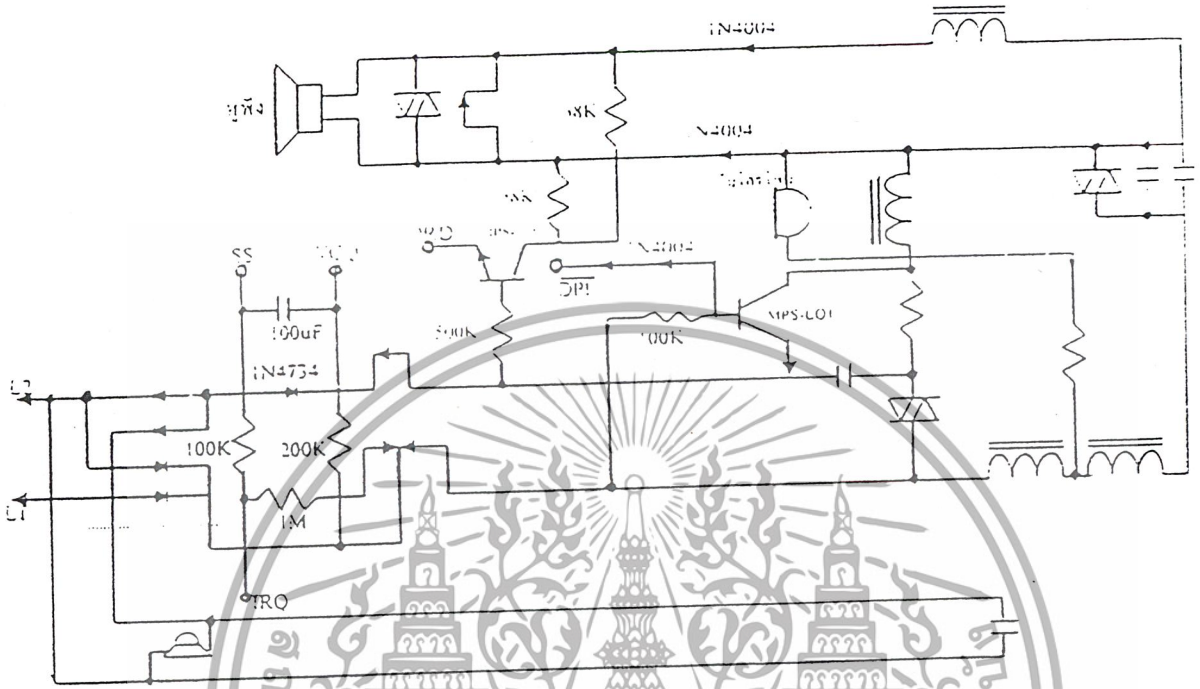
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.21 ผังการทำงานของไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์

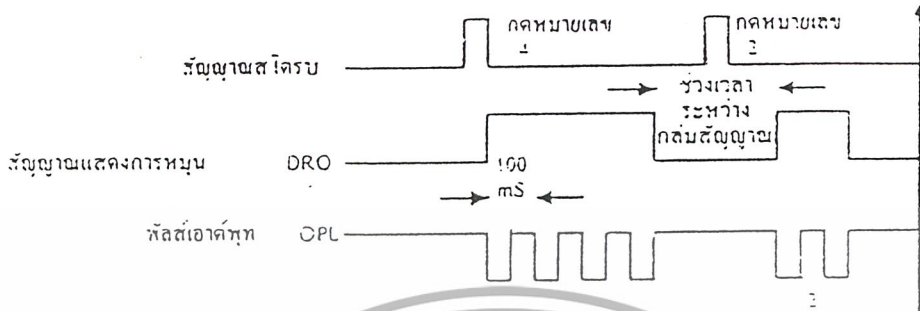
สัญญาณสถานะที่ควบคุมช่วงเวลาในการส่งสัญญาณที่มีความจำเป็น ก็คือ สัญญาณอนชุก/ออฟชุก สัญญาณที่บอกช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณพัลส์และสัญญาณกำเนิดอัตราส่วนการเปิด/ปิดวงจร สำหรับสัญญาณจากวงจรออสซิลเลเตอร์นั้นจะไม่สามารถผลิตความถี่ออกมาได้

สัญญาณที่กำหนดช่วงระหว่างกลุ่มของสัญญาณพัลส์ หรือสัญญาณ IDT จะกำหนดช่วงห่างของเวลาได้ระหว่าง 200 ถึง 1,000 มิลลิวินาที ถ้าส่งสัญญาณพัลส์ในอัตรา 20 พัลส์ต่อวินาที ส่วนค่าของอัตราส่วนของเปิดปิดวงจรจะมีค่าประมาณ 67% (ในสถานะ 0 เป็นเวลา 67% ใน 1 คาบสัญญาณ) หรืออาจจะใช้ค่า 61% ก็ได้เช่นกัน



รูปที่ 1.22. วงจรสมบูรณ์ของระบบที่ใช้ในการส่งสัญญาณพัลส์

ในปัจจุบัน ไอซีทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์ คือ มีเบอร์ MC14408 ซึ่งเป็นของโมโตโรล่า โครงสร้างภายในเป็นแบบ CMOS เนื่องมาจากการใช้งานต้องการสัญญาณอินพุตเป็นรหัสดำขาว จึงจำเป็นต้องมีตัวเข้ารหัสเบอร์ MC 14419 มาอินเตอร์เฟสเข้ากับเป็นกคหมายเลขด้วยดังแสดงในรูปที่ 1.21 และสามารถอธิบายได้ด้วยไคอะแกรมของเวลา ดังรูปที่ 1.23



รูปที่ 1.23 ช่วงเวลาของสัญญาณต่างๆที่เกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์จากรูปที่ 1.22

เมื่อกู้โทรศัพท์ขึ้นสัญญาณแสดงความต้องการใช้โทรศัพท์ (Call Request :CRQ)จะเป็นสถานะ 0 เป็นการหยุดการทำงานทำให้ MC 14408 เริ่มต้นรับหมายเลขใหม่เข้ามา จากนั้นสัญญาณสโตรบและสัญญาณแสดงการหมุน (Dial Rotating Output : DRO)ซึ่งเป็นสถานะ 1 ก็จะถูกส่งออกไปซึ่งสัญญาณ DRO นี้เองที่ถูกนำไปตัดเสียงที่จะเกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์ หลังจากนั้นชุมสายก็จะรอรับข้อมูลไป และติดต่อกับหมายเลขที่ถูกเรียกให้กับผู้ใช้ให้ถูกต้อง

1.4 การถอดรหัสความถี่สูงทางโทรศัพท์ชนิดปุ่มกด

การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ คือ การแปลงสัญญาณที่เกิดจากการกดปุ่มตัวเลขเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบดิจิทัลซึ่งใช้ไอซี MT8870 แปลงความถี่ทางโทรศัพท์ให้เป็นระบบตัวเลขฐานสองขนาด 4 บิต ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

คุณสมบัติพิเศษเฉพาะของ MT8870

1. เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF RECEIVER)
2. กินกระแสไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับไอซี TTL
3. สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
4. สามารถปรับช่วงคาบเวลาของความถี่ได้
5. เป็นไอซีที่มีคุณภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1 โครงสร้างของไอซี MT 8870

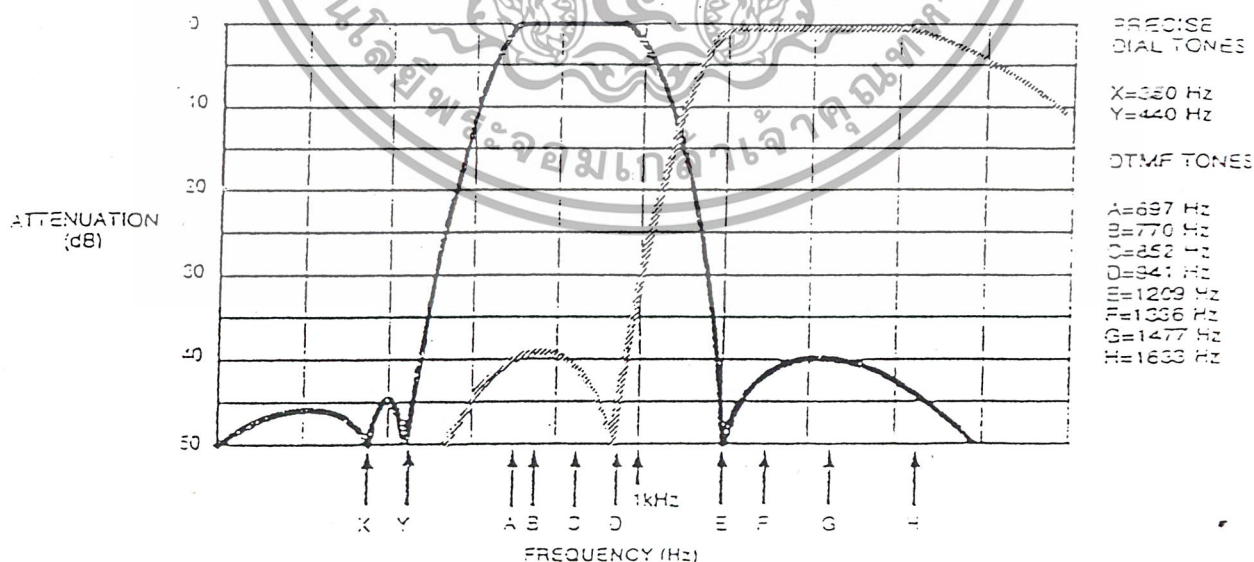
โครงสร้างภายในของ MT 8870 ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสทางดิจิทัลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี IOS2-CMOS ในส่วนของวงจรความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและกรองความถี่ต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับ และถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออฟแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายโดยต่ออุปกรณ์ภายนอก ส่วนเอาต์พุตเป็นวงจรค้าง 3 สถานะ

1.4.2 หน้าที่การทำงานภายในไอซี MT 8870

ภายในไอซี MT 8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. ภาคกรองความถี่(Filter section)

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่คือ ช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิทช์คาปาซิเตอร์ (six-order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วงคือ ช่วงความถี่สูง (High Frequency) และช่วงความถี่ต่ำ (Low Frequency)



รูปที่ 1.24 ความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

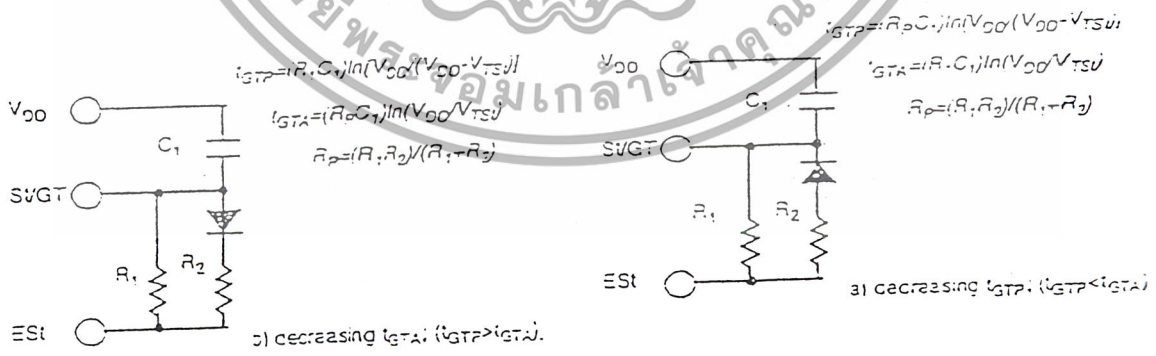
2. ภาคถอดรหัส(Decoder section)

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ที่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาปน

เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา (EST ZEARLY STEERING) ก็ จะทำงาน

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ(Steering circuit)

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุตจะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มโทรศัพท์ให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งโดยใช้ RC ภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็น 1 นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 1.24 เมื่อขา EST เป็น 1 ทำให้ VC สูงขึ้น ตัวเก็บประจุจะจ่ายประจุทำให้แรงดัน VC สูงขึ้นจนถึงค่าเทรตโฮสต์ วงจรถอดรหัสถึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต รายละเอียดการทำงานพิจารณาได้จากแผนภูมิเวลารูปที่ 1.27



รูปที่ 1.25 วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด และหน้าที่การทำงานของแต่ละขา

- IN+ นอนอินเวอร์ตติ้งออปแอมป์อินพุท(Non-inverting)
- IN- อินเวอร์ตติ้งออปแอมป์อินพุท(inverting)
- GS เป็นขาที่ Feedback จากเอาต์พุทให้ผู้ใช้ได้เชื่อมตัวความต้านทานเพื่อเลือกค่าเกณฑ์

ได้ตามที่ต้องการ

- V_{REF} ค่าความต่างศักย์เปรียบเทียบกับที่เอาต์พุท ปกติมีค่า V_{DD}/2
- INH ถ้าให้ขานี้เป็น high จะไม่มีการถอดรหัส A,B,C,D ที่ปรากฏอยู่บนเป็นโทรศัพท์
- PWDN ถ้าให้ขานี้เป็น high จะหยุดการทำงานของไอซีเบอร์นี้
- OSC1 อินพุทของสัญญาณนาฬิกา
- OSC2 เอาต์พุทของสัญญาณนาฬิกา โดยใช้กับผลึก(CWystal) ที่มีความถี่ 3.57954 MHz

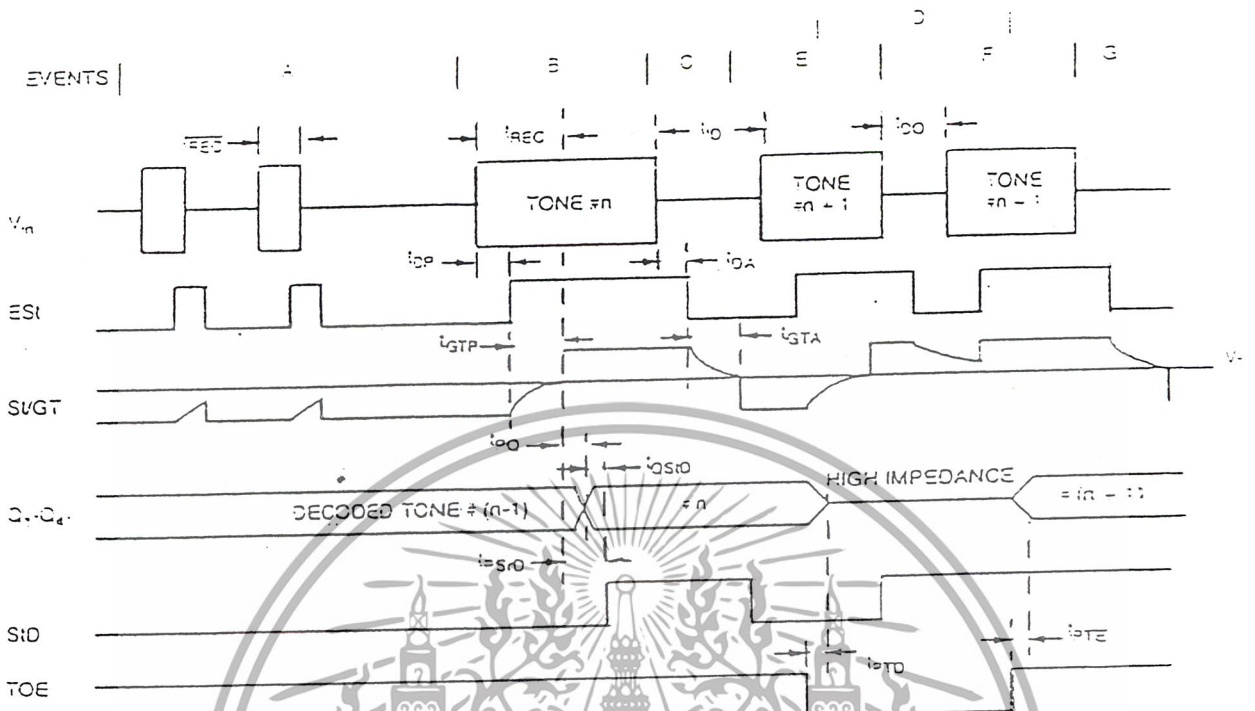
ต่อเข้าระหว่าง OSC1 และ OSC2

- V_{SS} ไฟเลี้ยงขั้วลบ
- Q1-Q4 เป็นขาเอาต์พุทที่ถูกควบคุมแบบ 3 state ด้วยสัญญาณ TOE จะให้ค่าออกมาเมื่อได้รับเวลาที่ถูกต้อง
- Std DELAY Steering Output ให้ค่าลอจิก 1 เมื่อมีข้อมูลระดับแรงดัน
- EST Early Steering Output จะให้ค่าลอจิก 1 เมื่อข้อมูลถูกต้องและถ้าเป็น 0 จะไม่มีสัญญาณผ่านเข้ามา
- ST/GT Steering input/time output(bi-direction) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมวงจร RC ภายนอกเพื่อควบคุมไทม์
- V_{DD} ไฟเลี้ยงบวก

18	VDD	VREF	4
9	VSS		
		IN+	1
7	OSC1		
		GS	3
8	OSC2		
15	STD	IN-	2
10	TOE		
		ST/GT	17
11	Q1	EST	16
12	Q2		
13	Q3	INH	5
14	Q4	PWDN	6

รูปที่ 1.26 ไอซี MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.27 ฟังเวลาของอซี MT 8870

อธิบายขั้นตอนการทำงาน

- A - ตรวจสอบความถี่ที่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาท์พุทไม่เปลี่ยนแปลง
- B - ความถี่ #n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ต้องการ ความถี่ที่ถูกถอดรหัส และ ค้างไว้ที่เอาท์พุท
- C - จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังคงค้างจนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่
- D - เอาท์พุทเปลี่ยนเป็นอิมพีแดนซ์สูง
- E - ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบคาบเวลาถูกต้อง ความถี่ที่ถูกถอดรหัสและค้างไว้
- F - ความถี่ #n+1 หายไปช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาท์พุทยังคงค้างอยู่
- G - ความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังคงค้างอยู่จนถึงความถี่ใหม่

อธิบายคำศัพท์

V_{in} - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดย บริษัท อีเอส อีเอส อีเอส จำกัด ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- St/Gt - Steering input / Guard Time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก
- Q1-Q4 - เอาท์พุท BCD ขนาด 4 บิต
- StD - Delayed Steering output ให้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือที่หายไปมีคบบเวลาตาม
ที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ
- TOE - Tone Output Enable (Input) ใช้ควบคุม Q1-Q4 ให้เป็นอิมพีแดนซ์สูง
- tREC - คาบเวลาที่นานที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
- tID - เวลาที่สั้นที่สุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
- tDO - เวลาที่นานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไป ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง
- tDP - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- tDA - เวลาที่ใช้ในการตรวจหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่หายไป
- tGTP - ช่วงเวลาของความถี่ของการปรากฏความถี่ DTMF
- tGTA - ช่วงคาบเวลาความถี่ของการหายไปของความถี่ DTMF

สำหรับคำว่า Grand time หมายถึง ช่วงคาบเวลาความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับ หรือ
กว่าช่วงเวลาที่เรที่ตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เร
ตั้งไว้โดย RC ก็คือ Grand time นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่ากับหรือมากกว่าเวลาที่ตั้ง
ไว้จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ที่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัว
เลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณดูจากรูปที่ 1.25

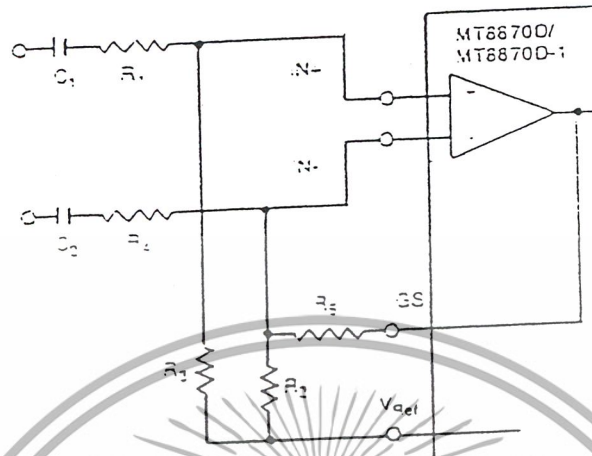
3. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง(differential input)

วงจรส่วนอินพุทของ MT 8870 เป็นภาคขยายสัญญาณแบบออปแอมป์ ที่สามารถรับ
อัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป และแสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุท ซึ่ง
สามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุทและอิมพีแดนซ์ได้ ดังนี้

$$\text{อัตราขยาย}(A_v \text{ diff} = R5/R1)$$

$$\text{อินพุทอิมพีแดนซ์}(Z_{in} \text{ diff} = 2/ R1 \text{ EXP } 2+ (1/W_e)\text{EXP } 2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.28 การต่อวงจรภาคอินพุท

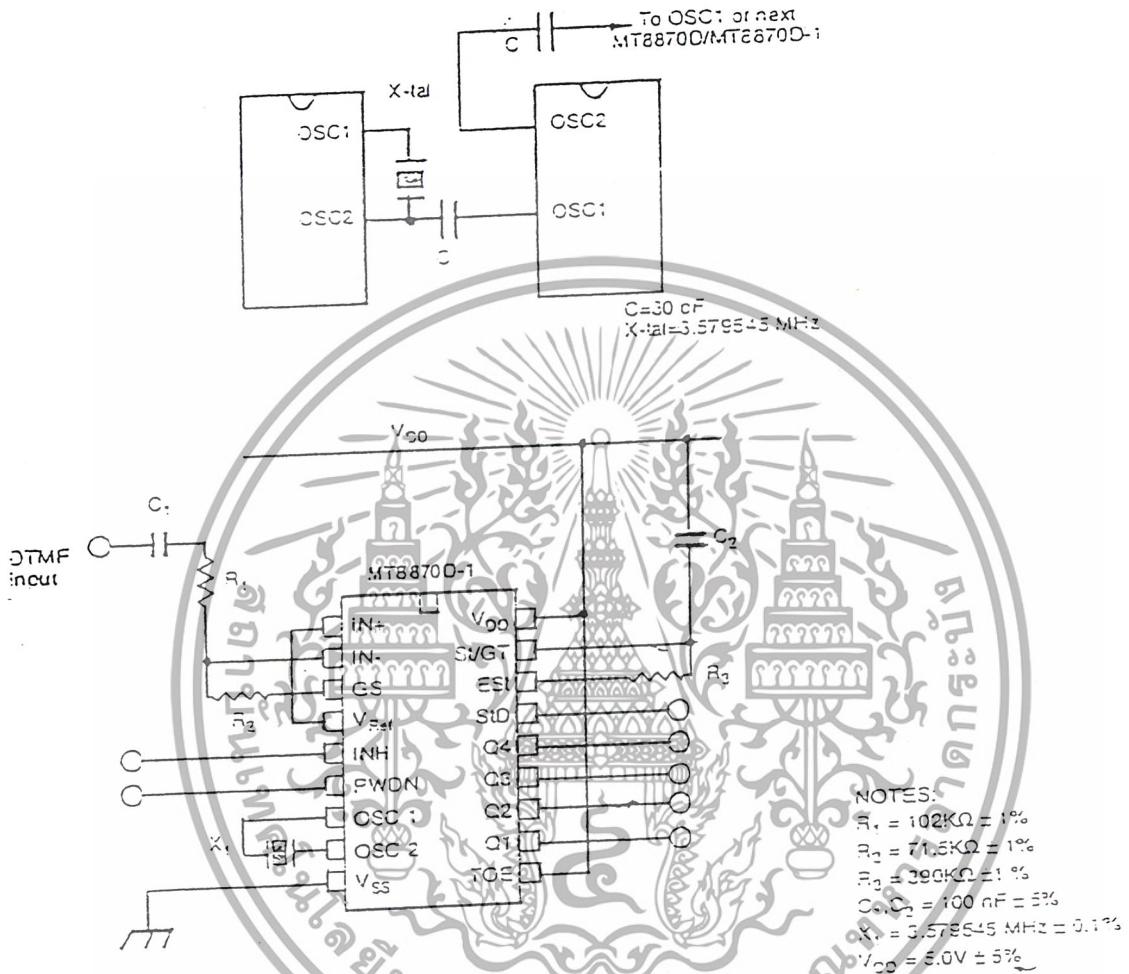
4. ภาคกำเนิดความถี่(oscillator)

ในภาคนี้จะมีวงจรเวลาอยู่ภายในเพียงแต่ต่อแร่ X-TAL ที่มีความถี่ 3.579545 MHz ก็สามารถใช้งานได้เลย

1.4.3 การนำ MT 8870 ไปใช้งาน

1. นำไปใช้งานด้านการควบคุมระยะไกล
2. เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
3. ใช้ในงานด้านเครดิตการ์ด
4. ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
5. ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดเล็กย่อยๆ
6. ใช้กับงานด้านโทรศัพท์ทั่วไป
7. เครื่องป้องกันขโมย
8. การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
9. ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.29 วงจรใช้งานเบื้องต้นของไอซี (MT 8870 และการต่อวงจรผลิตความถี่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

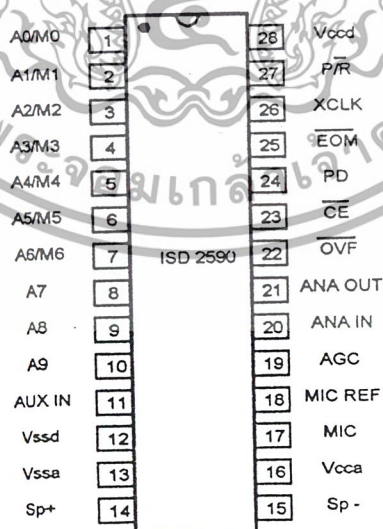
การใช้งานและคุณสมบัติของไอซีเบอร์ ISD2590

2.1 คุณสมบัติของไอซี ISD2590

- เพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้อย่างง่าย
- ไม่มีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่นประกอบภายนอก
- ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นมาเสริมเพื่อใช้งาน
- ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยสวิทช์หรือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรเลอร์
- ระยะเวลาการบันทึก/เล่นกลับตั้งแต่ 45 , 60 , 75 และ 90 วินาที ตามแต่เบอร์ในตระกูล

ISD25XX

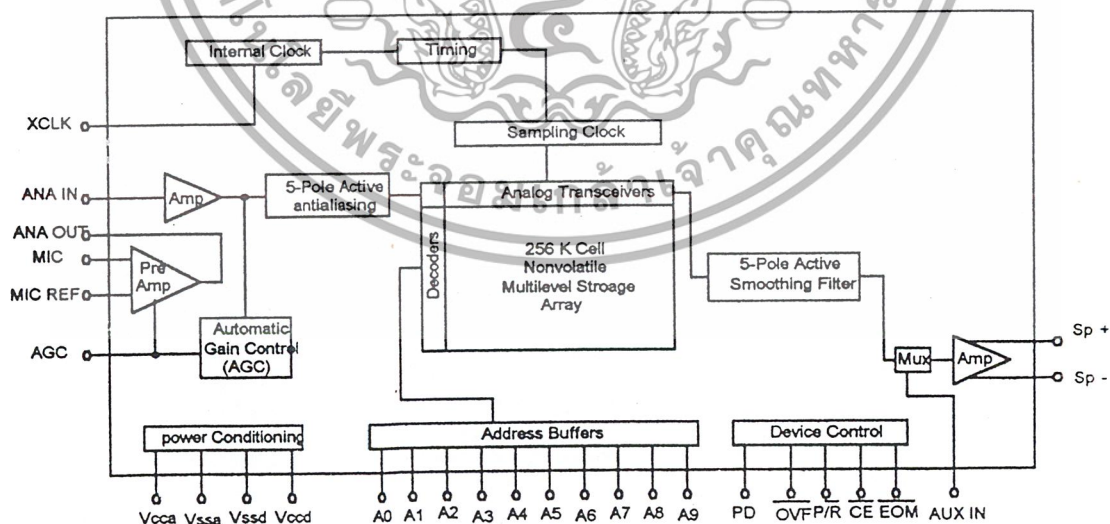
- ต่อภาคได้โดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวนานขึ้น
- สามารถเก็บความจำได้นาน 100 ปี ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณภายในตัว
- สามารถโปรแกรมการเล่นกลับได้อย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบการใช้งานได้



รูปที่ 2.1 ลักษณะการจัดขาใช้งานของ ISD 2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณสมบัติต่างๆที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวจึงทำให้ง่ายต่อการใช้งานตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพง ก็ถูกรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียวในโหมดการบันทึกจะเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลล์แบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย (non – volatile memory cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอะนาล็อก จะถูกบันทึกในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Stroage Technology) และการจัดเก็บลงในหน่วยความจำก็จะจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอะนาล็อกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่เหมือนกับต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัลเข้ามาเกี่ยวข้อง ในรูปที่ 1 เป็นรูปแสดงไดอะแกรมภายในไอซี ISD25XX เมื่อพิจารณาบล็อกไดอะแกรมแล้วจะเห็นว่ามึลักษณะคล้ายคลึงกับตระกูล ISD 12XX/14XX มาก หากแต่มีความแตกต่างกันที่อยู่ในส่วนของบล็อกแอมพลิฟายเออร์ และบล็อกส่วนรับการควบคุมนอกจากนั้นยังมีบล็อกมัลติเพล็กซ์สัญญาณอินพุทของเพาเวอร์แอมป์ภายในไอซี เพื่อทำการที่จะเลือกขยายสัญญาณที่ถูกบันทึกเก็บไว้หรือขยายสัญญาณจากภายนอกที่ขา ISD 14XX/12XX นอกจากนั้นอัตราการทำงานของตระกูล ISD 25XX ก็แตกต่างกัน ดังจะแสดงข้อมูลทางด้านกรบันทึกสัญญาณในไอซีแต่ละตระกูลไว้ในตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.2 บล็อกไดอะแกรมภายในของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ไอซี	ระยะเวลาการ บันทึก	การสุ่มสัญญาณ ทางอินพุท	ความถี่ที่ผ่าน วงจรรอง	ความถี่สัญญาณ นาฬิกาภายใน
ISD2545	45 วินาที	10.6 KHz	4.5 KHz	1365.3 KHz
ISD2560	60 วินาที	8.0 KHz	3.4 KHz	1024 KHz
ISD2575	75 วินาที	6.4 KHz	2.7 Hz	819.2 KHz
ISD2590	90 วินาที	5.33 KHz	2.3 KHz	682.7 KHz

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีตระกูล ISD25XX

เบื้องต้นการทำงานนั้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติเทคนิคของไอซีตระกูลนี้กันเสียก่อน ดังแสดงตารางคุณสมบัติทางเทคนิคไว้ในตารางที่ 2.2 รายละเอียดในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งานและการทำงานเบื้องต้นในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมดเพราะหากกล่าวถึงการทำงานธรรมดาก็คือ ไอซีบันทึกเสียง นั่นคือการทำงานของแต่ละขาและหน้าที่ของแต่ละขาจะมีความสำคัญมากกว่า เพราะจะสามารถนำไอซีไปใช้งานได้ถูกต้องและปลอดภัย (ไอซีไม่เสียหายก่อนใช้งาน)

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุทด้านต่ำ "0"	V_L	0.8	โวลต์
แรงดันอินพุทด้านสูง "1"	V_H	2	โวลต์
แรงดันอินพุทด้านต่ำ	V_{OL}	0.4	โวลต์
แรงดันอินพุทด้านสูง	V_{OH}	$V_{CC}-0.4$	โวลต์
แรงดันเอาต์พุทด้านสูงที่ขา \overline{OVF}	V_{OH1}	2.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุทด้านสูงที่ขา EOM	V_{OH2}	$V_{CC}-1.0$	โวลต์
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ $V_{CC}=5$ โวลต์	I_{CC}	25	ไมโครแอมป์
กระแสขณะสแตนด์บายที่ $V_{CC}=5$ โวลต์	I_{SB}	1-10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุท	I_L	+,-1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาต์พุท	R_{EXT}	16	โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันจัดการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานอินพุทของปริแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทอะนาล็อก	$R_{ANA IN}$	3	กิโลโอห์ม
อัตราขยายของปริแอมป์1	A_{PRE1}	24	เดซิเบล
อัตราขยายของปริแอมป์2	A_{PRE2}	5	เดซิเบล
อัตราขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	โวลต์/โวลต์
อัตราขยายของภาคขยายเอาต์พุทลำโพง	A_{ARP}	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาต์พุทของขา AGC	R_{AGP}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงตัวไอซีทั้งหมด	V_{CC}	5-7	โวลต์
อุณหภูมิขณะทำงาน	T_S	-65-150	องศา C

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตระกูล ISD25XX

2.2 หน้าทำการทำงานของขาต่างๆ

Address/Mode Input (A0-A9)/(M0-M6) ขา 1-10 ขาแอดเดรสและโหมดอินพุทจะมีอยู่สองฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSBs เป็น “0” อินพุทก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิตทั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึกและเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดการแลตช์โดยขอบขาลงของพัลส์ที่ขา \overline{CE} และถ้า MSBs มีสถานะเป็น “1” ขาแอดเดรส/โหมดอินพุทจะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิตทั้งหมดและเกิดการแลตช์เมื่อขอบขาขึ้นปรากฏที่ขา \overline{CE}

Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นการรับอินพุทจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุทลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา \overline{CE} มีสถานะเป็น “1” วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลงหรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อคาสเคด ISD25XX กันหลายๆตัว ขาAUX IN ก็จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากเอาต์พุทลำโพงของตัวก่อนหน้าหรือจากตัวอันดับแรก

Ground Input (Vssa , Vssd) ขา 12 และขา 13 โดยคุณสมบัติของไอซีตระกูล ISD25XX จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอะนาล็อก และกราวด์ของสัญญาณดิจิทัล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ในตัวถึงบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องทำให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Speaker Output (Sp+ , Sp-) ขา 14และ15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพง ในตระกูล ISD 25XX นี้จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพงซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขาต่อลำโพงเอาต์พุตทั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาด เมื่อต้องถูกต่อкасาดกันหลายๆตัวและไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันทางเอาต์พุตหลายๆตัว โดยเฉพาะในบางครั้งขาเอาต์พุตลำโพงสามารถต่อкасาดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุคัปปลิงอยู่ภายในเรียบร้อยแล้ว

Voltage Input (Vcca , Vccd) ขา 16และ 28 เป็นขารับแรงดันที่ต้องแยกกันต่างหาก ระหว่างขารับแรงดันของวงจรอนาล็อกและวงจรดิจิทัล ที่ประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว ขารับแรงดันต้องการไฟเลี้ยง +5V และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่สัญญาณรบกวนต่ำมาก

Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรรวมควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 ดีบีเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคัปปลิงผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ ค่าความจุของตัวเก็บประจุคัปปลิงจะกำหนดโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์มที่ต่ออยู่ในขา 17 ของ ไอซีเพื่อทำให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำ

Microphone Reference Input (MIC REF)ขา18 ซึ่ง จะ ต่อ ขา 18 นี้ กับ กราวด์ อะ นาล็อก (Vssa) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อนเพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้คิดที่ 10 เดซีเบล

Automatic Gain Control (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุตเพื่อควบคุมการปรับอัตราขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิค เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณทางอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขา AGC นี้จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RCเพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์มและจะต้องรวมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกหนึ่งตัวผ่านลงกราวด์อะนาล็อก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์มและตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

Analog Input (ANA IN) ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทาง 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคัปปลิงภายนอกคัปปลิงสัญญาณที่ขา20นี้ เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ภายในตัวไอซี ตัวเก็บประจุคัปปลิงภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กันกับค่าความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุตอิมพีแดนซ์เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัตออฟ

Analog Output (ANA OUT) ขา 21 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจาก

ไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Overflow Output (\overline{OVF}) ขา 22 สัญญาณพัลส์ “0” จะปรากฏออกมาทางขาเอาต์พุตนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในซีพียูได้ถูกอ่านไปหมดแล้วและจะแสดงเป็นสภาวะการเล่นกลับ พัลส์เอาต์พุตจากขา \overline{OVF} นี้จะจ่ายให้กับขา \overline{CE} อินพุตจนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซท และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา \overline{OVF} นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD 2590 ในตัวถัดไปได้เมื่อถูกต้องอาศัยคณอยู่หลายตัว

Chip Enable Input (\overline{CE}) ขา 23 ขา \overline{CE} จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ “0” เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึก ที่ขาแอดเดรสอินพุตและขา P/R อินพุตจะถูกแลตซ์จากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา \overline{CE}

Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือการเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น “1” ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานระดับต่ำมากๆ แต่เมื่อขา \overline{OVF} มีสภาวะเป็น “0” ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้นขา PD ปกติเป็น “1” อยู่ในขณะนั้นก็จะถูกรีเซทและจะเริ่มกระบวนการบันทึกและเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

End of Message / Run Output ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ non-volatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกขา EOM นี้จะทำให้เอาต์พุต ออกมาเป็น “1” เมื่อข้อมูลที่ถูกรับบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ไฟเลี้ยง

Playback / Record Input (P/R) ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับพัลส์ “1” จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ “0” จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา \overline{CE} จะเป็นการแลตซ์อินพุตที่ขา P/R

2.3 การบันทึกข้อมูล (Recording)

กระบวนการบันทึกข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อขา \overline{CE} เป็นลอจิก “0” เพื่อให้ไอซีทำงานได้ ขา P/R จะเป็นลอจิก “1” เพื่อเข้าสู่โหมดการบันทึกและขา \overline{EOM} จะเป็นลอจิก “1” เพื่อแสดงว่าตอนนี้ข้อมูลกำลังถูกบันทึก เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยแล้วขาอะนาล็อกอินพุตจะรับสัญญาณอะนาล็อกจากภายนอกเข้ามาขยายด้วยวงจรที่มีอยู่ภายใน ไอซี นอกจากนี้ยังมีปริแอมป์ไว้ให้ขยายสัญญาณที่มีแอมป์จูดต่างๆ เช่น สัญญาณจาก ไมโครโฟน โดยแยกออกมาเป็นอินพุตอีกขาหนึ่งต่างหากและมีเอาต์พุตออกมายังภายนอกเพื่อที่จะต่อกลับเข้าไปที่ขาอะนาล็อกอินพุตเพื่อขยายด้วยวงจรขยาย (Amp) อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้ง ทำให้เห็นนอกจากสะดวกในการที่ไม่ต้องจัดหาวงจรขยายเองแล้วยังสามารถที่จะเลือกใช้อินพุทได้ตามแรงของสัญญาณอะนาล็อก

จากบล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนต่างๆภายในไอซีจะเห็นว่า มีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC) ที่คอยควบคุมอัตราขยายของปริแอมป์ โดยนำเอาเอาต์พุทของวงจรรขยายนั้นป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับเพื่อปรับความแรงของสัญญาณให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติ สัญญาณที่ถูกขยายแล้วจะถูกกรองด้วยฟิลเตอร์ก่อนที่จะผ่านไปยังบล็อกรับ/ตัวส่งข้อมูลอะนาล็อก (analog transceiver) ภายในบล็อกรับก็จะประกอบไปด้วยวงจร A/D และ D/A สัญญาณอะนาล็อกก็จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของดิจิทัล โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

ลักษณะของสัญญาณอนาล็อกเป็นอะนาล็อกนั้น มีสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงอยู่สองอย่างนั้นคือ ขนาดของแรงดันหรือแอมพิจูดและเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปในการทำ A/D จะเป็นการเปรียบเทียบระดับแรงดันในขณะเวลาใดๆให้เป็นรหัสดิจิทัลจำนวน 10 บิต จากสูตร 2^n เมื่อ n คือจำนวนบิต จะสามารถเปลี่ยนเป็นรหัสที่ไว้วางใจได้ $2^{10} = 1024$ ค่านี้ก็คือเราสามารถที่จะแทนระดับแรงดันที่แตกต่างกันได้ 1024 ระดับนั่นเอง รหัสดิจิทัลนี้จะถูกเก็บบันทึกลงในหน่วยความจำ EPROM ซึ่งใน ISD 2590 นี้มีเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลประมาณ 480K มีความสามารถในการเก็บและคงสภาพข้อมูลได้นานถึง 10 ปี ส่วนความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้นั้นมีสาเหตุมาจากผลของอุณหภูมิ การปรับแต่งในการใช้งานหรือเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน โดยไอซีนี้สามารถจะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลได้กว่า 100,000 ครั้ง

ลักษณะการสุ่มบันทึกของไอซีจะใช้สัญญาณนาฬิกาเพื่อกำหนดจังหวะในการเปรียบเทียบโดยคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายในบล็อกรับ/ตัวส่งข้อมูลอะนาล็อก และเบรหัสดิจิทัลที่ได้ลงในหน่วยความจำ จากบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆในไอซี ส่วนที่ใช้สร้างสัญญาณนาฬิกาที่คือวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน (internal clock)

วงจรกำหนดเวลา (timing) และวงจรสุ่มสัญญาณนาฬิกา (sampling clock) ซึ่งความถี่ในการสุ่ม (sampling frequency) ที่สร้างขึ้นนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงสูงเพราะผลต่างเพียง 2% ของความถี่ที่ใช้ในการบันทึกกับความถี่ที่ใช้ในขณะที่เล่นก็จะทำให้เสียงที่ได้นั้นผิดเพี้ยนไปจนสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยหูเปล่าสำหรับไอซีของ ISD นี้จะมีความผิดพลาดของวงจรสร้างสัญญาณสุ่มนี้เพียง $\pm 1\%$ เท่านั้น

การเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำนั้นจะต้องมีการบอกตำแหน่งที่จะต้องเก็บข้อมูล โดยบัสตำแหน่ง (address bus) ที่มีจำนวน 10 เส้นคือ A0-A9 ซึ่งต่อออกมาเป็นขาภายนอกให้สามารถเลือกตำแหน่งเริ่มอ่านหรือเขียนข้อมูลได้ โดยจะผ่านวงจรแอดเดรสดีฟเฟอร์ไปยังวงจรถอดรหัส (decoder) เพื่อถอดรหัสเลือกตำแหน่ง ซึ่งจะถูกรับควบคุมในการถอดรหัสและทำการนับตำแหน่งโดยเอกลาร์เป็นต้นเอกสารที่ส่งมอบให้บริษัทการเชิงในเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณจากวงจรเวลาไอซีจะทำการเก็บข้อมูลจนกระทั่งหมดข้อความแล้วหยุดโดยการให้ \overline{CE} เป็นลอจิก “1” ในขณะที่เนื้อที่ในหน่วยความจำยังไม่เต็มที่จะมีการกำหนด (mark) ตำแหน่งสิ้นสุดเอาไว้โดยอัตโนมัติ แต่ถ้าหากการบันทึกยังไม่สิ้นสุดจนกระทั่งเนื้อที่ในหน่วยความจำเต็มแล้ว ไอซีก็จะส่งเอาที่พหุเป็นลอจิก “0” ออกมาที่ขา \overline{OVF}

2.4 การเล่นกลับ (Play Back)

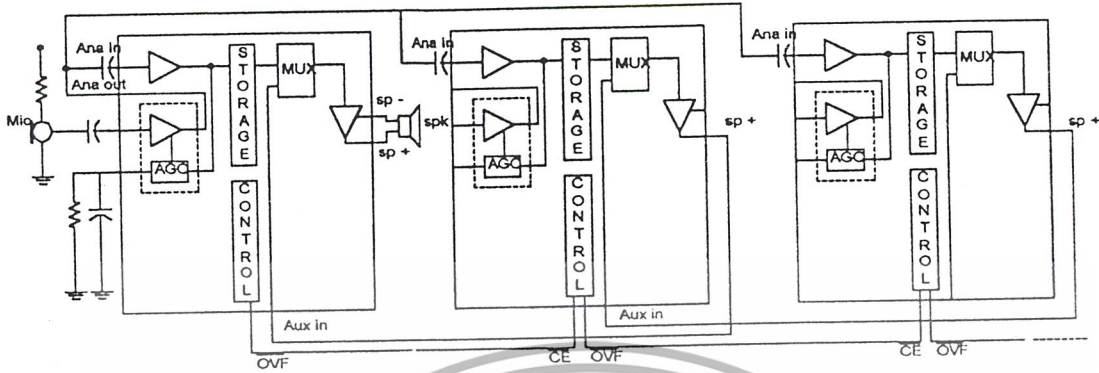
การเล่นกลับนี้จำเป็นต้องใช้สัญญาณความถี่ในการสุ่ม เพื่อกำหนดจังหวะในการดึงข้อมูลจากหน่วยความจำมาทำ D/A (ในบิตของตัวรับ/ส่งข้อมูลอะนาล็อก) เช่นกันเพราะจังหวะในการเก็บข้อมูลจะต้องเท่ากับจังหวะที่จะนำเอาข้อมูลนั้นออกมาใช้ได้ สำหรับการเข้าสู่โหมดเล่นนี้ \overline{CE} จะต้องเป็นลอจิก “0” เช่นเดียวกับการบันทึกแต่ขา P/R จะต้องให้เป็นลอจิก “1”

การเล่นกลับจะเริ่มจากตำแหน่งที่ตั้งไว้ที่ขาแอดเดรสทั้ง 8 ขา โดยนำเอารหัสดิจิทัลจากหน่วยความจำมาแปลงกลับเป็นสัญญาณอะนาล็อกโดยกรรมวิธีย้อนกลับคือ มีการลดรหัสที่ได้นี้กลับไปให้อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าตรงที่มีระดับแรงดันต่างกันไปตามรหัสและเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ได้สัญญาณอะนาล็อกที่ใกล้เคียงกันกับสัญญาณที่บันทึกไว้ สัญญาณที่ได้จะถูกกรองโดยวงจรฟิลเตอร์ออกไปเข้าวงจรมัลติเพล็กซ์อร์ แล้วนำไปขยายด้วยวงจรขยายที่ใช้ขั้วไบโพลาร์ โดยตรงซึ่งวงจรมัลติเพล็กซ์อร์นี้มีไว้สำหรับเลือกสัญญาณอินพุตจากขา AUX IN ซึ่งจะนำมาใช้ประโยชน์ในการขยายเวลาการบันทึกด้วยวิธีลูกโซ่ซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง

2.5 การขยายระยะเวลาการบันทึกด้วยวิธีลูกโซ่ (Chain)

ในการนำไปใช้งานจริงนั้นจะเห็นได้ว่าระยะเวลาการบันทึกที่ไอซีสามารถบันทึกได้นั้นเป็นระยะเวลาที่สั้นมาก จนอาจนำไปใช้ประโยชน์ไม่กว้างนัก เพราะบางงานเวลาสั้นเพียงแค่นี้อาจจะใช้ไม่ได้เลยเช่นตัวอย่าง การนำไปใช้ในเครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ หากมีข้อความที่จะต้องบันทึกมากกว่าเวลาที่ไอซีสามารถบันทึกได้ก็อาจจะทำให้ฟังไม่รู้ใจความ

เพื่อแก้ปัญหานี้บริษัทผู้ผลิต ISD ก็ได้เตรียมขา \overline{OVF} , \overline{CE} , AUX IN และส่วนของการมัลติเพล็กซ์อร์ไว้เพื่อการนี้โดยเฉพาะซึ่งมีการใช้งานดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 2.3 การต่อ ISD 2590 Cascade กันหลายๆตัว

จากวงจรในรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าไอซีจะถูกต่อเข้าด้วยกัน โดยสัญญาณอินพุทจากไมโครโฟนจะต่อเข้าที่ไอซีตัวที่ 1 ไปขยายด้วยบริแอมป์แล้วออกมาที่เอาต์พุตซึ่งนำไปเป็นสัญญาณอินพุทให้กับ ไอซีที่จะมาต่อเพิ่มทุกตัวและขา \overline{OVF} ของไอซีตัวแรกก็จะต่อไปยังขา \overline{CE} ของตัวที่ 2 และขา \overline{OVF} ของตัวที่ 2 ก็จะไปยัง \overline{CE} ของตัวถัดไปเรื่อยๆจนถึงตัวที่ n และที่เอาต์พุต Sp จากตัวที่ n จะถูกต่อย้อนกลับมาต่อเข้าที่ขา AUX IN ของตัวที่ n-1 เรื่อยมาจนถึงตัวแรกนอกจากนี้ขาแอดเดรสก็จะต้องต่อขนานถึงกันทุกตัวดังรูปที่ 4.3 ซึ่งจะอธิบายการทำงานได้ดังนี้

การทำงานในตอนแรกนั้นสมมุติว่ายังไม่มีการบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำเลยในกรณีนี้ ขา \overline{OVF} ไอซีตัวแรกจะเป็นลอจิก "1" เนื่องจากยังมีเนื้อที่ในหน่วยความจำดังนั้นจึงทำให้ไอซีตั้งแต่ตัวที่ 2 เป็นต้นไปจนกระทั่งตัวที่ n อยู่ในสถานะที่ไม่ทำงานดังนั้นไอซีตัวแรกจะทำงานเพียงตัวเดียว (เมื่อ \overline{CE} ตัวแรกเป็นลอจิก "0") จึงมีการบันทึกลงไป ไอซีตัวแรกสมมุติว่าข้อมูลมีความยาวกว่าไอซีตัวแรกบันทึกได้ ดังนั้นหน่วยความจำของไอซีตัวแรกจึงถูกบันทึกจนเต็ม แล้วขา \overline{OVF} ของไอซีตัวแรกจะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก "0" ไปทริกให้ไอซีตัวที่ 2 ทำงานได้แล้ว ไอซีตัวที่ 3 ก็จะทำงานในลักษณะเดียวกันกับตัวแรกและต่อไปเป็นลูกโซ่ไปจนถึงตัวที่ n หรือหยุดที่ตัวใดตัวหนึ่งเมื่อหมดข้อความ

ส่วนในตอนเล่นนั้น สมมุติว่าแอดเดรสที่ตั้งไว้เป็นแอดเดรสเริ่มต้น ดังนั้นในตอนเริ่มต้น ไอซีตัวแรกก็จะทำงานเพียงตัวเดียวด้วยเหตุผลอันเดียวกันกับการบันทึก ถือเป็นผลจากการทำงาน

เอกสารของขา \overline{OVF} ดังนั้นจึงไม่มีสัญญาณเอาต์พุตจากขา Sp ของตัวถัดไปมาเข้า AUX IN ของตัวแรกเลยไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงที่ถูกขยายออกถ้าโพงจึงเป็นเสียงที่บันทึกไว้ในไอซีตัวแรกจนกระทั่งเล่นกลับจนหมดข้อความที่บันทึกในหน่วยความจำของตัวแรกแล้ว วงจรมัลติเพล็กซ์เซอร์ก็จะทำงาน โดยเลือกสัญญาณจาก AUX IN เข้ามาจาก Sp ของตัวถัดไปในขณะเดียวกันก็จะให้ลอจิก “0” ที่ขา \overline{OVF} ไปตรึงตัวที่ 2 ให้ทำงานได้ ซึ่งตอนนี้ไอซีตัวที่ 2 จะทำงานโดยส่งสัญญาณที่ได้จากหน่วยความจำออกจาก Sp ไปยัง AUX IN ของตัวแรกไปขยายแล้วขับออกถ้าโพงที่ต่ออยู่กับตัวแรกและจะทำงานในลักษณะเดียวกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนถึงตัวที่ n โดยส่งสัญญาณย้อนกลับเป็นทอคาคลัมมาขยายออกถ้าโพงที่ตัวแรกเท่านั้นได้เนื่องที่ในการเก็บข้อมูลมากขึ้นและก็สามารถบันทึกได้นานขึ้นกว่าเดิมแล้ว โดยจะมีระยะเวลาการบันทึกได้เท่ากับระยะเวลาที่บันทึกได้คูณกับจำนวน ไอซีที่ใช้ (n)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแนวความคิดข้างต้นสามารถแสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 3.1 และสามารถแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนที่สำคัญดังนี้

1. ชุดตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งและแปลงเป็นสัญญาณทริก
2. ชุดยกหูและวางหูอัตโนมัติ
3. ชุดตรวจเสียงตอบรับ
4. ชุดตรวจสอบการกดรหัส
5. ชุดตั้งเวลาการบันทึก
6. ชุดบันทึกเสียงและเล่นกลับ
7. ชุดจ่ายไฟ
8. ภาคขยายสัญญาณเสียง

3.1.1 ชุดตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและแปลงเป็นสัญญาณทริก

ในการทำงานส่วนนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณเรียก (Ringing Tone) แล้วทำการแปลงเป็นพัลส์ลบเพื่อนำไปทริกให้ซีพียูทำงานต่อไป

3.1.2 ชุดยกหูและวางหูอัตโนมัติ

หลังจากได้มีการนับสัญญาณเรียกครบแล้วจะทำการยกหูอัตโนมัติเพื่อต่อสายเข้ากับระบบแล้วทำการส่งสัญญาณเพื่อบอกแก่ผู้โทรเข้ามาว่าระบบรับสายแล้วและจะส่งสัญญาณตอบรับกลับไปยังที่คู่สายหลังจากนั้นก็ทำการส่งสัญญาณพร้อมบันทึกให้ผู้ที่โทรเข้ามาพูดเพื่อฝากข้อความไว้ที่วงจรบันทึกเมื่อสิ้นสุดการบันทึกระบบจะทำการวางสายโดยอัตโนมัติ

3.1.3 ชุดตรวจเสียงตอบรับ

จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้ถามและแนะนำเข้าสู่ระบบต่างๆของระบบหลังจากนั้นก็ทำการบันทึกเสียงของตนเองเพื่อเป็นข้อความตอบรับแก่ผู้ที่โทรเข้ามา

3.1.4 ชุดตรวจสอบการกดรหัส

จะทำหน้าที่ตรวจสอบการกดคีย์จากแป้นโทรศัพท์เพื่อที่จะโทรเข้ามาฟังข้อความที่ฝากไว้ โดยจะถอดรหัสจากการกดคีย์มาอยู่ในรูปแบบของเลขฐานสอง แล้วส่งไปให้ระบบควบคุมตรวจสอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 ชุดตั้งเวลาการบันทึก

เมื่อมีการกดคีย์ของเครื่อง โทรศัพท์เพื่อทำการบันทึกข้อความจะมีพัลส์จากชุดวงจรการตรวจสอบการกดคีย์เข้ามา แล้วเมื่อครบกำหนดเวลากานบันทึกเสียงแล้วจะมีแรงดันเปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 เพื่อไปทรiggerอินพุทในชุดวางหูอัตโนมัติ

3.1.6 ชุดบันทึกเสียงและเล่นกลับ

ในส่วนนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อยคือ

ในส่วนบันทึก คือ ส่วนของระบบที่ใช้ในการบันทึกสัญญาณเสียงของผู้ที่โทรเข้ามาฝากข้อความโดยจะมีวงจรกำหนดเวลาเพื่อกำหนดเวลาสูงสุดที่สามารถบันทึกได้

ในส่วนการเล่นกลับ คือ ส่วนที่ใช้ในการเล่นกลับเสียงที่ทำการบันทึกนั้นออกสู่ลำโพงหรือผ่านคู่สายโทรศัพท์

3.1.7 ชุดจ่ายไฟ

แหล่งจ่ายไฟ DC จะมีชุดคือ 12,9,5 VDC

3.1.8 ภาชนะยาสัญญาณเสียง

ทำหน้าที่ทำการขยายสัญญาณเสียงที่มาจากกรบันทึกและเล่นกลับที่มีกำลังต่ำให้มีกำลังสูงเพื่อออกสู่ลำโพง

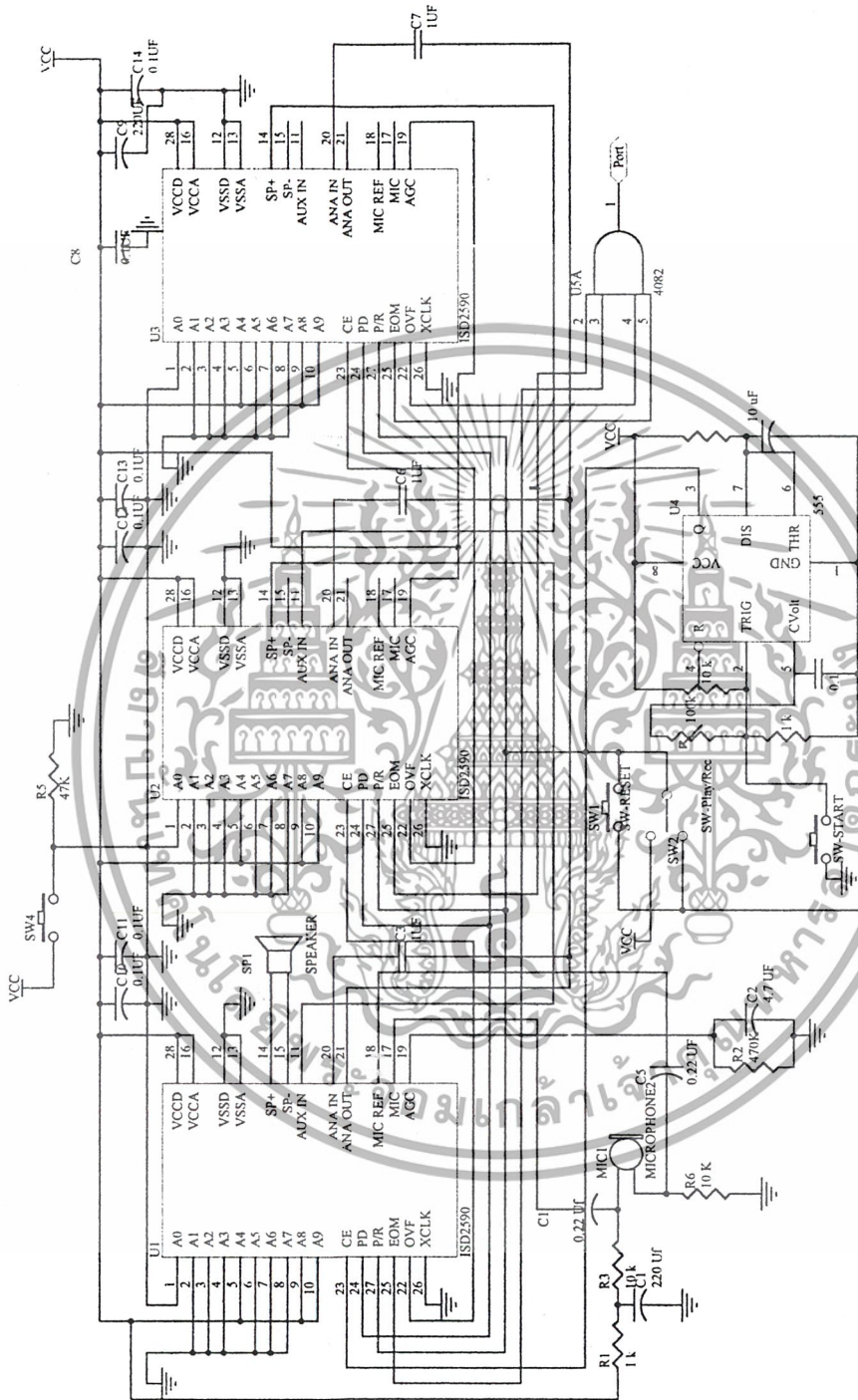
3.2 การทำงานและวงจรที่ใช้งาน

3.2.1 ภาคการบันทึกเสียงและเล่นกลับข้อความของผู้โทรเข้ามา

ในส่วนการบันทึกและเล่นกลับนี้จะใช้ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD 2590 ซึ่งจะบันทึกเสียงได้นาน 90 วินาที 3 ตัว นำมาต่อкасечкаกัน ซึ่งทำให้ระยะเวลาการบันทึกเสียงนานขึ้นเป็น 270 วินาที และในการใช้งานจริงจำเป็นต้องมีตัวกำหนดเวลาของข้อความที่จะฝากด้วย ซึ่งในตอนนี้จะใช้ไอซีโทมเมอร์เบอร์ 555 ประกอบเป็นวงจรโมโนสเตเบิล และมีคาบเวลาเป็น 15 วินาทีโดยประมาณ ซึ่งก็น่าเพียงพอกับการฝากข้อความไว้ หนึ่งข้อความในส่วนของไอซี ISD 2590 แบ่งเป็น 2 กรณีคือ

1.การบันทึกเสียงคือ ในกรณีที่ขา 23 หรือ SW Start จะถูกต่อลงกราวด์ และที่ขาที่ 27 หรือ SW Play/Rec ถูกต่อลงกราวด์เช่นเดียวกัน และในการบันทึกจะบันทึกได้นาน 270 วินาที เนื่องจากไอซีถูกต่อเป็นแบบคาสเคด ซึ่งเมื่อบันทึกสัญญาณจนเต็ม 270 วินาทีแล้วขา \overline{OVF} หรือขา 22 จะเปลี่ยนจากลอจิก "1" เป็นลอจิก "0" ซึ่งปกติแล้วสัญญาณ \overline{OVF} จะมีสถานะเป็นลอจิก "1"

1.1 การเล่นกลับคือ การจะต้องให้ขา 24 ได้รับลอจิก 1 ชั่วขณะเพื่อรีเซ็ตเคดเครสใหม่ และขา 27 จะถูกต่อด้วยลอจิก 1 และ SW Start ต่อลงกราวด์



รูปที่ 3.2 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

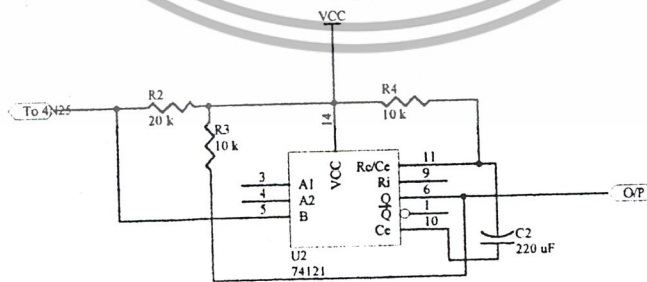
3.2.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งและเปลี่ยนเป็นสัญญาณทริก

1. วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง จะใช้ ไอซีเบอร์ 4N25 ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ที่ทำงานด้วยแสง คือเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาเป็นช่วงๆ C ก็จะทำการดับปลิ่งสัญญาณผ่าน R ค่า 112.9 K และสัญญาณเรียกเข้าซึ่งเป็นสัญญาณไฟ AC ประมาณ 100 โวลท์ จะถูกเปลี่ยนเป็นไฟตรงเพื่อไปทำให้ไดโอดทางอินพุท ของ ไอซีเบอร์ 4N25 จะทำให้ทางเอาท์พุททรานซิสเตอร์ทำงานซึ่งจะให้พัลส์ลบออกมาเท่ากับระยะเวลาที่มีสัญญาณเรียกเข้ามา

2. วงจรเปลี่ยนเป็นสัญญาณทริก โดยเปลี่ยนเอาท์พุทของ 4N25 ซึ่งเป็นพัลส์ลบ ให้เป็นสัญญาณทริก ในส่วนนี้จะใช้ D ฟลิป-ฟลอป ต่อเป็นวงจรโมโนสเตเบิล



รูปที่ 3.4(ก) วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

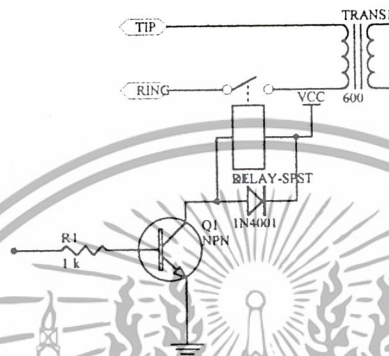


รูปที่ 3.4(ข) วงจรเปลี่ยนเป็นสัญญาณทริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจรการยกหูโทรศัพท์และตัดต่อคู่สาย

ในส่วนนี้จะใช้สัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำการควบคุมการปิด-เปิด รีเลย์ในการตัดต่อคู่สายซึ่งวงจรแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรการยกหูอัตโนมัติและตัดต่อคู่สาย

3.2.5 วงจรบันทึกและเล่นกลับเสียงตอบรับ

ในส่วนนี้จะใช้ไอซีเบอร์ ISD 1420 ซึ่งเป็น ไอซีซึ่งทำงานลักษณะเดียวกับ ISD 2590 แต่ต่างกันตรงที่สามารถบันทึกสัญญาณได้เพียง 20 วินาทีเท่านั้น ซึ่งก็เพียงพอสำหรับการบันทึกเสียงตอบรับการโทรเข้ามาแล้วจะแบ่งเป็น 2 กรณีคือ

1. กรณีบันทึก คือ ในกรณีที่ขา REC หรือ SW REC ถูกต่อลงกราวด์และขณะที่บันทึกสัญญาณ สัญญาณที่ขา RECLED จะเป็นลอจิก "0" ไปจนกว่าจะหมดระยะเวลาการบันทึกหรือจนกว่าขา REC จะเป็นลอจิก "1"

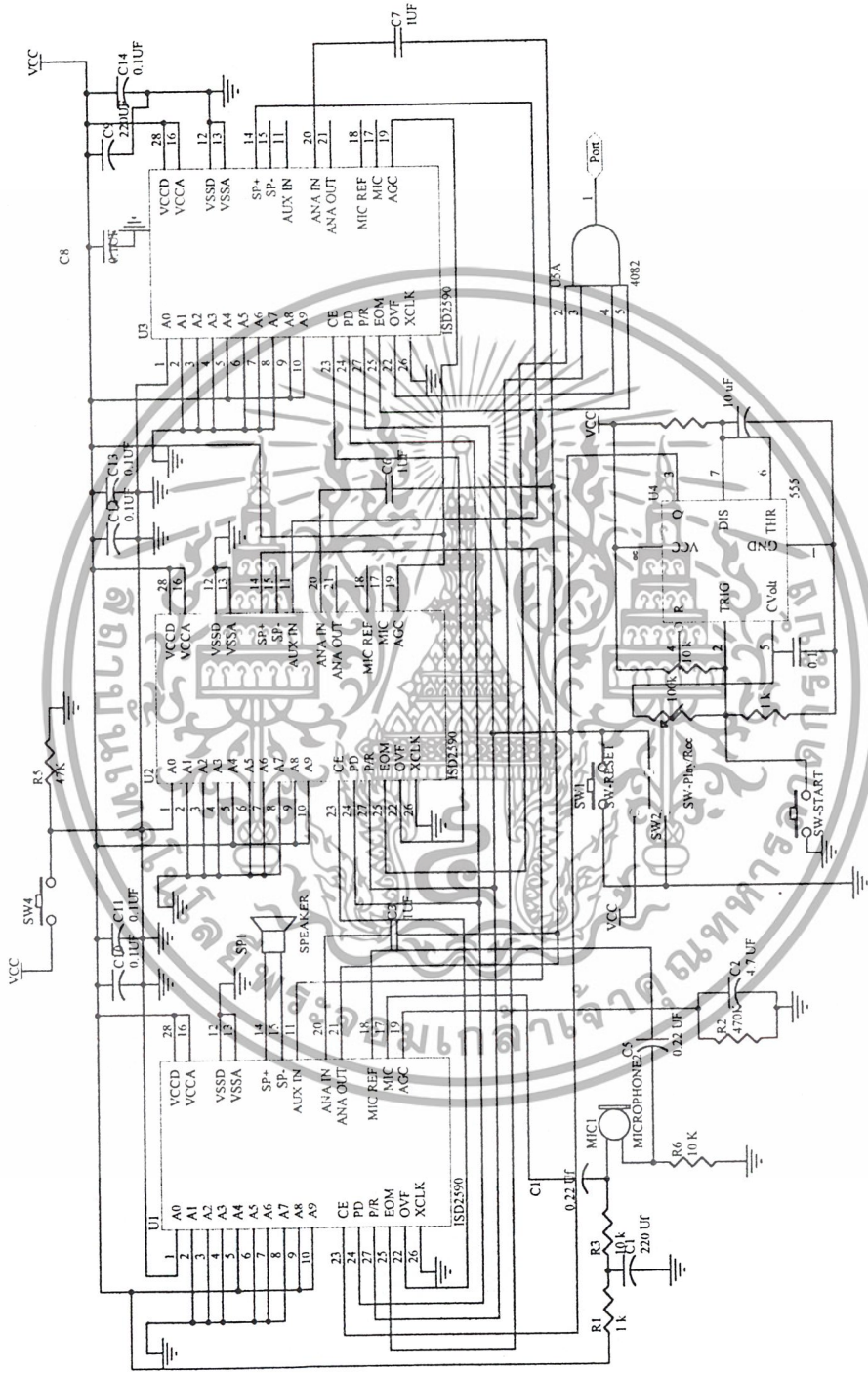
2. กรณีเล่นกลับ คือ ในกรณีที่ขา REC หรือ SW REC ต่อกับ ไฟ +5V และขา PLAYE เป็นลอจิก "0" หรือต่อลงกราวด์และเมื่อเล่นกลับจนหมดข้อความแล้วขา RECLED จะเป็นลอจิก "0" ชั่วขณะ และจะเป็นลอจิก "1" ซึ่งปกติแล้วสัญญาณที่ขา RECLED จะเป็นลอจิก "1"



รูปที่ 3.6 วงจรบันทึกและเล่นกลับเสียงตอบรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดลองและผลการทดลอง



รูปที่ 3.7 วงจรการทดลองภาคบันทึกและเล่นกลับข้อความของผู้โทรเข้ามาฝากข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การทดลองวงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับข้อความของผู้โทรเข้ามาฝากข้อความ

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปและตรวจสอบว่าถูกหรือไม่
2. ต่อไฟเลี้ยงให้วงจร
3. เลื่อน SW Play/Rec มาที่ตำแหน่ง REC (ต่อขา 27 ลงกราวด์) แล้วกด SW Start และทำการรอกจนกว่า LED CE ดับเพื่อเป็นการแสดงว่าทำการบันทึกข้อความที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว และทำการกด SW Start อีกครั้งเพื่อทำการบันทึกข้อความที่ 2 และรอ LED CE ดับเหมือนเคยและทำการบันทึกข้อความที่ 3 ต่อไปโดยการทำเหมือนข้อความที่ผ่านมา
4. กด SW Reset รีเซตวงจรและเลื่อน SW Play/Rec มาที่ตำแหน่ง Play และกด SW Start เพื่อทำการเล่นกลับข้อความที่บันทึกไว้

ผลการทดลอง

จากการทดลองในการบันทึกข้อความ 2 ข้อความ จะดีข้อความละ 15 วินาทีในการเล่นแต่ละข้อความ ขา *EOM* จะเป็น 0

สรุปผลการทดลอง

IC ISD 2590 สามารถ บันทึกข้อความหลายๆ ข้อความต่อกันได้และการเล่นกลับก็สามารถทำได้โดยง่ายเมื่อมีการเล่นกลับแต่ละข้อความจนหมดขา *EOM* จะเป็น 0 และเมื่อทำการบันทึกจนเต็มแล้ว ขา *OVF* จะเป็น 0



รูปที่ 3.8 วงจรการทดลองการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งและแปลงให้เป็นสัญญาณทริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกเข้าและแปลงให้เป็นสัญญาณทริก

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปและตรวจสอบว่าถูกต้อง
2. ต่อแหล่งจ่ายไฟเข้าวงจร
3. วัดแรงดันที่ขา 5 ของ IC 4N25 ต้องได้ +5VDC
4. ต่อสายโทรศัพท์เข้าวงจร
5. วัดลอจิกที่ขา 2 ของ IC2
6. ทดลองโทรเข้ามาที่วงจรการทดลอง
7. บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของลอจิกที่ขา 2 ของ IC2

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อมีการโทรเข้ามาที่วงจรจะทำให้ พัลส์ บวก ที่ขา 6 ของไอซี 74121ตามจำนวนสัญญาณกระดิ่งที่เรียกเข้ามา

สรุปผลการทดลอง

จะเห็นว่าทุกครั้งที่มีการเรียกเข้ามาหรือเกิดสัญญาณกระดิ่งดังขึ้น จะมีพัลส์ บวก ที่ขา 6 ของไอซี 74121ซึ่งจะนำไปเป็นสัญญาณทริกให้ CPU ต่อไป



รูปที่ 3.9 วงจรการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การทดลองวงจรถอดรหัสความถี่คู่ (DTMF)

ขั้นตอนการทดลอง

- 1.ต่อวงจรตามรูปและตรวจสอบความถูกต้อง
- 2.ต่อแหล่งจ่ายไฟ
- 3.ต่อสัญญาณ DTMF จากเครื่องส่ง

ทดลองกดคีย์ต่างๆแล้วบันทึกผลพร้อมสังเกตการเปลี่ยนแปลงของขาสัญญาณต่างๆ

ผลการทดลอง

จากการทดลองจะได้สัญญาณ เอาท์พุท โดยใช้ LED เป็นตัวแสดงผลเป็นไบนารี

สรุปผลการทดลอง

จะเห็นได้ว่าผลจากการทดลองที่ได้ค่าต่างๆทางเอาท์พุทจะเป็นไปตามทฤษฎีคือจะได้ค่าต่างกัน 16 ค่าและทุกครั้งที่มีสัญญาณ DTMF เข้ามาขา STD จะเปลี่ยนจากลอจิก 0 เป็นลอจิก 1

บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง

การทำงานโดยรวมของเครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

เมื่อทำการโทรเข้ามาเครื่องจะทำการรับสายและเล่นกลับเสียงตอบรับและเมื่อสิ้นสุดเสียงตอบรับเครื่องก็จะทำการโอนเข้าสู่ภาคของการบันทึกข้อความโดยการกด # เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการบันทึกซึ่งจะกำหนดไว้ข้อความละประมาณ 15 วินาทีเครื่องก็จะทำการวางสายโดยอัตโนมัติ สำหรับข้อความต่อไปก็จะทำในทำนองเดียวกัน

ส่วนในการกำหนดเสียงตอบรับนั้นผู้ใช้เครื่องก็ทำการกดปุ่มอัดเสียงที่หน้าเครื่องแล้วทำการพูดฝากข้อความไว้

การฟังข้อความที่มีผู้ฝากไว้จะสามารถทำได้ 2 วิธีคือการกดฟังจากหน้าเครื่องและการโทรเข้ามาฟังข้อความได้โดยกำหนดพาสเวิร์ดไว้ก่อน(กด * แล้วตามพาสเวิร์ด) เครื่องก็จะทำการเล่นกลับข้อความให้

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังในการทำงาน

ในการพัฒนาโครงการควรเพิ่มถ่านจอ LCD แสดงสถานะและการตัดสัญญาณรบกวนลงให้น้อยที่สุด

ในการฟังข้อความที่มีผู้ฝากไว้เครื่องจะทำการเล่นกลับได้เพียงรอบเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. นต.ชัชชัย เลื่อนฉวี เทคโนโลยีโทรศัพท์
2. สุทธินันท์ พรศิริกุล ลีกอภินิคกับโทรศัพท์ เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์
3. ผศ.สุชิน จำจด วิศวกรรมโทรศัพท์
4. วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตวิไล เรียนรู้และปฏิบัติการโมโครคอนโทรลเลอร์ MCS -51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;*****
;Program      :Automatic Telephone Answering
;Filename     :ATA.ASM
;Univercity  :KING'S MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
;*****

```

```

ORG 0000H

```

```

;*****(RESET #2590)*****

```

```

MOV P0,#00H ;CLEAR STATUS
SETB P0.7 ;RESET PD PIN(2590)

```

```

;***** (INITIAL) *****

```

```

MAIN:
MOV PI,#0FFH ;CLEAR STATUS
SETB P0.1 ;STANBY STATUS
SETB P0.2 ;STANBY STATUS
SETB P0.5 ;STANBY STATUS
SETB P0.6 ;SELECT PLAY MODE

```

```

;***** (CALL CHECK) *****

```

```

CALL_CHK: JNB P1.7,$ ;CHECK RING 4 TIME

```

```

;***** (START AUTOMATIC ANSWERING) *****

```

```

AUTO_ANSWER: CLR P0.1 ;START ANSWER
LCALL DELAY1
SETB P0.1
SETB P0.0 ;CPEN RELAY #1420
JB P1.6,$ ;CHECK FINISH ANSWER
CLR P0.0 ;CLOSE RELAY #1420
CLR P0.7 ;STANBY PD PIN(2590)

```

```

;***** (KEYS CHECK) *****

```

```

KEY_CHK: MOV R1,#0FFH
LOOP3: MOV R2,#0FFH
LOOP2: MOV R3,#0FFH
LOOP1: MOV A,P1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ANL  A,#0FH
CJNE A,#0BH,KEY_CHK1  ;CHECK KEY(*)
LJMP PWD_CHK
KEY_CHK1: CJNE A,#0CH,KEY_CHK2  ;CHECK KEY(#)
SETB  P0.4  ;OPEN RELAY #2590
CLR   P0.6  ;SELECT RECORD MODE
LJMP  RECORD_MESSAGE
KEY_CHK2: DJNZ R3,LOOP1
          DJNZ R2,LOOP2
          DJNZ R1,LOOP3
          LJMP CALL_END
;***** (PASSWORLD CHECK) *****
PWD_CHK: MOV  R4,#0FFH
LOOP6:   MOV  R5,#0FFH
LOOP5:   MOV  R6,#0FFH
LOOP4:   MOV  A,P1
          ANL  A,#0FH
          CJNE A,#02H,LOOP7  ;CHECK PWD KEY(2)
          EJMP PWD_CHK1
LOOP7:   DJNZ R6,LOOP4
          DJNZ R5,LOOP5
          DJNZ R4,LOOP6
          LJMP CALL_END
PWD_CHK1: MOV  R4,#0FFH
LOOP10:  MOV  R5,#0FFH
LOOP9:   MOV  R6,#0FFH
LOOP8:   MOV  A,P1
          ANL  A,#0FH
          CJNE A,#05H,LOOP11  ;CHECK PWD KEY(5)
          LJMP  PWD_CHK2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LOOP11:      DJNZ R6,LOOP8
              DJNZ R5,LOOP9
              DJNZ R4,LOOP10
              LJMP CALL_END

PWD_CHK2:    MOV R4,#0FFH

LOOP14:      MOV R5,#0FFH

LOOP13:      MOV R6,#0FFH

LOOP12:      MOV A,P1
              ANL A,#0FH
              CJNE A,#09H,LOOP15 ;CHECK PWD KEY(9)
              LJMP PWD_CHK3

LOOP15:      DJNZ R6,LOOP12
              DJNZ R5,LOOP13
              DJNZ R4,LOOP14
              LJMP CALL_END

PWD_CHK3:    MOV R4,#0FFH

LOOP18:      MOV R5,#0FFH

LOOP17:      MOV R6,#0FFH

LOOP16:      MOV A,P1
              ANL A,#0FH
              CJNE A,#0AH,LOOP19 ;CHECK PWD KEY(0)
              LJMP PWD_CHK4

LOOP19:      DJNZ R6,LOOP16
              DJNZ R5,LOOP17
              DJNZ R4,LOOP18
              LJMP CALL_END

PWD_CHK4:    SETB P0.4 ;OPEN RELAY #2590
              LJMP LISTEN_MESSAGE

```

***** (RECORD MESSAGE) *****

RECORD_MESSAGE: CLR P0.5 ;ใช้งานเพื่อ;TRIG CE PIN(2590) ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY

SETB P0.5

MOV R7,#0CH ;CHECK 15 SEC

LOOP20: LCALL DELAY

DJNZ R7,LOOP20

CLR P0.4 ;CLOSE RELAY #2590

LJMP CALL_END

;***** (LISTEN MESSAGE) *****
LISTEN_MESSAGE: CLR P0.5 ;TRIG CE PIN(2590)

LCALL DELAY

SETB P0.5

JB P1.5,$

CLR P0.4 ;CLOSE RELAY #2590

LJMP CALL_END

;***** (CALL END) *****
CALL_END: CLR P0.2 ;HOOK OFF

LJMP MAIN

;***** (DELAY TIME) *****
DELAY: SETB RS0

SETB RS1

MOV R1,#0CH

D3: MOV R2,#0FFH

D2: MOV R3,#0FFH

D1: DJNZ R3,D1

DJNZ R2,D2

DJNZ R1,D3

CLR RS1

CLR RS0

RET

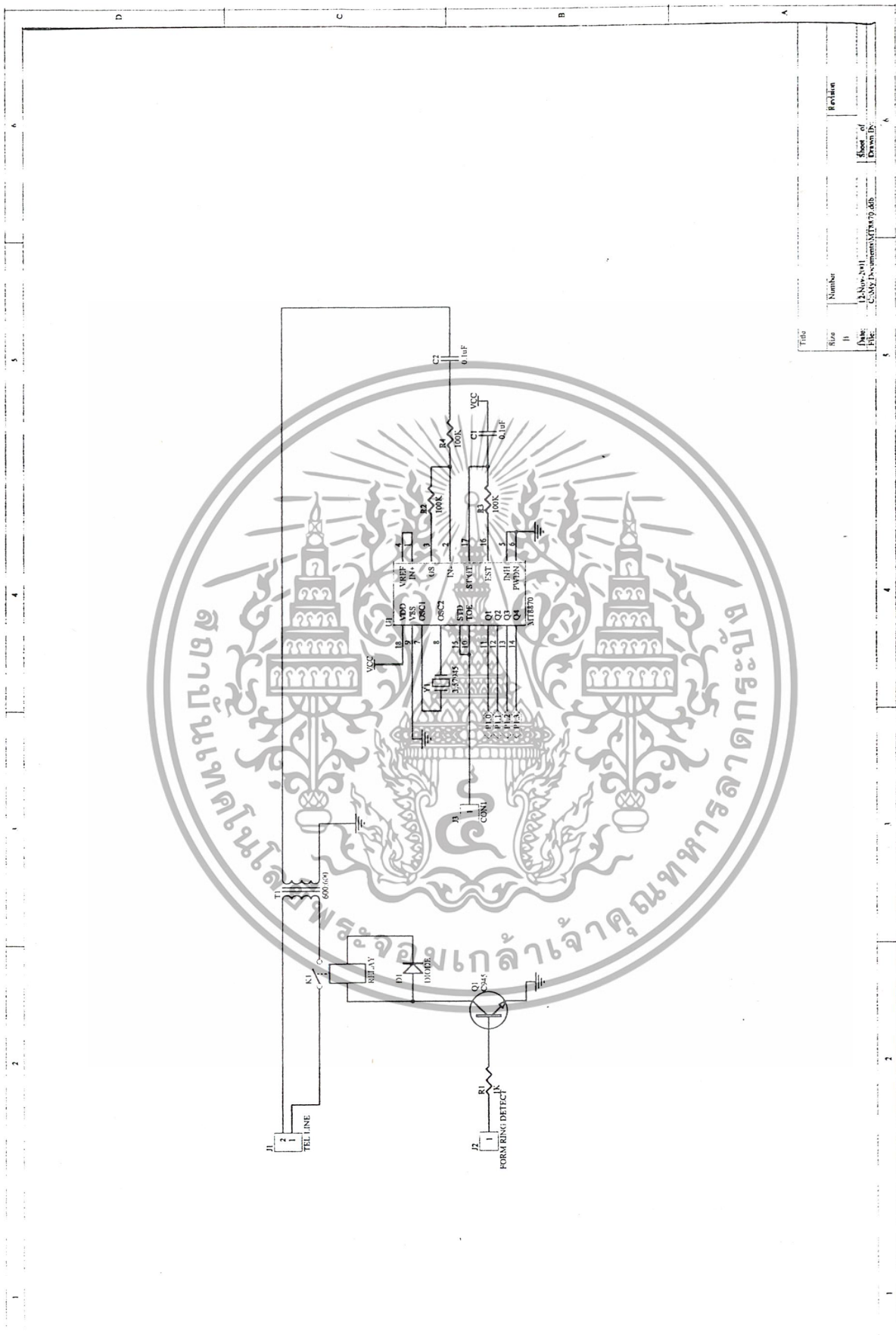
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY1:      SETB  RS0
              SETB  RS1
              MOV   R1,#0FFH
D4:          MOV   R2,#0FFH
D5:          DJNZ  R2,D5
              DJNZ  R1,D4
              CLR   RS1
              CLR   RS0
              RET
              END
```

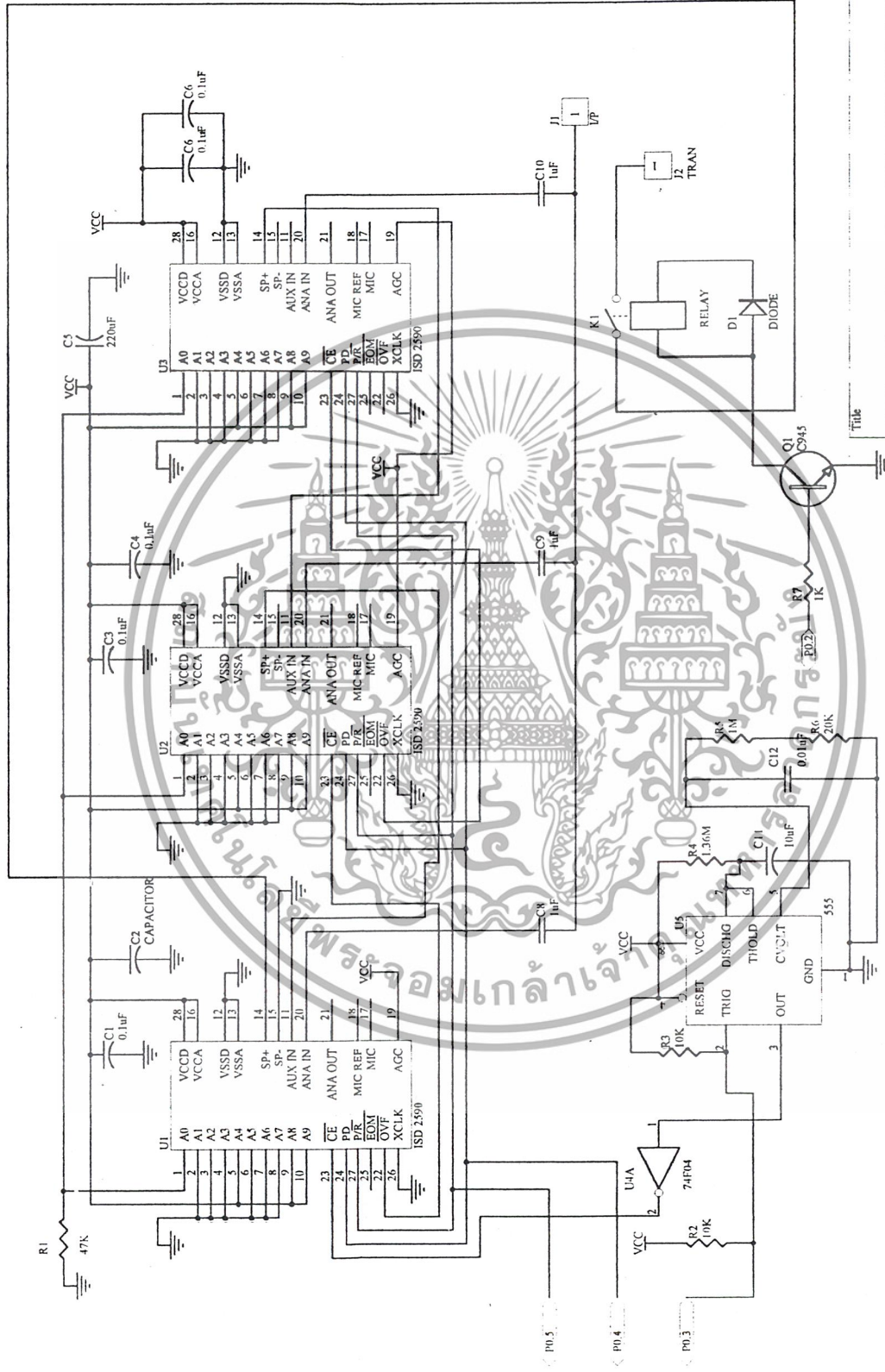


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



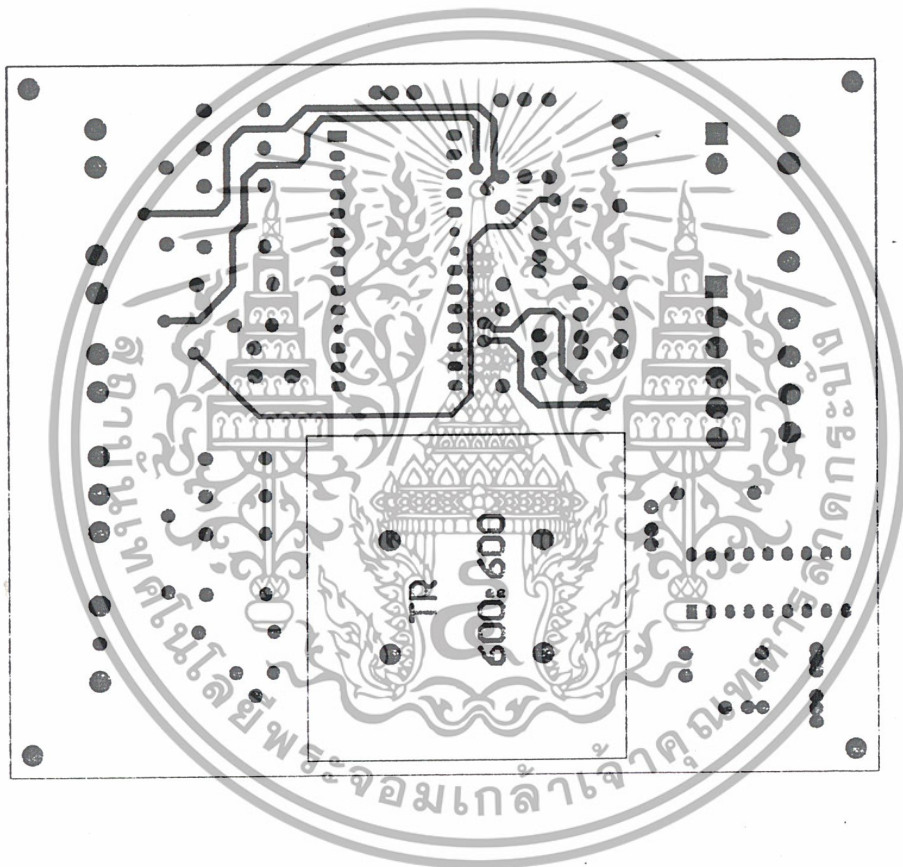
Title	Size	Number	Revision
	A4	1	1
File		Date	Drawn By

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

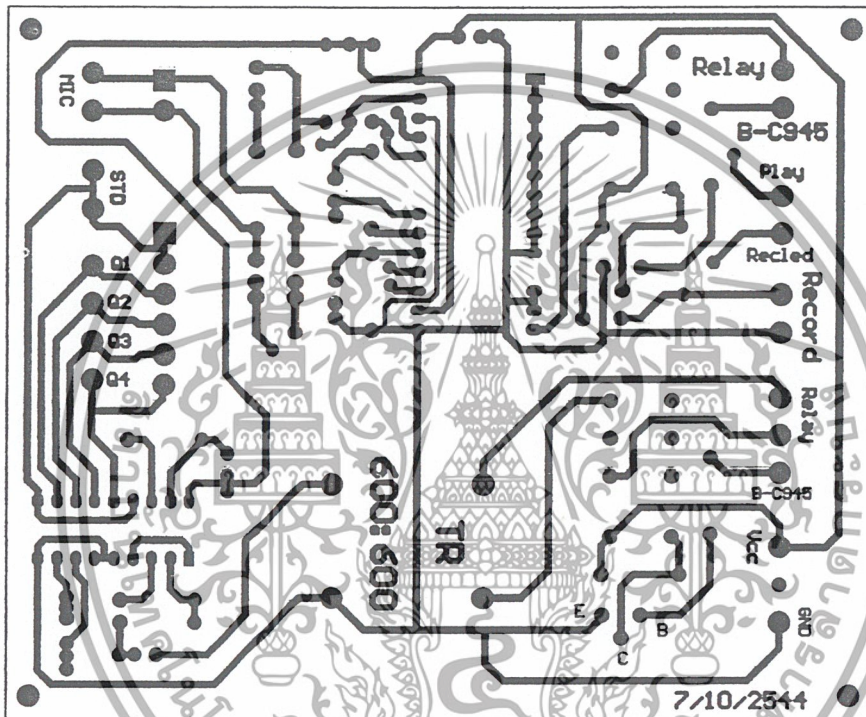


Title	Size	Number	Revision
	A4		
Drawn By			
Checked By			
File			
Sheet of			
Drawn By			

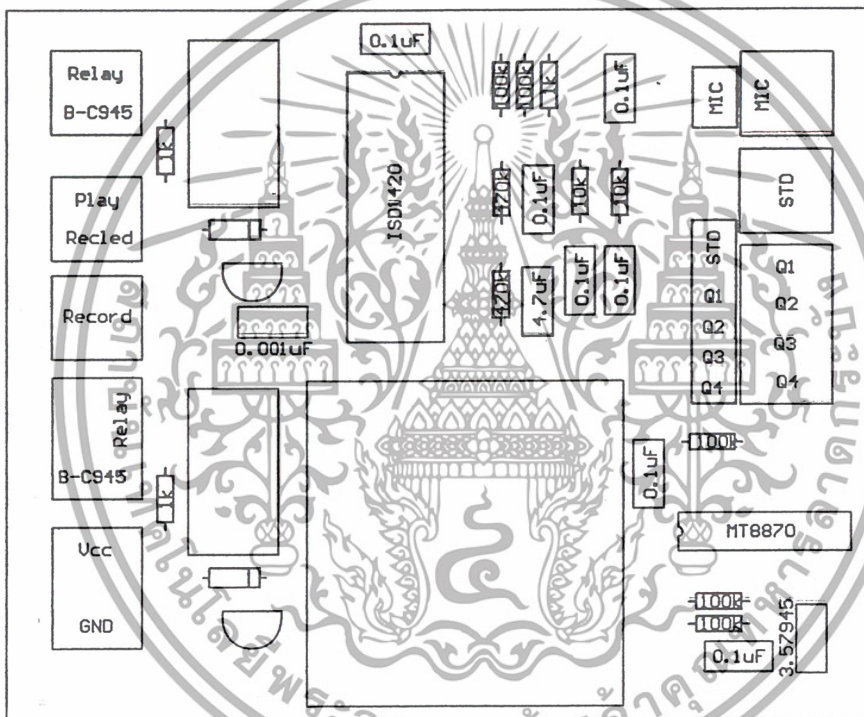
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



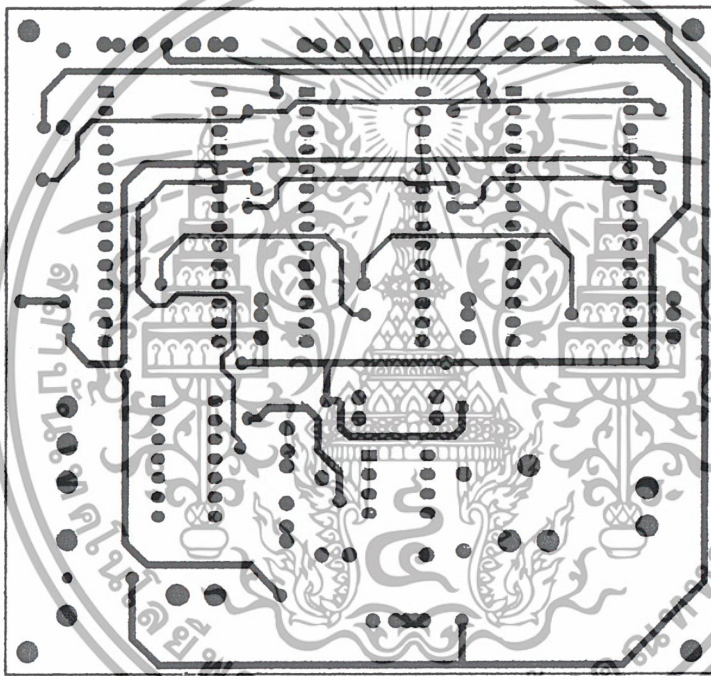
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



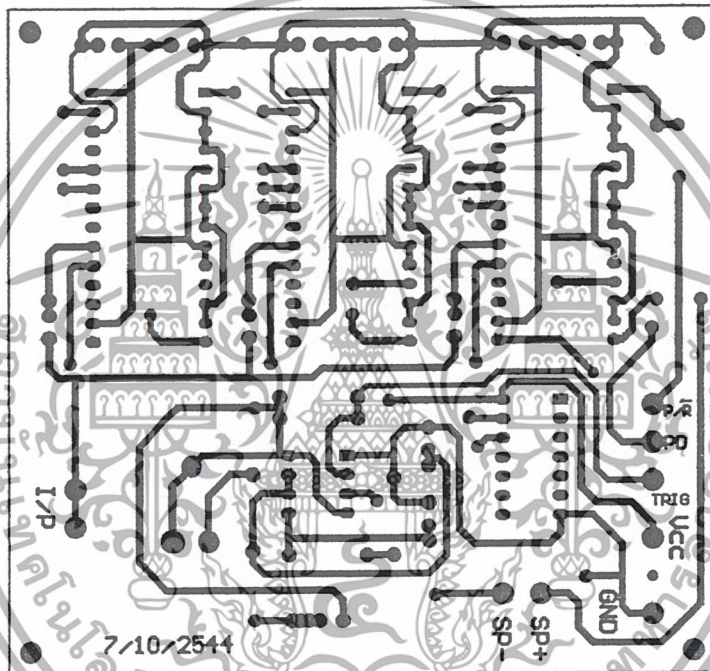
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



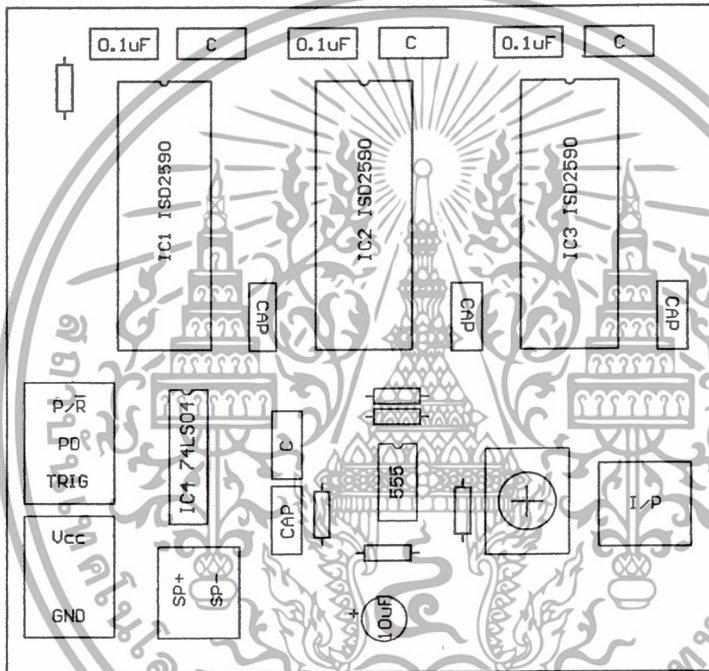
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

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

Ordering Information

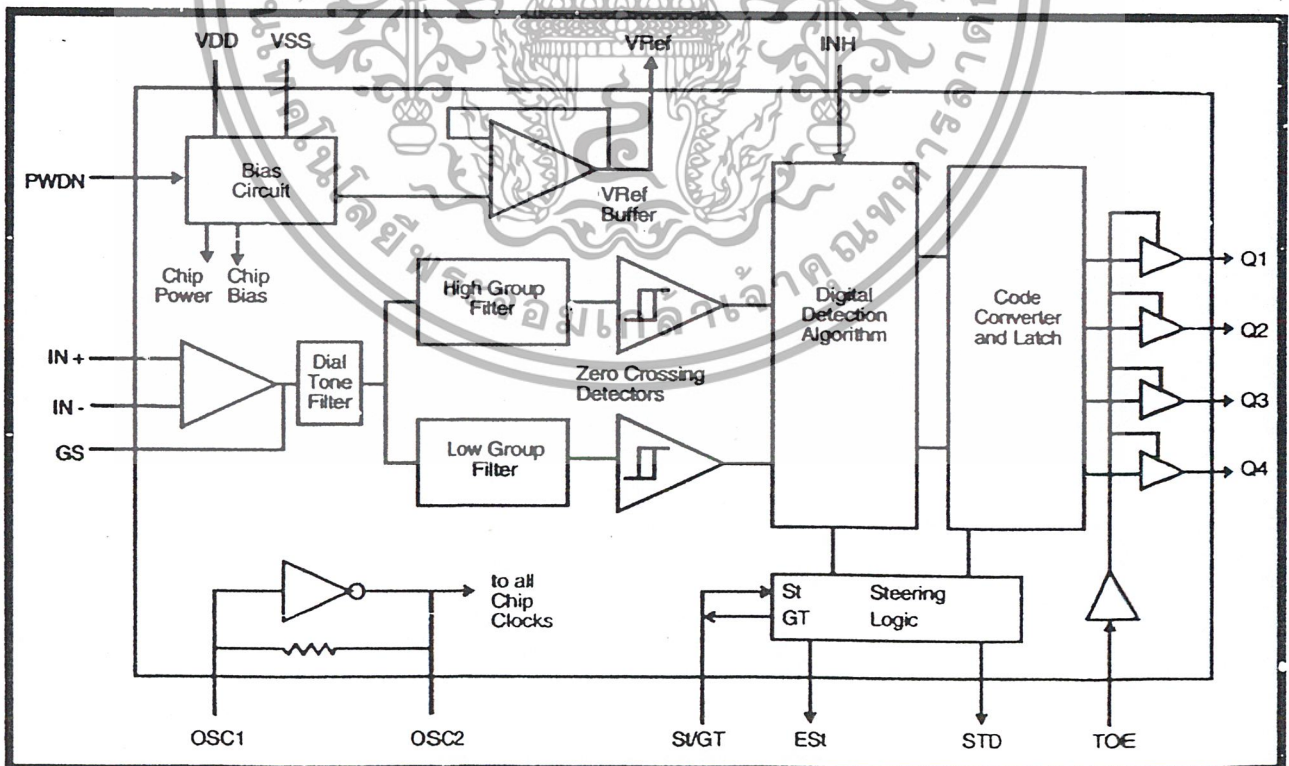
MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
-40 °C to +85 °C	

Description

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

Applications

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


Figure 1 - Functional Block Diagram

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

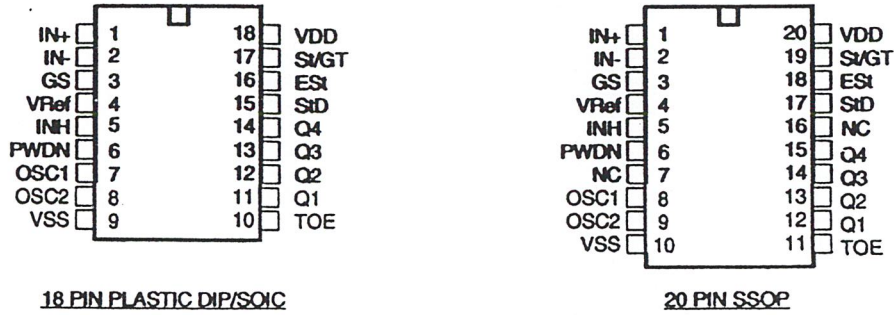


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

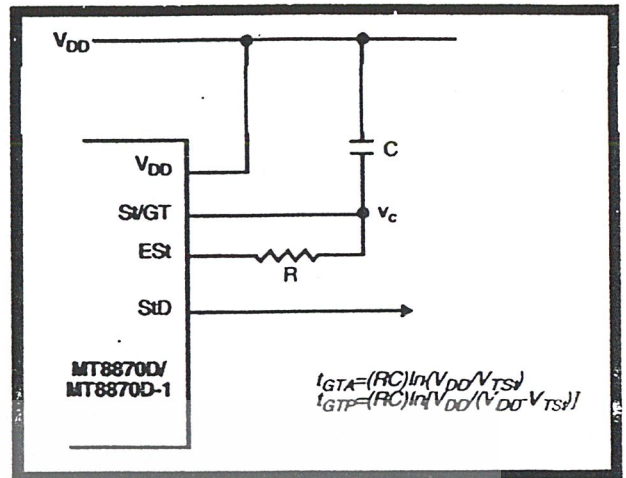


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

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

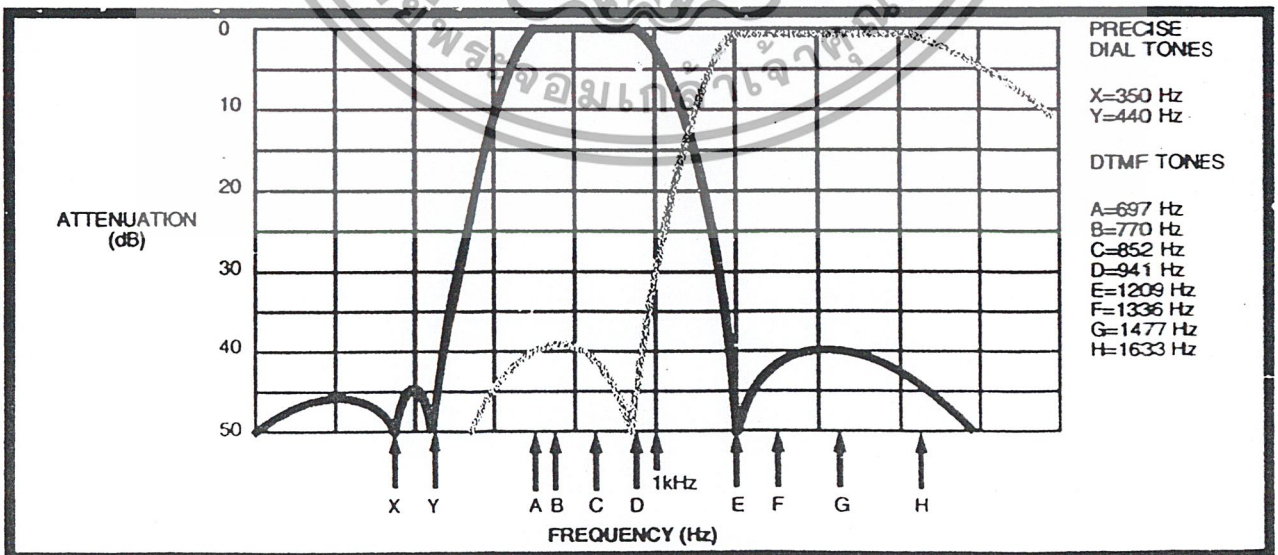


Figure 3 - Filter Response

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

Guard Time Adjustment

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

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

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

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 1) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 μF is

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

Table 1. Functional Decode Table

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

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

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

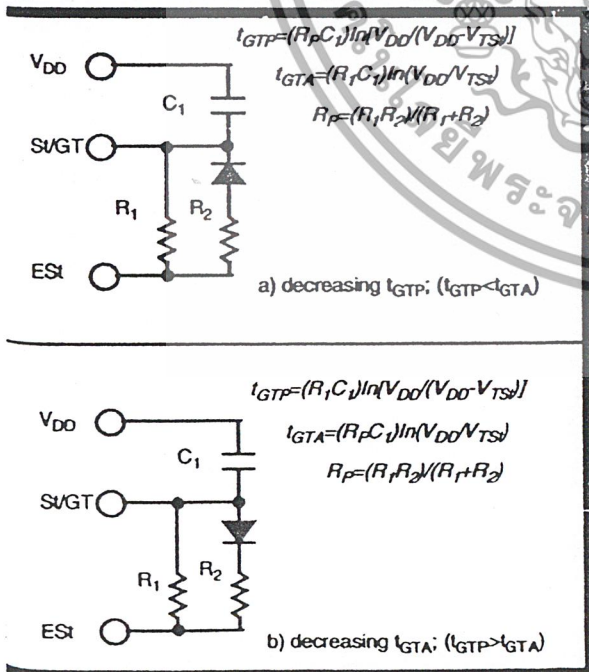


Figure 5 - Guard Time Adjustment

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

Crystal Oscillator

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

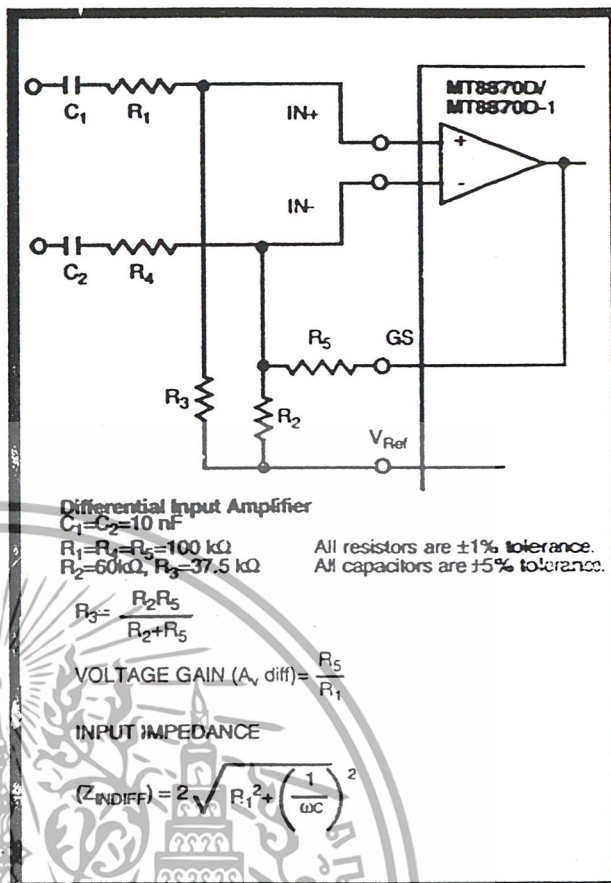


Figure 6 - Differential Input Configuration

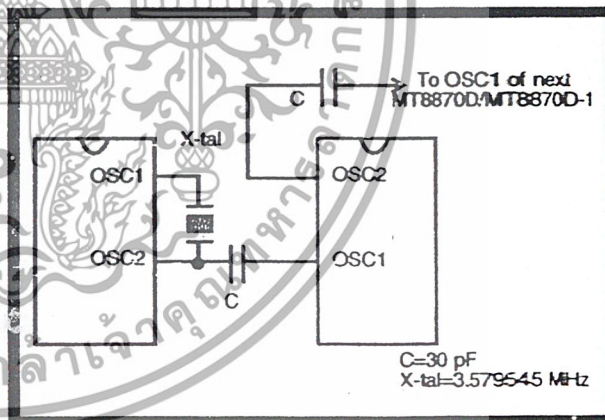


Figure 7 - Oscillator Connection

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

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

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM
SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R₁ and R₂ to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting in GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R₃ and C₂ are the guard time requirements when the total component tolerance is 1%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

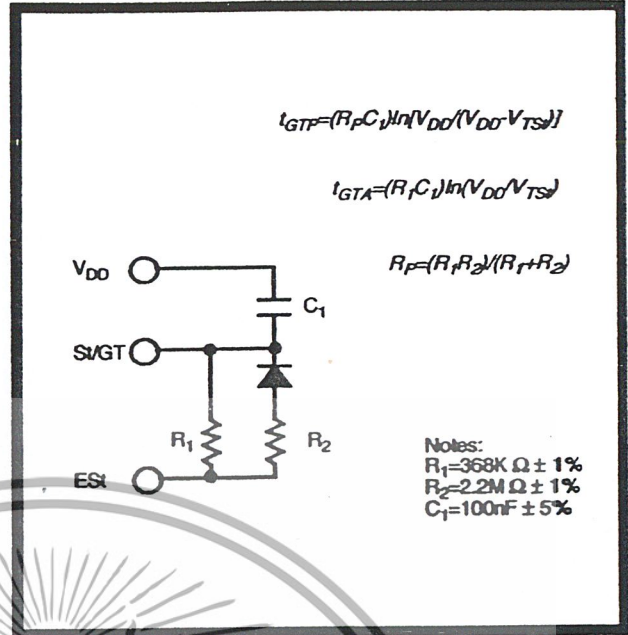


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

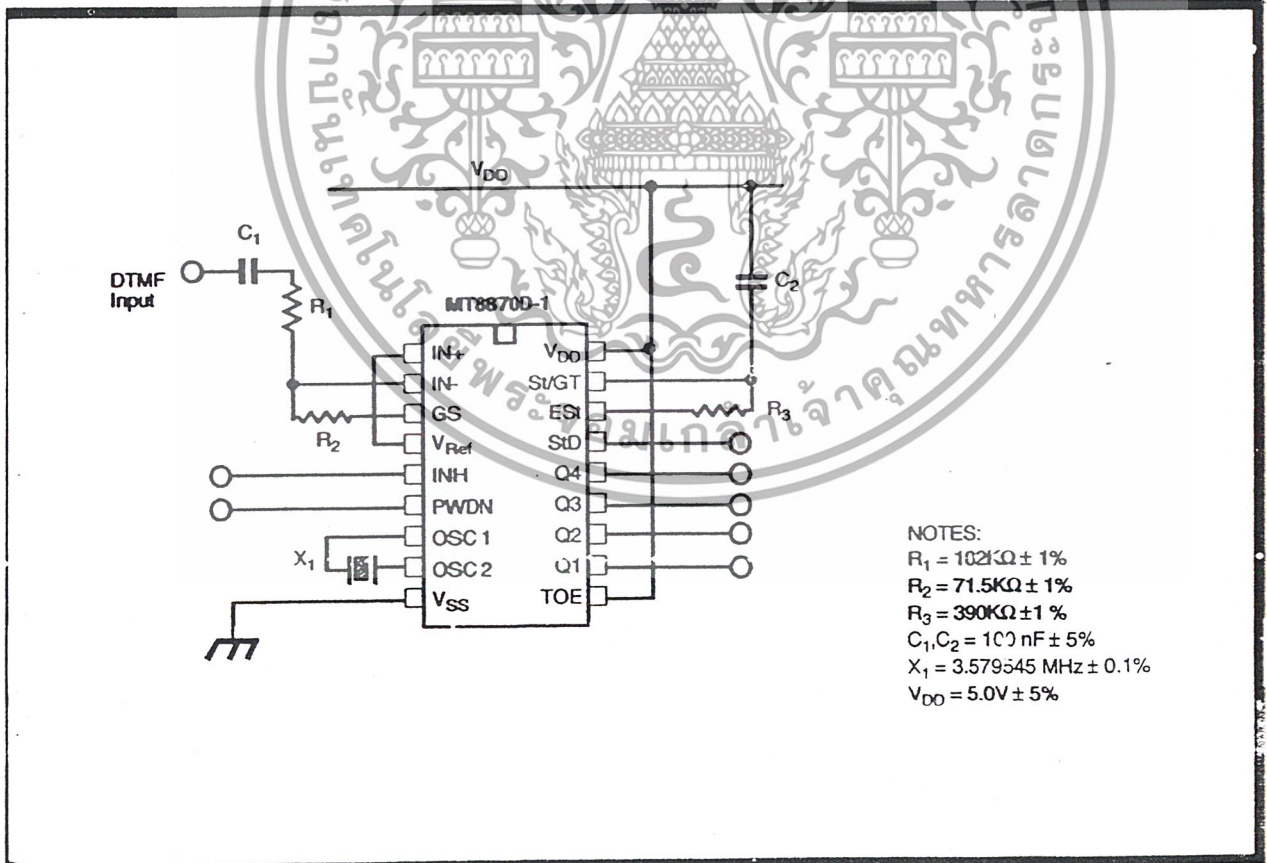


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

Absolute Maximum Ratings[†]

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V _{DD}		7	V
2	Voltage on any pin	V _I	V _{SS} -0.3	V _{DD} +0.3	V
3	Current at any pin (other than supply)	I _I		10	mA
4	Storage temperature	T _{STG}	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P _D		500	mW

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

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

	Parameter	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V _{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T _O	-40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	f _c		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq. Tolerance	Δf _c		±0.1		%	

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

DC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions	
1 2 3	S U P P L Y	Standby supply current	I _{DD0}	10	25	μA	PW _{DN} =V _{DD}	
		Operating supply current	I _{DD}	3.0	9.0	mA		
		Power consumption	P _O		15	mW	f _c =3.579545 MHz	
4 5 6 7 8 9 10	I N P U T S	High level input	V _{IH}	3.5		V	V _{DD} =5.0V	
		Low level input voltage	V _{IL}			1.5	V	V _{DD} =5.0V
		Input leakage current	I _{IH} /I _{IL}		0.1		μA	V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}
		Pull up (source) current	I _{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10)=0, V _{DD} =5.0V
		Pull down (sink) current	I _{SI}		15	45	μA	INH=5.0V, PW _{DN} =5.0V, V _{DD} =5.0V
		Input impedance (IN+, IN-)	R _{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
		Steering threshold voltage	V _{TST}	2.2	2.4	2.5	V	V _{DD} = 5.0V
11 12 13 14 15 16	O U T P U T S	Low level output voltage	V _{OL}		V _{SS} +0.03	V	No load	
		High level output voltage	V _{OH}	V _{DD} -0.03			V	No load
		Output low (sink) current	I _{OL}	1.0	2.5		mA	V _{OUT} =0.4 V
		Output high (source) current	I _{OH}	0.4	0.8		mA	V _{OUT} =4.6 V
		V _{Ref} output voltage	V _{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V _{DD} = 5.0V
		V _{Ref} output resistance	R _{OR}		1		kΩ	

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

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

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

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

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

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

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

NOTES

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

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

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

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

***NOTES**

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



MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

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

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

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

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

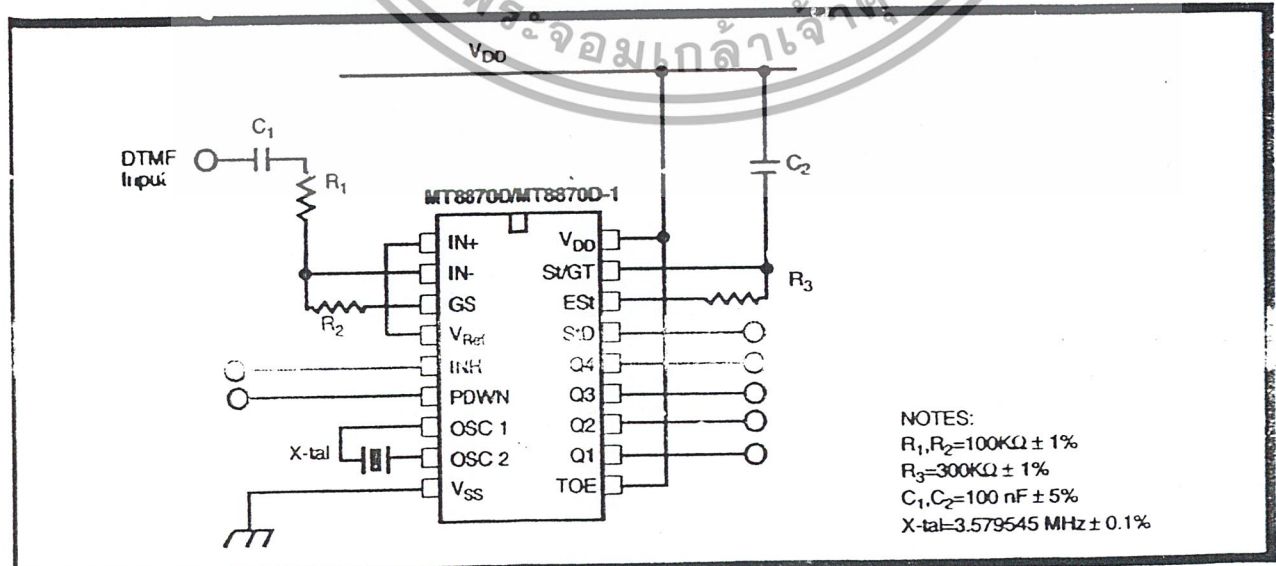
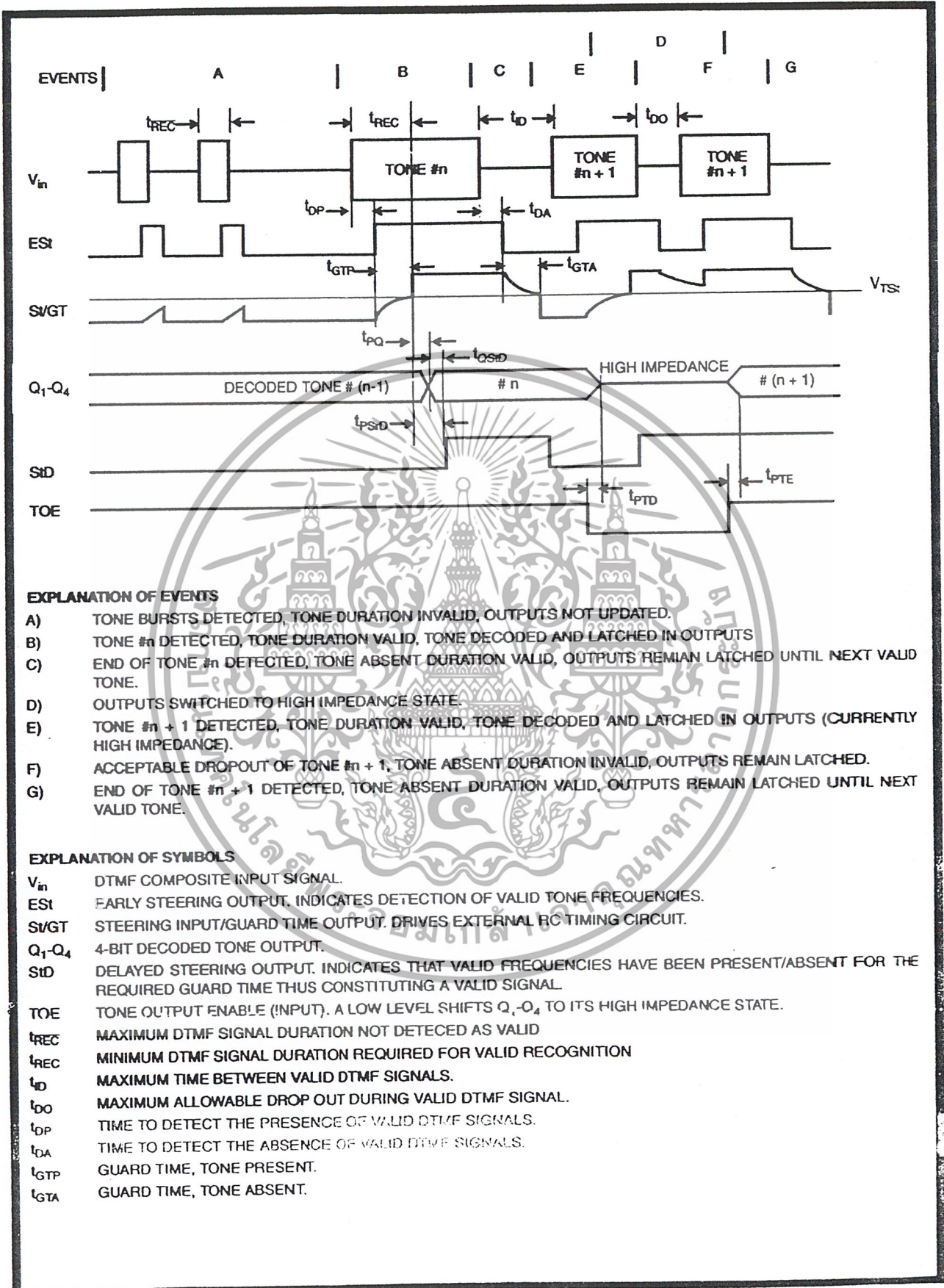


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



EXPLANATION OF EVENTS

- A) TONE BURSTS DETECTED, TONE DURATION INVALID, OUTPUTS NOT UPDATED.
- B) TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS
- C) END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMIAN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.
- D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.
- E) TONE #n + 1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).
- F) ACCEPTABLE DROP OUT OF TONE #n + 1, TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.
- G) END OF TONE #n + 1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

- V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
- EST EARLY STEERING OUTPUT, INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
- SV/GT STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
- Q_1-Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
- StD DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
- TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.
- t_{REC} MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID
- t_{REC} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION
- t_{ID} MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
- t_{DO} MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
- t_{DP} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNAL.
- t_{DA} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
- t_{GTP} GUARD TIME, TONE PRESENT.
- t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Timing Diagram



ISD2560/75/90/120 Products

Single-Chip Voice Record/Playback Devices

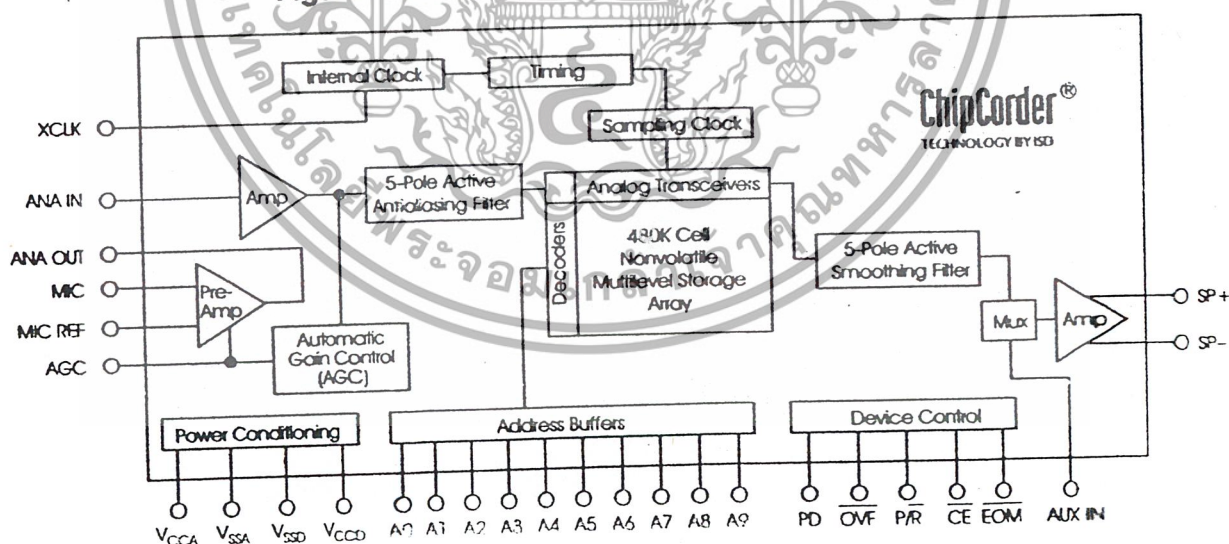
60-, 75-, 90-, and 120-Second Durations

GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD2500 ChipCorder[®] Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions for 60- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier, and high density multilevel storage array. In addition, the ISD2500 is microcontroller compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved.

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

Figure: ISD2560/75/90/120 Device Block Diagram





 This section contains Adobe Acrobat PDF Files.



INDEX

[ISD1100 Series](#)
[ISD1200 Series](#)
[ISD1400 Series](#)
[ISD2500 Series - 32-64 seconds](#)
[ISD2500 Series - 60-120 seconds](#)
[ISD33000 Series](#)
[ISD4000 Series](#)
[ISDMicroTAD-16M Device](#)
[ISD5008 Device](#)

ISD1100 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices 10- and 12-Second Durations

Features

- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Push-button interface (playback can be edge- or level-activated)
- Single chip durations of 10 and 12 seconds
- Automatic Power-Down mode
 - Enters standby mode immediately following a record or playback cycle
 - 0.5 μ A standby current (typical)
- Zero-power message storage; eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- No programmer or development system needed
- Single +5 volt power supply

- Available in die form, DIP, and SOIC

ISD1100 Datasheet

[Back to Top](#)

ISD1200 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices 10- and 12-Second Durations

Features

- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Push-button interface (playback can be edge- or level-activated)
- Single chip durations of 10 and 12 seconds
- Automatic Power-Down mode
 - Enters Standby mode immediately following a record or playback cycle
 - Standby current 0.5 μ A (typical)
- Zero-power message storage; eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- No programmer or development system needed
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, DIP, and SOIC packaging

ISD1200 Datasheet

[Back to Top](#)

ISD1400 Series

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

Features

- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Push-button interface (playback can be edge- or level-activated)
- Single-chip durations of 16 and 20 seconds
- Automatic Power-Down mode
 - Standby current 0.5 μA (typical)
- Zero power message storage; eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- No programmer or development system needed
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, DIP, and SOIC packaging
- Industrial temperature (-40°C to $+85^{\circ}\text{C}$) versions available

[ISD1400 Datasheet](#)

[Back to Top](#)

ISD2500 Series (ISD2532 /40/48/64 products)

Single-Chip Voice Record/Playback Devices 32-, 40-, 48-, and 64-Second Durations

Features

- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Manual switch or microcontroller compatible (playback can be edge- or level-activated)
- Single-chip durations of 32, 40, 48, 64 seconds
- Directly cascadable for longer durations
- Automatic power-down (push-button mode), standby current 1 μA (typical)
- Zero-power message storage; eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- Programmer support for play-only applications
- Single +5 volt power supply
- Industrial temperature (-40°C to $+85^{\circ}\text{C}$) versions available
- Available in die form, DIP, SOIC, and TSOP packaging

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทไอซีเอส จำกัด ที่ได้รับการเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัทไอซีเอส จำกัด หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2532 Datasheet[Back to Top](#)

ISD2500 Series (ISD2560 75/90/120 products)

Single-Chip Voice Record/Playback Devices . . . 60-,75-, 90-, and 120-Second Durations

Features

- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Manual switch or microcontroller compatible (playback can be edge- or level-activated)
- Single-chip durations of 60, 75, 90, 120 seconds
- Directly cascadable for longer durations
- Automatic power-down (push-button mode), standby current 1 μ A (typical)
- Zero power message storage; eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- Programmer support for play-only applications
- Single +5 volt power supply
- Industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available
- Available in die form, DIP, SOIC and TSOP packaging

ISD2560 Datasheet[Back to Top](#)

ISD33000 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices 1- to 4-Minute Durations

Features

- Single +3 volt supply:
- Low power consumption
 - Standby current: 1 μ A (typical)

- Operating current: 25 mA (typical)
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- AutoMute™ feature provides background noise attenuation during periods of silence
- No algorithm development required
- Microcontroller SPI or Microwire™ Serial Interface
- Fully addressable to handle multiple messages
- Non-volatile message storage
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- Available in die form, PDIP, SOIC, and TSOP packaging
- Extended temperature (-20°C to +70°C) and industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available

[ISD33060 Datasheet](#)

[ISD33120 Datasheet](#)

[Back to Top](#)

ISD4000 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices 2- to 16-Minute Durations

Features

- Single +3 volt supply:
- Low power consumption
 - Standby current: 1 μ A (typical)
 - Operating current: 25 mA (typical)
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- AutoMute™ feature provides background noise attenuation during periods of silence
- No speech compression algorithm development required
- Microcontroller SPI or Microwire™ Serial Interface
- Fully addressable to handle multiple messages
- Non volatile message storage
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Available in die form, PDIP, SOIC, TSOP, and CSP packaging
- Extended temperature (-20°C to +70°C) and industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของ ISD Semiconductor Corporation. การนำข้อมูลนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจาก ISD Semiconductor Corporation เป็นความผิดทางกฎหมาย. กรุณาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD4000 Datasheet

Back to Top

ISDMicroTAD-16M Device

Single-Chip Voice Record/Playback Devices with 16-Minute Fixed Duration

Features

- No A/C power adapter or battery pack is required
- ONLY battery power required to operate
- No codecs required
- No external memory required
- Single +3 volt supply:
- Low power consumption
 - Standby current: 1 μ A (typical)
 - Operating current: 25 mA (typical)
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- AutoMute™ feature provides background noise attenuation during periods of silence
- No speech compression algorithm development required
- Microcontroller SPI or Microwire™ Serial Interface
- Fully addressable to handle multiple messages
- Non volatile message storage
- Team with caller ID and μ C, enables caller ID announce and multiple, customized outgoing messages (OGM) for specific incoming calls
- Cascade for longer durations
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Available in die form, PDIP, SOIC, and TSOP packaging

ISDMicroTAD-16M Datasheet

Back to Top

ISD5008 Device

Single-Chip Voice Record/Playback Devices Programmable 4- to 8-Minute Durations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 Features
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Single +3 volt supply:
- Low power consumption
 - Standby current: 1 μ A (typical)
 - Operating current: 25 mA (typical)
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- AutoMute™ feature provides background noise attenuation during periods of silence
- No speech compression algorithm development required
- Programmable sample rates of 8.0KHz, 6.4KHz, 5.3KHz, and 4.0KHz
- Microcontroller SPI or Microwire™ Serial Interface
- Fully addressable to handle multiple messages
- Integrated sampling clock, anti-aliasing and smoothing filters, and multi-level storage array
- Integrated analog features: automatic gain control, audio gating switches, speaker driver, summing amplifiers, volume control, and an auxiliary output
- One or two-way conversation message record and playback
- Voice memo record and playback
- Private call screening
- In-terminal answering machine
- Personalized outgoing message
- Private call announce while on call
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Available in die form, PDIP, SOIC, TSOP, and μ BGA packaging
- Extended temperature (-20°C to +70°C) and industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available

[ISD5008 Datasheet](#)

[Back to Top](#)

[Home](#)
[Contact ISD](#)
[QuickLinks](#)
[Search](#)
[Site Map](#)


[Home](#) | [About ISD](#) | [Products](#) | [Applications](#) | [Finance](#) | [News](#) |
[Employment](#) | [Site Map](#) | [Search](#) | [QuickLinks](#) |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<http://www.isd.com/products/chipcorder/prodguide/features.html>

18/1/44



STAND-ALONE/PARALLEL INTERFACE PRODUCTS

Circuit Examples for ISD1000A and ISD2500 Products

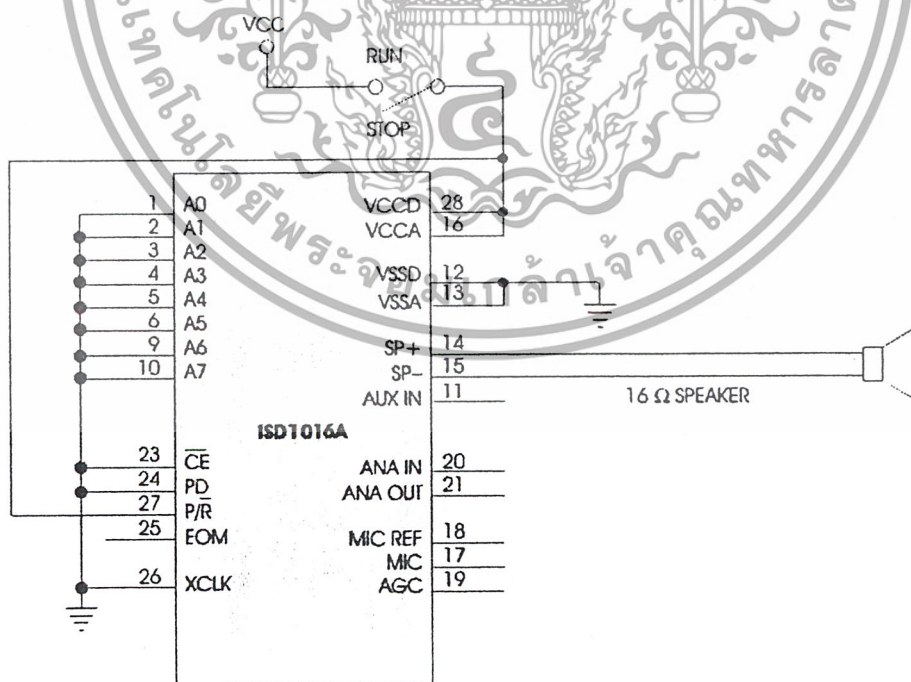
This chapter provides various applications of the ISD series of devices. Most can use the ISD1016A or ISD1020A, as required for the exact application. In many cases, the schematic shows an ISD1016A or the ISD2500 device in the socket.

This schematic shows the minimum device count playback-only circuit. Change SW1 to the +5 volt "RUN" position and the contents of the ISD1000A will play one time, then stop. Because \overline{CE} is strapped LOW, set EOM bits will be ignored (though an EOM pulse will be output through the EOM pin when a set EOM bit is encountered) and the device will play until it goes into overflow. A momentary change of SW1 to "STOP" then back to "RUN" will cause the contents of the ISD1000A to be played a second time.

SIMPLEST PLAYBACK ONLY

The circuit in the figure below represents the simplest playback-only implementation of an ISD1000A series device.

Figure 1: Simplest Playback Only

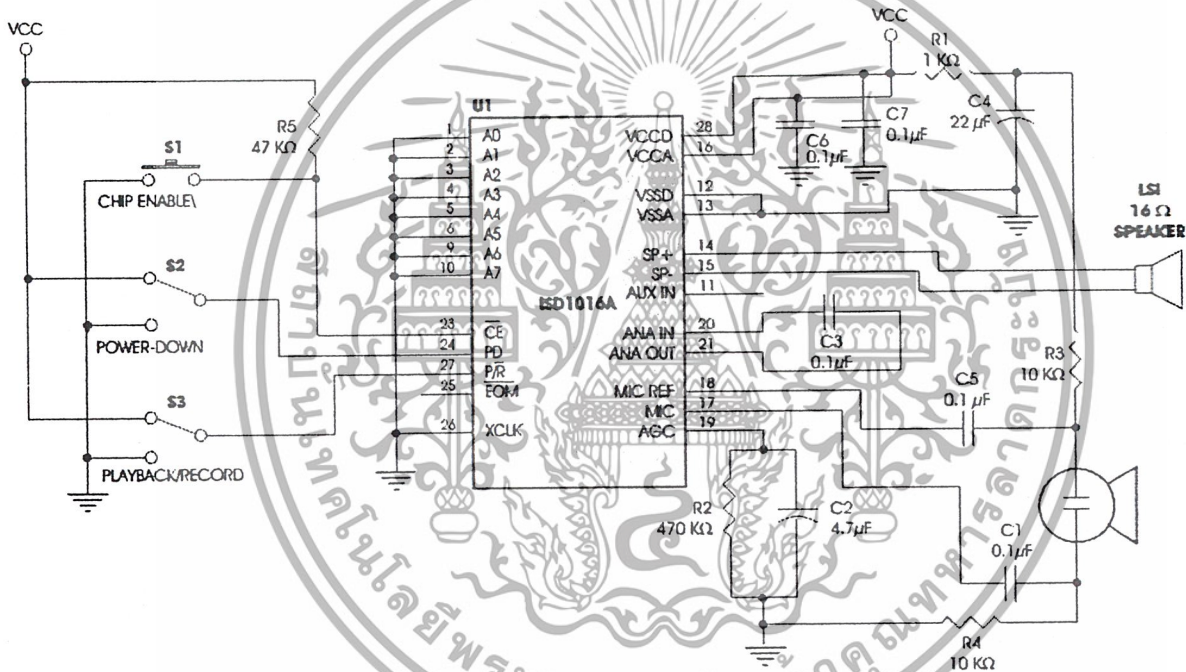


SIMPLEST PLAYBACK/RECORD

The next circuit represents the simplest implementation of a record and playback non-addressed application. This circuit can use either an ISD1000A or ISD2500 device and is the same schematic found in the data sheets. To operate, start with chip enable HIGH. To record, change the Playback/Record switch to LOW, make sure the power-down switch is LOW, then change the chip enable switch to LOW. Record for the time period of the ISD device used. To playback, mo-

mentarily set the power-down switch to HIGH, then back to LOW, change the Playback/Record switch to HIGH, then pulse the chip enable switch LOW, then back HIGH. The previously recorded message will Playback. If the message did not totally fill the device, the power-down cycle is not required. If the chip enable switch is held LOW while in Playback, the entire contents of the device will play regardless of any EOM bits being set.

Figure 2: Simplest Playback/Record Schematic



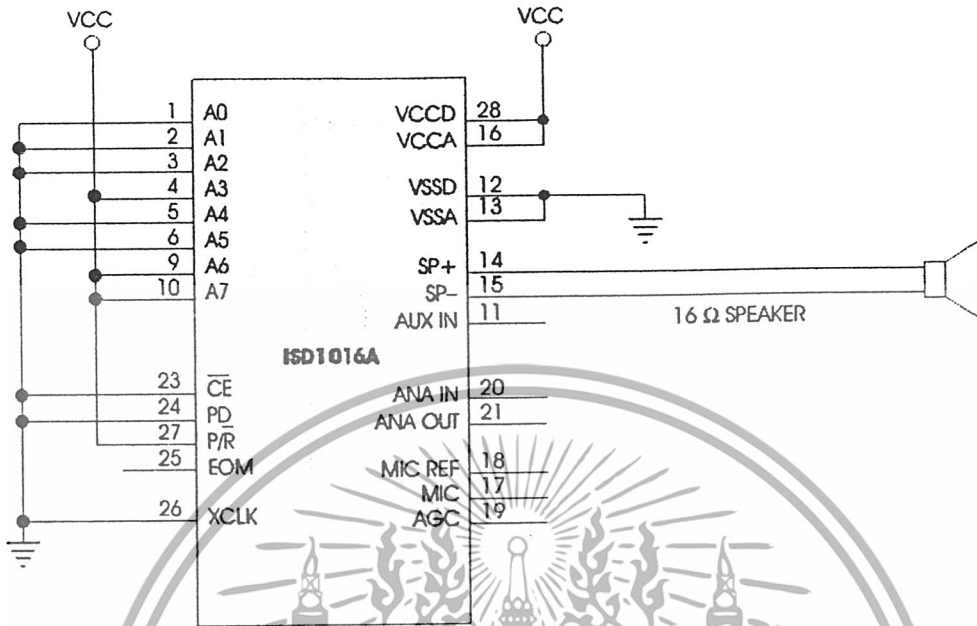
PLAYBACK LOOPING

Many audio applications require repetitive playback or looping on the same message for an extended time. The ISD1000A series of devices may be used to satisfy this requirement using either the built in Operational Mode or using a small amount of external logic. Both applications may be controlled by the Chip Enable pin so looping can be started and stopped or run continuously when power is applied.

PLAYBACK LOOPING USING OPERATIONAL MODE

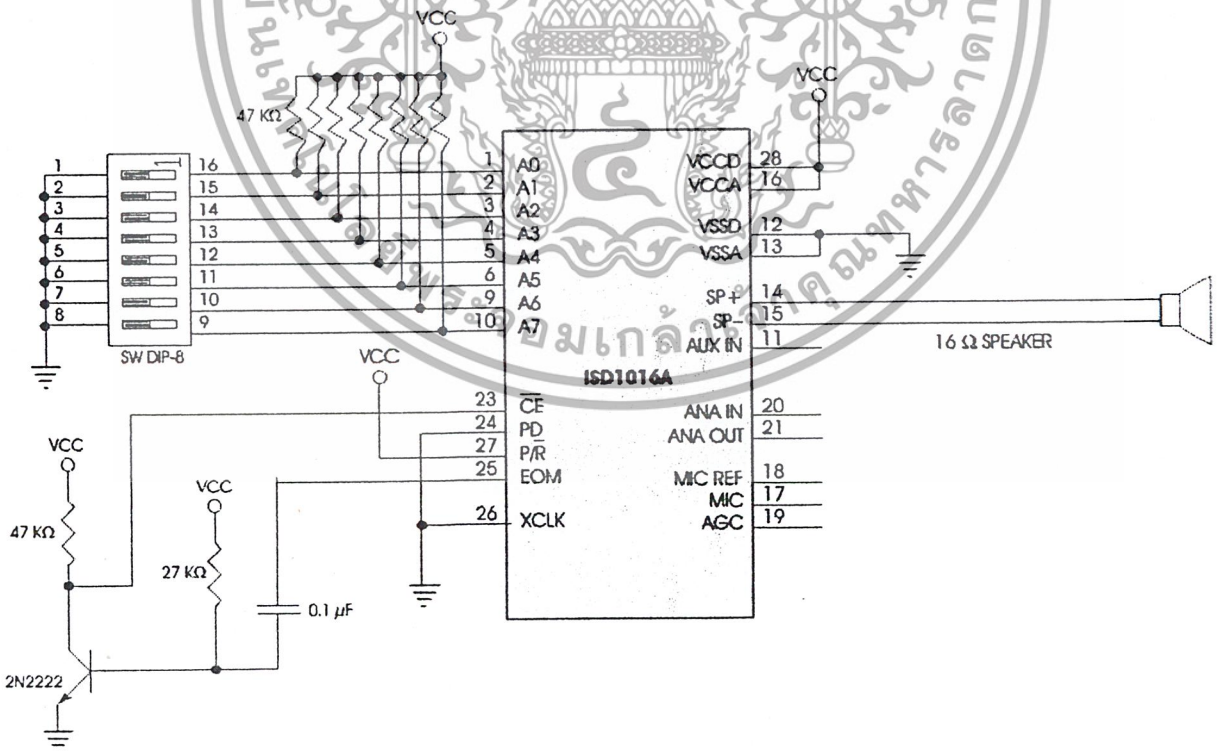
Figure 3 shows that Operational Mode may be used to accomplish playback looping if the message starts at Address 0 (the beginning of the memory) and does not require the full 16 seconds of analog storage. Operational Mode may not be used if the starting address is not zero or the message completely fills the ISD1016A.

Figure 3: Operation Mode Playback Looping



NOTE: Circuit loops beginning at 000 and the message cannot reach 160 (end).

Figure 4: Chip Enable Initiated Looping



A message is first recorded into an ISD1016A with all the address bits tied LOW. This positions this message at the beginning of the ISD1016A's address space. Next, the device is put into Operational Mode by connecting Address bits A7 and A6 HIGH (+5 VDC). Bit A3 is also connected HIGH to enable continuous repeat. With PD LOW, P/R HIGH, and CE held LOW, the beginning message in the ISD1016A will repeat. If CE is taken back HIGH after a message has begun, the ISD1016A will complete the message, then stop. If CE is strapped LOW, when power is applied, the message will repeat continuously.

CHIP ENABLE INITIATED LOOPING

Figure 4 shows a simple one transistor circuit that may be used to achieve playback looping using chip enable. This circuit may not be used if the ISD1000A series device is completely full.

The EOM pulse at the end of a message is differentiated to produce about a 15 ms positive going pulse into the CE pin. When this pulse falls, the address is loaded into the device by the DIP switch and a new Playback cycle starts at that address. Since the original message has continued to play during this pulse, the message is smoothly restarted without a break.

THREE MINUTE CASCADE USING THE ISD2560

The circuit illustrated in Figure 5 demonstrates a method of cascading three ISD2560 devices to obtain up to three minutes of storage.

The ISD2560 may be easily cascaded to increase the storage capacity of a system. Two methods are discussed in the following paragraphs. The first method shows three devices cascaded in a mode where a number of messages may be sequentially recorded starting at the beginning of memory. A message may be recorded across the boundary of two devices. The transition between the two devices will be transparent to the user. Message cueing, the A0 Operational Mode

(fast forward) may then be used to rapidly access and playback any of the recorded messages. It is not necessary to know the exact address location of each message. Only the sequential message number need be known.

The second method shows how to directly address and record or playback a message at any point in the three devices' memory space. A message may be recorded or played back across the boundary of two devices. The transition between the two devices will again be transparent to the user.

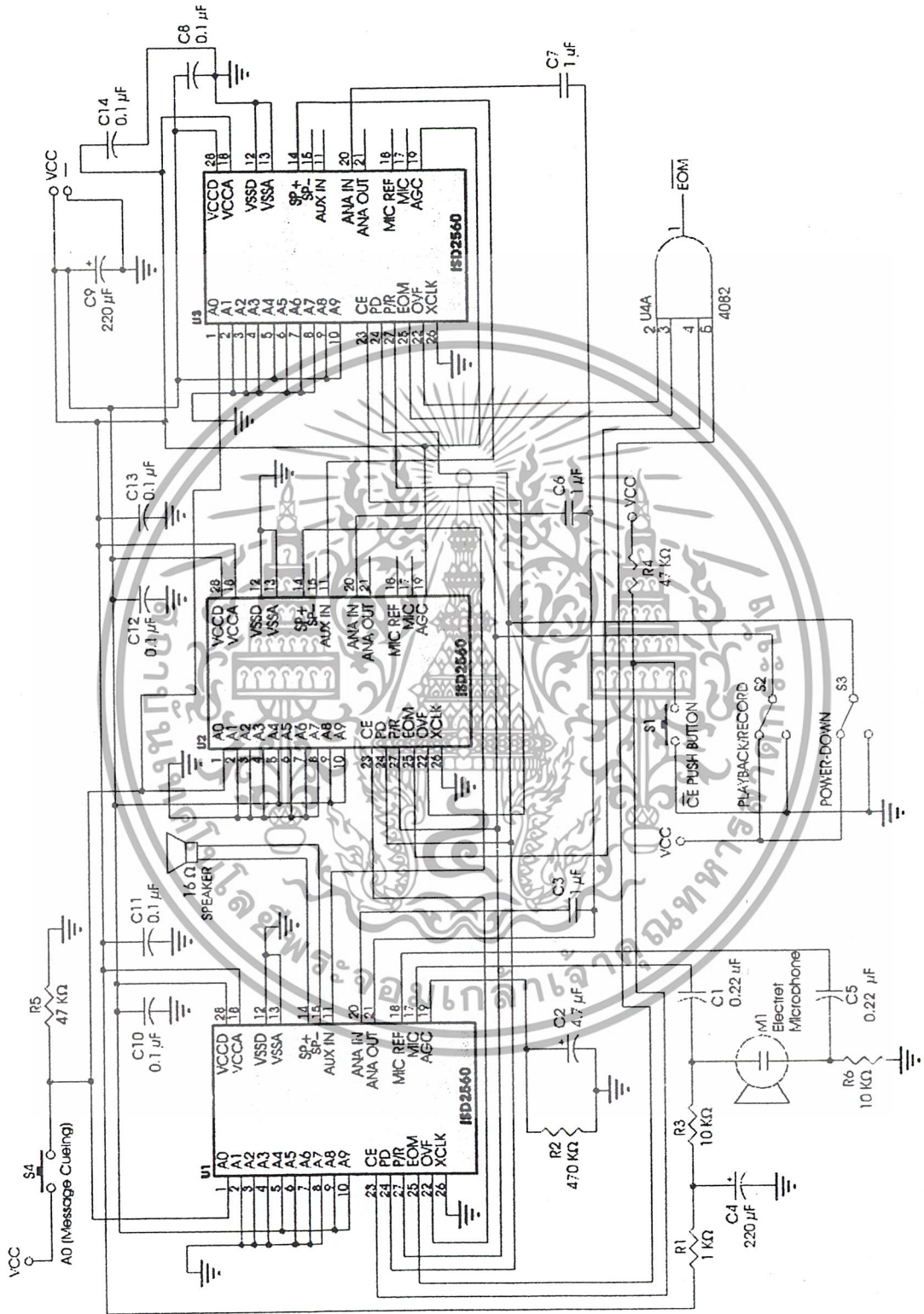
In the two examples shown, three ISD2560s have been cascaded resulting in a total record/playback time of three minutes. Alternatively, ISD2575s or ISD2590s could be used to achieve 3 minutes 45 seconds, or 4 minutes 30 seconds, respectively.

In each example, U1, the first ISD2560 in the series, contains the microphone preamplifier and the speaker output for the entire system. This is in addition to having the first 60 seconds of analog memory. The remainder of the ICs being cascaded serve only as memory elements. The ANA OUT (microphone preamplifier output) pin of U1 is connected through blocking capacitors to the ANA IN of each of the three devices in the cascade. Additionally, the SP+ of U3 is fed back to U2's AUX IN pin and U2's SP+ is connected back to U1's AUX IN pin. Thus, the ANA IN pins are fed in parallel from U1's microphone preamplifier while the speaker outputs "daisy chain" back to U1's speaker amplifier.

SEQUENTIAL RECORD AND MESSAGE CUEING EXAMPLE

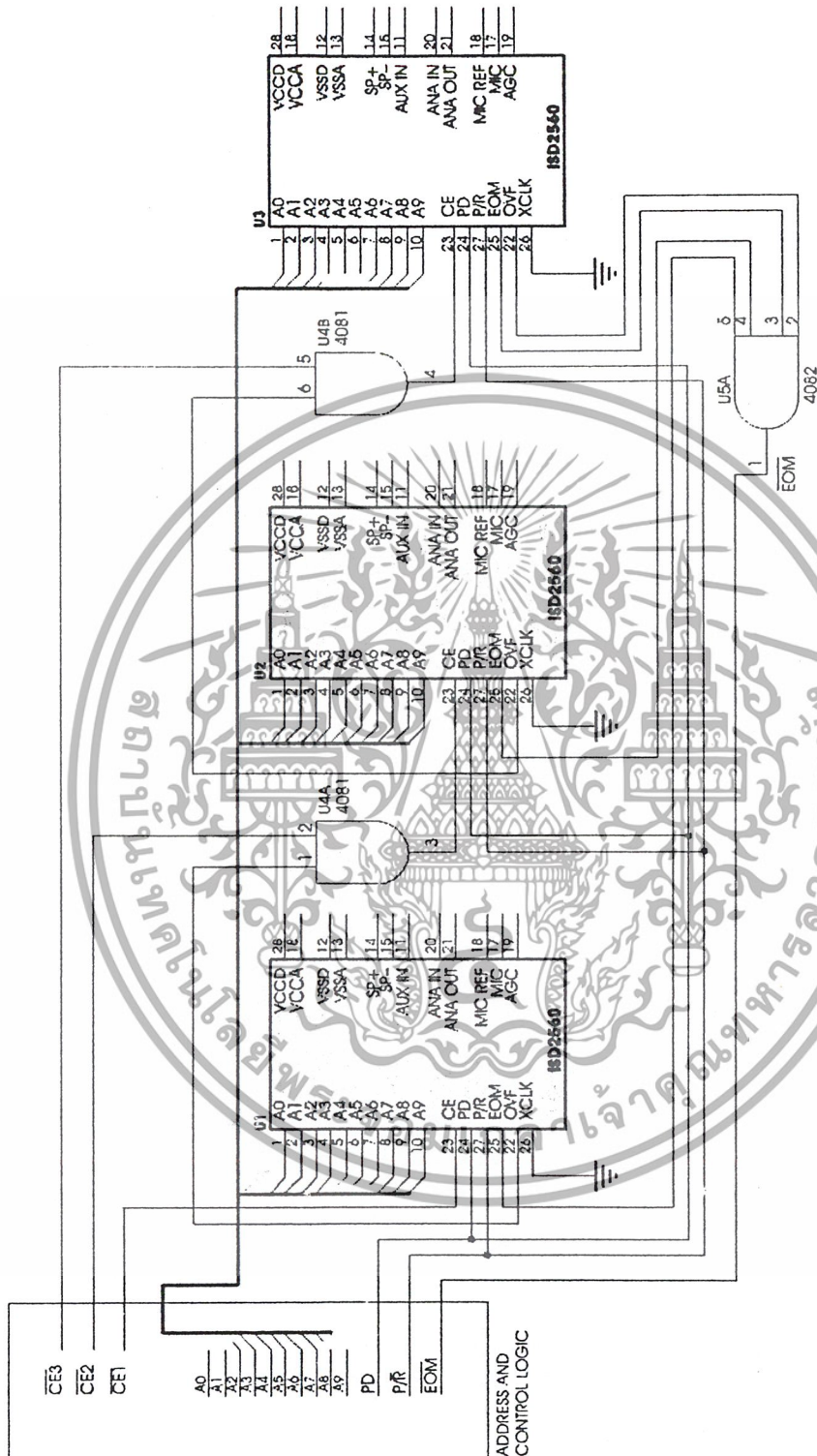
Operational Mode is used to set up the ISD2560 for proper cascade operation. The ISD2560 is placed into Operational Mode by connecting address bits A8 and A9 HIGH. The remainder of the Operational Mode bits are tied LOW except as follows:

Figure 5: 3-Minute Cascade Schematic



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 6: ISD2560 Cascade and Direct Addressing



1. All Record or Playback cycles must start with a power-down cycle.
2. Address lines should be applied T_{SET} before the falling CE and return to 0 after T_{HOLD} time. Address lines must then remain at 0 throughout a Record or Playback cycle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bit A4 is HIGH to cause the Message Start Pointer (MSP) to *only* be reset when the system's mode is changed between Record and Playback. (Normally the MSP is initialized anytime the Chip Enable pin goes LOW.)

NOTE The MSP controls where the ISD2500 is going to begin to record or playback on the next operation. It is also initialized when the Power-Down Cycle is Initiated.

The result of this configuration is that messages will be stacked sequentially during record across chip boundaries in a manner transparent to the user. Changing from Record to Playback resets the MSP back to the beginning of the first message in the series. The next Playback proceeds under control of chip enable.

Record Operation

To begin recording, place the Record/Playback switch in the record position and hold chip enable LOW for the duration of the recording. To record the second message, repeat the operation; recording will now begin at the end of the first message. Additional recordings may be placed sequentially into the cascaded devices until the memory is full. The OVF pulse out of the last memory may be used as a "memory full" indicator.

Playback Operation

To playback the first recorded messages, change the P/R pin to a HIGH and pulse the CE pin LOW. The first message will playback and stop at the set EOM bit. A second LOW CE pulse will start playback of the second message. Each message may start or stop anywhere in the cascade memory. The A0 Message Cueing Operational Mode may also be used to access messages anywhere in the cascade memory. This "fast forward" operation will transparently cross the boundary between two devices. A0 Message Cueing is discussed in detail in the section on Operational Modes.

DIRECT ADDRESSING EXAMPLE

The second cascade circuit shows the added logic necessary for direct address of messages anywhere in the three devices' memories. Only a single 2 input AND gate is required for each chip cascade. For simplicity, the analog circuitry is left off this schematic.

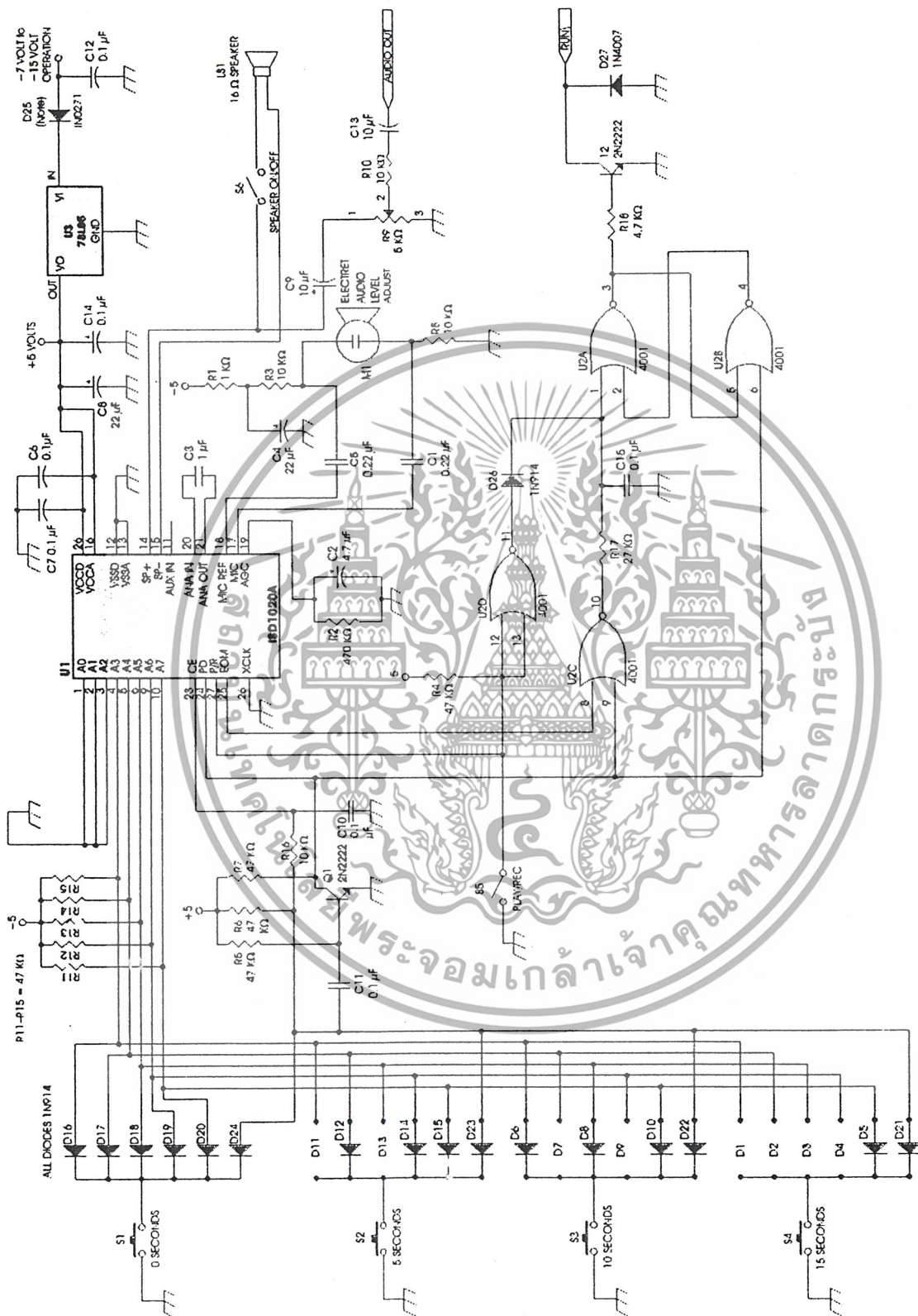
To address any message, the user must know the starting address of the message and in which device it begins. For instance, a message might begin in device U2 at address 400, or 40 seconds into the memory. This message may run over into U3 with no problems. To start playback of this message, PD must be taken LOW and P/R taken HIGH. The address 400 (decimal) must be placed on the address bus. This equates to 190 Hex.

Next the CE2 line is taken LOW and playback begins. Playback will continue until a set EOM bit is found. The pulse will appear at the EOM output from U5A. Note that this will be a 12.5 ms pulse unless the message ends at overflow at U3. In this case, the EOM pulse will be approximately 6 μ s long.

PUSH BUTTON FOUR MEMORY RECORD/PLAYBACK

A version of the circuit shown in Figure 7 first appeared in December 1991 *QST Magazine*. It demonstrates how a single ISD1020A may be used to store up to four 5-second messages that may be individually retrieved using a single push button for each.

Figure 7: Push-Button Four Memory Schematic



NOTE: D25 is polarity protection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOW THE CIRCUIT WORKS

The ISD1020A can be operated in several different modes. In this project, it operates in an "addressed" mode. The eight address pins of the device determine where the Record and Playback operations begin. The ISD1020A can be looked at as a miniature tape recorder. It has the ability to pre-position the Playback/Record head anywhere on this 20-second tape before we begin an operation. The device has 160 valid addresses, giving an address resolution of 0.125 seconds. This means eight address counts equal 1 second of record time.

To determine what address to give the device, we must first convert seconds into binary counts. A 1-second resolution is adequate for our purposes. Since eight counts equal 1 second and eight is an "even" binary multiple, we can ignore all the counts less than eight. We do this by strapping A0, A1 and A2 to ground and just programming the five remaining bits. Using push buttons and diodes, we can select any interval between 1 and 19 seconds for the start of record or playback.

As shown in Table 1, the four start message locations are 0 seconds (beginning of memory), 5 seconds, 10 seconds and 15 seconds. This defines four 5-second messages.

Table 1: Address Boundaries Example

Chart 1		Chart 2	
Message Start Location	Addr Pins	Message Start Location	Addr Pins
Seconds	76543210	Seconds	76543210
0	00000000	0	00000000
5	00101000	4	00100000
10	01010000	8	01000000
15	01111000	14	01110000

Table 1 shows the binary addressing for these intervals. The message start locations could have as easily been defined as 0 seconds, 4 seconds, 8 seconds, and 14 seconds giving two 4-second messages and two 6-second messages. Chart 2 shows this second set of intervals. You can experiment with the diode positions for various addresses but keep in mind that the highest message start address the ISD1020A will recognize is binary 10011111 or 159 decimal. Since A0, A1 and A2 are always at ground, the highest recognizable address is at the 19-second boundary or 10011000.

The Playback/Record function of the ISD1020A is determined by the P/R pin (pin 27) of the device. Simply tie it LOW for Record and to +5 V for Playback.

The ISD1020A requires the Chip Enable pin (pin 23) to start HIGH, pulse LOW for Playback and stay at a LOW level during record. All the address and the Playback/Record inputs must be set up before the Chip Enable pin goes LOW. At the end of recording, returning the Chip Enable pin to a HIGH ends the recording and inserts an end of message bit into the ISD1020A's memory. When the Chip Enable pin is pulsed LOW when the Playback/Record pin is HIGH, the device will playback what is recorded until it encounters an end of message bit. It then stops Playback and waits for the next control input.

The one remaining input to the ISD1020A is the power-down or PD pin (pin 24). This pin controls the power requirements of the ISD1020A. When taken to +5 volts, the chip uses less than 10 microamps of current. The device must be powered up (Power-Down pin at ground) to record or playback. This pin also serves as a reset if the ISD1020A is recorded or played "into the stops." That is, all the way to the end of the device's 20-second memory. When that happens, the Power-Down pin must be cycled HIGH then back LOW again for the device to continue operation. This is by design. When two or more ISD1020As are cascaded together to make messages longer than 20 seconds, the device must stop operating when it reaches the end of its memory space so the next chip in the series can take over. This condition is called "memory overflow."

To get around the requirement to cycle the Power-Down pin after a memory overflow, the circuit design shown here automatically cycles the device through a power-down cycle each time the chip enable is activated. All four push buttons are connected to the \overline{CE} pin and to C11 through diodes. The R16, C10 network "debounces" the chip enable input. When you press a push button, a sequence of events happens:

1. The \overline{CE} input that is normally held HIGH through R6 is pulled LOW through a diode.
2. The combination of C11 and R5 on the base of Q1 causes a positive pulse to be generated into the PD pin of the ISD1020A.
3. For the duration of this pulse, the ISD1020A is in a power-down state that resets a memory overflow condition if it exists.
4. When the pulse ends and the PD pin returns to ground, the status of the \overline{CE} pin is read.
5. Assuming the \overline{CE} pin is still being pulled LOW (don't be too quick on the push button), the status of the address and P/R pins is read and the Record or Playback operation begins.

Components R2 and C2 control the AGC operation of the ISD1020A's internal microphone preamplifier. The AGC pin has an impedance of about 5K ohms. This resistance plus C2 determines the attack time of the AGC which should be very fast. R2 and C2 together determine the release time of the AGC which should be fairly slow.

C3 connects the output of the microphone preamplifier (ANA OUT, pin 21) to the analog input (ANA IN, pin 20) of the ISD1020A. These pins are brought out externally so the user can control the low frequency response of the recording or directly access the analog storage memory of the ISD1020A. A 1 μ F capacitor at this location sets the low frequency response to 80 Hz. Users who do not want to use the AGC should capacitively couple to the ANA IN pin with an 50 millivolt peak-to-peak signal.

The speaker output of the ISD1020A is designed to drive a 16-ohm speaker. To use an 8-ohm speaker, install R8 to bring the impedance into specification. If you use a 16 Ω speaker, R8 should be replaced with a wire jumper.

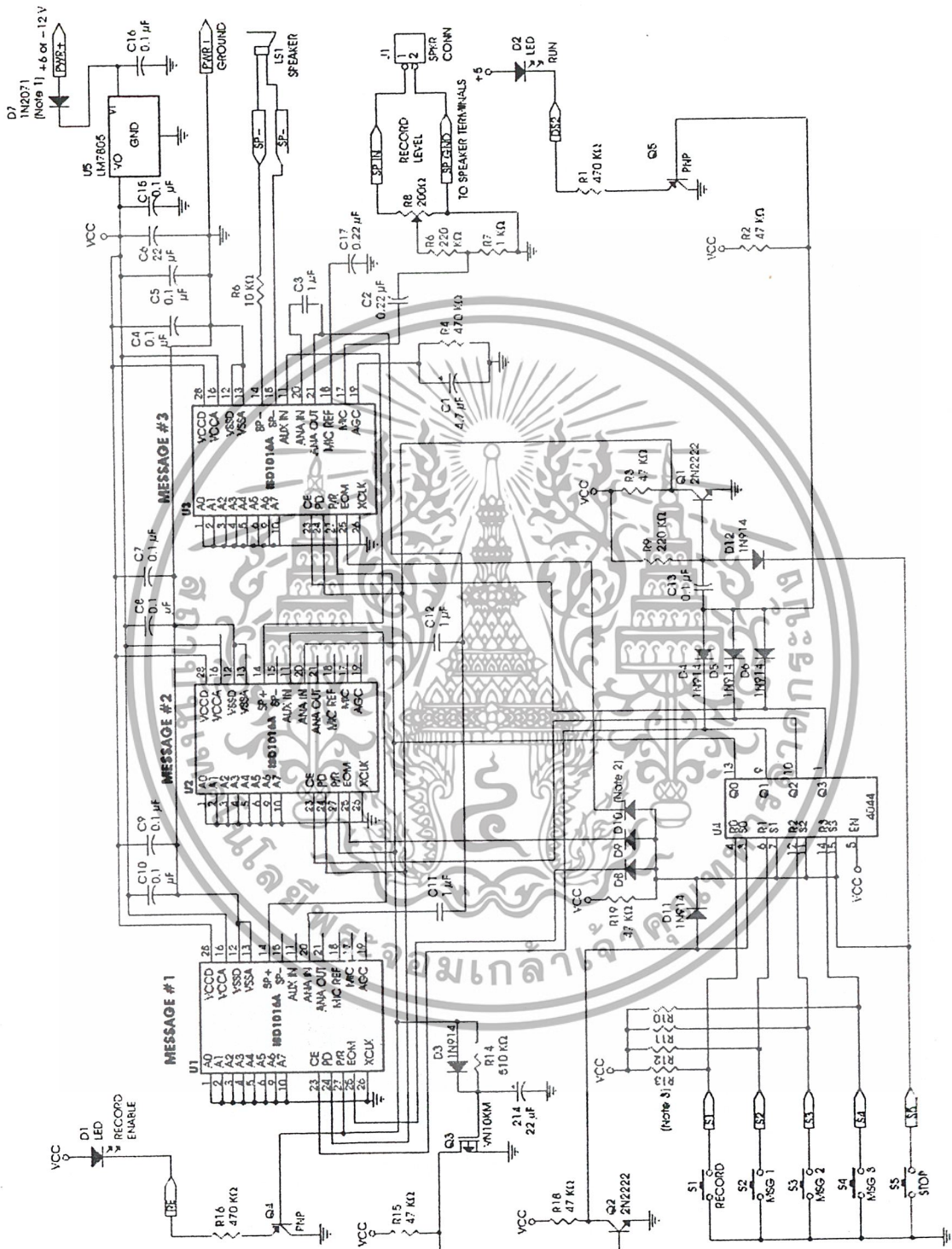
The ISD1000A series does not have a "RUN" output to show when a device is playing back speech. Such a signal is easy to create, however, using a pair of the two input NOR gates contained in a 4001. These gates (U2A and U2B) are connected in a "cross-coupled" configuration and are set by PD signal going LOW at the beginning of Playback and reset by EOM going LOW at the end of a message. The resulting signal drives the base of the Q2 2N2222 transistor through R21. U2D keeps the gate from being set during a record operation. U2C and the RC network C15 and R20 correct a possible race condition between the PD signal and EOM.

OPERATION

Operation of the circuit is simple. To record a message, change the Record/Playback switch to record, then press and hold the desired address button for the duration of the message. To play the message back, change the Record/Playback switch back to Playback and momentarily press the button. The ISD1020A will replay the message.

Keep in mind when recording a new message that if you record a message longer than the address space you have reserved for it, you will begin erasing the next message in the series (unless you go into memory overflow). If you then try to select the message you just erased part of, you will get the end of the new message starting at the message address of the message you just "corrupted." If you *want* to record a message longer than its allowed message space, just go ahead and do it. Just remember that the next message is not available in this instance.

Figure 8: Radio Notepad Schematic



1. D7 is a polarity protection diode.
2. D8, D9, and D10 are 1N914
3. R10, R11, R12, and R13 are 47 KΩ.

RADIO NOTEPAD

The circuit in Figure 8 presents a method of storing three different 16-second messages using a speaker input. The suggested application is for recording messages from a radio receiver.

There are many applications that require the recording of audio directly from a speaker. A shortwave listener-hobbyist may want to record an event heard on a shortwave or two-way radio channel. There may be a call sign, a radio frequency or some other information announced over the air that needs recording for later review. In a public safety environment, a police dispatcher may want to record an incoming call for assistance to ensure no details are missed.

With the circuit in Figure 8, a simple two button sequence is all it takes to record the next 16 seconds. A single push of a button plays each message back. Three ISD1016As are used to hold independent messages. An ISD1020A could be used instead if desired. This circuit example also demonstrates an ISD1000A device run entirely from push buttons.

HOW IT WORKS

The heart of this application is a 4044 CMOS Quad NAND R-S Latch and a VN10 FET timer. The 4044 (U4) "remembers" which message button has been pressed when a Record or Playback operation is desired. The FET timer enables a record operation for its time period. The rest of the circuit is principally diode steered logic.

A Playback operation is initiated by pressing S2, S3 or S4 (MSG 1, MSG 2 and MSG 3 respectively) which resets the appropriate section of U4. The output of the cleared Flip Flop goes LOW, enabling the correct \overline{CE} for the ISD1016A holding the message selected. This output also pulls C13 LOW causing Q1 to initiate a PD cycle clearing any possible overflow condition. The base of Q1 is pulled LOW, allowing R3 to pull its collector HIGH, resetting the PD pins of U1-U3. As R9 charges C13 back up the PD line returns LOW. When the PD cycle ends, the selected device plays back its stored message. When a set EOM bit is found or an over-

flow occurs in the operating ISD1016A, Playback stops and the \overline{EOM} signal goes LOW, setting the U4 flip flops through D8, D9 or D10. Or, a momentary press of the STOP button resets the set R/S flip-flops and initiates a PD cycle. This also ends Playback.

A record operation is started by first pressing the S1 "Record" button. This clears the Record Enable section of U4 (R0/S0/Q0) whose Q output goes to the P/R input of all the ISD1016A's. This holds these pins LOW or in the record state. This flip-flop stays cleared until the Q3, R14, C14 network times out. When this happens, the signal from the collector of the Q2 NPN inverter transistor sets the first section of U4, returning all the P/R inputs HIGH, back to Playback. If S2 through S4 is pressed while the Q3 timer is running, the appropriate ISD1016A will start recording. A press of the STOP button will end recording by forcing the chip enable lines HIGH out of U4 and setting an EOM bit in the recording device, U1-U3. The values of R14 and C14 are chosen so that the P/R pins are held LOW throughout the complete record cycle, or in this example, greater than 16 seconds. If an ISD1020A is used, the value of R14 should be made greater so this time period is greater than 20 seconds.

OPERATION

To operate the radio notepad, connect the input across the speaker terminals and apply power. To record, press the record Enable S1 button then immediately press S2, S3 or S4. Recording will start with the press of the second button. The record Enable LED, D1, along with the RUN LED, D2, will indicate that a record operation is in progress. To stop recording, or to clear a record Enable condition before it times out, press the S5 Stop button. To Playback, press S2, S3 or S4. The message recorded in the appropriate ISD1016A will Playback until the 16 seconds is complete or a set EOM bit is found in the device's EOM memory. The RUN LED, D2, will indicate when a message is being played back. To stop Playback, press Stop.

Some experimentation with the setting of the R8 Record Level pot may be necessary to get good results.

USING THE ISD2500 SERIES WITH A MICROCONTROLLER

The record and playback duration of the ISD2500 series make it possible to perform several functions with a single device. A chip with 32 or more seconds of storage may be used in a number of ways. A library of permanent words, phrases or sounds may be individually played back under external control. Alternatively, this device might be used to record and randomly retrieve arbitrary length messages. A combination of these two approaches is also possible.

Combinational logic may be used to achieve these ends. This approach is complex, however. An inexpensive microcontroller is a simpler and much more flexible solution. The following notes demonstrate several methods of using a single chip microcontroller to control an ISD2500 device.

NOTE *The address lines of all ISD single-chip record/playback devices are not micro-processor bus compatible. If a device is to be used on a bus oriented system, the address lines must be buffered and latched.*

CONVENTIONAL MODE OPERATION

An obvious method of driving the device is to operate it in the conventional mode. The sequence for such an operation is as follows:

1. Change the PD pin to LOW and delay T_{PUD} (see the ISD2500 series data sheets). This will power up the device.
2. Apply the desired address to the address inputs.
3. Apply the correct level to the P/ \bar{R} pin as desired (0 = record, 1 = play).
4. Pulse \bar{CE} LOW to begin Playback, hold \bar{CE} low to begin record, bring \bar{CE} back HIGH to end record.
5. If low power is required, change PD back to HIGH when the operation is complete.

The timing of the above sequence is not critical at microcontroller speeds. For instance, required address setup timing (T_{SET}) is 300 nanoseconds before the falling edge of \bar{CE} . Few microcontrollers can execute fast enough to violate this timing.

A microcontroller may be used to detect the end of a normal speed Playback operation in at least two ways.

- Since the EOM pulse width in the fastest ISD2500 series parts (ISD2532/60) is over 12.5 milliseconds long, it is possible to poll this input and watch for it to go LOW.
- An alternative method would be to connect the EOM pin to the microcontroller's interrupt input. If an edge-triggered interrupt sense is available, it may be more efficient to sense the rising edge of EOM. This is because a new \bar{CE} initiated operation cannot begin until EOM pin returns to the HIGH state.

The ISD2500 series includes the \bar{OVF} pin to indicate the overflow or message full condition. During Playback the \bar{OVF} pin pulses LOW for approximately 6 microseconds when overflow is reached. The EOM pin does not go LOW at overflow unless an EOM bit is set in last row of the analog memory. After the initial \bar{OVF} pulse goes LOW, the \bar{OVF} pin will track the \bar{CE} input as long as the device remains in overflow. This pin is normally used to cascade multiple ISD2500 devices together.

The original short \bar{OVF} pulse may be detected using the microcontroller's external interrupt input. An alternative technique would be to hold \bar{CE} LOW, even during Playback. The \bar{OVF} pin will now go LOW and stay LOW at overflow and may be detected by polling. In this example, a falling EOM must be detected and used to force \bar{CE} back HIGH. \bar{CE} must go back HIGH before EOM goes HIGH. If EOM goes HIGH with \bar{CE} still LOW, the set EOM bit will be skipped and the device will continue on playing back the next message.

MESSAGE CUEING "FAST FORWARD" OPERATION

Some applications may require the use of the Message Cueing M0 Operational Mode. This mode allows the user to "fast forward" through the message space of the device (see the section on Operational Mode). When operating in this mode, the ISD2500's internal timing is sped up by a factor of 800. The EOM pulse width now may be as small as 11 ms. (A general discussion of Message Cueing timing may be found in the section on Operational Modes.) This timing is too short to allow for polled operation in most microcontrollers. The external interrupt should be used to detect EOM in this instance.

Pin count is often a factor when using a microcontroller. The designer may not want to tie up 8 pins for address plus PD, CE, P/R, OVF and EOM. This is a total of 13 pins. An alternative approach is to use the Message Cueing M0 Operational Mode with the M4 consecutive addressing mode. This application requires the connection of only 6 pins to the microcontroller: PD, CE, P/R, OVF, EOM and M0. M4, A8 and A9 are permanently tied HIGH and all the rest of the address pins are tied LOW. Sequential recordings of multiple messages of random length and the playback of those messages in any order are possible in the following sequences.

Sequential Recording

1. M0 is left LOW throughout record.
2. Change the PD pin to LOW and delay T_{PUD} .
3. Change P/R to LOW.
4. Hold CE low to begin the first record. Bring CE back HIGH to end record.
5. Additional record operations may be done using sequence 4. Each recording will be appended to the end of the previous with an EOM flag bit set at the end of each messages.
6. OVF will go LOW if the device overflows during record.
7. At the end of the record sequence, PD is taken HIGH to power down the device and to reset the internal address counter.

Playback of Messages in Any Order

To playback message "N," perform the following sequence:

1. Change the PD pin to LOW and delay T_{PUD} .
2. Change P/R to HIGH.
3. If $N = 1$ (the first message), then $A0 = 0$, and pulse CE LOW. The first message will play then stop.
4. If N is greater than 1, you must first execute N-1 A0 Message Cueing Operational Mode cycles by doing the following:
 - a. Change A0 to HIGH.
 - b. Pulse CE LOW for less than 10 μ s.
 - c. Either watch for a LOW EOM (may be as short as 11 μ s) or pause for approximately 100 ms.
 - d. Each time you find an EOM, you have reached the end of a message. You will have moved silently through a message at 800 times normal speed.
 - e. Subtract 1 from N. If N does not equal 1, proceed to sequence (a) and do it again.
5. If N has been subtracted down to 1, then change A0 to 0 and pulse CE LOW. The Nth message will play at normal speed.

NOTE The timings above are approximate. See the Operational Modes for a general discussion of Message Cueing Timing.

PUSH-BUTTON MODE OPERATION

The ISD2500 series device includes a new Operational Mode called "Push-Button Mode." This M6 Operational Mode changes the functionality of the CE, PD and EOM pins. The operations of these pins are fully explained in the Operational Mode section. A microcontroller may be used with this mode to gain several important extra features. Push-Button Mode allows the user to sequentially

playback several messages then change to record and add additional messages at the end of those already played. This also allows the designer to power-down the device between sequential record operations, an important feature in battery powered applications.

Sequential Record with Power-Down in Between

In the following sequences, M4, M6, A8 and A9 of an ISD2560 are tied together and to a pin of the microcontroller. The A0 Message Cueing Operational Mode is used as indicated. All the other address pins are tied LOW. It is only necessary to use 6 pins from the microcontroller, PD (Stop/Reset), \overline{CE} (Start/Pause), \overline{EOM} (run), P/R, A0 and the combined M4, M6, A8 and A9. These combined pins will be called Op Mode Control. \overline{EOM} is tied to the microcontroller's external interrupt pin. The microcontroller should be set up for a negative edge triggered interrupt. \overline{OVF} is not needed as explained below.

To achieve flexible message control, the microcontroller must keep track of the number of messages recorded and played back. This count will be used with the A0 Message Cueing "fast forward" function to record messages sequentially and play them back in any order.

NOTE A false Interrupt is generated each time a control operation causes the \overline{EOM} to fall. These Interrupts should be ignored by the microcontroller. The \overline{EOM} pin will go LOW and generate a wanted Interrupt under two circumstances: during Playback or Message Cueing when a set EOM bit is encountered and during record when the device goes into overflow. This also allows the designer to determine when overflow is reached without looking at the overflow pin.

1. The sequence begins with PD HIGH, P/R HIGH, \overline{CE} HIGH and Op Mode control LOW.
2. Set up to record of the first message by taking PD LOW, P/R LOW, and Op Mode control HIGH.
3. When the OP Mode control pin goes HIGH, the \overline{EOM} pin (which becomes the active HIGH run pin in Push-Button Mode) pin will go LOW to indicate the operation has not yet started. This will cause an interrupt in the microcontroller that should be "discarded."
4. To begin record, pulse \overline{CE} LOW (a pulse begins and ends record in Push-Button Mode). The \overline{EOM} pin will go HIGH to indicate an operation in progress. When recording is finished, pulse \overline{CE} LOW to end the record cycle. The \overline{EOM} pin will go LOW and generate another false interrupt.
5. After the completion of the record, change the Op Mode control pin to HIGH, and take PD HIGH. This powers down the ISD2560 device to typically 1 microamp.
6. To record the second message, take PD HIGH (T_{PUD} delay), P/R HIGH, and Op Mode control HIGH (false interrupt). We are now positioned at the beginning of the first message. Take A0 HIGH and pulse \overline{CE} LOW. This puts the device into Message Cueing "fast forward" and jumps to the end of the first message. The \overline{EOM} pin will go HIGH and then LOW to indicate the end of the first message has been found. The \overline{EOM} interrupt may be used by the microcontroller to process this.
7. A0 may now be taken LOW, P/R changed to LOW, and a new record cycle begun. A unique feature of Push-Button Mode keeps the internal address pointer of the ISD2560 from being reset during the change of P/R from HIGH to LOW. Recording of the second message will begin at the end of the first message. The set EOM bit at the end of the first message will remain. The device may again be powered down.
8. Subsequent recordings may be made using additional A0 Message Cueing operations.

Playback Operations

Playback of any message may be achieved using the Push-Button and A0 Operational Modes.

1. The sequence begins with PD HIGH, P/R HIGH, \overline{CE} HIGH and Op Mode control LOW.
2. Change PD to LOW (T_{PUD}), and Op Mode control HIGH (false interrupt).
3. Take A0 HIGH and execute N-1 Fast Forward operations.
4. Take A0 LOW and pulse \overline{CE} LOW to begin playback of the desired message.
5. A falling \overline{EOM} indicates an end of message has been found.
6. Take Op Mode control LOW and PD HIGH to power-down the device.

OTHER NOTES

A continuous LOW on the interrupt input of some microcontrollers may interfere with other types of interrupts. The reason that the device is taken out of Push-Button Mode after each operation is to make the \overline{EOM} pin go HIGH in the static state. This frees up the microcontroller's interrupt structure.

All Push-Button Mode operations will be slowed by the debounce timer built into this function. A delay of T_{DB} will occur with each Push-Button Mode operation.

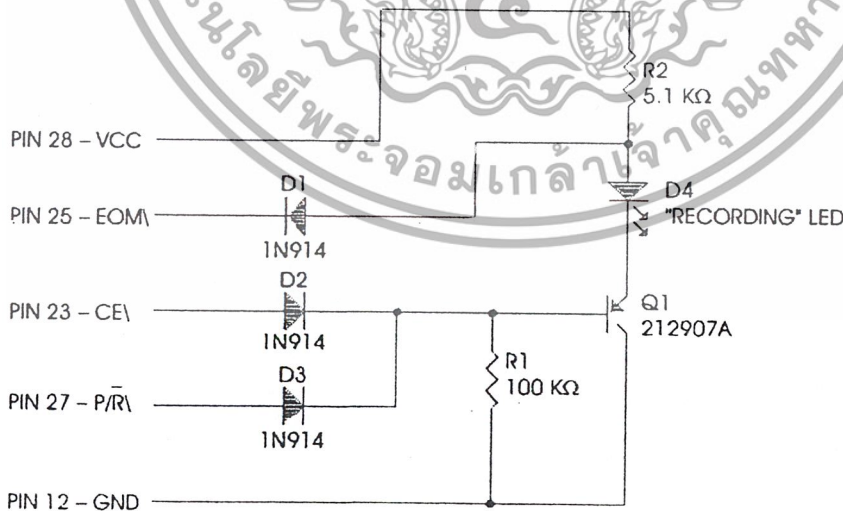
CONCLUSION

The above explanations show one of many possible ways to control the ISD2500 series device with a microcontroller. The designers should review this information and apply their unique perspective to the application they are designing.

RECORDING INDICATOR LIGHT

The circuit shown in Figure 9 is a simple method of using an LED to indicate when a record operation is in progress with an ISD1000A series device.

Figure 9: Recording Indicator Light for ISD1000A

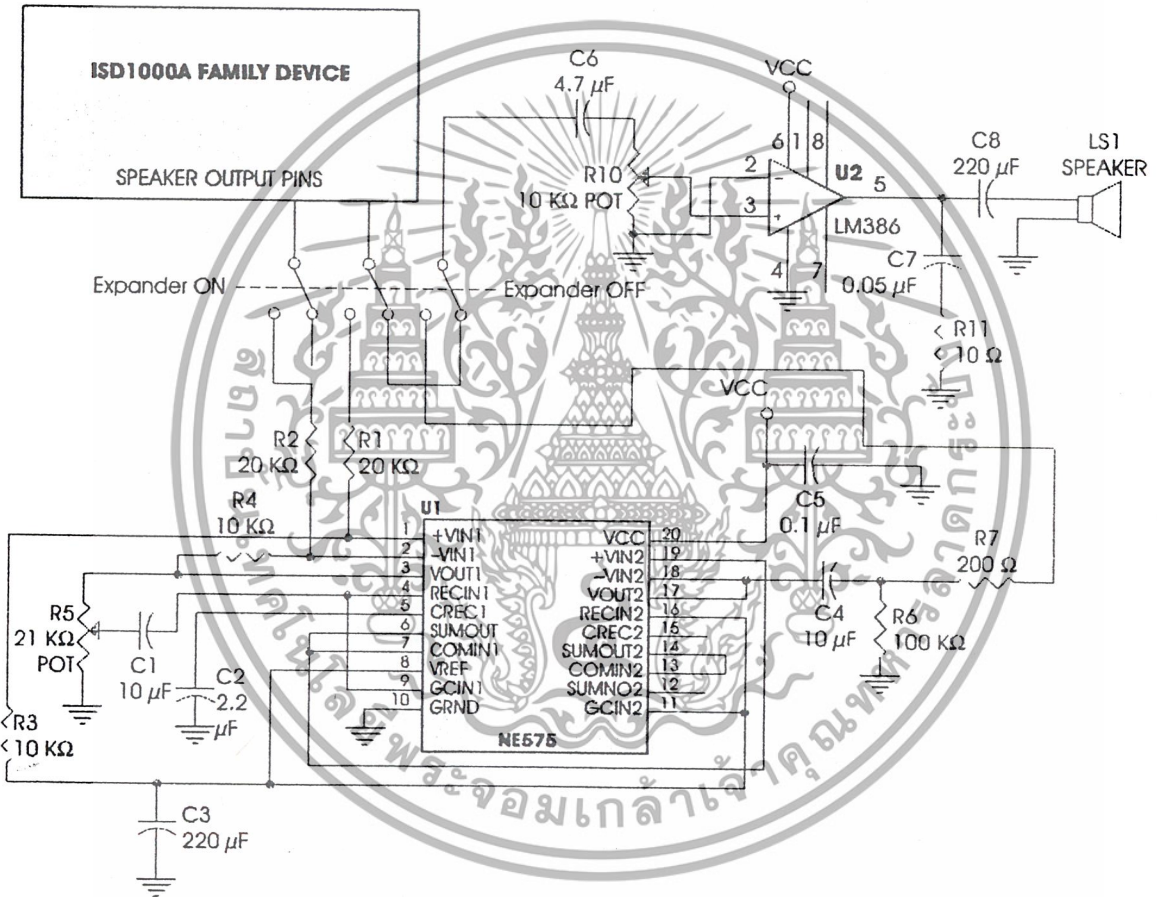


NOTE: This circuit will turn on the LED only when actually recording. It requires a valid record selection (P/R LOW), and CE LOW to turn on. At the end of the time in the chip, EOM goes LOW and turns off the LED.

CIRCUIT EXPLANATION

This circuit uses a PNP transistor to cause an LED to light only during a record operation and only when the ISD1000A device is not in overflow. The logic is very simple: when \overline{CE} is LOW and P/\overline{R} is LOW the PNP transistor conducts unless \overline{EOM} is LOW.

Figure 10: Expander Circuit for Low Noise Playback



NOTE: V_{CC} = 5 volts plus or minus 10 percent.

EXPANDER CIRCUIT FOR IMPROVED NOISE PERFORMANCE

The circuit in Figure 10 was developed to provide an enhanced signal to noise ratio in applications where the output of the ISD device would be amplified considerably. A public address system or warning device in a high noise environment could benefit from the lower "effective noise" provided by this circuit.

The Expander circuit was assembled to illustrate the difference between the direct SNR and the SNR through the NE575 device. Although the ISD device will drive the 16 Ω speaker directly, the NE575 cannot. It is designed for 600 Ω applications so the LM386 audio amplifier had to be added to drive the speaker.

The circuit is adjusted so that the peak audio level from the ISD device is the same direct to the LM386 or through the NE575 to the LM386. Then, when the NE575 is switched in, the noise floor is "pushed down" to an inaudible level.

The result is that a public address system will not have an audible "hiss" when playing a message.

The result can be dramatically demonstrated during playback by moving the switch between the two positions and listening carefully in the pauses between syllables.

The Phillips/Signetics NE575 is one of a group of compander circuits used in telecommunications. Normally one half of the chip compresses incoming audio by 2:1 to transmit over the communications channel. The other half takes the received audio and expands it back to its original dynamic range. It is this half that is used in Figure 10. The compressor is not used. The audio in the ISD1000A has already been "compressed" to a degree by the AGC of the microphone preamplifier. If the ANA IN pin were used for recording, then perhaps the compressor half of the NE575 would be used.

The NE575 is a 20-pin version but there are smaller, less expensive versions such as the NE576 or NE577. These are all fully described in the Phillips RF Data Book. The applications include cordless and cellular phones, wireless microphones, and consumer audio devices such as automotive CD players.