

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC CALLED AND SOUND RECORDER TELEPHONE

ชื่อนักศึกษา 1. นายภาคภูมิ เขาวรัตน์ รหัสประจำตัว 37031214

2. นายสมชาย ทองคง รหัสประจำตัว 37031223

3. นายสมหมาย ชามืองศรี รหัสประจำตัว 37031225

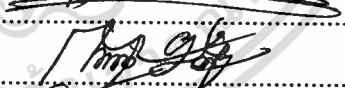
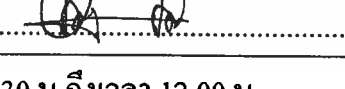
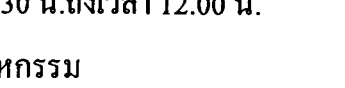
หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์วิสุทธิ อธิพรรณ

2. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

3. อาจารย์สุชิน อาหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์วิสุทธิ อธิพรรณ	
2. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
3. อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน	
4. อาจารย์โกศล ตราชู	
5. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 4 เมษายน 2539 เวลา 10.30 น.ถึงเวลา 12.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



ภาควิชารับรองแล้ว

นาม.....

ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
หน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
11 เดือน 12/2539 พ.ศ. 2539

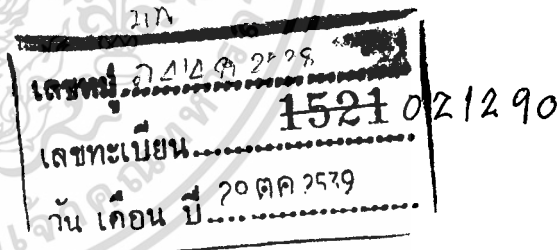
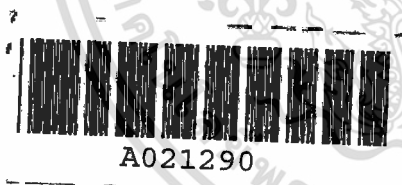
ปริญญานิพนธ์

เครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC CALLED AND SOUND RECORDER TELEPHONE



นายภาคภูมิ เยารัตน์
นายสมชาย ทองคง
นายสมหมาย ชาเมืองศรี



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
AUTOMATIC CALLED AND SOUND RECORDER TELEPHONE

ผู้จัดทำ

- 1. นายภาณุภูมิ เขาวรัตน์
- 2. นายสมชาย ทองคง
- 3. นายสมหมาย ขาเมืองศรี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....
(อาจารย์วิสุทธิ อธิพรธรรม)

ลงนาม.....
(อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

ลงนาม.....
(อาจารย์สุชิน อาจหาญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
(ผศ.ดร.ธีรพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC CALLED AND SOUND RECORDER TELEPHONE

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
2. เพื่อออกแบบวงจรเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
4. เพื่อทดสอบวงจรเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติไปใช้งานได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
2. สามารถออกแบบวงจรเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติได้
3. สามารถสร้างเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
4. ได้เครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติที่สามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

นายภาคภูมิ เขียวรัตน์
นายสมชาย ทองคง
นายสมหมาย ชาเมืองศรี

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์วิสุทธิ อธิพรธรรม
อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์สุชิน อาจหาญ
ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

เครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัตินี้สร้างขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งในบ้าน หรือในบริษัทห้างร้าน ระบบการทำงานจะเป็นแบบดิจิทัลทั้งหมด ไม่มีส่วนของกลไกเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเครื่องนี้สามารถบันทึกเสียงได้จำนวน 4 ช่อง, เปลี่ยนข้อความตอบรับได้ถึงแม้ไม่ได้อยู่ในบ้าน, เรียกฟังข้อความที่บันทึกไว้จากการกดรหัสผ่าน, การแสดงสถานะการทำงานจะใช้ LED แสดงผล 7 ส่วน และควบคุมการทำงานของเครื่องด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC CALLED AND SOUND RECORDER TELEPHONE

MR.PHAKPHUM YAOWARAT

MR.SOMCHAI THONGKONG

MR.SOMMAI CHAMOUNGSRI

ADVISOR

MR.WISUIT ATIPORNTUM

MR.PEERAWUT SUWANJAN

MR.SUCHIN ADHAN

1995

ABSTRACT

The AUTOMATIC CALLED AND SOUND RECORDER TELEPHONE provided comfortibility in telecommunication by telephone can used in homes or companies. The system operation are digital system that have not mechanical device. This project can recorded 4 sound channels, changed answering information while no one in home called recorded information by enter the password, display with 7-segment and controled the operation by microcontroller.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไป ก็เป็นเพราะความกรุณาของอาจารย์ วิสุทธิ์ อธิพรธรรม, อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์, อาจารย์สุชิน อาจหาญ, อาจารย์โกศล ตราฐ, อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่คอยให้คำปรึกษา และช่วยเหลือทั้งทางด้านเทคนิคตลอดจนเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ทางผู้จัดทำขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ด้วยความกรุณาของเพื่อนๆ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โดยเฉพาะ นายโกเมศร์ แจ่มจันทร์ ที่ได้ช่วยในการเขียนโปรแกรม และให้คำแนะนำ ตลอดจนได้ช่วยกัน แก้ปัญหาต่างๆ จนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลงได้ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณในน้ำใจของเพื่อนๆ และที่ขาดไม่ได้ คือครอบครัวที่คอยให้กำลังใจมาตลอด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	5
2.1 บทนำ	5
2.1.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์	5
2.1.2 กลไกการเชื่อมต่อวงจรโทรศัพท์	6
2.1.3 การสนทนา	8
2.1.4 ระบบการส่งในสายส่ง	8
2.1.5 สัญญาณเสียงพูด	9
2.1.6 สัญญาณรบกวน	11
2.1.7 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ	11
2.1.8 สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์	12
2.1.9 ระบบการต่อของเครื่องชุมสายโทรศัพท์	14
2.1.10 ลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์	16
2.2 ระบบโทรศัพท์	19
2.2.1 ระบบทำงานของโทรศัพท์	19
2.2.2 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข	20
2.2.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่	22
2.2.4 ข้อเปรียบเทียบระหว่างโทรศัพท์แบบหมุนกับระบบ DTMF	22

เรื่อง	หน้า
2.2.5 วงจรของระบบที่ใช้การสื่อสารแบบสัญญาณพัลส์	23
2.3 การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม	28
2.3.1 คุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวของ MT8870	29
2.3.2 โครงสร้างของ MT8870	29
2.3.3 หน้าที่การทำงานภายใน MT8870	29
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	35
3.1 กล่าวนำ	35
3.2 การทำงานของเครื่องตอบรับ และบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	35
3.2.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และวงจรยกหู/วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	36
3.2.2 วงจรตอบรับอัตโนมัติ	38
3.2.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่	40
3.2.4 วงจรบันทึกเสียงที่ใช้ในการฝากข้อความ	41
บทที่ 4 การทดลองวงจร และผลการทดลอง	45
4.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และวงจรยกหู/วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	45
4.1.1 การทดลอง	45
4.1.2 ผลการทดลอง	45
4.2 วงจรบันทึกเสียงตอบรับทางโทรศัพท์	47
4.2.1 การทดลอง	47
4.2.2 ผลการทดลอง	47
4.3 วงจรบันทึกเสียงเพื่อฝากข้อความ	49
4.3.1 การทดลอง	49
4.3.2 ผลการทดลอง	49
4.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่	51
4.4.1 การทดลอง	51
4.4.2 ผลการทดลอง	52
4.5 การทดสอบเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	52

บทที่ 5 บทสรุปปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 ปัญหาและอุปสรรค	54
5.2 แนวทางการแก้ไข	54
เรื่อง	หน้า
5.3 แนวทางการพัฒนา	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ภาพถ่ายส่วนประกอบของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์ อัตโนมัติ	57
ภาคผนวก ข คู่มือการต่อใช้งานและการทดสอบเครื่อง	63
ภาคผนวก ค ผังและโปรแกรมควบคุมการทำงาน	66
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	99
ภาคผนวก จ รายละเอียดของไอซีที่ใช้	103

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 1.1 ผังการทำงานของ การสื่อสารระบบแอนะล็อก	2
รูปที่ 1.2 ผังการทำงานของ การสื่อสารระบบดิจิทัล	3
รูปที่ 2.1 วงจรภายในของเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น	6
รูปที่ 2.2 แแถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด	9
รูปที่ 2.3 สัญญาณต่างๆ ที่อยู่ในและนอกความถี่เสียง	10
รูปที่ 2.4 วงจรอย่างง่ายที่ใช้ในการอธิบายกำลังของสัญญาณ	11
รูปที่ 2.5 สัญญาณเสียงที่มอดูเลตกับคลื่นพาห์	12
รูปที่ 2.6 สัญญาณให้หมุน	13
รูปที่ 2.7 สัญญาณไม่ว่าง	13
รูปที่ 2.8 สัญญาณเรียกกลับ	13
รูปที่ 2.9 สัญญาณกริ่งเรียก	14
รูปที่ 2.10 ความถี่และการจัดปุ่ม	16
รูปที่ 2.11 ลักษณะทางไฟฟ้าที่ปรากฏที่คู่สายในขณะที่ทำการเรียก	17
รูปที่ 2.12 ลักษณะของสัญญาณเมื่อมีผู้เรียกเข้ามา	18
รูปที่ 2.13 ลักษณะของสัญญาณ โทรศัพท์	18
รูปที่ 2.14 ผังการทำงานของ โทรศัพท์	19
รูปที่ 2.15(ก) ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข	20
รูปที่ 2.15(ข) ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข	21
รูปที่ 2.16 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ	23
รูปที่ 2.17 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบขนานกับวงจรไฮบริด	24
รูปที่ 2.18 วงจรไฮบริด	25
รูปที่ 2.19 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบอนุกรมกับวงจรไฮบริด	26
รูปที่ 2.20 ผังการทำงานของ ไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์	26
รูปที่ 2.21 วงจรสมบูรณ์ของระบบที่ใช้ในการส่งสัญญาณพัลส์	27
รูปที่ 2.22 ผังเวลาของสัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์จากรูปที่ 2.21	28

VIII

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.24 ความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่	30
รูปที่ 2.25 วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย	31
รูปที่ 2.26 ผังเวลาของไอซี MT8870	31
รูปที่ 2.27 การต่อวงจรภาคอินพุต	33
รูปที่ 2.28 วงจรใช้งานเบื้องต้นของไอซี MT8870 และแสดงการต่อวงจรผลิตความถี่	34
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์	35
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และวงจรยกหู/วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	37
รูปที่ 3.3 วงจรตอบรับอัตโนมัติ	39
รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	41
รูปที่ 3.5 วงจรบันทึกเสียงที่ใช้ในการฝากข้อความ	42
รูปที่ 4.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และวงจรยกหู/วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	46
รูปที่ 4.2 วงจรตอบรับอัตโนมัติ	48
รูปที่ 4.3 วงจรบันทึกเสียงที่ใช้ในการฝากข้อความ	50
รูปที่ 4.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความถี่ที่มอดูเลตกันเมื่อคคหมายเลข	7
ตารางที่ 4.1 สถิติการใช้เครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	52



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

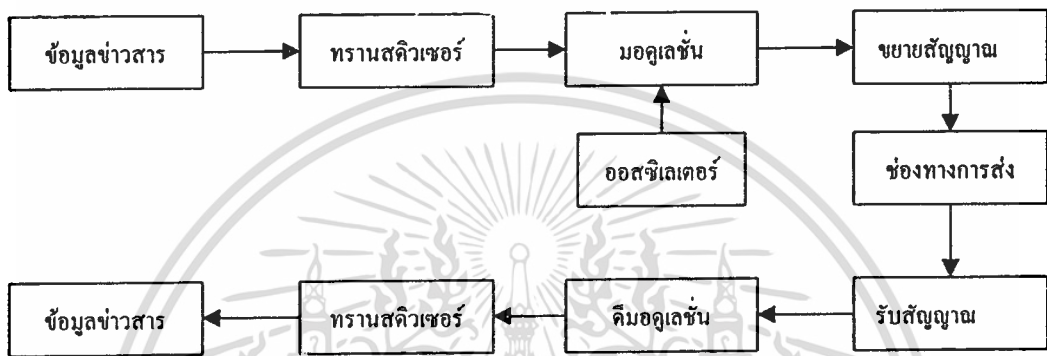
จากสภาวะสังคมในปัจจุบันที่ต้องมีการติดต่อสื่อสารกันอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็น การติดต่อสื่อสารระดับครอบครัว, หมู่บ้าน, ตำบล, อำเภอ, จังหวัด, ประเทศ ไปจนถึงระดับนานาชาติ เพื่อให้เกิดผลบรรลุตามสิ่งที่มุ่งหมาย อาจจะเป็นการติดต่อสื่อสารเพื่อธุรกิจการค้า, เพื่อความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล หรือเพื่อสร้างสรรค์สิ่งที่ดีงามให้เกิดขึ้น แต่ไม่ว่าจะเพื่อสิ่งใดก็ตาม ทุกคนที่ติดต่อสื่อสารกันก็ย่อมที่จะหวังให้การติดต่อสื่อสารในครั้งนั้นประสบความสำเร็จตามที่คาดหวังไว้ หรือเกิดความคลาดเคลื่อนและผิดพลาดน้อยที่สุด

ในอดีต มนุษย์ได้มีการติดต่อสื่อสารโดยใช้ธรรมชาติเป็นสื่อ เช่น แสง, เสียง, สี และควันไฟ เป็นต้น โดยฝ่ายส่งข้อมูลข่าวสาร และฝ่ายรับข้อมูลข่าวสารมีการกำหนดสัญลักษณ์หรือขนาดของสื่อเหล่านั้นว่าถ้าเกิดขึ้นแล้วหมายความว่าอย่างไร เช่น เมื่อฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดจะแจ้งข้อมูลข่าวสารให้อีกฝ่ายทราบ อาจจะโดยการทำควันไฟให้กระจายขึ้นไปบนท้องฟ้า อีกฝ่ายหนึ่งก็จะทราบทันที ว่าควันไฟที่เกิดขึ้นนั้นหมายความว่าอย่างไร เพราะได้มีการตกลงกันไว้เรียบร้อยแล้ว แต่การสื่อสารโดยใช้ธรรมชาติเป็นสื่อมีข้อจำกัดหลายอย่าง ดังเช่น ส่งได้ในระยะทางที่ใกล้ เวลาและอากาศก็เป็นอุปสรรคมากเช่นเดียวกัน ต่อมาการติดต่อสื่อสารได้รับการพัฒนาไปอย่างมาก เมื่อได้เกิดการค้นพบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งผลจากการค้นพบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ทำให้การส่งข้อมูลข่าวสารทำได้สะดวก รวดเร็ว และส่งได้ไกลขึ้นมาก แต่ในช่วงแรกของการติดต่อสื่อสารโดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้น ก็ประสบปัญหาพอสมควร ดังเช่น ปัญหาการลดทอนของสัญญาณ, ปัญหาการรบกวนจากสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น และปัญหาจากธรรมชาติ ทำให้ต้องมีการคิดค้นหาวิธีการเพื่อขจัดปัญหาเหล่านั้น ซึ่งก็พอจะแก้ไขได้บางครั้ง เช่น ถ้าเป็นการลดทอนของสัญญาณก็แก้ไขโดยการเพิ่มขนาดความแรงของสัญญาณให้แรงขึ้น, ปัญหาจากการรบกวนจากสิ่งประดิษฐ์ของมนุษย์ หรือจากธรรมชาติก็ทำการแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้ง หรือเปลี่ยนความถี่ของเครื่องส่งหรือเครื่องรับ ซึ่งการแก้ไขปัญหาทั้งสองแบบนี้ก็ยังเป็นการแก้ไขปัญหานั้นแต่เพียงเบื้องต้น และแก้ไขได้เป็นบางครั้ง ยังคงต้องมีรายละเอียดที่จะต้องศึกษากันอีกมากมาย จากสาเหตุนี้ทำให้เกิดการพัฒนาการติดต่อสื่อสารอย่างไม่หยุดยั้ง โดยมีหลักการคือ การติดต่อสื่อสารต้องมีความสะดวก, รวดเร็วมากยิ่งขึ้น และการติดต่อสื่อสารนั้นต้องมีความแน่นอนไม่มีความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าจะกล่าวถึงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเสียง และระบบการส่งสัญญาณในสมัยก่อนก็คงจะต้องกล่าวถึงระบบแอนะล็อก (ANALOG) ซึ่งในระบบแอนะล็อกนั้น ปัญหาที่พบเห็นชัดเจนที่สุดคือ ข้อมูลข่าวสารที่ต้องการจะส่งมีการผิดเพี้ยนและถูกรบกวนได้ง่าย ผังการทำงานของ การสื่อสารระบบแอนะล็อกที่ส่งในระบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะแสดงดังรูปที่ 1.1



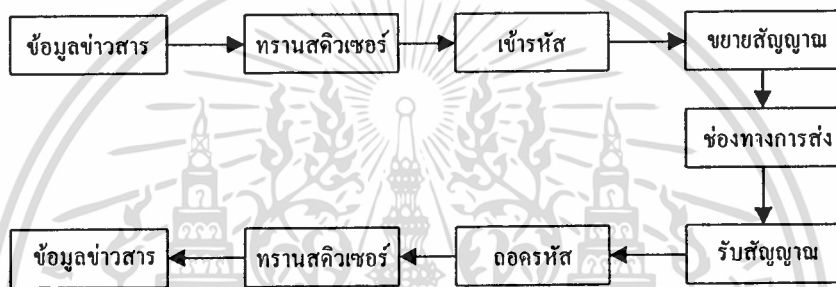
รูปที่ 1.1 ผังการทำงานของ การสื่อสารระบบแอนะล็อก

จากรูปที่ 1.1 สัญญาณจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าโดยอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ (TRANSDUCER) หลังจากนั้นก็จะถูกส่งมามอดูเลตกับคลื่นพาห์เพื่อให้ความถี่สูงขึ้น การมอดูเลตจะเป็นแบบแอมพลิจูดมอดูเลต สัญญาณที่มอดูเลตแล้วจะต้องผ่านการขยายให้มีความแรงขึ้นก่อนที่จะถูกส่งออกไปยังเครื่องรับโดยผ่านสื่อกลาง ซึ่งจะแยกได้เป็นสองประเภท คือ การส่งออกไปในอากาศโดยสายอากาศเป็นตัวแพร่กระจายคลื่น และการส่งอีกรูปแบบหนึ่งคือการส่งไปตามสายนำสัญญาณ การส่งทั้งสองแบบจะนำพาข้อมูลข่าวสารไปยังเครื่องรับ เมื่อเครื่องรับได้รับสัญญาณที่ส่งมาก็จะทำการถอดเอาคลื่นพาห์ออกโดยวงจรดีมอดูเลเตอร์ เพื่อให้ได้เฉพาะข้อมูลข่าวสาร และสุดท้ายก็จะแปลงข้อมูลข่าวสารนั้นให้อยู่ในรูปที่มนุษย์เข้าใจโดยอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์อีกครั้ง

จากขั้นตอนการทำงานทั้งหมด สัญญาณข้อมูลข่าวสารจะถูกรบกวนมากที่สุดในช่วงของการส่งสัญญาณจากภาคขยายไปยังเครื่องรับ โดยการผ่านสื่อกลางวิธีใดวิธีหนึ่งดังที่กล่าวมา ข้อเสียของการส่งโดยผ่านอากาศ คือสัญญาณจะถูกรบกวนและถูกลดทอนมากกว่าการส่งผ่านสายนำสัญญาณ แต่ข้อดี คือส่งได้ไกลและครอบคลุมพื้นที่มากกว่า ส่วนการส่งผ่านสายนำ

สัญญาณมีข้อเสียคือ ต้องใช้สายส่งที่มีความยาวมาก และสูญเสียน้อย ถ้าจะส่งในระยะไกล, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ้นเปลืองอุปกรณ์ติดตั้ง, ตลอดจนค่าบำรุงดูแลรักษาก็มากกว่าการส่งสัญญาณโดยผ่านอากาศ แต่มีข้อดีคือ ข้อมูลข่าวสารมีความแน่นอนและแม่นยำมาก ในปัจจุบันก็ยังคงใช้การส่งสัญญาณทั้งสองแบบ แต่การส่งสัญญาณโดยผ่านอากาศได้รับการพัฒนาจากระบบเดิมคือระบบแอนะล็อกมาเป็นการส่งในระบบดิจิทัล ซึ่งในระบบนี้จะต้องนำข้อมูลข่าวสารมาแปลงเป็นสัญญาณ 2 ระดับคือ มีกระแส (1) หรือไม่มีกระแส (0) ทำให้การควบคุมสัญญาณและการป้องกันสัญญาณรบกวนทำได้ง่ายกว่าระบบแอนะล็อก ในส่วนของการป้องกันการผิดของข้อมูลข่าวสารทำได้โดยการเข้ารหัส การสื่อสารระบบดิจิทัลสามารถแสดงเป็นผังการทำงานการทำงานได้ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ผังการทำงานของ การสื่อสารระบบดิจิทัล

จากรูปที่ 1.2 จะเห็นว่าสัญญาณข้อมูลข่าวสารจะถูกเปลี่ยนจากสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล โดยขั้นตอนนี้เรียกว่าการเข้ารหัส เพื่อให้สัญญาณง่ายต่อการควบคุม ซึ่งจากหลักการสำคัญนี้เองทำให้กลุ่มคณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์เกิดความคิดที่จะพัฒนาและสร้างเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์โดยใช้วงจรรวม (Integrated circuit) จากอดีต ได้มีผู้ประดิษฐ์และคิดค้นสร้างเครื่องตอบรับทางโทรศัพท์โดยใช้เทปคาสเซ็ทบันทึกเสียงและตอบรับ แต่ประสบปัญหาเกี่ยวกับการรบกวน และมีการลดทอนของเสียงค่อนข้างมาก ตลอดจนถึงลักษณะรูปร่างของเครื่องตอบรับทางโทรศัพท์ก็มีขนาดใหญ่เกินกว่าความจำเป็น จึงทำให้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้ อีกปัญหาหนึ่งก็คือประโยชน์ที่ได้รับยังไม่พอเพียงต่อความต้องการของผู้ใช้คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นความสำคัญตรงจุดนี้ และต้องการที่จะแก้ปัญหการรบกวนและการลดทอนในเครื่องตอบรับทางโทรศัพท์ในระบบที่ใช้เทปคาสเซ็ท จึงได้มีความคิดที่จะสร้างเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์โดยใช้วงจรรวมและให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ใช้สอยมากขึ้น โดยสามารถที่จะเปลี่ยนข้อความตอบรับได้, ระบบการทำงานส่วนใหญ่เป็นระบบดิจิทัล, เพิ่มจำนวนช่องในการบันทึกเสียง และเจ้าของเครื่องรับโทรศัพท์สามารถเรียกฟังข้อความที่มีคนเรียกเข้ามาและฝากข้อความไว้ได้ ซึ่งการที่จะเรียกฟังข้อความได้นั้น จะต้องมีการกดรหัสผ่านเสียก่อน รหัสนั้นจะตั้งได้โดยเจ้าของเครื่องรับโทรศัพท์ เพื่อเป็นการป้องกันการขโมยเรียกฟังข้อความ

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์นี้เพื่อสร้างเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพไว้ภายในบ้านหรือสำนักงาน ในส่วนเนื้อหาของปริญญานิพนธ์นี้ กล่าวถึงทฤษฎี, การออกแบบ, การสร้าง, การทำงาน, ปัญหา, แนวทางการแก้ไขและพัฒนาต่อไป

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎี และหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ คือกล่าวถึงหลักการเบื้องต้นของโทรศัพท์, สัญญาณ และลักษณะสัญญาณที่เกี่ยวข้อง, หลักการเบื้องต้นของชุดควบคุม, หลักการบันทึกเสียงระบบดิจิทัล

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจรภายในเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์ เช่น วงจรบันทึกเสียงระบบดิจิทัล, วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียงของโทรศัพท์ และวงจรแหล่งจ่ายไฟ เป็นต้น

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการทดลอง รวมถึงปัญหาต่างๆ ที่ได้เกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 บทนำ

ปัจจุบันนี้การสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน เรียกได้ว่าจะต้องมีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลาที่ทำได้ และระบบโทรศัพท์ก็จัดว่าเป็นระบบสื่อสารที่ใกล้ตัวเรามากทีเดียว ซึ่งทุกคนต้องเคยใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารกันมาแล้ว

โทรศัพท์ที่เห็นทั่วไปมีอยู่ 2 แบบคือ แบบกดปุ่ม และแบบหมุน โดยหน้าที่ของทั้ง 2 ระบบจะเหมือนกัน ต่างกันก็ตรงที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์

2.1.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์

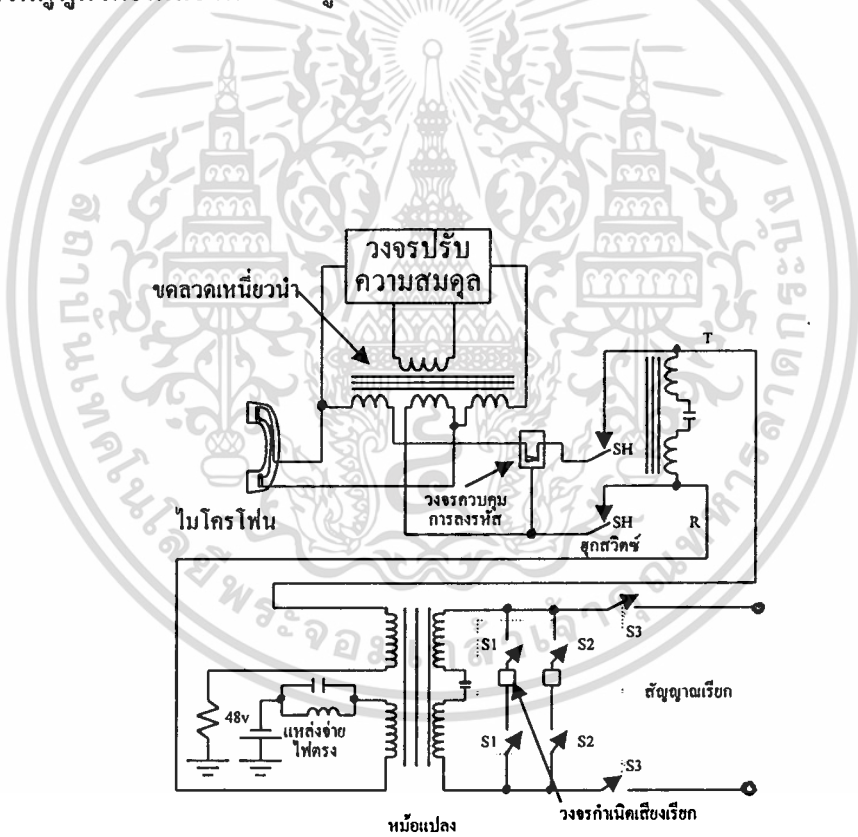
1. เครื่องโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
2. เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณหมุนบอกว่าพร้อมที่จะให้ทำการกดหรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อได้ ซึ่งก็คือ เสียงที่ได้ยินเมื่อเวลายกหู เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิร์ตซ์ กับ 440 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตรวมกัน
3. เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อด้วยไปยังชุมสายที่ควบคุม
4. เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยว่าหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณกลับ เป็นความถี่ 440 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตกันมาโดยจะดัง 2 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไป แต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะเรียกไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณความถี่ 480 เฮิร์ตซ์ กับ 620 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตกันมา
5. สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และเปลี่ยนจากสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง
6. เครื่องโทรศัพท์จะปรับระดับแรงดันอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสาย เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายเล็กทำการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้

2.1.2 กลไกการเชื่อมต่อวงจรโทรศัพท์

วงจรพื้นฐานข้างในรวมทั้งการเชื่อมต่อกับชุมสายเบื้องต้นแสดงดังรูปที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย 2 เส้น คือ T (Tip) และ R (Ring) เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์ สุกสวิทช์ ในส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างหูฟังกับสายโทรศัพท์ที่มีหม้อแปลงแบบอัตโนมัติ ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของหูฟัง ทำให้การรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพที่สุด รวมไปถึงทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงที่ตัวเองพูดไปในระดับที่เหมาะสม



รูปที่ 2.1 วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายแล้ว ก็จะมีสัญญาณถูกส่งไปยังอุปกรณ์สวิตซ์ซึ่งเพื่อบอกให้รู้ว่าขณะนี้คู่สายนี้ไม่ว่างแล้ว

สำหรับการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ ก็คือ การส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse Train) ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ เช่น ถ้ามีการส่งสัญญาณพัลส์ 1 พัลส์ ก็หมายถึงการหมุนหมายเลข 0 ส่ง 2 พัลส์ ก็หมายถึงหมายเลข 1 ดังนั้น ถ้าเราหมุนเลข 9 ก็จะมีการพัลส์จำนวน 10 พัลส์นั่นเอง และความเร็วในการส่งก็คือ 10 พัลส์ต่อวินาที

สำหรับโทรศัพท์ที่ใช้การกดปุ่มนั้นจะเป็นการส่งสัญญาณที่มีค่าของความถี่ที่แตกต่างกันออกไปสำหรับแต่ละเลขหมายที่มีอยู่ 10 ตัว ความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียง โดยในการกดครั้งหนึ่งจะมีสัญญาณเสียงที่มอดูเลตแล้วส่งออกไป 2 ความถี่ ดังตารางที่ 2.1

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

ตารางที่ 2.1 ความถี่ที่มอดูเลตกันเมื่อกดหมายเลข

ทางชุมสายเมื่อได้รับข้อมูลจากผู้เรียกแล้ว ก็จะแปลงสัญญาณที่ได้รับมาส่งให้อุปกรณ์สวิตซ์ซึ่งทำงาน เพื่อกำหนดสายให้กับผู้เรียก ถ้าปลายสายที่ต้องการติดต่อกับไม่ว่าง ชุมสายไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถต่อวงจรให้ได้ แต่ถ้าปลายสายว่าง ขุมสายก็จะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังปลายสายและส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ringing Back Tone) ไปยังผู้เรียก เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถต่อวงจรให้ได้ตามต้องการแล้ว

2.1.3 การสนทนา

เมื่อปลายสายหรือผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น การทำงานในส่วนวงจรควบคุมของ ขุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุด เพื่อที่จะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่เรียกเข้ามาต่อไป แต่หน้าที่ของ ขุมสายสำหรับตอนนี้ก็คือ การทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการในภายหลัง

ในระหว่างที่ทำการสนทนาอยู่ เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำงาน 2 รูปแบบไปพร้อมๆ กัน คือ แปลงจากสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง (Acoustic Energy) ซึ่งจะเรียกว่ารูปแบบการ รับสัญญาณ (Receiver Mode) และในทางกลับกัน รูปแบบที่ทำหน้าที่แปลงจากสัญญาณเสียง เป็นสัญญาณไฟฟ้า จะเรียกว่า รูปแบบการส่งสัญญาณ (Transmitter Mode) ในรูปแบบหลังนี้ นี้เองที่มีเรื่องของการป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้อง นั่นก็คือ การที่ผู้พูดสามารถได้ยิน เสียงของตนเองจากหูฟังด้วย เรียกเสียงนี้ว่า Side Tone ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้อนกลับ มา เพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าควรพูดให้มีเสียงดังให้อยู่ในระดับใดจึงจะพอ เหมาะที่คู่สนทนาจะได้ยินเสียงพูดของผู้เรียกได้อย่างชัดเจน

เมื่อสิ้นสุดการสนทนาทั้ง 2 ฝ่าย และวางหูโทรศัพท์ลง สัญญาณจากสวิตช์ก็จะบอก ให้ขุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่ออยู่ออก อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะว่าง และพร้อมสำหรับการ ติดต่อครั้งต่อไป

2.1.4 ระบบการส่งสัญญาณในสายส่ง

ในสายส่งโทรศัพท์นั้นมีสัญญาณต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้เราสามารถพูดคุย กันในระยะทางไกลๆ ได้ สัญญาณที่จะปรากฏในสายส่งจะสามารถแยกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ สัญญาณเสียงที่พูดคุยกัน และสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมระบบสวิตซ์ซึ่ง ซึ่งใช้ในการ เชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกนั่นเอง รวมทั้งสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณบอก ไม่ว่าง ตัวสัญญาณควบคุมนี้อาจจะเป็นได้ทั้งสัญญาณแอนะล็อก หรือจะเป็นสัญญาณดิจิทัล

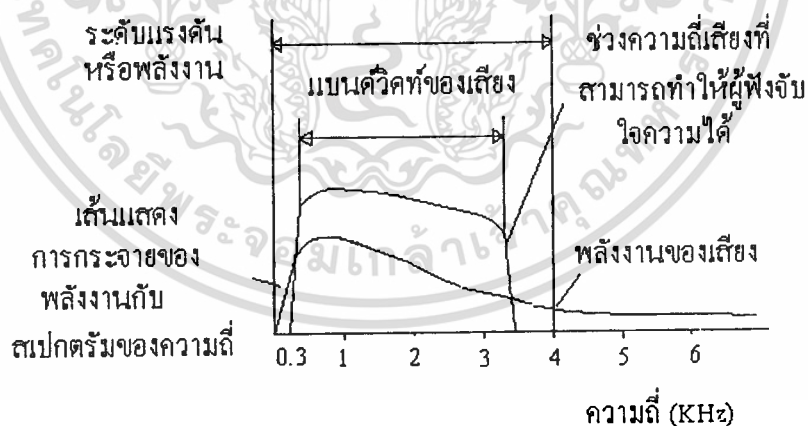
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ก็ได้อีก โทรศัพท์แบบหมุนกับแบบกดปุ่มมีหลักการส่งรหัสหมายเลขโทรศัพท์คนละแบบกัน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ในการส่งสัญญาณออกไปในสายส่งบางครั้ง อาจจะมีการส่งทั้งสัญญาณดิจิทัล และ สัญญาณแอนะล็อกไปพร้อมๆ กันก็ได้

2.1.5 สัญญาณเสียงพูด

สัญญาณเสียงพูดเป็นสัญญาณแอนะล็อก จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าเสียงพูดมีแบนด์วิดท์ ตั้งแต่ 100 เฮิรตซ์ ไปจนถึง 6 กิโลเฮิรตซ์ แต่จริงๆ แล้วเสียงพูด ที่ทำให้คนเรานั้นสามารถฟัง แล้วจับใจความได้ จะอยู่ในช่วง 200-4,000 เฮิรตซ์ เท่านั้น วงจรกรองความถี่จึงได้ถูกนำมาใช้ เพื่อป้องกันสัญญาณที่ไม่ต้องการเข้ามาภายในระบบ โดยจะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 0-400 เฮิรตซ์ สามารถผ่านเข้าไปในระบบได้ และความถี่ย่านนี้เรียกว่าช่องสัญญาณเสียงพูด แต่อย่างไรก็ตาม แบนด์วิดท์ของเสียงพูดในการส่งจริงจะอยู่ช่วง 300-3,000 เฮิรตซ์ เท่านั้น ไม่ได้มีการใช้ช่องสัญญาณในการส่งเต็มย่านความถี่

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าช่วงความถี่ 300-3,000 เฮิรตซ์ ประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆ หลายสัญญาณ ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณหมูน หรือสัญญาณควบคุมต่างๆ ก็จะถูกส่งไปในช่วง ความถี่นี้ทั้งสิ้น



รูปที่ 2.2 แถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด

เมื่อกล่าวถึงระดับความดังของเสียงที่ได้ยิน นั่นก็คือ ขนาดแอมพลิจูดของสัญญาณ ซึ่งสามารถอธิบายให้เห็นได้ดียิ่งขึ้นโดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอยู่ในรูปของพลังงานที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏที่โหลด ดังรูปที่ 2.4 เช่น สายโทรศัพท์คู่หนึ่งที่มีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม พลังงานที่ปรากฏที่โหลดคือ

$$P_{\text{load}} = es^2 / 600$$

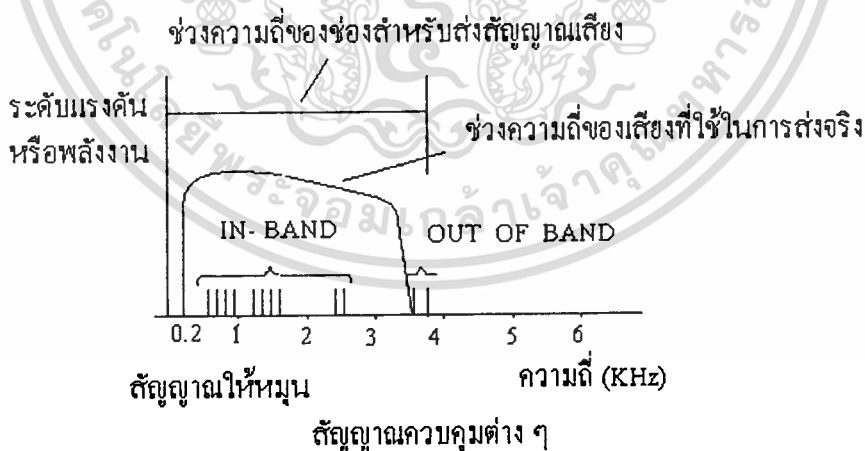
โดย P_{load} คือ กำลังที่ตกคร่อมโหลด (วัตต์)

es คือ ระดับแรงดันของสัญญาณที่ส่งไป (วัตต์)

แต่ในระบบโทรศัพท์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงมักจะใช้การเปรียบเทียบกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์ อยู่เสมอโดยอยู่ในรูปของเดซิเบลซึ่งมีสมการดังนี้

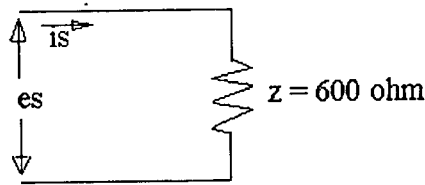
$$\text{dB} = 10 \log_{10} (P_1 / P_2)$$

แต่เนื่องจากมักจะใช้ค่า 1 มิลลิวัตต์ เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (ค่า $P_2 = 1$ มิลลิวัตต์ ในสมการนั่นเอง) ก็จะใช้สัญลักษณ์เป็น dB_m แทน ซึ่งความหมายก็คือ การเปรียบเทียบกำลังที่จุดใดๆ กับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์ นั่นเอง



รูปที่ 2.3 สัญญาณต่างๆ ที่อยู่ในและนอกความถี่เสียง

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันจริงๆ จะมีการกำหนดจุดๆ หนึ่งในสายส่งให้มีค่า $\text{dB}_m = 0$ ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า Zero level Transmission Point (Zero LTP) ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับจากการไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 วงจรรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ

กำหนดจุดนี้ขึ้นมา ก็คือ สามารถทำให้เราทราบได้ว่าที่ระยะต่างๆ ที่ห่างจากจุด Zero LTP มีค่ากำลังของสัญญาณที่ dB_m เท่าใด เมื่อทราบเพียงค่าแรงดันจากการวัดที่ระยะนั้นๆ

2.1.6 สัญญาณรบกวน

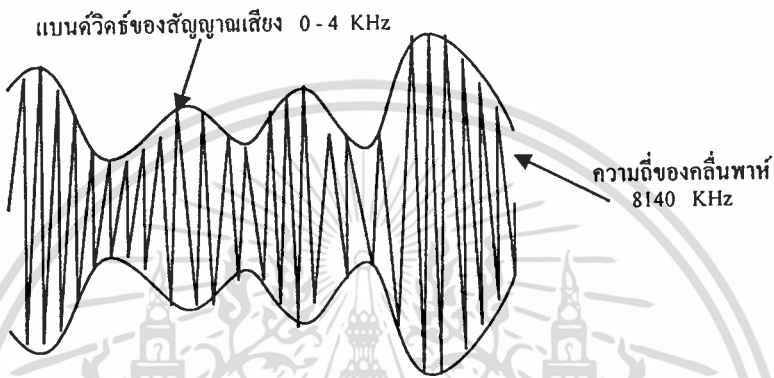
ในระบบโคของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ย่อมจะต้องมีสัญญาณรบกวนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของสัญญาณเสียงพูดได้ และสิ่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน ก็คือ สิ่งแวดล้อมรอบข้างนั่นเอง เช่น ความร้อนจากสวิทช์, อุปกรณ์ไทรสเตอร์, สายไฟฟ้ากำลังสูงที่อยู่ใกล้กับสายส่งสัญญาณ หรือแม้แต่ข้อต่อของสายที่บกพร่อง สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่มีผลทำให้ประสิทธิภาพของสัญญาณโทรศัพท์ด้อยลงทั้งสิ้น นอกจากนี้ ยังมีสัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่ง คือเสียงสะท้อนในสายโทรศัพท์ สาเหตุที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อน ก็คือเกิดการไม่สมดุลกัน (Mismatching) ระหว่างอิมพีแดนซ์ของสายส่งกับอุปกรณ์ทางด้านเอาต์พุต โดยมากแล้วมักจะพบในการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบโทรศัพท์ที่มี 2 สาย กับระบบที่มี 4 สาย และปัญหาเรื่องเสียงสะท้อนจะมากยิ่งขึ้น ถ้าหากระยะระหว่างจุดที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อน ใกล้กันมากๆ แต่โดยปกติแล้วมักจะรู้สึกถึงการสะท้อนกลับของเสียงจนถึงขั้นที่ทำให้เรารำคาญ

2.1.7 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ

ถ้าหากทำให้สายส่งสัญญาณโทรศัพท์เส้นหนึ่งสามารถใช้ส่งสัญญาณจากหลายๆ เครื่องได้ภายในเส้นเดียวกัน ก็จะทำให้สะดวกและประหยัดในการเดินสาย ดังนั้น ในระบบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่บริการกับชุมสายท้องถิ่นนั้น จึงได้มีการนำวิธีการมัลติเพล็กซ์มาใช้ ทั้งสี่ ยกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อกำหนดสัญญาณมาใช้ ซึ่งเป็นระบบที่เรียกว่า Frequency Division Multiplexing (FDM) ซึ่งระบบนี้จะทำให้สามารถส่งสัญญาณที่มีความถี่ต่างกันไปในสายส่งเดียวกันได้

ในรูปที่ 2.5 แสดงถึงหลักการของวิธีการมอดูเลตแบบแอมพลิจูดมอดูเลตดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าความถี่ของสัญญาณเสียงที่เหมาะสมที่ใช้ในการส่งไปนั้นจะอยู่ ในช่วงความ-



รูปที่ 2.5 สัญญาณเสียงที่มอดูเลตกับคลื่นพาห์

ถี่ 0-4 กิโลเฮิร์ตซ์ ถ้าหากต้องการจะส่งสัญญาณเสียงจากหลายๆ แหล่งไปพร้อมกัน จะต้องทำการมอดูเลตสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่าสัญญาณเสียงมาก เช่น ความถี่พาห์ขนาด 8,140 กิโลเฮิร์ตซ์ เข้าไปกับสัญญาณเสียง

2.1.8 สัญญาณต่าง ๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์

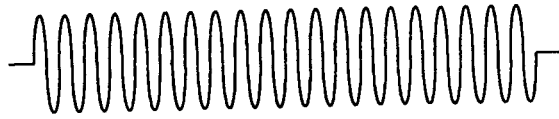
สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์ที่ส่งมายังสมาชิกผู้ใช้ (Subscriber) เป็นการบอกสถานะการติดต่อของอุปกรณ์ส่วนต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ และแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าควรทำอะไรเมื่อได้รับสัญญาณแต่ละชนิด รายละเอียดของสัญญาณต่างๆ มีดังนี้

สัญญาณสมาชิก คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งสภาวะต่างๆ ในการติดต่อให้ผู้เรียกทราบว่าควรทำอะไรเมื่อได้รับสัญญาณ สัญญาณสมาชิกประกอบด้วย

- 1. สัญญาณให้หมุน (DT : Dial Tone) สัญญาณให้หมุนนี้เป็นสัญญาณแบบคลื่นขายนีมีความถี่ 400 เฮิร์ตซ์ ส่งมาอย่างต่อเนื่อง และมีระดับขนาด 400 มิลลิโวลต์ พิกทูปิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คู่มือฉบับนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 สัญญาณให้หมุน

2. สัญญาณไม่ว่าง (BT : Busy Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงให้สมาชิกทราบว่าผู้รับสายไม่ว่าง หรือการต่อระหว่างชุมสาย (Trunk) ไม่ว่าง ผู้เรียกจึงควรวางหู โทรศัพท์สักกระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มทำการเรียกใหม่ สัญญาณไม่ว่างเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ มีความถี่ 400 เฮิร์ตซ์ ส่งมาให้ผู้รับสายเป็นช่วงๆ โดยเป็นจังหวะดัง 0.5 วินาที สลับกันไป และมีขนาด 250-300 มิลลิโวลต์พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 สัญญาณไม่ว่าง

3. สัญญาณเรียกกลับ (RBT : Ring Back Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่า การต่อถูกขึ้นตอนตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ และส่งสัญญาณกริ่งให้กับผู้รับเพื่อตอบรับการเรียกสัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ที่มีความถี่ 20 เฮิร์ตซ์ มาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที มีระดับขนาด 100 โวลต์พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 สัญญาณเรียกกลับ

4. สัญญาณกริ่งเรียก (RGT : Ringing Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่าการต่อทุกชั้นตอนเป็นไปตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สามารถดำเนินการติดต่อได้สำเร็จ และส่งสัญญาณกริ่งมาให้ผู้รับตอบรับการเรียก สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณคลื่นไซน์มีความถี่ 20 เฮิร์ตซ์ ส่งมาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที มีระดับขนาด 100 โวลต์พีกทูพีก ดังรูปที่ 2.9

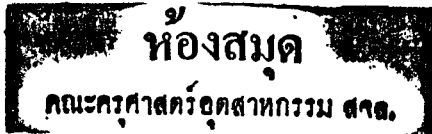


รูปที่ 2.9 สัญญาณกริ่งเรียก

2.1.9 ระบบการต่อของเครื่องชุมสายโทรศัพท์

1. ระบบการต่อทางด้านผู้เรียก

เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาเพื่อทำการเรียกออก จะทำให้ระดับสัญญาณไฟตรง ของคู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ ทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ทราบว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียก ในกรณีที่ไม่วางชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่วางไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหูสักครู่แล้วจึงเริ่มทำการเรียกออกใหม่ เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุนก็จะทำการส่งเลขหมายของผู้รับไปยังชุมสาย อุปกรณ์ของชุมสายโทรศัพท์จะทำการแปลรหัส พร้อมกันนั้นชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนหลังจากได้รับสัญญาณเลขหมายตัวแรก เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์ได้รับเลขหมายของผู้รับ ก็จะทำการระบุตำแหน่งของชุมสายปลายทางจากเลขหมาย โดยพิจารณาเลขหมาย 3 หลักแรก เมื่อทราบตำแหน่งแล้วเครื่องโทรศัพท์ก็จะทำการเลือกเส้น (Route) ระหว่างชุมสายผู้เรียกกับชุมสายผู้รับให้สามารถติดต่อกันได้ แล้วจะส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียก ขณะเดียวกันก็จะส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้รับในกรณีที่ผู้รับไม่ได้ใช้โทรศัพท์อยู่ หรือชุมสายไม่สามารถหาเส้นทางติดต่อได้ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่วางไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหูแล้วค่อยทำการเรียกซ้ำใหม่ เมื่อผู้รับตอบรับการเรียก สัญญาณตอบรับ (Answer Signal) ซึ่งเป็นสัญญาณเรียกกลับ



จะถูกส่งจากผู้รับไปยังชุมสาย ทำให้ชุมสายตัดสัญญาณกริ่งเรียกทางด้านผู้รับ และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับทางด้านผู้เรียก หลังจากนั้นผู้เรียก และผู้รับก็จะสามารถเริ่มต้นการสนทนากันได้ เมื่อมีการวางหูด้านผู้เรียกหรือผู้รับ ชุมสายโทรศัพท์ก็จะยกเลิกเส้นทางการติดต่อ

2. ระบบการต่อต้านผู้รับ

เมื่อเกิดการเรียกไปยังผู้รับได้สำเร็จ ชุมสายโทรศัพท์ก็จะดำเนินการส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้รับให้ทราบ เพื่อทำการตอบรับการเรียก ถ้ายังไม่มีคำตอบรับการเรียกภายในเวลา 90 วินาที สัญญาณกริ่งเรียกที่ถูกส่งมาอย่างสม่ำเสมอก็จะถูกยกเลิกโดยทางชุมสายโทรศัพท์ และจะส่งสัญญาณไม่วางแจ้งไปยังผู้เรียกให้ทราบว่าผู้รับไม่ตอบรับการเรียกให้ทำการเรียกใหม่ กรณีที่ผู้รับตอบรับการเรียก จะทำให้ระดับสัญญาณไฟตรงเกิดการเปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ เป็นการแจ้งให้ทางชุมสายโทรศัพท์ทราบสถานะการตอบรับการเรียก ทำให้เกิดการยกเลิกสัญญาณกริ่งเรียกด้านผู้รับ และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียก หลังจากนั้น วงจรสนทนาระหว่างผู้เรียกและผู้รับก็จะทำงาน และสามารถเริ่มต้นการสนทนากันได้ เมื่อเกิดสถานะการวางหูของผู้เรียกและผู้รับ ชุมสายโทรศัพท์จะทำการยกเลิกเส้นทางการติดต่อ

3. ระบบการกำหนดเลขโทรศัพท์

การต่อโทรศัพท์ของสมาชิกผู้เช่าแต่ละรายโดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ จำเป็นต้องมีเลขหมายแทนชื่อผู้เช่า และเลขหมายที่ใช้นั้นจะต้องเกิดความสะดวกรวดเร็วในการเรียกติดต่อในประเทศหรือการเรียกโทรศัพท์ภายในท้องถิ่นเดียวกันนั้น จะกำหนดว่าต้องหมุนหมายเลขของชุมสายท้องถิ่นก่อน แล้วจึงหมุนหมายเลขของผู้เช่าตามหลัง ในกรณีการต่อในเขตอื่น จะต้องมียเลขแสดงการผ่านศูนย์ทางไกลซึ่งเป็นเลข 0 ก่อน แล้วจึงหมุนหมายเลขของศูนย์โทรศัพท์ทางไกล (Toll center) จากนั้นจึงจะเป็นเลขหมายของชุมสายท้องถิ่นและเลขหมายของผู้เช่า

กรณีการเรียกท้องถิ่นเดียวกัน

K K K

X X X X

หมายเลขชุมสายท้องถิ่น หมายเลขของผู้เช่า

กรณีเรียกทางไกล

O

F F

K K K

X X X X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ทางเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอาไปใช้ประโยชน์ในการค้า
หมายเลขศูนย์ทางไกล หมายเลขชุมสายท้องถิ่น หมายเลขของผู้เช่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

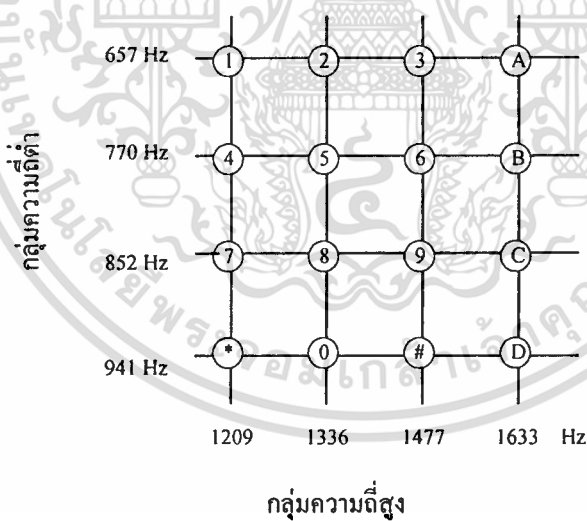
2.1.10 ลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์

สัญญาณโทรศัพท์ที่มีทั้งสัญญาณไฟตรง และไฟสลับซึ่งจะพิจารณาสัญญาณโทรศัพท์ได้เป็น 2 ลักษณะตามวิธีการใช้คือ

1. เมื่อเป็นผู้เรียก

เมื่อโทรศัพท์ยังไม่ได้ใช้หรือไม่ได้ยกหู สัญญาณระหว่างคู่สายจะเป็น 48 โวลต์ ดีซี เมื่อยกหูฟังขึ้นสัญญาณระหว่างโทรศัพท์จะตกลงเป็น 5 โวลต์ ดีซี ในขณะที่เดียวกันก็จะมีสัญญาณ 600 มิลลิโวลต์ ผสมมาด้วย

เมื่อหมุนหรือกดหน้าปัทม์เพื่อเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการติดต่อด่วนนั้น ในแบบหมุนหน้าปัทม์จะส่งพัลส์จำนวนลูกเท่ากับจำนวนพัลส์ที่หมุน โดยจะส่งพัลส์ในแบบ 10 พัลส์ต่อวินาที หรือ 20 พัลส์ต่อวินาที สำหรับในแบบกดปุ่มหน้าปัทม์นั้นจะส่งสัญญาณคู่ความถี่ ซึ่งเป็นสัญญาณของกลุ่มความถี่ต่ำและความถี่สูงรวมกัน ซึ่งจะเป็นความถี่มาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 2.10

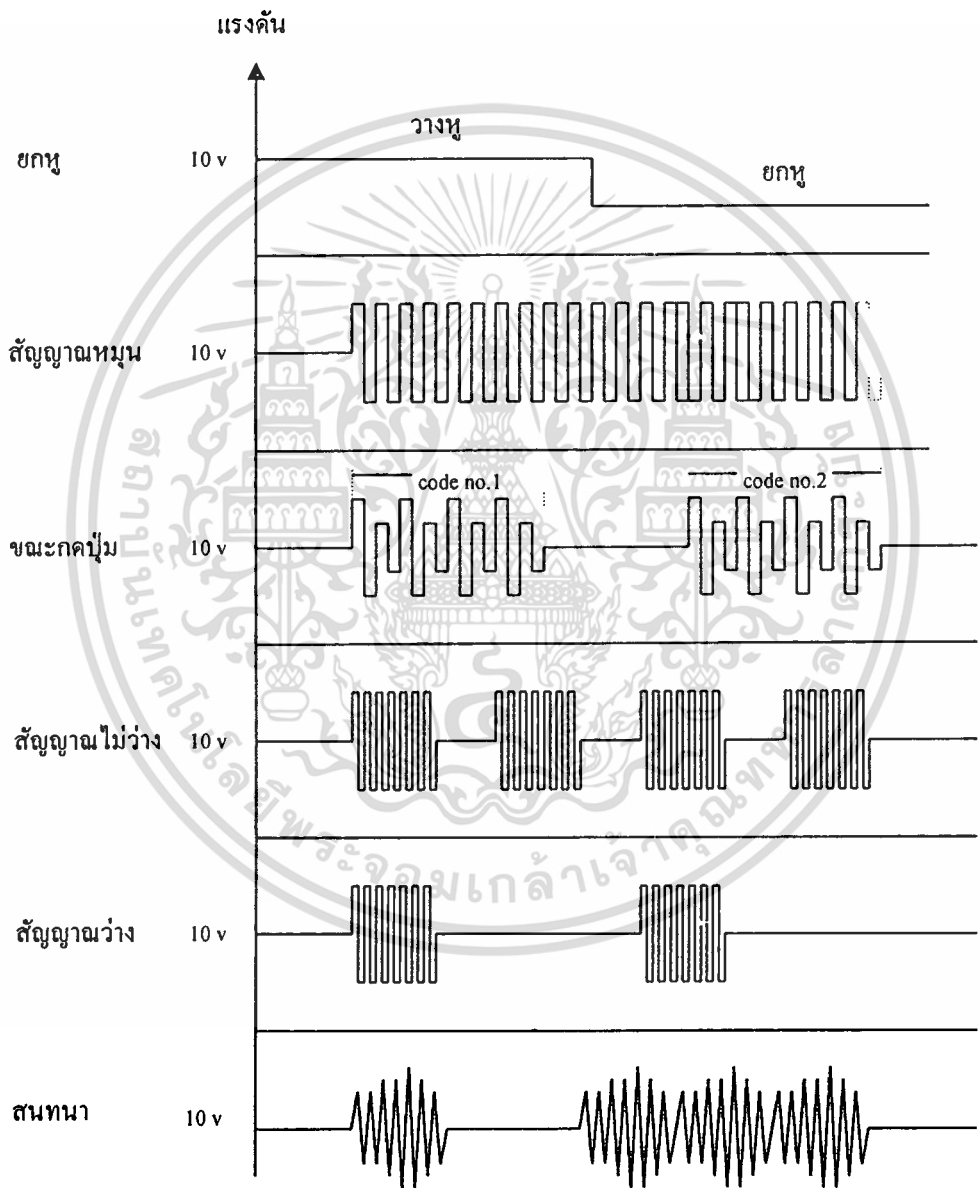


รูปที่ 2.10 ความถี่และการจัดปุ่ม

ขณะรอสัญญาณหลังการหมุนหรือกดปุ่มหน้าปัทม์ ถ้าได้รับสัญญาณเรียกกลับแสดงว่ากำลังมีการเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการติดต่อยู่ โดยเป็นสัญญาณเป็นจังหวะดัง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที สลับกัน ที่มีความถี่ 440 เฮิรตซ์ และระดับสัญญาณ 200 มิลลิโวลต์ แต่ถ้าหากว่าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง ซึ่งจะเป็นสัญญาณดังและหยุดสลับกันเป็นจังหวะทุกๆ 0.5 วินาที ที่มีความถี่ 500 เฮิรตซ์ และระดับสัญญาณ 400 มิลลิโวลต์

ขณะพูด สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์ยังคงเป็นสัญญาณดีซี 5 โวลต์ เช่นเดิม แต่จะมีสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณเอซี ระดับสัญญาณขนาดไม่เกิน 1 โวลต์ กรอมนอยู่บนสัญญาณดีซี



รูปที่ 2.11 ลักษณะทางไฟฟ้าปรากฏที่คู่สายในขณะที่ทำการเรียก

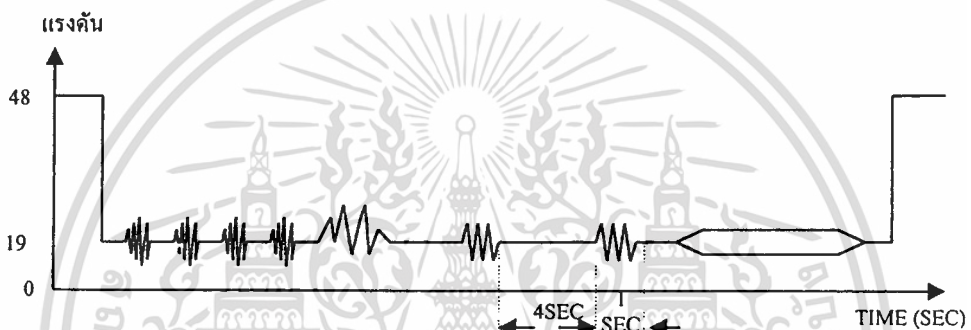
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเป็นผู้รับ

ขณะยังวางหูอยู่ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะเป็น 48 โวลต์ ดีซี

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

เมื่อยกหูโทรศัพท์ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะตกลงไปเป็น 10 โวลต์ ดีซี และจะได้ยินเสียงจากผู้เรียก



รูปที่ 2.12 ลักษณะของสัญญาณเมื่อผู้ที่เรียกเรียกเข้ามา



รูปที่ 2.13 ลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์

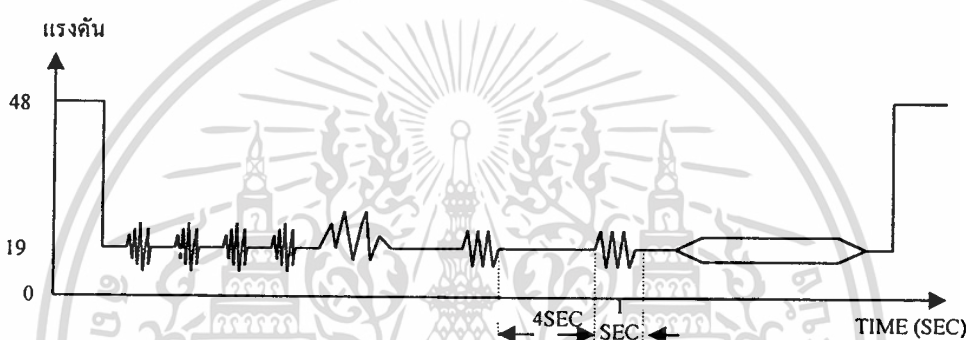
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเป็นผู้รับ

ขณะยังวางหูอยู่ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะเป็น 48 โวลต์ ดีซี

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

เมื่อยกหูโทรศัพท์ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะตกลงไปเป็น 10 โวลต์ ดีซี และจะได้ยินเสียงจากผู้เรียก



รูปที่ 2.12 ลักษณะของสัญญาณเมื่อผู้ที่เรียกเรียกเข้ามา

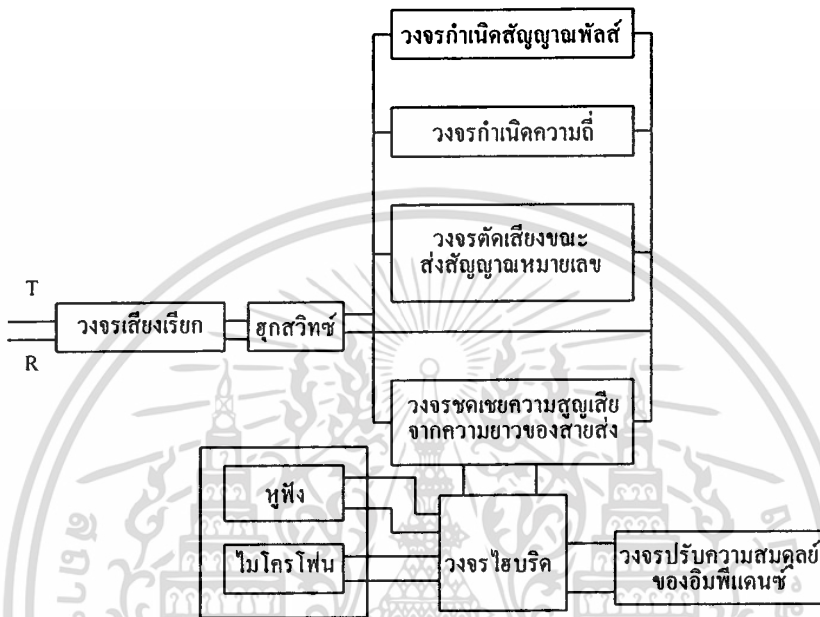


รูปที่ 2.13 ลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบโทรศัพท์

2.2.1 ระบบทำงานของโทรศัพท์



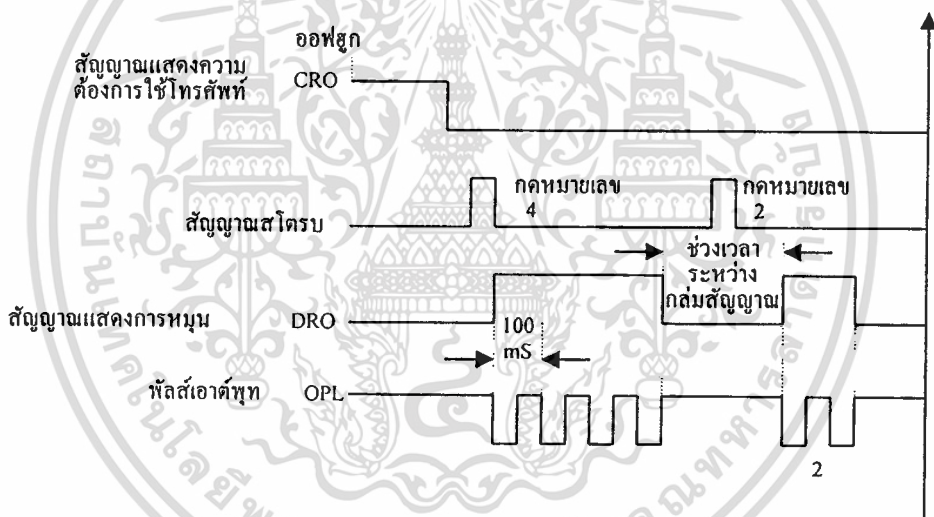
รูปที่ 2.14 ผังการทำงานของโทรศัพท์

ในรูปที่ 2.14 เป็นผังการทำงานของส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย T (Tip) และสาย R (Ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ชุมสาย คือวงจรกำเนิดเสียงเรียก (Ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงก็คือเมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วาง สวิตช์จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังสวิตช์ได้ ดังนั้น ถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากสวิตช์จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สวิตช์ S_1 และ S_2 ในรูปที่ 2.14 ก็ปิดวงจร ทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียวกัน กระแสค่าเดียวกันนี้จะไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ที่ชุมสายด้วย ซึ่งจะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลง เพื่อที่จะ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุแต่เบื้องเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำใบใช้

ออก 7 ครั้ง ซึ่งสวิตช์ S3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่ปล่อยให้เป็นหมุน กลับสู่ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างที่หมุนหมายเลขอยู่

รูปที่ 2.15(ข) จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ จากรูปนี้จะเห็นว่าในตอนแรกโทรศัพท์อยู่ในสถานะออนฮุก (On-Hook) คือ หูโทรศัพท์จะถูกวางอยู่บนที่วางหูโทรศัพท์ตามปกติ ไม่มีกระแสจากชุมสายเข้าสู่โทรศัพท์ เพราะขณะนี้วงจรถูกเปิดออกโดยสวิตช์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ โทรศัพท์จะอยู่ในสถานะออฟฮุก (Off-Hook) สวิตช์จะถูกปิดวงจรลง ทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลข โดยในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข 4 ก็จะทำให้วงจรถูกเปิดออกด้วยสวิตช์ S3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้อุปสัญญาณออกมาอย่างที่แสดงในรูป



รูปที่ 2.15(ข) ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข

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

1. คาบของสัญญาณพัลส์ (Pulse Period) เท่ากับช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด (Break Duration) + ช่วงเวลาที่วงจรถูกปิด (Make Duration) ซึ่งคาบของสัญญาณพัลส์จะถูกออกแบบให้มีค่าอย่างต่ำ 100 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

4. ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (Interdigit Interval) ถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 มิลลิวินาที

สำหรับในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดค่ามาตรฐานของสัญญาณไว้แน่นอน ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดจะต้องไม่ต่ำกว่า 60 มิลลิวินาที หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60 % สำหรับประเทศอื่นๆ มักจะใช้ที่ค่า 67 % เป็นส่วนใหญ่

ความเสียหายของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

ตามปกติ สายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์จะมีความต้านทานของตัวเก็บประจุและขดลวดเหนี่ยวนำแฝงอยู่ โดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ ระยะทาง 1 ไมล์ ที่เพิ่มขึ้นของสายส่งจะเสมือนว่ามีตัวเก็บประจุต่อคร่อมระหว่างสายส่ง มีค่าประมาณ 42 โอห์ม และ 1 มิลลิเฮนรี่ ตามลำดับ ซึ่งอุปกรณ์แฝงพวกนี้จะมีผลทำให้สัญญาณพัลส์ที่ส่งไปตามสายส่งเกิดความผิดเพี้ยนทั้งขนาด และคาบเวลา ดังนั้น ชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถจะรับรู้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนเหล่านี้ไว้ และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อ

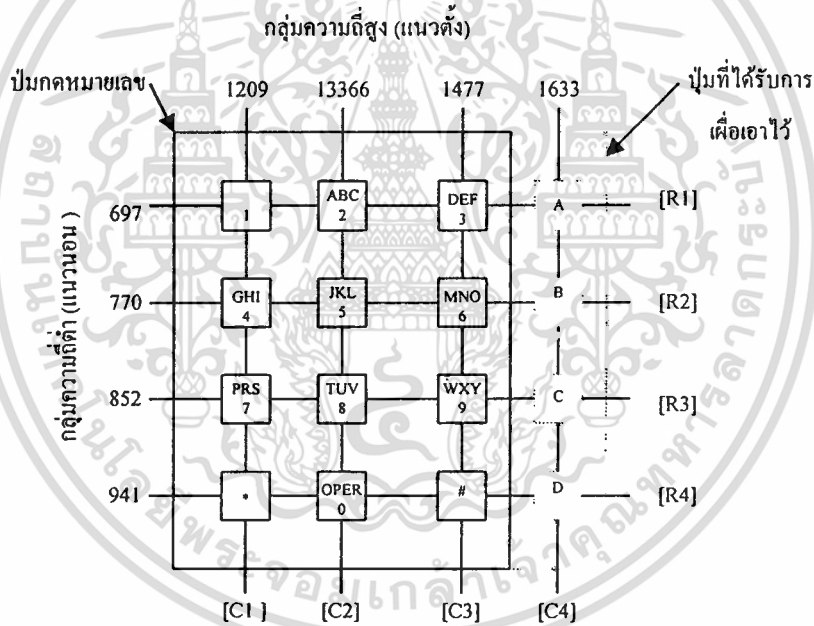
2.2.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่

เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งใช้มากกว่าระบบการส่งเป็น สัญญาณพัลส์ ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อโดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ส่งออกไปจะอยู่ในย่านของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิร์ตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าจะแสดงไว้ในรูปที่ 2.16

2.2.4 ข้อเปรียบเทียบระหว่างโทรศัพท์แบบหมุนกับระบบ DTMF

ในการส่งสัญญาณแบบพัลส์ 1 ลูก จะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100 มิลลิวินาที (60 วินาที สำหรับช่วงการเปิดวงจร และ 40 วินาที สำหรับช่วงการปิดวงจร) และยังคงมีช่วงเวลาที่แยกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 700 มิลลิวินาที และยิ่งถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามาก และยาวมากขึ้นเท่าใด ย่อมต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น เช่น หมายเลข 555-5555 จะใช้เวลาในการส่งสัญญาณ = 5 (พัลส์/มิลลิวินาที) $\times$ 1000 (มิลลิวินาที /พัลส์) $\times$ 7 = 3.5 วินาที และระยะเวลาของช่องว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ = 700 (มิลลิวินาที) $\times$ 6 = 4.2 วินาที ดังนั้นจะใช้เวลาในการส่งทั้งหมด = 3.5 + 4.2 = 7.7 วินาที แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้การส่งระบบ DTMF จะสามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายได้มากกว่าระบบที่ใช้การส่งสัญญาณพัลส์ ซึ่งเป็นผลให้ชุมสายสามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



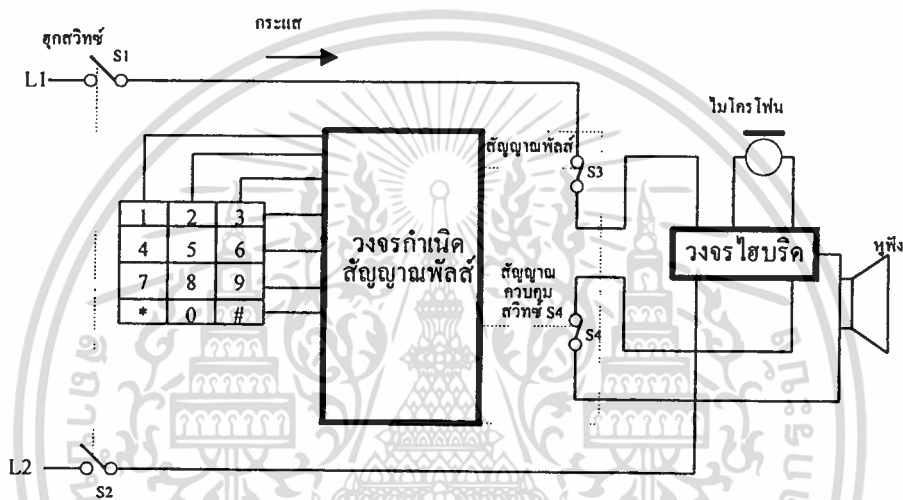
รูปที่ 2.16 เป็นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ

2.2.5 วงจรของระบบที่ใช้การแบบพัลส์สื่อสารสัญญาณ

ดังที่ทราบแล้วว่าการส่งรหัสแบบพัลส์ คือ การจัดจังหวะการไหลของกระแส ดังนั้นเอกสารจรรยาที่ได้รับการพัฒนาแล้วก็ยังคงใช้หลักการเดียวกันอยู่ เพียงแต่ใช้อุปกรณ์ที่เป็นไอซีแทนการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนอุปกรณ์ทางกล โดยวงจรที่จะกล่าวถึงนี้เรียกว่า วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ ซึ่งยังคงสามารถสร้างสัญญาณพัลส์ด้วยความเร็ว 10 พัลส์ต่อวินาที และจะต้องมีวงจรที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดเสียงเล็ดลอดเข้าไปสู่หูฟังเนื่องจากการส่งสัญญาณพัลส์ จากวงจรที่ได้ถูกออกแบบใหม่นี้จะมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน

แบบแรกจะเป็นวงจรที่ออกแบบให้วงจรหมุนหมายเลขต่อขนานกับวงจรไฮบริด (Hybrid) หรือเสียงพูด ดังรูปที่ 2.17

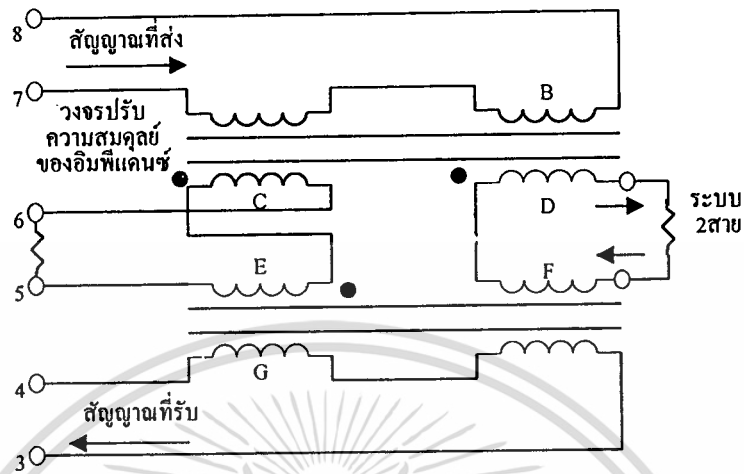


รูปที่ 2.17 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบขนานกับวงจรไฮบริด

สำหรับวงจรไฮบริดหรือวงจรเสียงพูด ก็คือวงจรที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างระบบ 4 สายเข้ากับระบบ 2 สาย โดยเมื่อเชื่อมต่อเข้าด้วยกันแล้ว ทำให้โทรศัพท์สามารถสื่อสารแบบสวนทางกันได้ในเวลาเดียวกันนั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 2.18

วงจรในเครื่องรับโทรศัพท์จะใช้ระบบ 4 สาย คือ ใช้ 2 สายสำหรับส่งสัญญาณเสียงพูด และอีก 2 สายสำหรับนำสัญญาณเข้าสู่หูฟัง แต่ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายระดับท้องถิ่น จะเป็นการติดต่อโดยผ่านสาย T และ R เพียง 2 สายเท่านั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมียวงจรไฮบริดที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อทั้งระบบ 2 สาย และ 4 สาย ให้สามารถติดต่อกันได้นั่นเอง

นอกจากวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์จะมีขดลวดเหนี่ยวนำต่อเป็นวงจรไฮบริดแล้ว การติดต่อระหว่างชุมสายท้องถิ่นด้วยกันก็จำเป็นต้องมีวงจรไฮบริดด้วยเช่นกัน นอกจากนั้น การคำนวณว่ากรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 วงจรไฮบริด

ในส่วนของวงจรไฮบริดเองก็จะมีวงจรที่ทำหน้าที่ปรับความสมดุลทางอิมพีแดนซ์ของระบบที่ถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน เพื่อให้สัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันมีประสิทธิภาพที่สุด

สำหรับวงจรอีกแบบหนึ่งจะเป็นวงจรที่ถูกออกแบบให้วงจรหมุนหมายเลขโดยต่ออนุกรมกับวงจรไฮบริด ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.19

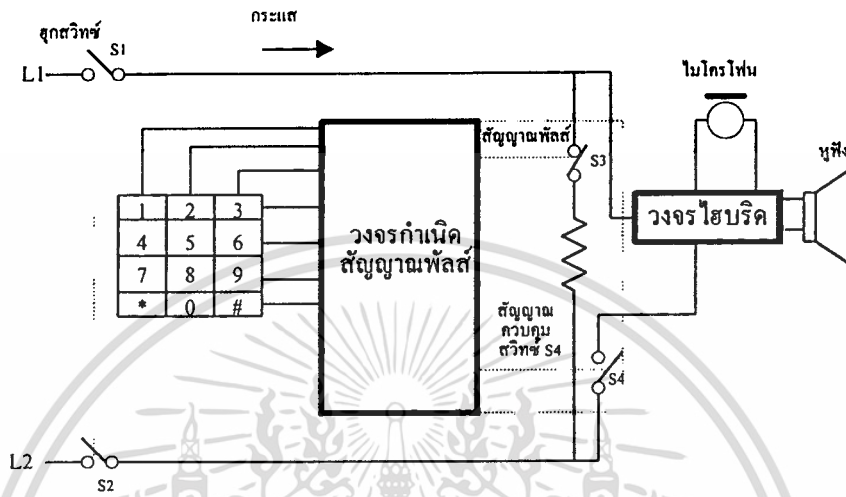
ตามวงจรที่แสดงในรูปที่ 2.19 จะเห็นว่าสวิตช์ซึ่ง S3 จะถูกต่ออนุกรมกับวงจรไฮบริดอยู่ โทรศัพท์ระบบนี้จะใช้สัญญาณจากวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์มาควบคุมสวิตช์ S3 ให้เปิดปิดวงจร เพื่อทำให้เกิดเป็นสัญญาณควบคุมให้สวิตช์ซึ่ง S4 เปิดวงจร เพื่อไม่ให้เกิดสัญญาณออกทางหูฟังขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่ จะเห็นว่าหลักการทำงานของทั้ง 2 ระบบจะเหมือนกัน จะแตกต่างกันก็ตรงลักษณะการเชื่อมต่อวงจรเท่านั้นเอง

ไอซีที่ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ และสัญญาณควบคุมต่างๆ จะมีรายละเอียดดังนี้

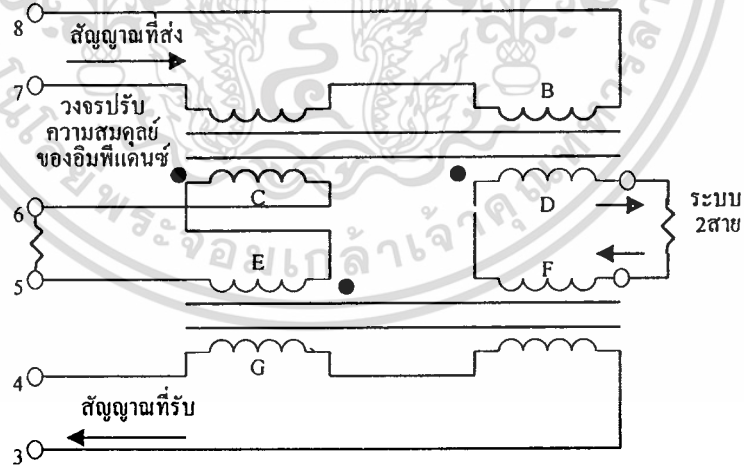
ในรูปที่ 2.20 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซีตัวนี้ จะเห็นว่าเอาต์พุตของไอซีจะเป็นสัญญาณพัลส์และสัญญาณควบคุมที่จำเป็นต้องใช้ส่วนสัญญาณอินพุตจะเป็นรหัสไบนารี ซึ่งใช้แทนหมายเลขโทรศัพท์, สัญญาณให้ถือหูร่อ, สัญญาณหมุนซ้ำ เป็นต้น วงจรออสซิลเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะถูกใช้เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาให้กับวงจรภายในไอซี สำหรับภาคขับสัญญาณเอาต์พุต จำเป็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์ที่ทนแรงดันสูงได้ดี



รูปที่ 2.19 วงจรหนูนหมายเลขต่อแบบอนุกรมกับวงจรไฮบริด

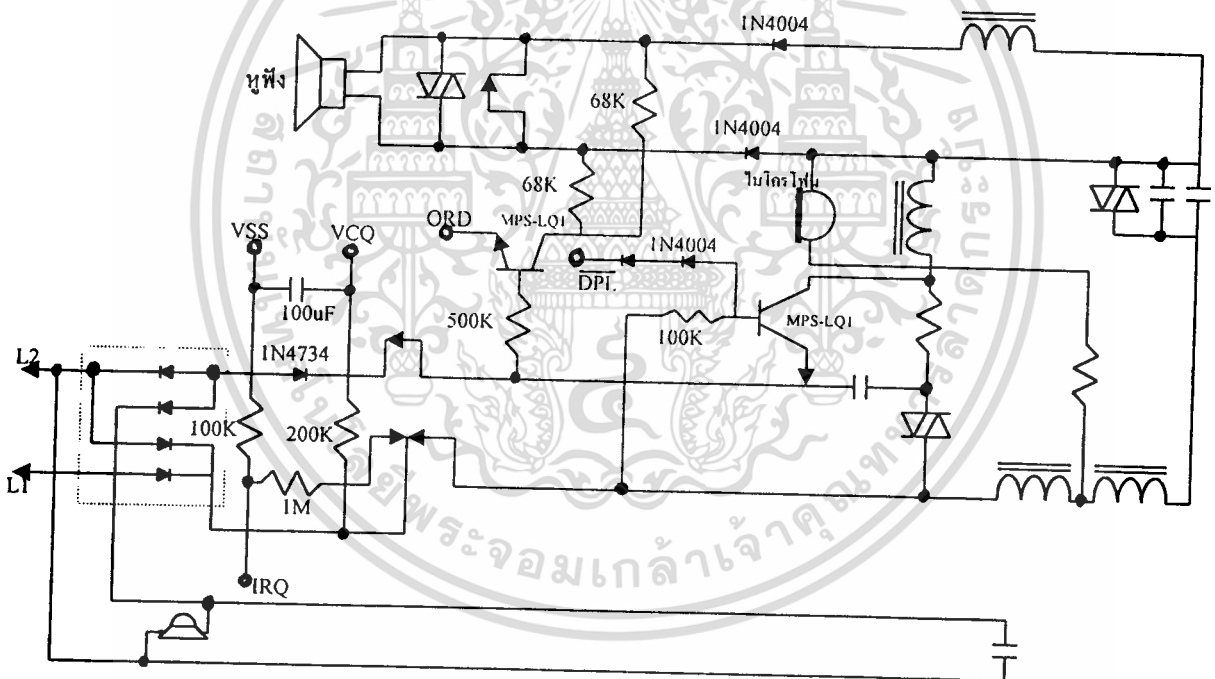


รูปที่ 2.20 ฟังก์ชันการทำงานของไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ควบคุมช่วงเวลาในการส่งสัญญาณที่มีความจำเป็น ก็คือสัญญาณ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนสุก/ออฟสุก, สัญญาณบอกช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณพัลส์ และสัญญาณกำเนิดอัตราส่วนการปิด/เปิดวงจร สำหรับสัญญาณจากวงจรออสซิลเลเตอร์นั้นจะไม่สามารถผลิตความถี่ออกมาได้

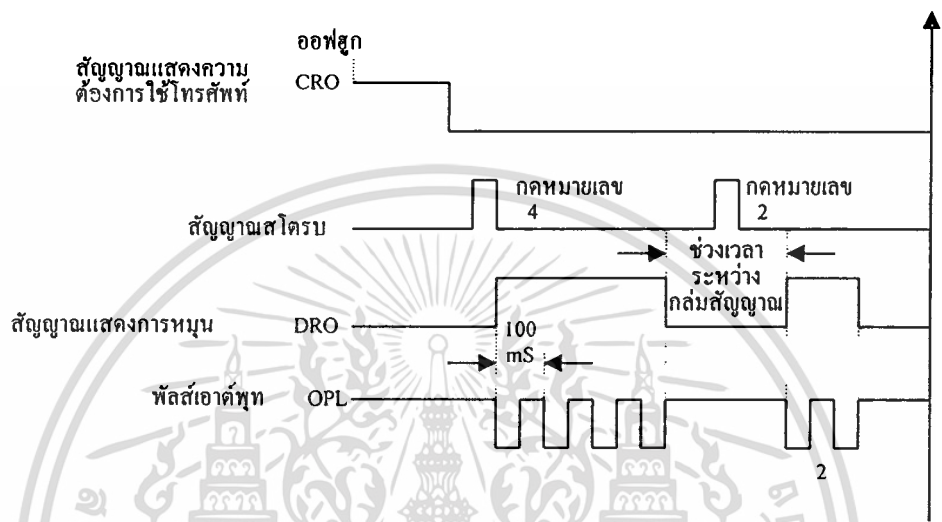
สัญญาณที่กำหนดช่วงห่างระหว่างกลุ่มของสัญญาณพัลส์ หรือสัญญาณ IDT จะกำหนดช่วงห่างของเวลาได้ระหว่าง 200 ถึง 1,000 มิลลิวินาที เมื่ออัตราในการส่งสัญญาณพัลส์อยู่ที่ 10 พัลส์ต่อวินาที และอยู่ระหว่าง 100 ถึง 500 มิลลิวินาที ถ้าส่งสัญญาณพัลส์ในอัตรา 20 พัลส์ต่อวินาที ส่วนค่าของอัตราส่วนของปิดเปิดวงจรจะมีค่าประมาณ 67 % (เป็นสภาวะ 0 เป็นเวลา 67% ใน 1 คาบสัญญาณ) หรืออาจจะใช้ค่า 61 % ก็ได้เช่นกัน



รูปที่ 2.21 วงจรสมบูรณของระบบที่ใช้ในการส่งสัญญาณพัลส์

ในปัจจุบัน ไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์ คือมีเบอร์ MC14408 ซึ่งเป็นของ โมโตโรล่าโครงสร้างภายในเป็นแบบ CMOS เนื่องมาจากการใช้งานต้องการสัญญาณอินพุต ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นรหัสไบนารี จึงจำเป็นต้องมีตัวเข้ารหัส เบอร์ MC14419 มาอินเตอร์เฟสเข้ากับแป้นกดหมายเลขด้วยดังแสดงในรูปที่ 2.21 และสามารถอธิบายได้ด้วยไคอะแกรมของเวลาดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ผังเวลาของสัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์จากรูปที่ 2.21

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สัญญาณแสดงความต้องการใช้โทรศัพท์ (Call Request: CRQ) จะเป็นสถานะ 0 เป็นการหยุดทำงานทำให้ MC14408 เริ่มต้นรับหมายเลขใหม่เข้ามา จากนั้นสัญญาณสโตรบและสัญญาณแสดงการหมุน (Dial Rotating Output: DRO) ซึ่งเป็นสถานะ 1 ก็จะถูกส่งออกไป ซึ่งสัญญาณ DRO นี้เองที่ถูกนำไปตัดเสียงที่จะเกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์ หลังจากนั้น ขุมสายก็จะรับข้อมูลไป และติดต่อกับหมายเลขที่ถูกเรียกให้กับผู้ใช้ให้ถูกต้อง

2.3 การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ คือ การแปลงสัญญาณที่เกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่งใช้ไอซี MT8870 แปลงความถี่ทางโทรศัพท์ให้เป็นระบบตัวเลขฐานสองขนาด 4 บิต ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 คุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวของ MT 8870

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

2.3.2 โครงสร้างของไอซี MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสทางดิจิทัล เป็น ไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี IOS2 -CMOS

ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์สำหรับกรองความถี่สูงและกรองความถี่ต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับ และถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายโดยต่ออุปกรณ์ภายนอก ส่วนเอาต์พุตเป็นวงจรค้ำ 3 สถานะ

2.3.3 หน้าที่การทำงานภายในไอซี MT8870

ภายในไอซี MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

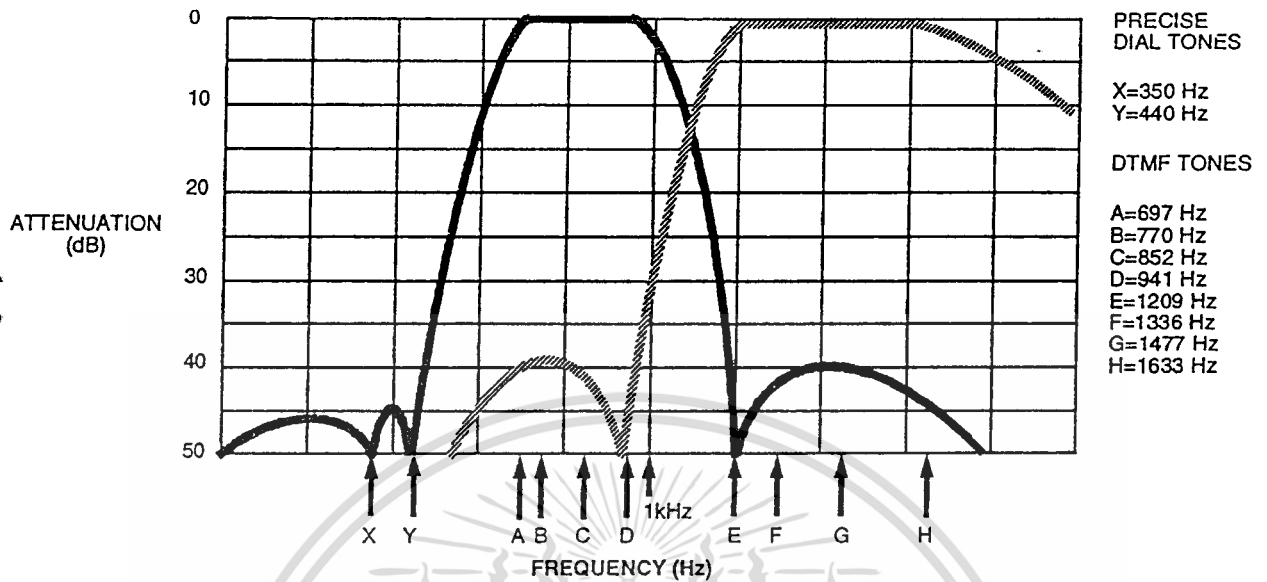
1. ภาคกรองความถี่ (Filter section)
2. ภาคถอดรหัส (Decoder section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steerin circuit)
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential input)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

1. ภาคกรองความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำโดยใช้วงจรความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตช์คาปาเตอร์ (six-order switched capacitor

band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูง (High Frequency)และช่วงความถี่ต่ำ (Low Frequency)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่มีการแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ให้มีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

2. ภาคถอดรหัส

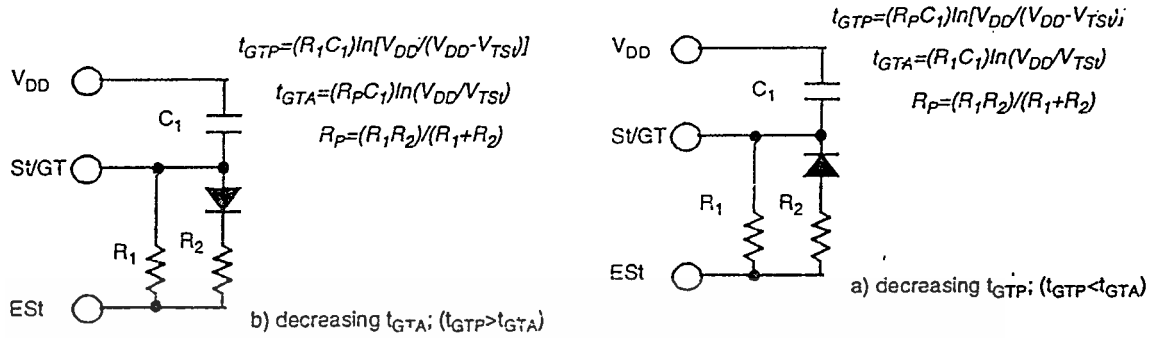
ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาปน

เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (EARLY STEERING) ก็จะทำงาน

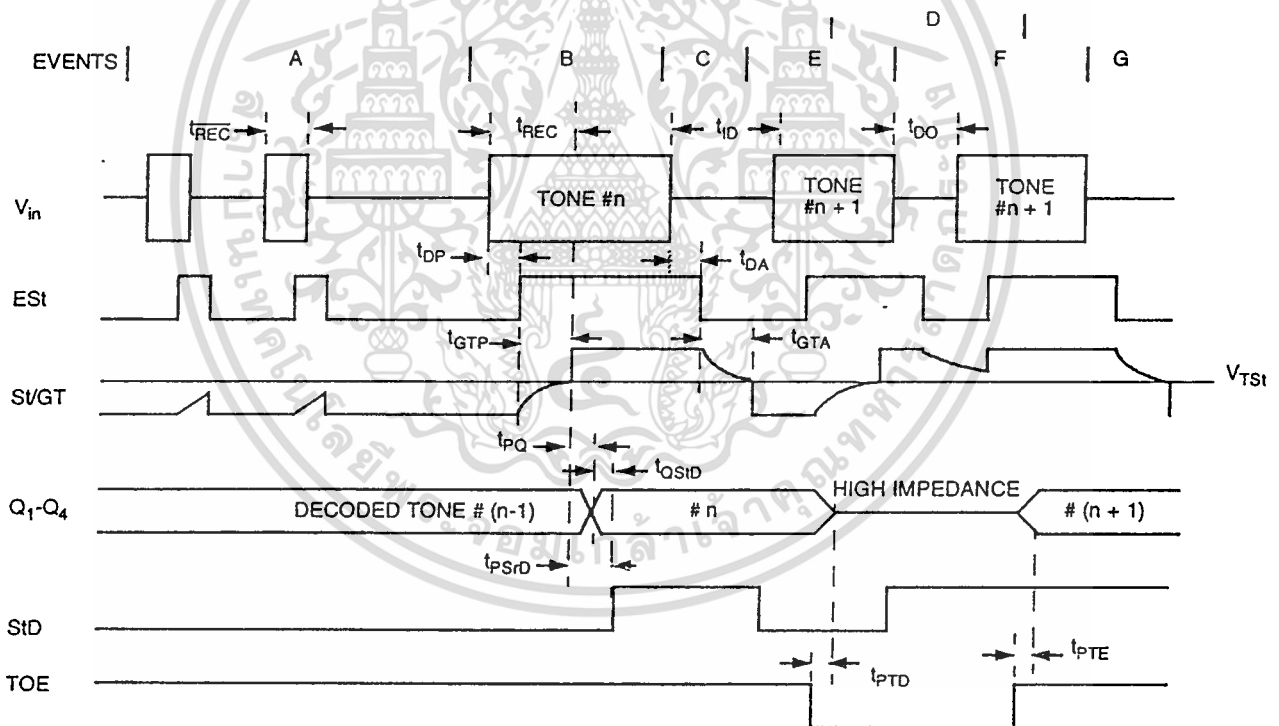
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุตจะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามา มีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็น 1 นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 2.25 เมื่อขา EST เป็น 1 ทำให้ VC สูงขึ้น ตัวเก็บประจุจะคายประจุทำให้แรงดัน VC สูงขึ้นจนถึงค่าเทรสโวลต์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต รายละเอียดการทำงานพิจารณาได้จากแผน

เอกสารประกอบในรูปที่ 2.26 ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย



รูปที่ 2.26 ผังเวลาของไอซี MT 8870

อธิบายขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
A - ตรวจสอบความถี่ที่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาต์พุตไม่เปลี่ยนแปลง
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- B - ความถี่ #n ถูกตรวจพบ และมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ที่ถูกถอดรหัส และค้างไว้ที่เอาต์พุต
- C - จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังคงค้างจนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่
- D - เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นอิมพีแดนซ์สูง
- E - ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบคาบเวลาถูกต้อง ความถี่ที่ถูกถอดรหัสและค้างไว้
- F - ความถี่ #n+1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาต์พุตยังคงค้างอยู่
- G - จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังคงค้างอยู่จนถึงความถี่ใหม่

อธิบายคำศัพท์

- Vin - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา
- Est - Early Sterring output ให้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง
- St/Gt - Sterring input/ Guard Time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก
- Q1-Q4 - เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต
- StD - Deleyed Sterring output ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือที่หายไปมีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ
- TOE - Tone Output Enable (input) ใช้ควบคุม Q1-Q2 ให้เป็นอิมพีแดนซ์สูง
- tREC - คาบเวลาที่นานที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง
- tID - เวลาสั้นที่สุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
- tDO - เวลานานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไป ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง
- tDP - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- tDA - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- tGTP - ช่วงคาบเวลาของความถี่ของการปรากฏความถี่ DTMF
- tGTA - ช่วงคาบเวลาของความถี่ของการหายไปของความถี่ DTMF

สำหรับคำว่า Grad time หมายถึง ช่วงคาบเวลาความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือกว่าช่วงเวลาที่เรารั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่า

เอกสารเวลาที่เรารั้งไว้โดย RC ก็คือ Grad time นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่ากับหรือมากกว่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

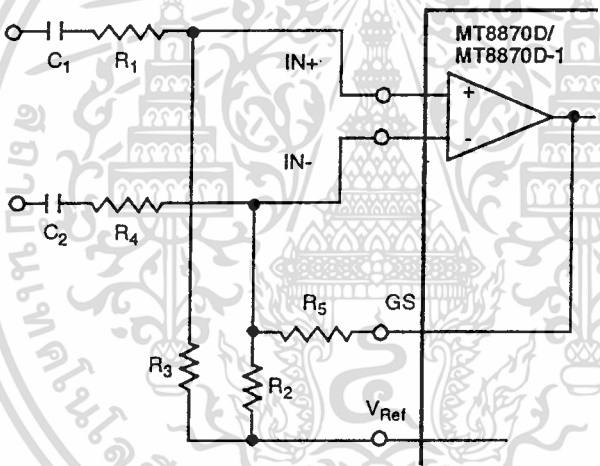
กว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ที่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณดูได้จากรูปที่ 2.2.5

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT 8870 เป็นภาคขยายสัญญาณแบบออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป และแสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุต ซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุต และอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

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

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



รูปที่ 2.27 การต่อวงจรภาคอินพุต

5. ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้อะจะมีวงจรเวลาอยู่ภายในเพียงแต่ต่อแร่ X-TAL ที่มีความถี่ 3.579545 MHz ก็จะสามารถใช้งานได้เลย

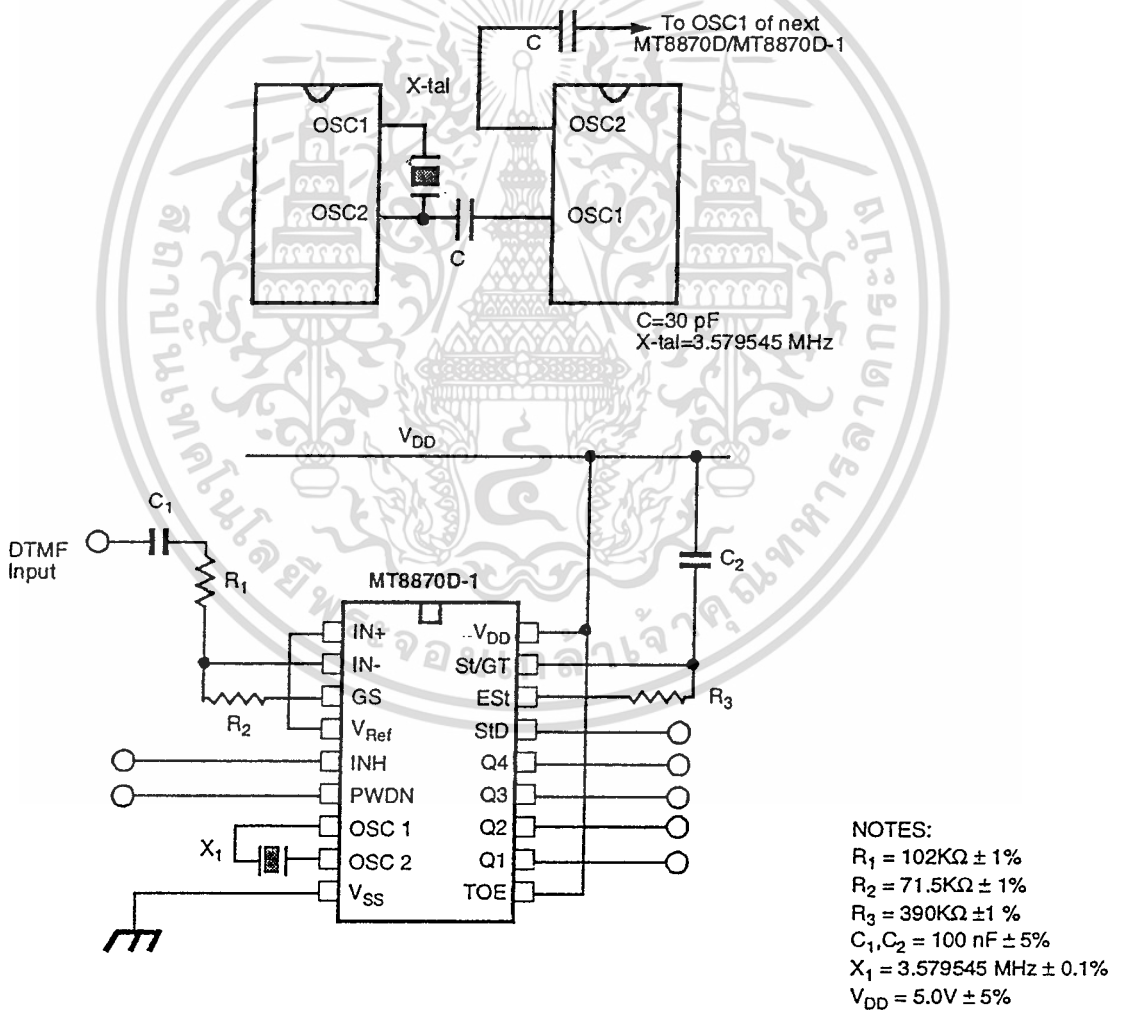
2.3.4 การนำ MT 8870 ไปใช้งาน

- 1. นำไปใช้งานด้านการควบคุมระยะไกล

- 2. เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้ในงานด้านเครดิตการ์ด
4. ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
5. ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดเล็กๆ หรือ PABX
6. ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
7. เครื่องกันขโมย
8. การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
9. ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต
รูปที่ 2.28 วงจรใช้งานเบื้องต้นของไอซี MT8870 และการต่อวงจรผลิตความถี่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

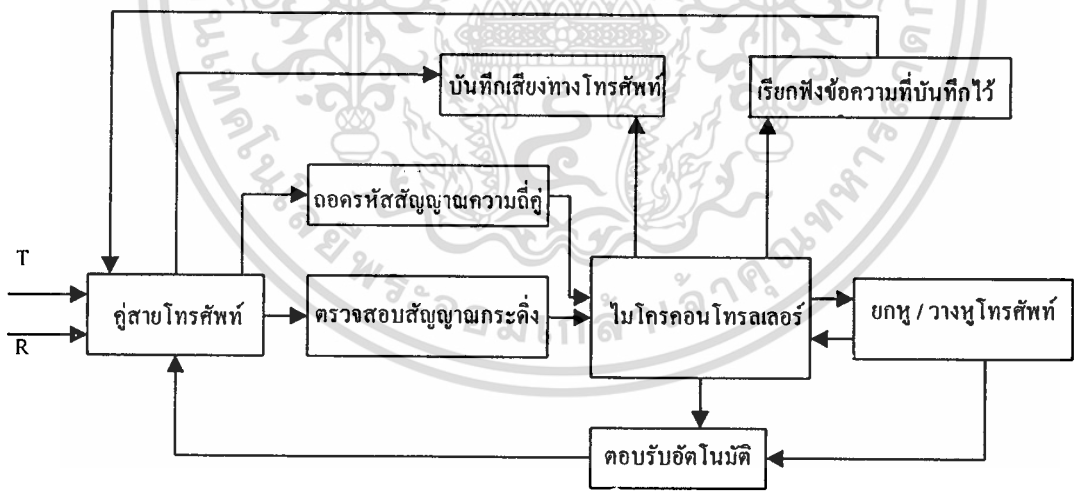
บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

บทนี้เป็นบทที่กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์ โดยจะอธิบายแยกออกเป็นส่วนๆ ตั้งแต่วงจรตรวจสอบสัญญาณ กระดิ่ง วงจรยกหู/วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ วงจรตอบรับอัตโนมัติ และวงจรบันทึกเสียงเพื่อฝากข้อความ

3.2 การทำงานของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

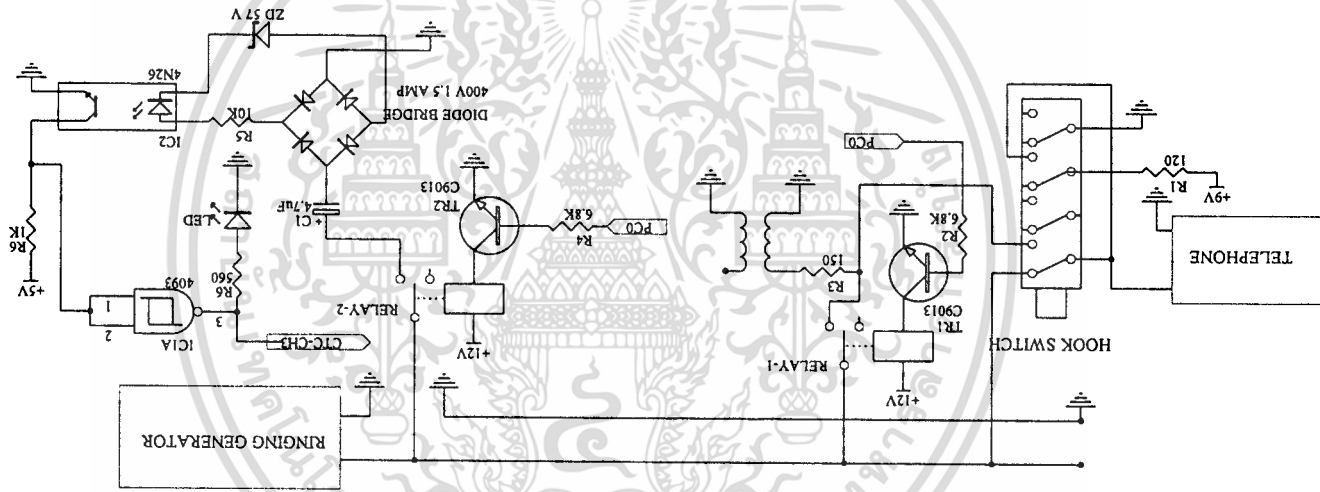
จากรูปที่ 3.1 เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาจำนวน 3 ครั้ง (ขึ้นอยู่กับที่ตั้งของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าโปรแกรม) แล้วไม่มีผู้รับสาย เครื่องตอบรับก็จะทำการยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติ หลังจากยกหูไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งถ้าไม่มีเหตุใดแต่เสียงเนื้อหา และต้องแจ้งไปยังเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีผู้ใช้

โทรศัพท์ขึ้น โดยการทำให้คู่สายมีแรงดันลดลงเหลือ 5 โวลต์ ส่วนของข้อความที่บันทึกไว้เพื่อตอบรับก็จะถูกส่งผ่านออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ โดยจะมีหม้อแปลงเป็นตัวส่งผ่านสัญญาณเสียงที่ได้บันทึกไว้ โดยการต่อจะอยู่ในลักษณะอนุกรมกับคู่สายโทรศัพท์ หลังจากนั้น เมื่อผู้ที่ติดต่อเข้ามาได้ยินข้อความตอบรับอัตโนมัติ ซึ่งข้อความตอบรับอัตโนมัติจะบอกให้ทำการกดปุ่มบนเครื่องโทรศัพท์ เพื่อทำการเรียกฟังข้อความหรือบันทึกข้อความเพื่อฝากข้อมูลไว้ให้เจ้าของเครื่องรับทราบจากผู้ติดต่อเข้ามา โดยขั้นตอนการทำงานทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยแผงควบคุม ในกรณีที่ต้องการบันทึกข้อความก็ต้องกดปุ่ม # หรือกรณีที่เรียกฟังข้อความ ก็จะต้องกดปุ่ม * ซึ่งการจะกำหนดปุ่มนี้ จะให้ปุ่มไหนเป็นการบันทึกหรือการเรียกฟังข้อความ เราสามารถจะเปลี่ยนได้โดยการแก้ไขที่โปรแกรม กรณีแรก ถ้าผู้ที่ติดต่อเข้ามาต้องการฝากข้อความก็สามารถฝากข้อความได้ภายใน 20 วินาที เมื่อครบ 20 วินาทีแล้ว เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติก็จะหยุดการบันทึก ถ้าผู้ฝากข้อความต้องการจะเรียกฟังข้อความที่บันทึกไว้ว่าชัดเจนหรือไม่เพียงไรก็สามารถคร่ำหวอดฟังได้ ถ้าไม่ชัดเจนจะได้แก้ไขข้อความที่บันทึกไว้ให้ชัดเจนตามที่ต้องการ เมื่อบันทึกเสร็จเรียบร้อยแล้ว เครื่องตอบรับก็จะวางหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ ส่วนกรณีที่เรียกฟังข้อความต้องรู้รหัสผ่าน โดยการเรียกฟังจะเรียกฟังข้อความได้ตามจำนวนช่องที่บันทึกได้สูงสุด คือ 4 ช่อง ซึ่งจะต้องเรียกฟังทีละช่อง รายละเอียดของการทำงานและการออกแบบของวงจรที่ทำหน้าที่ต่างๆ จะแสดงต่อไปนี้

3.2.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และวงจรยกหู/วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.2 ในสภาวะปกติที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีแรงดันไฟตรงจากขุมสาย 48 โวลต์ ดีซี ขณะนี้รีเลย์ 1 จะต่ออยู่ในตำแหน่ง 1 และรีเลย์ 2 จะต่ออยู่ในตำแหน่ง 4 โดยรีเลย์ทั้งสองจะเป็นชนิดชั่วคราวสองทาง ช่วงนี้แรงดันไฟตรงไม่สามารถผ่านเข้าไปยังวงจรบริดจ์ได้ เนื่องจากมี C1 กันไฟตรง ทำให้ขณะนี้ออปโตทรานซิสเตอร์ยังไม่ทำงาน แต่เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกมาจากขุมสายโทรศัพท์ที่ส่งมาในลักษณะไฟสลับมีขนาด 100 โวลต์ ซึ่งจะส่งมาเป็นช่วงจังหวะดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที แรงดันไฟสลับนี้จะถูกส่งผ่าน C1 ไปได้ และจะถูกแปลงให้เป็นไฟตรงที่ไดโอดบริดจ์ไฟตรงที่ได้จากวงจรบริดจ์จะถูกจำกัดให้เหมาะสมโดย RS ก่อนป้อนให้แก่ออปโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งการทำงานของออปโตได้นี้จะทำหน้าที่ในการกำเนิดสัญญาณพัลส์ ซึ่งสัญญาณพัลส์นี้จะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่อมีกระแสไหลผ่านเข้ามาที่ LED ภายในตัวออปโต ในช่วงที่มีกระแสไหลผ่านที่ตัว LED LED ก็จะเปล่งแสงไปไบอัสให้

ทรานซิสเตอร์ ซึ่งอยู่ภายใน ตัวออปโตทำงานก็จะก่อให้เกิดพัลส์ออกไปยัง IC1A แต่เมื่อใดที่ไม่มีการกดใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และวงจรขงหนู/วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

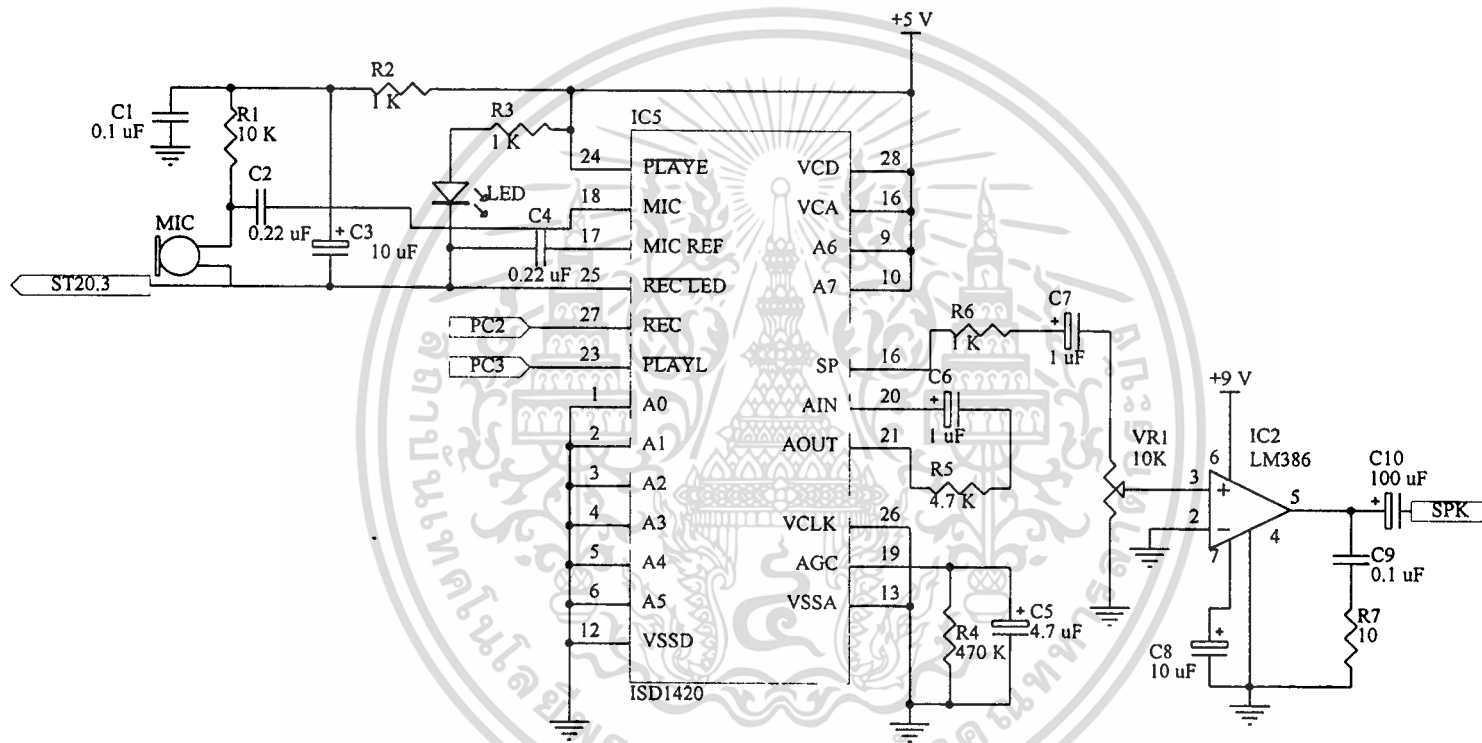
ไม่มีกระแสไหลผ่าน LED ทรานซิสเตอร์ก็จะไม่ทำงานทำให้พัลส์ไม่มีในช่วงนี้ สัญญาณพัลส์ก็จะถูกกำหนดตามจังหวะของสัญญาณกระตุ้น กล่าวคือ ถ้าเมื่อใดที่มีสัญญาณกระตุ้นเข้ามาก็จะทำให้มีพัลส์ออกไปที่ IC1A ผ่านไปยังแผงควบคุม IC1A จะทำหน้าที่ในการรักษาระดับของพัลส์ที่ได้จากอปโตได้อุปกรณ์ของสัญญาณพัลส์นี้จะถูกตรวจสอบโดยแผงควบคุม ซึ่งแผงควบคุมจะเชื่อมต่อกับ CTC-CH3 โดยจะนับจำนวนสัญญาณพัลส์ตามที่เรที่ตั้งไว้เช่น ในกรณีที่เราตั้งไว้ 5 ครั้ง ที่แผงควบคุม เมื่อครบ 5 ครั้ง แผงควบคุมก็จะทำการส่งแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ ผ่านตำแหน่งที่ PC0 ไปป้อนให้ทรานซิสเตอร์ 1 และทรานซิสเตอร์ 2 ทำงาน ทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้ จะทำหน้าที่ขับกระแสให้มีขนาดมากพอที่จะทำให้รีเลย์ 1 และรีเลย์ 2 สลับหน้าสัมผัส โดยที่รีเลย์ 1 จะต่อหน้าสัมผัสมาเข้าที่ตำแหน่ง 2 และรีเลย์ 2 จะต่อหน้าสัมผัสรีเลย์เข้าที่ตำแหน่ง 3. ในสถานะเช่นนี้ คู่สายจะมีแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ ซึ่งเปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์ขึ้น เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ท่วงจรตอบรับเสียงทางโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้เพื่อตอบรับผ่านทางหม้อแปลง ที่มี R150 ต่อไว้ เพื่อให้อิมพีแดนซ์ของวงจรตอบรับและค่าความต้านทานของหูสายพอเหมาะกัน และจะก่อให้เกิดเสียงที่มีความชัดเจน

แรงดันไฟตรง +5 โวลต์ จากแผงควบคุมจะถูกส่งผ่าน PC0 อยู่ตลอดเวลาที่มีการโต้ตอบระหว่างเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติกับผู้ติดต่อ ในขั้นตอนการวางหูโทรศัพท์ก็ง่ายมาก กล่าวคือ เมื่อสิ้นสุดการโต้ตอบ แผงควบคุมก็จะไม่ส่งแรงดันมาที่ทรานซิสเตอร์ 1 และทรานซิสเตอร์ 2 ทำให้ทรานซิสเตอร์ทั้งสองหยุดทำงาน เป็นผลให้รีเลย์ 1 และรีเลย์ 2 เปลี่ยนตำแหน่งหน้าสัมผัสไปอยู่ที่เดิม ก็เปรียบเสมือนได้กับการวางหูโทรศัพท์เพื่อรอรับการเรียกเข้ามาในครั้งต่อไป

3.2.2 วงจรตอบรับอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.3 เป็นวงจรใช้ในการตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติเมื่อมีการเรียกเข้ามา มีสัญญาณกระตุ้น 5 ครั้ง แล้วไม่มีผู้รับสาย เครื่องตอบรับก็จะทำการยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติข้อความที่บันทึกไว้เพื่อตอบรับก็จะถูกส่งผ่านออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาซึ่งสามารถทำการบันทึกหรือเรียกฟังได้ขั้นตอนการบันทึกข้อความสามารถทำได้โดยกดปุ่มแล้วกดรหัสเพื่อทำการบันทึก ทำให้แผงควบคุมส่งสถานะ 0 ให้กับ PC2 ทำให้ LED1 สว่าง และสามารถบันทึกข้อความได้โดยไม่เกิน 20 วินาที เมื่อครบ 20 วินาที LED จะดับ ส่วนขา 19 ของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ISD1420 มีความต้านทาน R4 และ C5 จัดเป็นวงจรรักษาระดับสัญญาณการบันทึกให้คงที่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรตอบรับอัดโน้มนั

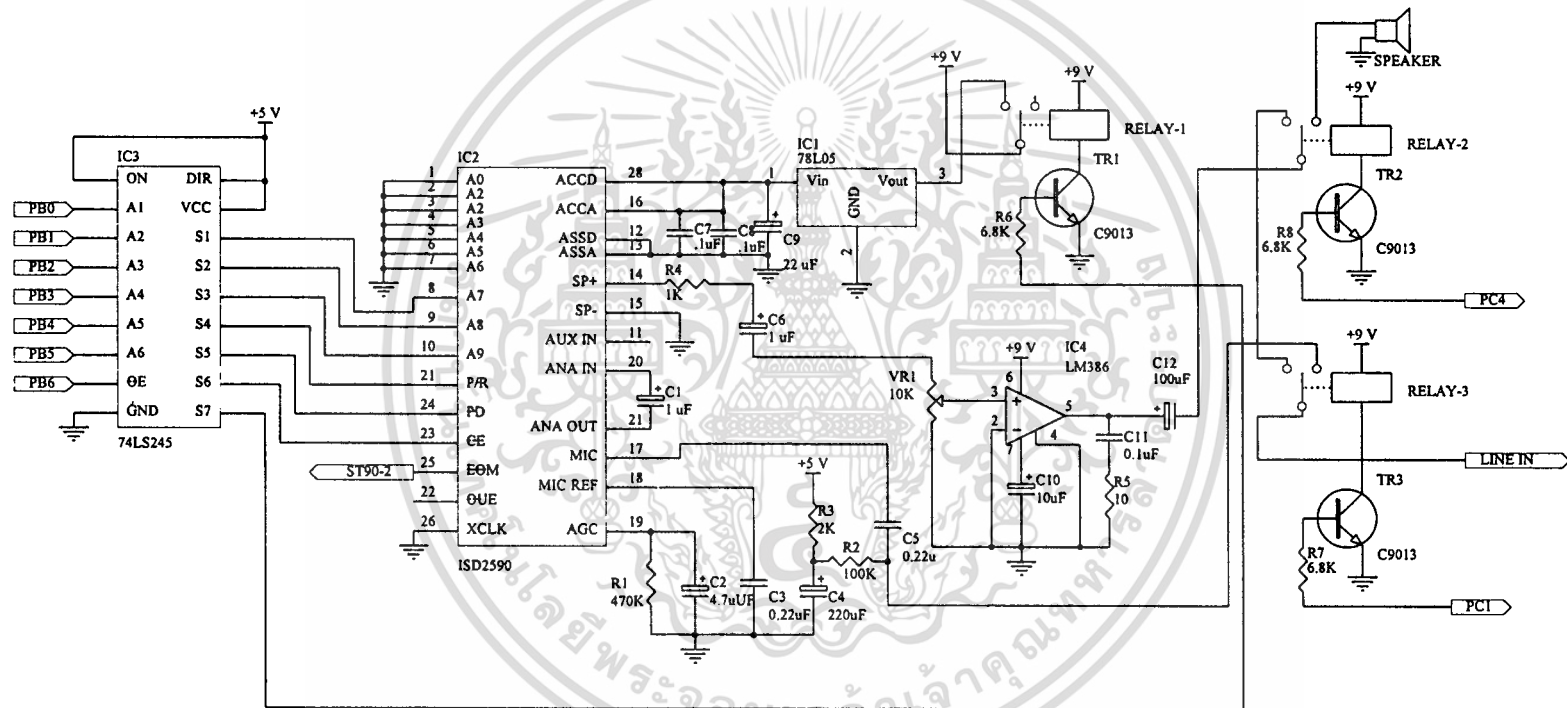
จากรูปที่ 3.4 วงจรนี้จะทำงานต่อจากช่วงที่มีการยกหูโทรศัพท์ และมีการตอบรับโดยข้อความที่บันทึกไว้แบบอัตโนมัติ โดยผู้ที่ติดต่อเข้ามาจะทำการกดรหัสเพื่อบันทึกข้อความที่ต้องการจะฝากไว้ให้เจ้าของเครื่องรับทราบ หรือถ้าเป็นผู้ถูกเรียกที่ต้องการจะเรียกข้อความที่บันทึกไว้ โดยเรียกเข้ามาเพื่อที่จะกดเรียกฟังข้อความว่ามีผู้ติดต่อเข้ามาและได้ฝากข้อความไว้ว่าอย่างไร

วงจรนี้มีการทำงาน โดยหลักสำคัญจะอยู่ที่ไอซี MT8870 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ในการถอดรหัสทางความถี่ที่ถูกส่งผ่านเข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์ สัญญาณความถี่จะถูกส่งมาจากผู้ที่ติดต่อเข้ามา โดยการกดปุ่มที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ที่ติดต่อมา เช่น ในกรณีที่กดปุ่ม # ก็จะเป็นการผสมความถี่ 941 เฮิรตซ์ กับ 1477 เฮิรตซ์ หรือหมายเลข 1 ก็จะเป็นการผสมความถี่ 697 เฮิรตซ์ กับ 1209 เฮิรตซ์ ความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มนี้จะถูกส่งผ่านเข้ามาตามคู่สายโทรศัพท์เข้ามาที่ C1 ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณความถี่ผ่านไปยังขา 2 ไอซี MT8870 ซึ่งไอซี MT8870 เป็นไอซีสำเร็จรูป ที่สามารถถอดรหัสความถี่ได้เลย โดยเอาต์พุตที่ได้จะอยู่ในรูปของแรงดันไฟตรงประมาณ 5 โวลต์ เอาต์พุตที่ได้จะมีสถานะทั้งหมดคือ 2 หรือ 16 สถานะ แบ่งเป็น Q1-Q4 และจะมีขาที่แสดงสถานะการสโตรบ ในวงจรนี้ได้ใช้ LED สีแดง 4 หลอด เป็นตัวแสดงสถานะการถอดรหัสความถี่ให้อยู่ในรูปรหัสไบนารี และ LED สีเขียว 1 หลอดแสดงสถานะการสโตรบรหัสไบนารีที่ได้ จากการถอดรหัสความถี่จะถูกส่งต่อไปยังแผงวงจรควบคุม เพื่อที่จะได้สั่งให้วงจรในส่วนอื่นทำงานต่อไป

ในส่วนของความหมายของขาไอซี MT8870 ได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 2 อุปกรณ์ที่นำมาต่อรวมกับไอซี MT8870 เช่น แท่งคริสตอล (X1) ใช้ทำหน้าที่ในการกำเนิดความถี่ 3.8 เมกกะเฮิรตซ์ให้แก่ไอซี MT8870 เพื่อใช้ในการถอดรหัสความถี่ที่ป้อนเข้ามาทาง R1 และ C1 ใช้ในการปรับขนาดของแรงดันให้มีขนาดที่สูงขึ้น และส่งผ่านหรือกั้นสัญญาณที่ไม่ต้องการเพื่อให้มีเสถียรภาพของวงจรดีขึ้น และมีความแน่นอนในการทำงาน

3.2.4 วงจรบันทึกเสียงที่ใช้ในการฝากข้อความ

จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรที่ใช้ในการบันทึกเสียงของผู้ที่ติดต่อเข้ามา โดยจะใช้ไอซี ISD2590 ซึ่งเป็นไอซีที่ใช้บันทึกได้นานถึง 90 วินาที ในที่นี้เราจะนำไอซี ISD2590 มาทำการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรบันทึกเสียงที่ใช้ในการฝากข้อความ

แบ่งช่องบันทึกออกเป็น 4 ช่อง แต่ละช่องสามารถบันทึกข้อความได้นานถึง 20 วินาที การแบ่งช่องนี้สามารถควบคุมได้โดยโปรแกรม ซึ่งจะได้อธิบายไว้ในภาคผนวกต่อไป ในวงจรบันทึกเสียงจะแบ่งออกเป็น 2 สภาวะ คือ สภาวะเล่นกลับ จากที่ได้มีผู้เรียกเข้ามา และได้ฝากข้อความไว้สามารถแสดงผลโดยตรงจากลำโพงที่เครื่องตอบรับ หรือการแสดงผลผ่านคู่สายโทรศัพท์ ไปปรากฏยังหูฟังของเครื่องโทรศัพท์ที่กดรหัสผ่านเข้ามาก็ได้ ส่วนอีกสภาวะหนึ่งคือ สภาวะการบันทึก โดยสภาวะนี้จะทำการบันทึกเสียงของผู้ที่ต้องการฝากข้อความไว้ได้ภายใน 20 วินาที ซึ่งมีจำนวน 4 ช่อง เราสามารถจะขยายได้มากกว่านี้ก็ได้

ในส่วนของการบันทึกจะเกิดขึ้นได้หลังจากที่มีการกดปุ่ม # จากผู้ที่ต้องการติดต่อเข้ามา อินพุตที่เข้ามาในไอซี 74LS245 คือ PB0-PB6 ซึ่งได้จากแผงวงจรควบคุม โดยจะส่งแรงดันอินพุต 2 สภาวะ คือ 0 หรือ 1 ซึ่ง 0 หมายถึงแรงดันเป็น 0 โวลต์ และ 1 หมายถึงสภาวะที่มีแรงดัน 5 โวลต์ เอาต์พุตของไอซี 74LS245 จะเป็นอินพุต หรือจะไปกำหนดสถานะการทำงานของ ไอซี ISD2590 โดยไอซี 74LS245 จะทำงานในลักษณะที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ คือ มีอินพุตเข้ามาจึงจะมีเอาต์พุตออกไป ช่วงของการบันทึกนี้ ขา 21 ของไอซี ISD2590 จะต้องได้รับสภาวะ 0 และที่ขา S7 ของไอซี 74LS245 จะต้องมีการเอาต์พุตออกเป็น 1 โดยอินพุตจะได้จาก PB6 ได้รับสภาวะ 1 จากแผงควบคุม เอาต์พุตที่ขา S7 ของไอซี 74LS245 จะส่งสภาวะ 1 หรือแรงดันไฟตรงควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ 1 ในวงจรทำงานในสภาวะนำกระแส โดยมี R6 ทำหน้าที่จำกัดกระแสให้แก่ทรานซิสเตอร์ และเป็นผลให้รีเลย์อยู่ในตำแหน่ง A แรงดันไฟตรง +9 โวลต์ ถูกเชื่อมต่อเข้ากับไอซีรักษาระดับแรงดัน 78L05 เพื่อจำกัดแรงดันให้มีขนาด 5 โวลต์ ก่อนจะส่งเข้าไปยังขา 28 ของไอซี ISD2590 ซึ่งเป็นผลให้ไอซี ISD2590 มีระดับแรงดันที่สามารถทำงานได้ ในไอซี ISD2590 นี้ จะต้องแบ่งระดับแรงดันออกเป็นส่วนของสัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิทัล โดยจะแยกออกที่ขา 28 จะเป็น ACC ของสัญญาณดิจิทัล และขา 16 จะเป็น ACC ของสัญญาณแอนะล็อก และขา 12 ก็จะเป็นกราวด์ของสัญญาณดิจิทัล ขา 13 จะเป็นกราวด์ของสัญญาณแอนะล็อก

ในส่วนของการเล่นกลับ ขา 21 ของไอซี ISD2590 จะต้องได้รับสภาวะ 1 จากขา S4 ของไอซี 74LS245 เอาต์พุตที่ได้จากการเล่นกลับนี้ จะถูกส่งออกที่ขา 14 และขา 15 ซึ่งขาทั้งสองนี้เป็นจุดที่จะสามารถนำลำโพงมาต่อได้เลย โดยขา 14 จะเป็นขั้วบวก และขา 15 จะเป็นขั้วลบ แต่สัญญาณที่ได้มีขนาดเบามาก ไม่สามารถส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์ได้ซึ่งจะต้องผ่านวง-

เอกสาร
ไม่อาจ
หรือหูฟังของเครื่องรับโทรศัพท์ ซึ่งถ้าในสภาวะปกติ จะแสดงผลโดยการผ่านทางลำโพงของ

เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ ลำโพงนี้จะต่ออนุกรมกับรีเลย์ซึ่งรีเลย์นี้จะเป็นตัวควบคุมการแสดงผลว่าจะส่งผ่านไปยังลำโพงโดยตรงหรือส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปยังหูฟังของเครื่องโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา ในกรณีที่มิผู้เรียกเข้ามาแล้วครอสผ่านเพื่อเรียกฟังข้อความ รีเลย์จะทำการเชื่อมต่อเอาต์พุตที่ได้จากการขยายเสียงของไอซี LM386 เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ โดยสามารถควบคุมได้โดยการให้ PC1 และ PC4 ได้รับสถานะ 1 จากแผงควบคุมมีแรงดันมาไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ Tr2 และ Tr3 ทำงานในสถานะนำกระแส เป็นผลให้รีเลย์ดึงน้ำสัมผัสเชื่อมต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ และส่งข้อความที่มีผู้เรียกเข้ามาบันทึกไว้ไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และวงจรยกหู/วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

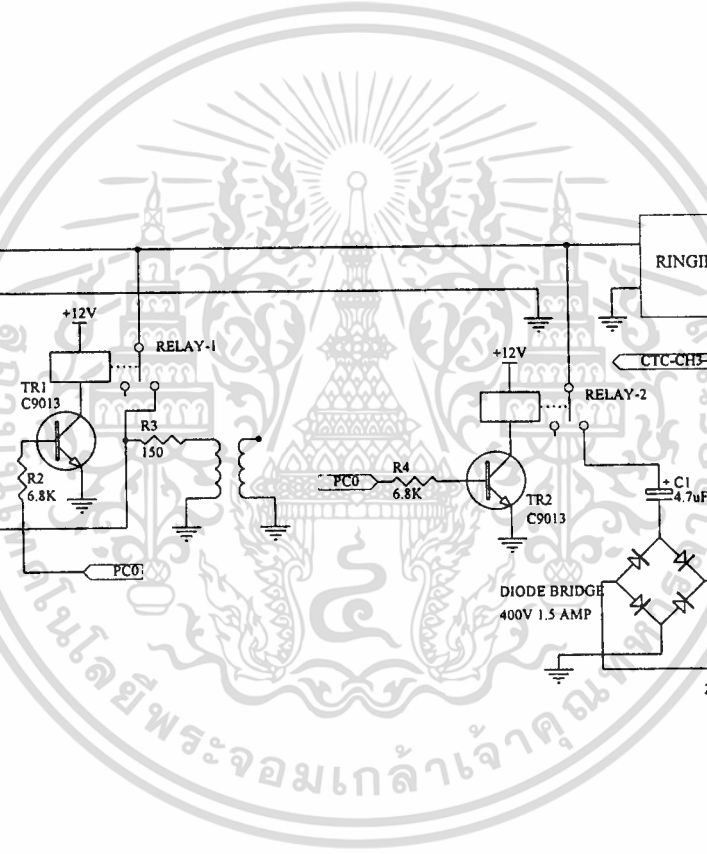
4.1.1 การทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4-1 ลงในแผงทดลองวงจร
2. ต่อคู่สายจากชุมสายโทรศัพท์เข้าที่วงจร
3. ตรวจสอบสภาพความเรียบร้อยของจุดต่อและอุปกรณ์ต่างๆ ถูกต้องหรือไม่
4. ใช้ คีชีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่คู่สายโทรศัพท์ ในขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์ ต้องได้แรงดัน 48 โวลต์คีชี และวัดคร่อมที่ R5 ได้เท่ากับ 0 โวลต์
5. ทดลองกด 144 เพื่อเรียกสัญญาณกระดิ่งจากชุมสายโทรศัพท์
6. ในช่วงที่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา ให้ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ R5 ได้แรงดัน 141 โวลต์คีชี
7. ใช้อสซิลอสโคปวัดที่ตำแหน่งขา 3 ของไอซี 1A ในช่วงที่มีกระดิ่งเข้ามา และไม่มีกระดิ่งเข้ามาเปรียบเทียบกับ
8. ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ตำแหน่ง 1 และ 4 ของรีเลย์ 1 และรีเลย์ 2 ได้แรงดันเท่ากับ 48 โวลต์คีชี
9. ป้อนแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ เข้าที่ PC0
10. วัดแรงดันตกคร่อมขาคอลเลกเตอร์ และอีมิเตอร์ของทรานซิสเตอร์ 1 และ 2 ได้เท่ากับ 0 โวลต์
11. ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ตำแหน่ง 2 และ 3 ของรีเลย์ 1 และ 2 ได้แรงดันไฟตรง 5 โวลต์
12. ในสภาวะนี้เปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์

4.1.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองเป็นที่น่าสนใจพอสมควร แต่จะมีปัญหามากในส่วนของการอปโต-ทรานซิสเตอร์ที่มีการเสียบ่อยมาก เนื่องจากป้อนแรงดันเกินในตอนแรกใช้ซีเนอร์ไดโอดที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และวงจรยกหู/วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

ค่าน้อย ทำให้มีกระแสไหลผ่าน LED จำนวนมากเกินกว่าที่ LED จะทนได้ จึงได้เปลี่ยนมาใช้ซีเอร์โคไดโอดที่ค่า 57 โวลต์ จึงทำให้อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ทำงานได้อย่างปลอดภัย อีกปัญหาหนึ่ง คือแรงดันที่ป้อนให้รีเลย์ในช่วงแรกใช้รีเลย์ 9 โวลต์ แต่แรงดันที่จ่ายเข้าไป 5 โวลต์ ทำใหรีเลย์ทำงานบางครั้ง เนื่องจากแรงดันที่ป้อนให้น้อยเกินไปจึงได้นำเอาทรานซิสเตอร์มาทำการขยายแรงดันขึ้น

ในส่วนของการส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ จะต้องใช้หม้อแปลงที่มีขนาดค่าพอเหมาะ คือ 600 โอห์ม ซึ่งในตอนแรกได้ใช้ MC34014 เป็นไฮบริด แต่มีปัญหาในการเลือกค่า R, C และลำโพงที่เหมาะสม จึงต้องยกเลิกและเปลี่ยนมาใช้หม้อแปลงแทน

4.2 วงจรบันทึกเสียงตอบรับทางโทรศัพท์

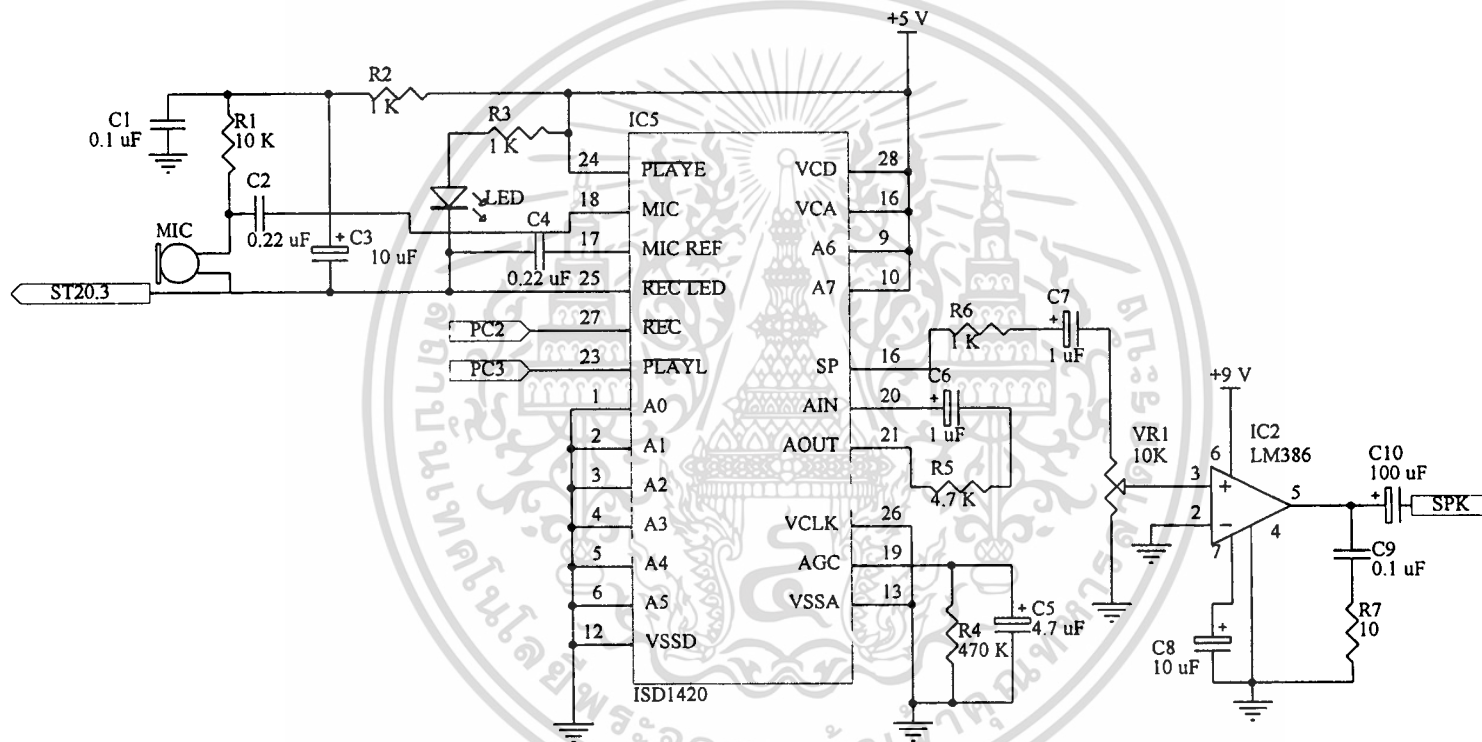
4.2.1 การทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.2 หลังจากนั้นให้ตรวจสอบสภาพความเรียบร้อยของจุดต่อและอุปกรณ์ต่างๆ
2. วัดแรงดันที่ขา 28 ของไอซี ISD1420 ต้องได้แรงดันไฟตรง 5 โวลต์
3. วัดแรงดันที่ขา 6 ของไอซี 2 ได้แรงดัน 9 โวลต์
4. ต่อกราวด์เข้าที่ขา 27 ของไอซี ISD1420
5. ทดลองพูดผ่านไมโครโฟนนาน 20 วินาที
6. ต่อลำโพง 16 โอห์ม เข้าที่ SPK โดยขั้ว + และ - ให้ถูกต้อง
7. ปลดกราวด์ออกจากขา 27
8. ต่อกราวด์เข้าที่ขา 23 มีเสียงออกไปที่ลำโพง
9. ในกรณีที่ไม่มีเสียงออกให้ตรวจสอบ LM386

4.2.2 ผลการทดลอง

ช่วงแรกของการทดลองออกแบบใช้ไอซี T6668 เป็นตัวบันทึกเสียง แต่เนื่องจาก T6668 เป็นไอซีที่ค่อนข้างจะยุ่งยากต่อการใช้งาน และจะต้องต่อหน่วยความจำเพิ่มภายนอก จึงได้เลิกใช้ไปและเปลี่ยนมาใช้ไอซี ISD1420 ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน และควบคุมง่ายกว่า

ISD 1420 เป็นไอซีที่มีขาใช้งาน 28 ขา มีหน่วยความจำภายในตัว และไม่ต้องการแรงดันไฟสำรองในการเก็บรักษาข้อมูล เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 4.2 วงจรตอบรับอัตโนมัติ

4.3 วงจรบันทึกเสียงเพื่อฝากข้อความ

4.3.1 การทดลอง

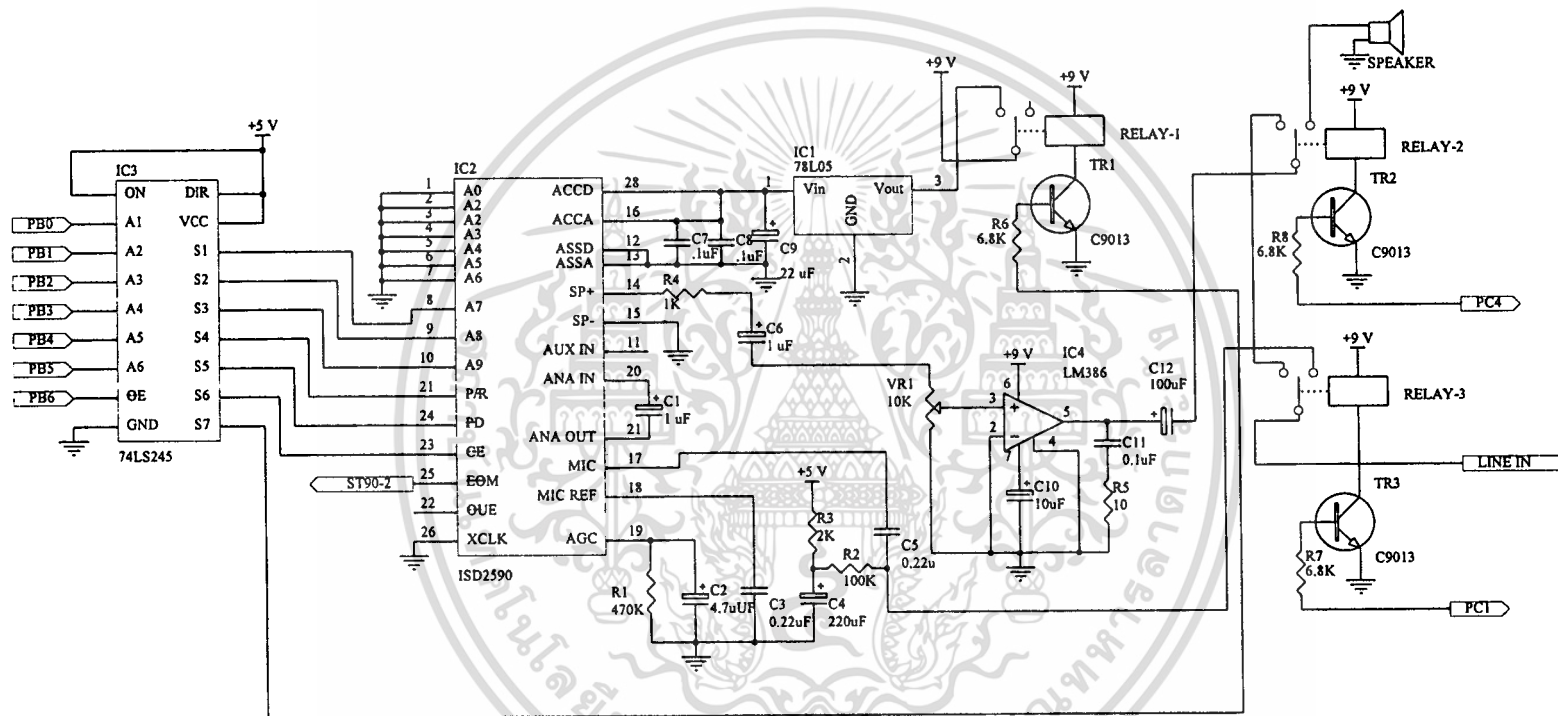
1. ต่อยังวงจรตามรูปที่ 4.3 ตรวจสอบจุดต่อและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย
2. จ่ายไฟตรง +9 โวลต์ ตามจุดที่ได้กำหนดไว้ในวงจร
3. ป้อนแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ เข้าที่ PB6 และใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ S7 ของ 74LS245 ได้แรงดันไฟตรง +5 โวลต์
4. ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ขา 3 ของไอซี 2 ได้แรงดัน +5 โวลต์
5. ต่อไมโครโฟนเข้าที่ตำแหน่ง F.และต่อกราวด์เข้าที่ขา 24 ของไอซี ISD1420
6. ทดลองพูดอัดเสียงเข้าไป
7. จ่ายแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ เข้าที่ขา 24 ของไอซี ISD1420
8. สังเกตว่ามีเสียงออกที่ลำโพง
9. ทดลองบันทึกเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยต่อ Line in เข้ากับคู่สาย และทำการป้อนแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ เข้าที่ PC1
10. วัดแรงดันตกคร่อมขาคอลเลกเตอร์ และอีมิเตอร์ของทรานซิสเตอร์ 3 ได้เท่ากับ 0 โวลต์
11. เรียกฟังข้อความที่อัดไว้โดยจ่ายแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ เข้าที่ PC4

4.3.2 ผลการทดลอง

ไอซี ISD2590 เป็นไอซีตระกูลเดียวกับ ISD1420 แตกต่างกันตรงที่ ISD2590 สามารถบันทึกเสียงได้ยาวนานกว่า และสามารถเก็บรักษาเสียงที่บันทึกเข้าไปให้อยู่ในรูปของสัญญาณแอนะล็อกได้ สำหรับการบันทึกเสียงในวงจรนี้ได้ทำการแบ่งการบันทึกออกเป็น 4 ช่องโดยให้แต่ละช่องบันทึกได้นาน 20 วินาที ในส่วนนี้ได้ใช้โปรแกรมเข้ามาควบคุมสำหรับเวลาของการบันทึกสามารถขยายได้โดยการนำเอา ISD2590 มาต่อкасาดกัน

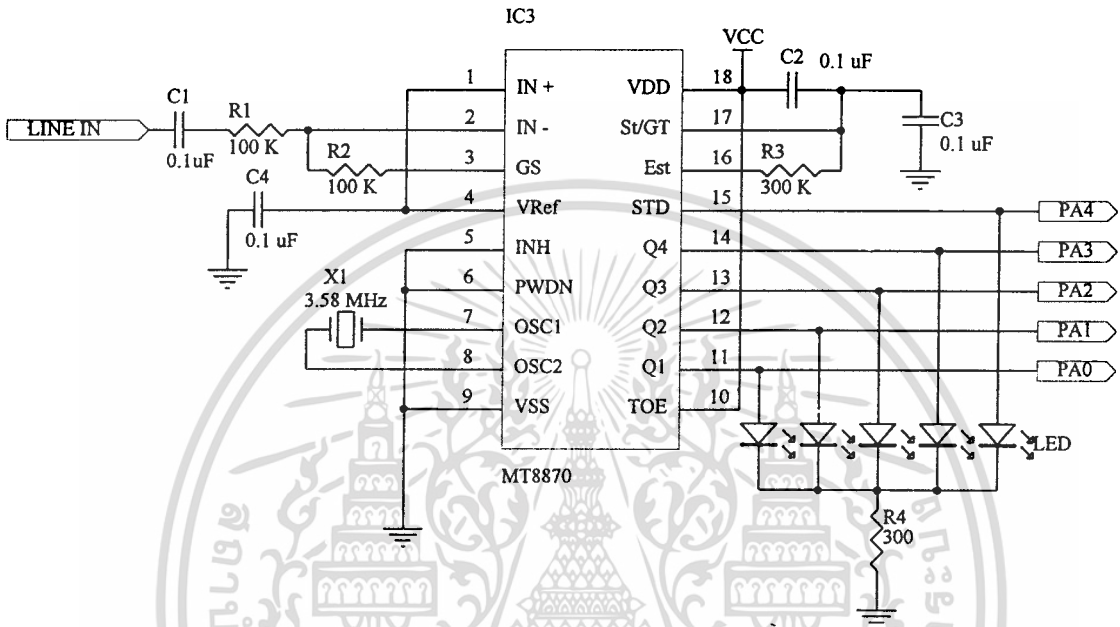
ISD2590 เป็นไอซีที่มีหน่วยความจำภายในตัว และไม่ต้องการแรงดันในการเก็บรักษาข้อมูล มีขาใช้งาน 28 ขา เช่นเดียวกับ ISD1420 สามารถที่จะบันทึกเสียงได้ไม่เกิน 90 วินาที ความถี่ในการสุ่มจะต่ำกว่า ISD1420 ในอนาคตไอซี ISD2590 น่าจะเป็นที่นิยมใช้มากขึ้น เนื่อง

จากมีโครงสร้างที่ง่ายต่อการศึกษาและใช้งาน
เอกสารนี้เป็นเอกสารของโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 วงจรบันทึกเสียงที่ใช้ในการฝากข้อความ

4.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่ต่ำ



รูปที่ 4.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่ต่ำ

4.4.1 การทดลอง

1. ต่อยังวงจรตามรูปที่ 4.4 ลงในแผงทดลอง และตรวจสอบจุดต่อและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย

2. ต่อยังสายโทรศัพท์ที่ต่อกับเครื่องโทรศัพท์เข้าที่ Line in

3. ทดลองกดปุ่มหมายเลข 1

4. ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่จุด Q1 จะมีแรงดัน +5 โวลต์ หรือสังเกตจาก LED ที่ต่อกับ Q1

จะสว่าง

5. ทดลองกดปุ่มหมายเลข 2

6. ใช้โวลต์มิเตอร์วัดจุด Q2 จะได้แรงดัน +5 โวลต์ หรือสังเกต LED ที่ต่อ Q2 จะสว่าง

7. ทดลองกดปุ่มต่างๆ จะได้เอาต์พุตแสดงออกมาในรูปของรหัสไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการทดลอง

ไอซีที่ใช้ในวงจรนี้เป็นไอซีที่สามารถถอดรหัสสัญญาณความถี่ออกมาเป็นรหัสไบนารีได้โดยตรง อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อร่วมก็มีน้อยมาก ทำให้มีความสะดวกต่อการใช้งานมาก

ในส่วนของการแสดงผลได้นำเอา LED มาต่อเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบว่ามีรหัสไบนารีออกมาหรือไม่ รหัสไบนารีที่ได้นี้จะไปเป็นอินพุตให้กับแผงควบคุม และที่แผงควบคุมก็จะทำการถอดรหัสที่ได้ไปส่งให้ส่วนอื่นๆ ทำงานต่อไป

4.5 การทดสอบเครื่องตอบรับและบันทึกทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

วัน/เดือน/ปี วันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2539
สถานที่ ที่บ้านทรงไทย 384 หมู่ 1 ซอยจินดาภิเษก แขวงอ่อนนุช เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 เบอร์โทร 3269435

ประเภทของเครื่อง	เบอร์โทรศัพท์	จำนวนที่โทร (ครั้ง)	ได้ผล (ครั้ง)	100%
1.โทรศัพท์แบบความถี่คู่	3923471	20	20	100%
2.โทรศัพท์แบบหมุน	2861513	0	0	0%
3.โทรศัพท์เคลื่อนที่	01 6175331	20	20	100%

ตารางที่ 4.1 สถิติการใช้เครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

โครงการนี้ได้พัฒนามาจากเครื่องตอบรับอัตโนมัติ โดยได้เพิ่มประโยชน์และความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น กล่าวคือ สามารถเปลี่ยนข้อความตอบรับทางโทรศัพท์โดยการอัดเสียง ใช้เครื่องโทรศัพท์ภายในและภายนอกได้, ระบบการบันทึกใช้เทคโนโลยีทางไอซีที่มีหน่วยความจำภายในตัว, จำนวนช่องที่ใช้ในการบันทึกมากขึ้น, ไม่มีระบบกลไกเข้าเกี่ยวข้อง, ใช้เทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และหน่วยความจำเป็นเซลล์แบบไม่ต้องการแรงดันไฟสำรอง เพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย จากคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติที่กล่าวมานี้ เกิดจากการค้นคว้าและทดลองอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานเกือบ 11 เดือน โดยการลองมาหลายลักษณะ โครงการนี้มีจุดสำคัญอยู่ที่การบันทึกเสียงต้องใช้งจรวม และไม่มีระบบกลไกเข้ามาเกี่ยวข้อง กลุ่มคณะผู้จัดทำปริญญาณิพนธ์จึงได้มุ่งความสนใจไปในส่วนของการบันทึกเสียง ในช่วงแรกของการบันทึกเสียงได้ใช้ไอซี T6668 ซึ่งจากการทดลองยังมีข้อเสียอยู่มาก เช่น ต้องต่อหน่วยความจำเพิ่มภายนอก, การบัดกรีค่อนข้างลำบากเนื่องจากเป็นไอซีที่มีขาเล็กและชิดกันมาก และที่สำคัญคือ ไม่สามารถขยายหน่วยความจำให้บันทึกเสียงเกิน 64 วินาที ได้ กลุ่มคณะผู้จัดทำได้ลงทุน และเสียเวลามากกับการขยายหน่วยความจำให้กับไอซี T6668 แต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากความยุ่งยากดังกล่าว หลังจากที่ได้ทดลองจนแน่ใจแล้วว่าไม่สามารถขยายหน่วยความจำของไอซีตัวนี้ได้จึงได้เปลี่ยนมาใช้ ISD1420 ซึ่งเป็นไอซี 28 ขา รูปร่างลักษณะสะดวกต่อการใช้งานมากกว่า T6668 และมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าคือ ไม่ต้องต่อหน่วยความจำเพิ่มภายนอก, ไม่ต้องใช้แรงดันไฟสำรองในการเก็บรักษาข้อมูล และอุปกรณ์ที่ต่อรวมก็มีน้อย กลุ่มคณะผู้จัดทำจึงได้หันความสนใจมาที่ ISD1420 และผลที่ได้จากการทดลองบันทึกเสียงก็เป็นที่น่าพอใจพอสมควร สาเหตุเนื่องจากราคาของ ISD1420 ค่อนข้างแพงและเวลาในการบันทึกก็ได้เพียง 20 วินาทีต่อไอซีหนึ่งตัว แต่ปัญหาที่สำคัญที่สุดคือ การเขียนโปรแกรมควบคุมให้มีการบันทึกเสียงโดยอัตโนมัติ ซึ่งจากการใช้ ISD1420 นั้น ไม่สามารถตรวจสอบสถานะการสิ้นสุดของการเล่นกลับได้ ทำให้ ISD1420 ไม่สามารถใช้เป็นส่วนของการบันทึกเสียงเพื่อฝากข้อความได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการบันทึกเสียงเพื่อฝากข้อความก่อนข้างจะมีรายละเอียดซับซ้อนและยุ่งยาก เนื่องจากจะต้องทำให้การบันทึกเสียงแบ่งออกเป็นช่องๆ โดยที่แต่ละช่องจะต้องบันทึกได้เวลานานเท่ากัน ซึ่งถ้าใช้ ISD1420 ก็เขียนโปรแกรมควบคุมลำบาก จึงได้ใช้ไอซีในตระกูลเดียวกันคือ ISD2590 โดยที่ไอซีตัวนี้สามารถบันทึกเสียงได้เวลาที่ยาวนานกว่าและมีเทคโนโลยีในการผลิตที่ดีกว่า ISD1420 ทำให้คุณภาพเสียงที่ได้จากการบันทึกชัดเจนมากกว่า สำหรับ ISD2590 เป็นไอซีที่เพิ่งจะเข้ามาในเมืองไทย โดยการนำเข้ามาจากญี่ปุ่น ทำให้ราคาในปัจจุบันยังแพงอยู่ ซึ่งถ้าในอนาคต ราคาของไอซีตัวนี้ถูกลงคิดว่าจะเป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้น สำหรับโครงการนี้ได้ใช้ ISD2590 ในการบันทึกเสียงช่วงที่จะบันทึกข้อความเพื่อฝากไว้ให้เจ้าของเครื่องรับโทรศัพท์ที่ไม่สามารถรับโทรศัพท์ในขณะนั้นได้ หรือไม่อยู่บ้าน

เนื่องจากเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์เครื่องนี้เป็นเครื่องที่ต้องทำงานโดยอัตโนมัติทุกขั้นตอนตั้งแต่การตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง, การยกหูโทรศัพท์, การตอบรับโดยเสียงที่อัดไว้, การเรียกฟัง เป็นต้น ทำให้ ถ้าจะทำการออกแบบวงจรโดยใช้ระดับแรงดันควบคุมคงจะเป็นไปได้ด้วยความยากลำบาก คณะผู้จัดทำจึงได้ใช้โปรแกรมเข้ามาควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการใช้โปรแกรมนี้อาจจะสะดวกและง่ายต่อการควบคุม

5.1 ปัญหาและอุปสรรค

1. สัญญาณเสียงที่ส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์มีการรบกวนมาก
2. แรงดันจากชุมสายมีค่าสูง
3. อุปกรณ์ที่จัดทำโครงการหาได้ยากและไม่มีเป็นบางตัว
4. เครื่องมือวัดและทดสอบมีน้อย
5. งบประมาณในการดำเนินการสูง

5.2 แนวทางการแก้ไข

1. ออกแบบวงจรกรองความถี่โดยใช้ อาร์ แอล ซี ฟิลเตอร์
2. ใช้อุปกรณ์ควบคุมแรงดัน เช่น ตัวความต้านทาน ซีเนอร์ไดโอด เป็นต้น
3. ใช้อุปกรณ์ที่สามารถทดแทนกันได้โดยการดูรายละเอียดจากคู่มือ
4. แบ่งเวลาในการทำงาน และวางแผนงานไม่ให้ซ้ำซ้อนกับกลุ่มอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. จำนวนช่องในการบันทึกเสียงเพื่อฝากข้อความ สามารถขยายเพิ่มได้มากกว่า 4 ช่อง
2. ถ้าราคาของไอซีที่ใช้ในการบันทึกเสียงถูกลงมากกว่านี้ ควรมีการขยายเวลาในการบันทึกออกไป
3. มีระบบบันทึกหมายเลข เพื่อให้เรียกติดตามเจ้าของเครื่องรับโทรศัพท์ที่ไม่อยู่บ้าน แล้วมีผู้ที่โทรศัพท์เข้ามาติดต่อได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- 1) โกศล เพ็ชรสุวรรณ, เทคโนโลยีโทรคมนาคม 1, บริษัทสำนักพิมพ์ดวงกมลจำกัด, กรุงเทพมหานคร, 2531
- 2) ธวัชชัย เลื่อนจวี, เทคโนโลยีโทรศัพท์, ห้างหุ้นส่วนจำกัดการพิมพ์, 2531
- 2) สุชิน จำจด, วิศวกรรมโทรศัพท์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 3) สุนทร วิฑูสรพจน์, การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 4) ปริญญานิพนธ์, ประเสริฐ เคนพันคือและคณะ, เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ, ปีการศึกษา 2537, ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 5) ปริญญานิพนธ์, สมเกียรติ จิมพิทักษ์และคณะ, เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์, ปีการศึกษา 2537, ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 6) “อุปกรณ์ใช้และไอซิน่าสน”, วารสารเคมีคอนคัคเตอร์, ฉบับที่ 150, 2538, หน้า 84-89

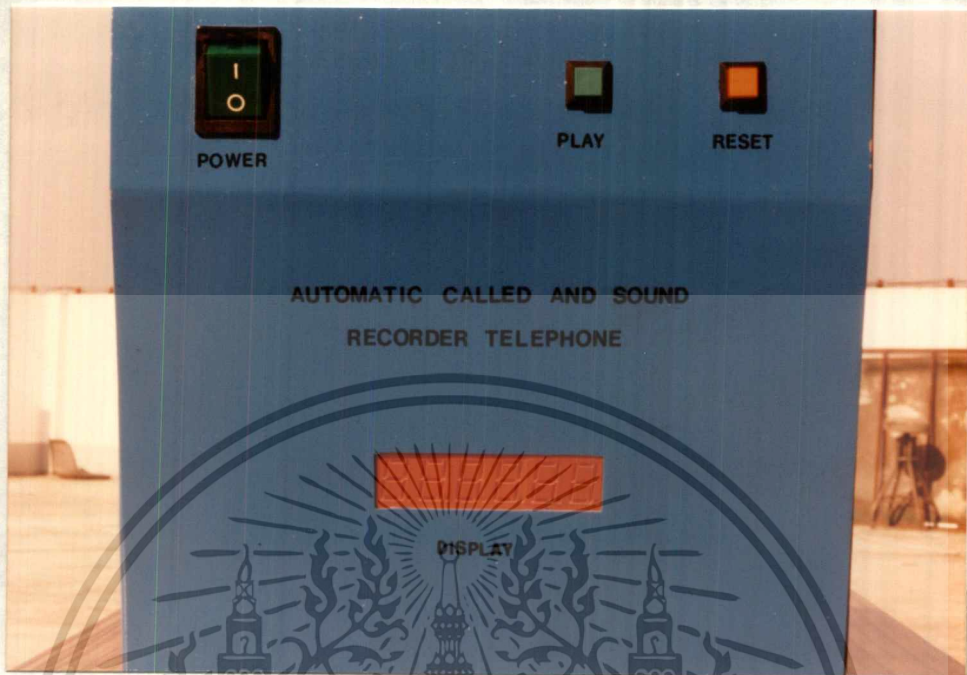
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

ภาพถ่ายส่วนประกอบของเครื่อง

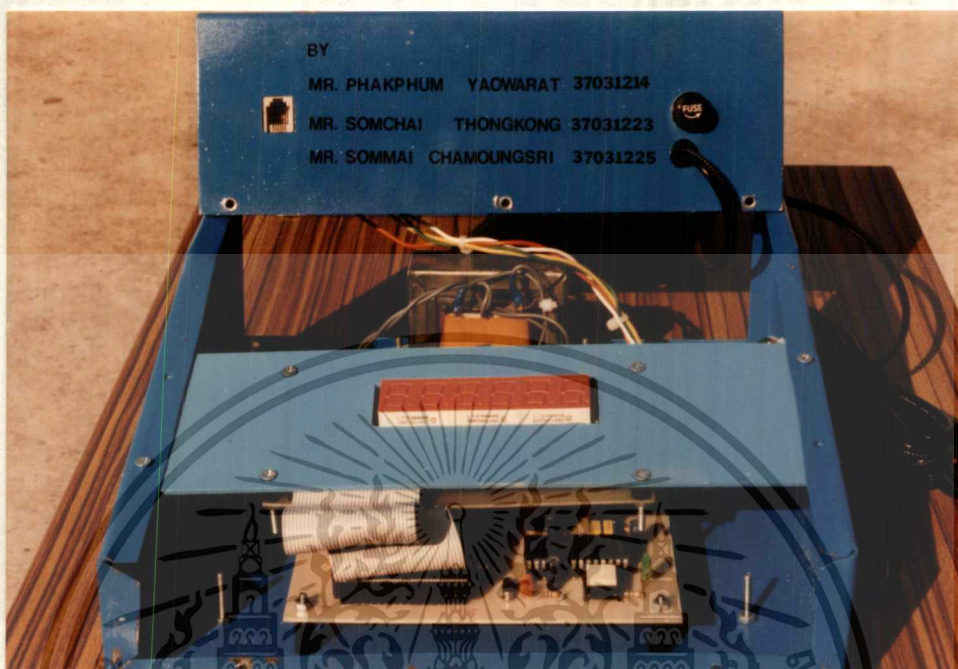
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



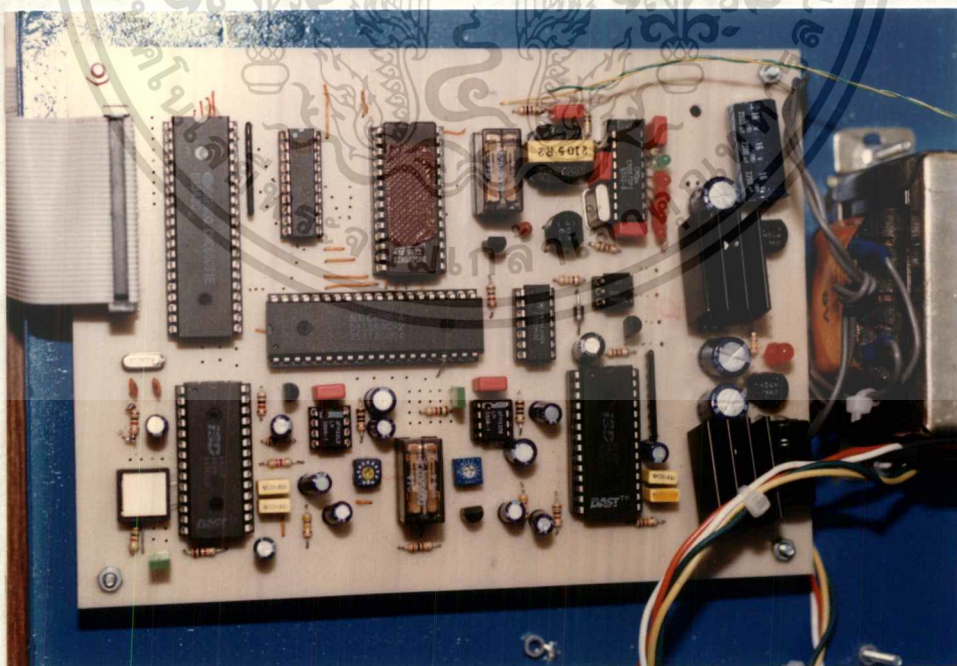
รูปที่ 1 ภาพถ่ายด้านหน้าของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2 ภาพถ่ายด้านหลังของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์

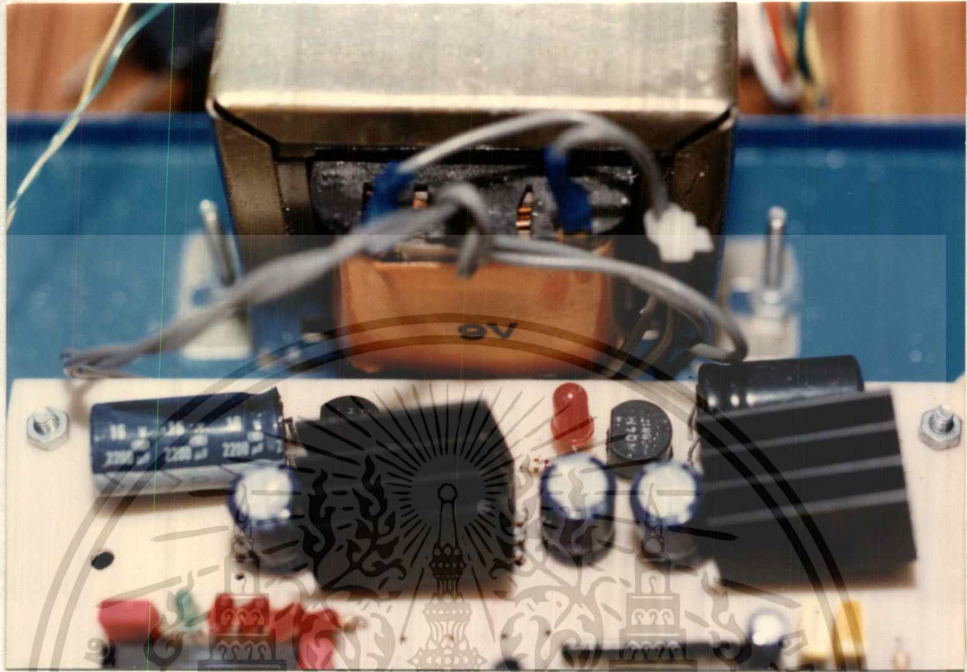


รูปที่ 3 ภาพถ่ายภายในเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์

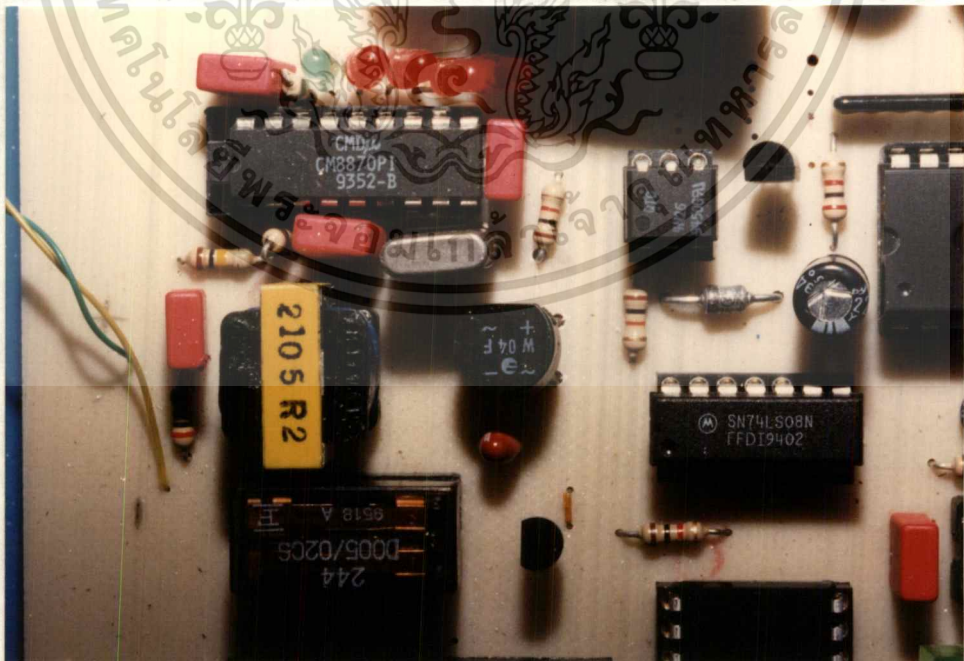


รูปที่ 4 ภาพถ่ายการวางอุปกรณ์ภายในเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานำเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

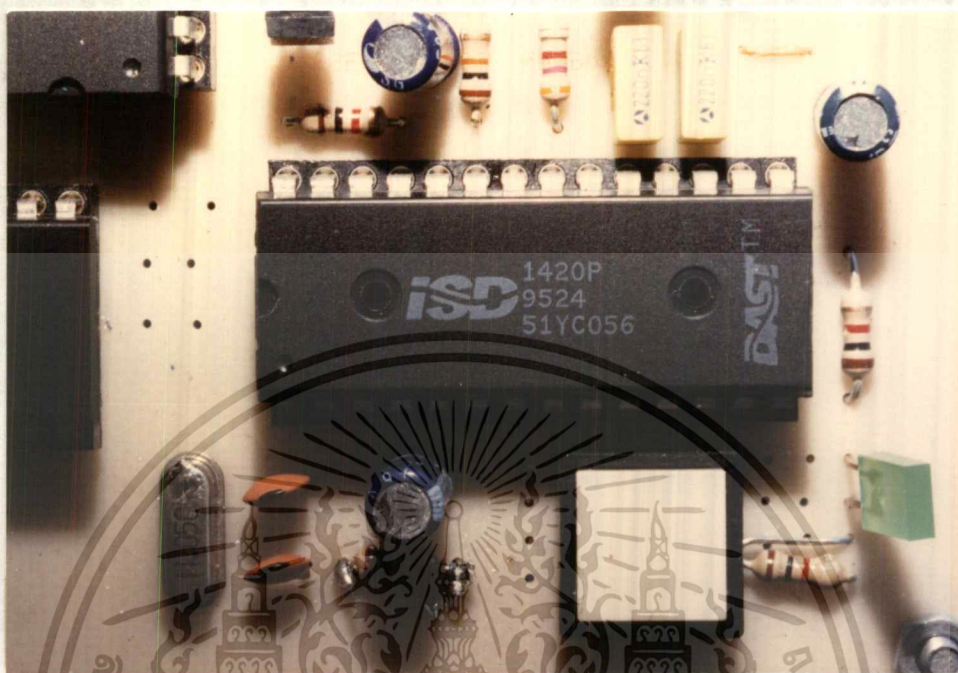


รูปที่ 5 ภาพถ่ายวงจรแหล่งจ่ายไฟ

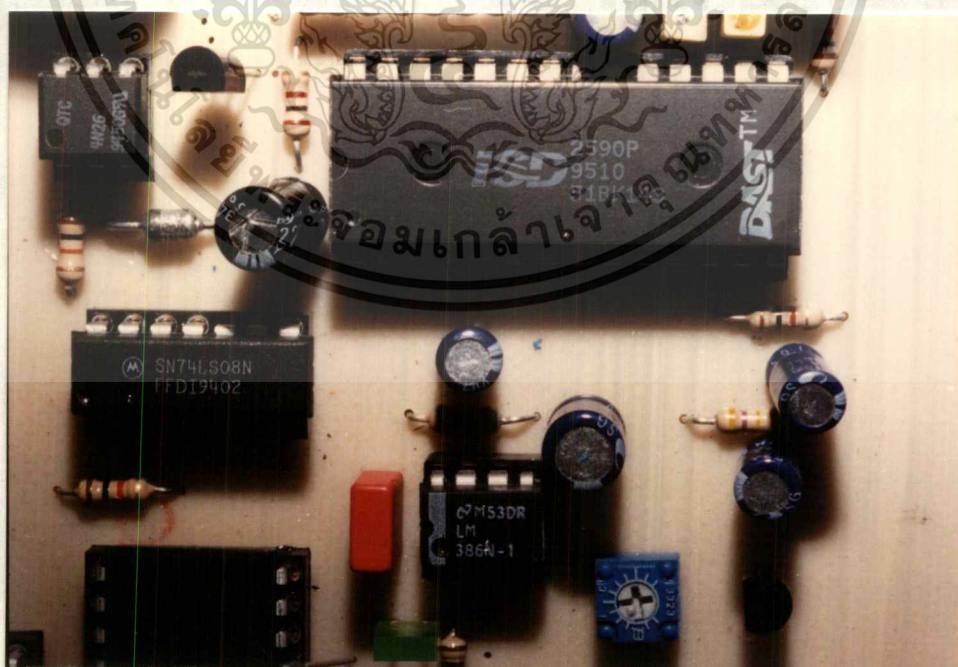


รูปที่ 6 ภาพถ่ายวงจรลอจิกที่สัณฐานความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

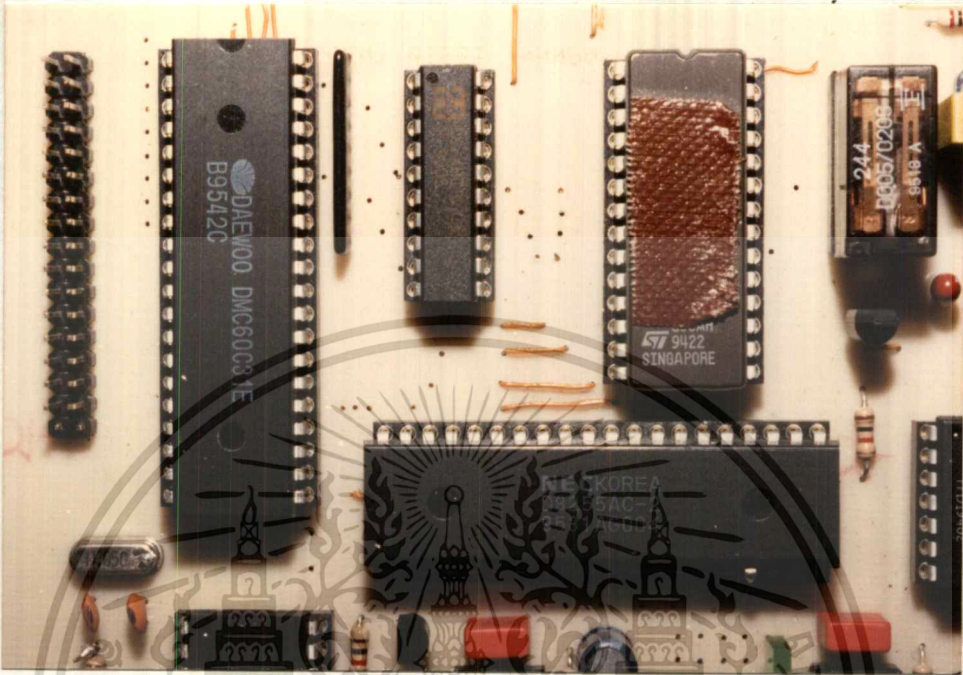


รูปที่ 7 ภาพถ่ายวงจรบันทึกเสียงตอบรับอัตโนมัติ

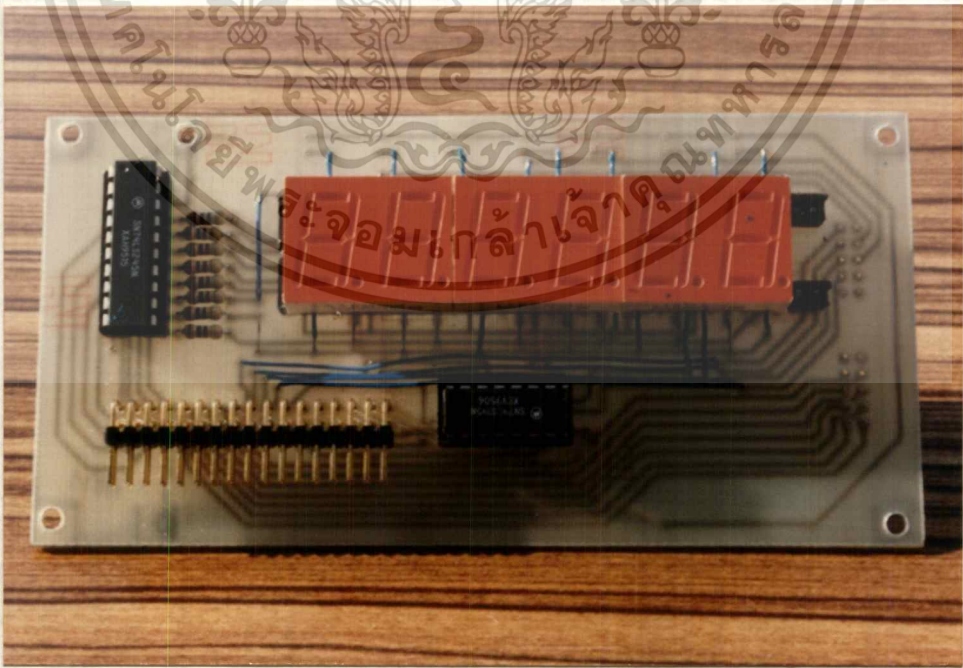


รูปที่ 8 ภาพถ่ายวงจรบันทึกเสียงเพื่อฝากข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 ภาพถ่ายวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 10 ภาพถ่ายวงจรแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



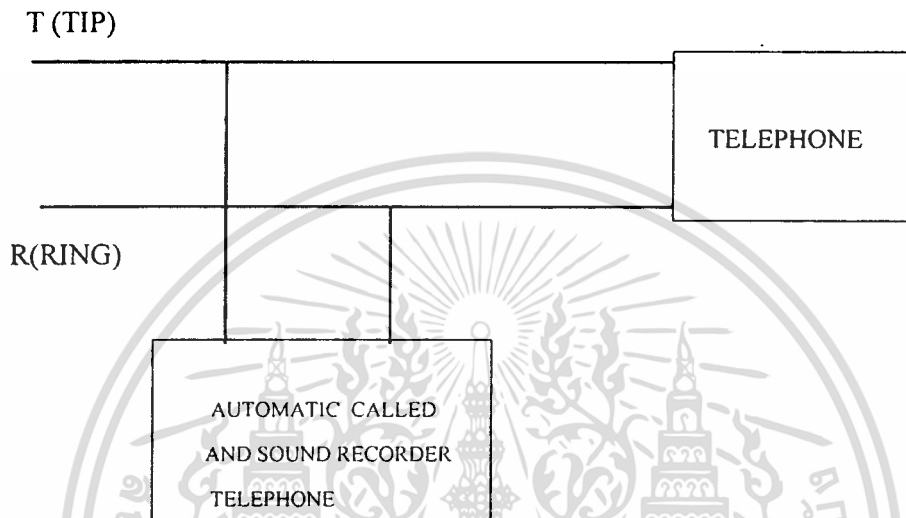
ภาคผนวก ข

คู่มือการต่อใช้งานและการทดสอบเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้เครื่อง

การต่อใช้งาน



นำเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงโทรศัพท์มาต่อขนานกับคู่สายที่ต่ออยู่กับโทรศัพท์ โดยต่อจากคอนเนกเตอร์ที่อยู่หลังเครื่อง

ขั้นตอนการทดสอบ

1. จ่ายไฟสลับ 220 โวลต์ เข้าเครื่อง
2. เปิดสวิตช์ POWER
3. สังเกตจะมีตัวอักษรวิ่งบน DISPLAY -ว่า “Ed . 16” ไปกลับหนึ่ง หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็น 00 หมายถึงจำนวนช่องที่ใช้ในการฝากข้อความยังไม่ถูกใช้
4. บันทึกเสียงเพื่อเป็นข้อความตอบรับทางโทรศัพท์อัตโนมัติ โดยกดปุ่มโทรศัพท์ขึ้น แล้วกดปุ่ม PLAY

5. กดหมายเลข 1 บนแป้นโทรศัพท์
6. ใส่รหัส (PASSWORD) XXXX ภายใน 20 วินาที
7. บันทึกข้อความเพื่อใช้ในการตอบรับทางโทรศัพท์อัตโนมัติไม่เกิน 20 วินาที

เอกสารนี้เป็น 8. หลังจากจบความที่บันทึกในการตอบรับให้กดหมายเลข 5 ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทดลองฟังเสียงที่บันทึกไว้โดยกดหมายเลข 3 ถ้าไม่พอใจให้กลับไปเริ่มต้นที่ข้อ 5 ใหม่

10. ทดลองบันทึกเสียงลงในช่องที่ใช้สำหรับการฝากข้อความของผู้ที่เรียกเข้ามาในช่วงที่เจ้าของบ้านไม่อยู่

11. กดปุ่ม * บนจอ DISPLAY จะปรากฏข้อความ “rEC 00”

12. บันทึกเสียงภายใน 20 วินาที หลังจากจบข้อความให้กดหมายเลข 5

13. บันทึกลงในอีก 3 ช่อง โดยการกลับไปทำซ้ำในข้อ 11-12

14. ขณะนี้จำนวนช่องที่ใช้ในการบันทึกครบจำนวน 4 ช่อง จะทำการบันทึกอีกไม่ได้ ยกเว้นมีการกดลบข้อความ

15. กดปุ่ม * จะได้ยินจะได้ยินข้อความแจ้งว่าจำนวนช่องในการบันทึกเต็มแล้ว

16. ทดลองเรียกฟังข้อความที่บันทึกไว้ โดยการกดรหัสผ่าน XX

17. หลังจากฟังข้อความที่บันทึกเรียบร้อยแล้วให้กดหมายเลข 5 เพื่อฟังข้อความยังช่องอื่น หรือกดหมายเลข 0 เพื่อให้บันทึกข้อความซ้ำลงไปช่องที่เรียกฟังได้

18. บนจอ DISPLAY จะแสดงสถานะการทำงานของเครื่องตอบรับอัตโนมัติอยู่ทุกขั้นตอน เช่น ถ้าแสดงว่า 02 หมายถึงขณะนี้มีการฝากข้อความเข้ามาแล้ว 2 ช่อง ยังเหลือจำนวนช่องที่ใช้ในการฝากข้อความอีก 2 ช่อง

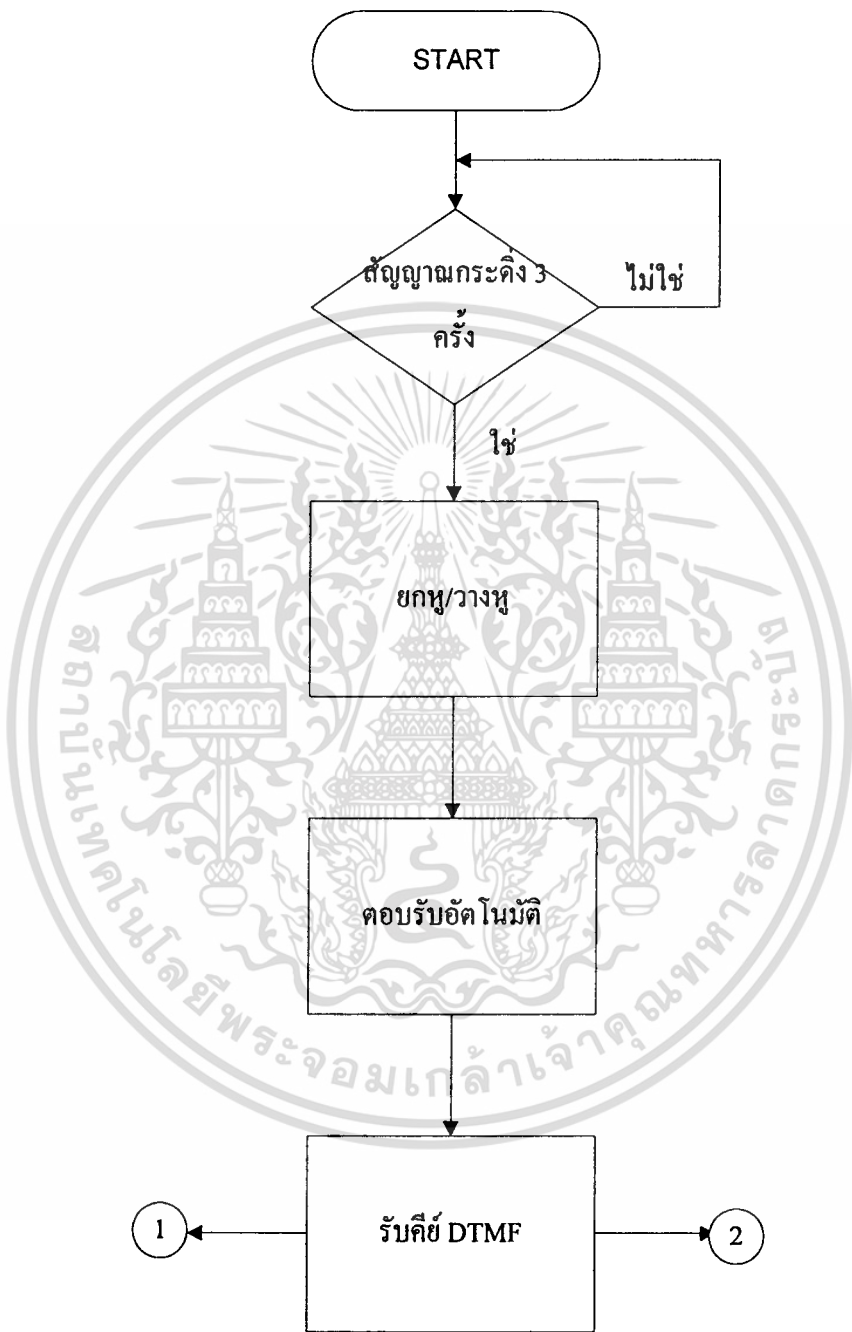


ภาคผนวก ค

ผังและโปรแกรมควบคุมการทำงาน

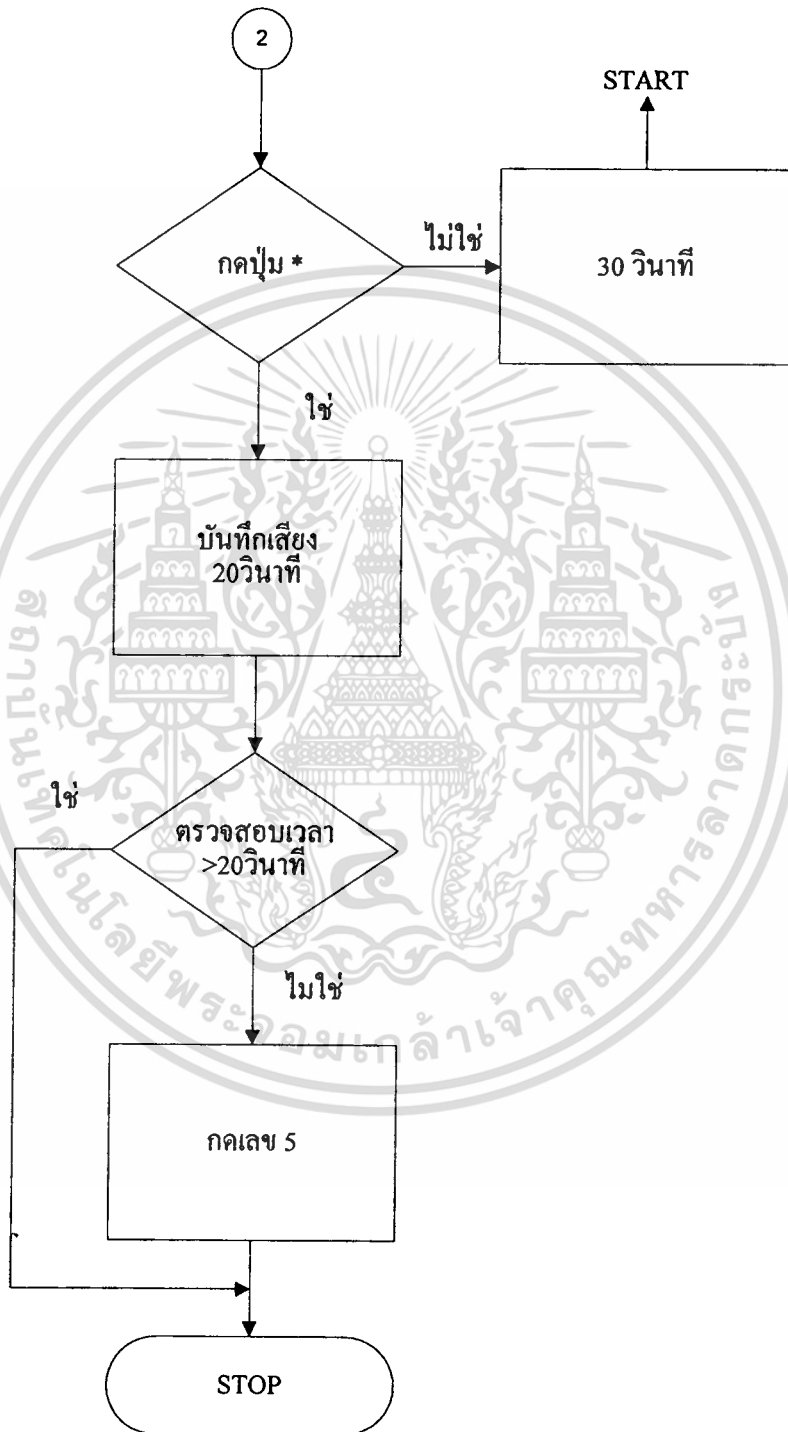
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง



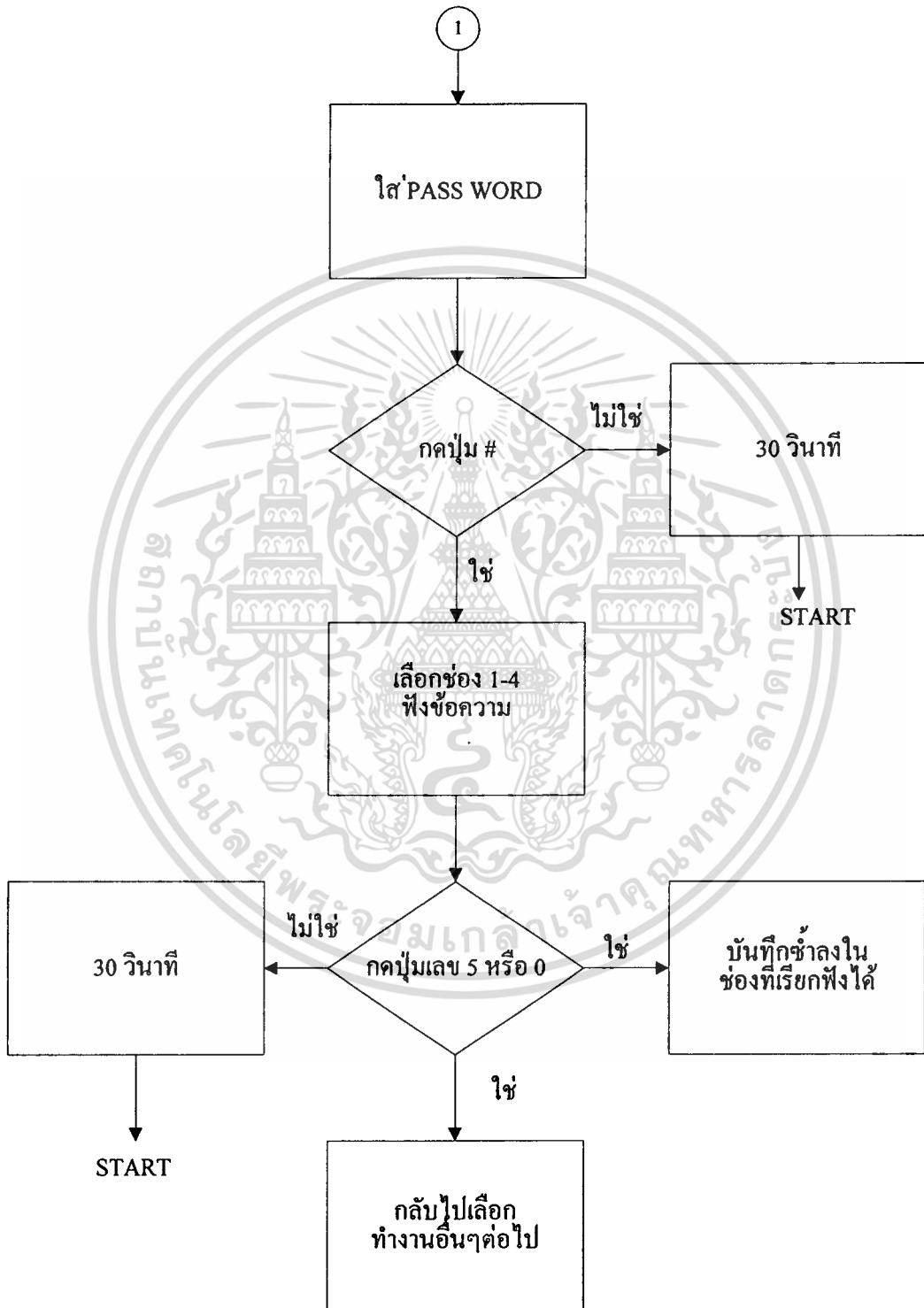
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการบันทึกเสียงเพื่อฝากข้อความ



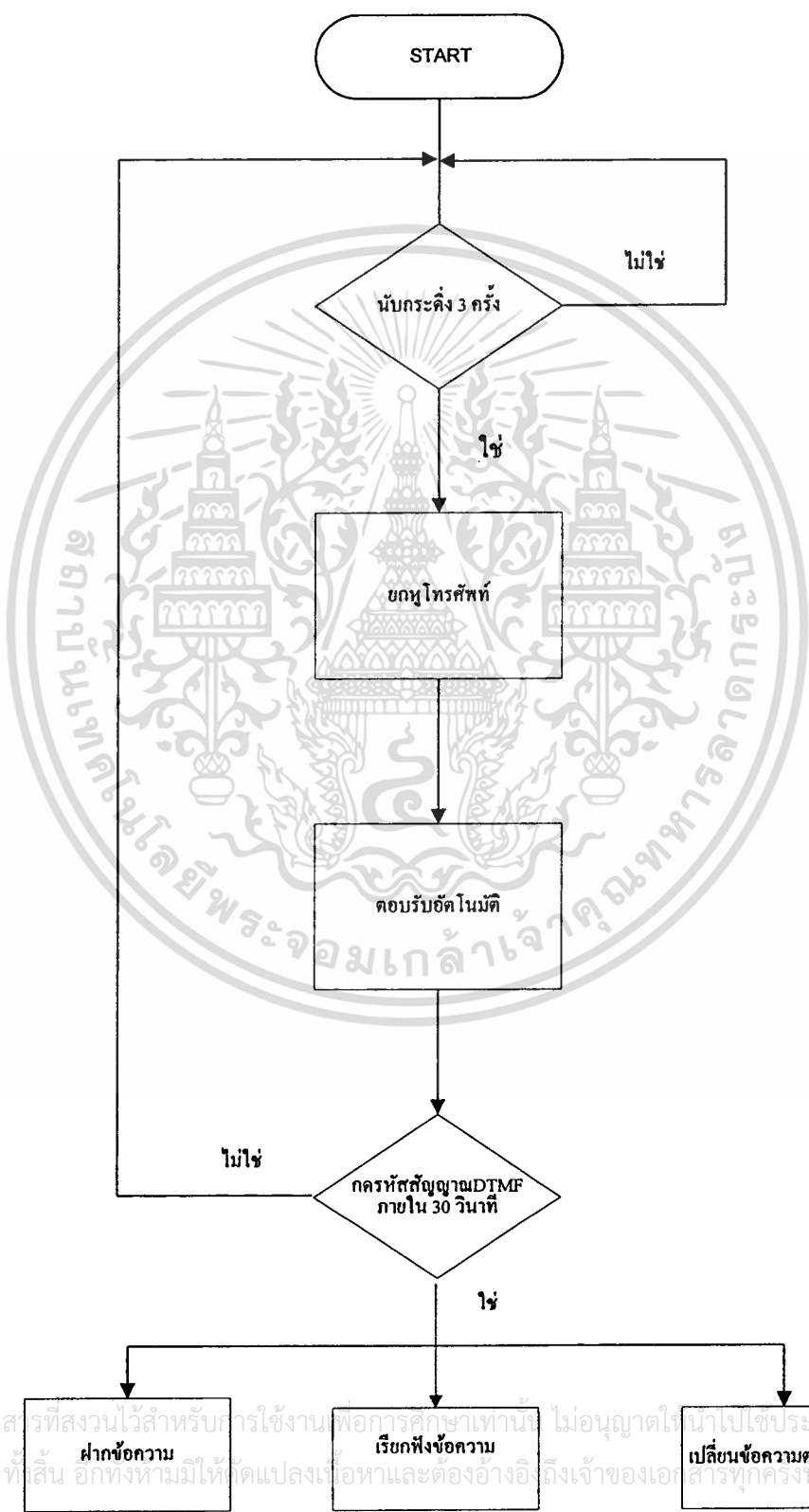
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังลำดับการเรียกฟังข้อความ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องตอบรับและบันทึกเสียงทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

โดยนายโกเมศร์ แจ่มจันทร์

เขียนโดย ภาษา ASSEMBLY ใช้ MCS-51

0050	=	1	PLAY	EQU 00111000B
0060	=	2	REC	EQU 01110000B
0068	=	3	STANTBY	EQU 01001000B
E0E0	=	4	PORT_A	EQU 0E0E0H
E0E1	=	5	PORT_B	EQU 0E0E1H
E0E2	=	6	PORT_C	EQU 0E0E2H
E0E3	=	7	CONTROL	EQU 0E0E3H ;80H
0008	=	8	PHASE	EQU 08H
0009	=	9	COUNT_50	EQU 09H
000A	=	10	TIME	EQU 0AH
000B	=	11	BUFF	EQU 0BH
000C	=	12	NUM_REC	EQU 0CH
000D	=	13	CH_PLAY	EQU 0DH
000E	=	14	T_SHOW	EQU 0EH
000F	=	15	NUM_WORD	EQU 0FH
0020	=	17	STATUS_CH	EQU 20H
0021	=	18	BUF_PORTC	EQU 21H
0022	=	19	DISBUFFER	EQU 22H ;22H..27H
0000	22	ORG 0000H		
0000020141	23	LJMP SET_SYS		
001B	25	ORG 001BH		
001B C2AB	26	INT_TF1: CLR IE.3		
001D C0D0	27	PUSH PSW		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

0021 0508      29      INC PHASE
0023 E508      30      MOV A,PHASE
0025 B40014    31      CJNE A,#0,TF1_1
0028 1509      32      DEC COUNT_50
002A E509      33      MOV A,COUNT_50
002C B4000D    34      CJNE A,#0,TF1_1
002F 750932    35      MOV COUNT_50,#50
0032 E50E      36      MOV A,T_SHOW
0034 04         37      INC A
0035 2400      38      ADD A,#0
0037 D4         39      DA A
0038 F50E      40      MOV T_SHOW,A
003A 150A      41      DEC TIME
003C D0E0      42      TF1_1: POP ACC
003E D0D0      43      POP PSW
0040 D2AB      44      SETB IE.3
0042 32        45      RETI
;##### MAIN #####
0100           47      ORG 0100H
0100 00        48      MAIN:  NOP
0101 90E0E1    49      MOV DPTR,#PORT_B
0104 7468      50      MOV A,#STANTBY
0106 D2E4      51      SETB ACC.4      ;STOP
0108 F0        52      MOVX @DPTR,A
0109 1205BE    53      LCALL DELAY
010C C2E4      54      CLR ACC.4
010E F0        55      MOVX @DPTR,A
010F 90E0E2    57      LCALL CHECK_RING
010F 90E0E2    59      MOV DPTR,#PORT_C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่โดยเด็ดขาดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

0112 740F      60      MOV  A,#00001111B
0114 F521      61      MOV  BUF_PORTC,A
0116 F0        62      MOVX  @DPTR,A
0117 12018964   63      LCALL WELCOME
011A 120565     65      CHECK_TONE: LCALL CHECK_NUM
011D 120471     66      LCALL RX_DTMF
0120 50F8      67      JNC   CHECK_TONE
0122 B40303     69      CJNE  A,#03H,TONE1
0125 120189     70      LCALL WELCOME
                        71      LCALL PLAY_SPASS
0128 B40108     72      TONE1:  CJNE  A,#01H,TONE2
012B 12049D     73      LCALL PASSWORD
012E 50EA      74      JNC   CHECK_TONE
0130 1201DA     75      LCALL WEL_REC
                        76      ; LCALL REC_SPASS
0133 B40C03     77      TONE2:  CJNE  A,#0CH,TONE3
0136 12021F     78      LCALL PLAY_SOUND
0139 B40BDE     79      TONE3:  CJNE  A,#0BH,CHECK_TONE
013C 1202E7     80      LCALL REC_SOUND
013F 80D9      81      SJMP  CHECK_TONE

                        82      ;#####

0141 758140     83      SET_SYS:  MOV  SP,#40H
0144 750800     84      MOV  PHASE,#0
0147 750932     85      MOV  COUNT_50,#50
014A 750A00     86      MOV  TIME,#0
014D 750E00     87      MOV  T_SHOW,#0
0150 1205BE     88      LCALL DELAY
0153 90E0E3     89      MOV  DPTR,#CONTROL

```

0156 7490	90	MOV A,#90H
0158 F0	91	MOVX @DPTR,A
0159 90E0E2	92	MOV DPTR,#PORT_C
015C 740C	93	MOV A,#00001100B
015E F521	94	MOV BUF_PORTC,A
0160 F0	95	MOVX @DPTR,A
0161 90E0E1	96	MOV DPTR,#PORT_B
0164 7468	97	MOV A,#STANTBY
0166 F0	98	MOVX @DPTR,A
0167 75A800	99	MOV IE,#0
016A 758928	100	MOV TMOD,#00101000B
016D 758804	101	MOV TCON,#000000100B
0170 758DB8	102	MOV TH1,#184 ;78.125uS
0173 758BB8	103	MOV 8BH,#184 ;TL1
	104	; SETB TCON.6
0176 D2AF	105	SETB IE.7
0178 D2AB	106	SETB IE.3
017A 1205BE	107	LCALL DELAY
017D 1205BE	108	LCALL DELAY
0180 1205BE	109	LCALL DELAY
0183 752000	110	MOV (STATUS_CH),#0
0186 020100	111	LJMP MAIN
	112	#####
0189 C0D0	113	WELCOME: PUSH PSW
018B C0E0	114	PUSH ACC
018D C083	115	PUSH DPH
018F C082	116	PUSH DPL
0191 90060D	118	MOV DPTR,#WEL_
0194 120513	119	LCALL COPY_DIS

0197 90E0E1	120	MOV DPTR,#PORT_B
019A 7468	121	MOV A,#STANTBY
019C D2E4	122	SETB ACC.4 ;STOP
019E F0	123	MOVX @DPTR,A
019F 1205BE	124	LCALL DELAY
01A2 C2E4	125	CLR ACC.4 ;STOP
01A4 F0	126	MOVX @DPTR,A
01A5 90E0E2	127	MOV DPTR,#PORT_C
01A8 7405	128	MOV A,#00000101B
01AA F521	129	MOV BUF_PORTC,A
01AC F0	130	MOVX @DPTR,A
01AD 750A14	131	MOV TIME,#20
01B0 120489	132	LCALL START_TIME
01B3 90E0E0	133	MOV DPTR,#PORT_A
01B6 120538	135	WEL_P1: LCALL SHOW_TIME
01B9 E50A	136	MOV A,TIME
01BB 600E	137	JZ WEL_END
01BD E0	138	MOVX A,@DPTR
01BE 30E50A	139	JNB ACC.5,WEL_END
01C1 E0	140	MOVX A,@DPTR
01C2 30E506	141	JNB ACC.5,WEL_END
01C5 E0	142	MOVX A,@DPTR
01C6 30E502	143	JNB ACC.5,WEL_END
01C9 80EB	144	SJMP WEL_P1
01CB 90E0E2	146	WEL_END: MOV DPTR,#PORT_C
01CE 740F	147	MOV A,#00001111B
01D0 F521	148	MOV BUF_PORTC,A
01D2 F0	149	MOVX @DPTR,A
01D3 C28E	150	CLR TCON.6

01D5 D0E0	151	POP ACC
01D7 D0D0	152	POP PSW
01D9 22	153	RET
	154	;#####
01DA C0D0	155	WEL_REC: PUSH PSW
01DC C0E0	156	PUSH ACC
01DE C083	157	PUSH DPH
01E0 C082	158	PUSH DPL
01E2 900613	160	MOV DPTR,#REC_
01E5 120513	161	LCALL COPY_DIS
01E8 90E0E2	162	MOV DPTR,#PORT_C
01EB 740B	163	MOV A,#00001011B
01ED F521	164	MOV BUF_PORTC,A
01EF F0	165	MOVX @DPTR,A
01F0 750A14	166	MOV TIME,#20
01F3 120489	167	LCALL START_TIME
01F6 90E0E0	168	MOV DPTR,#PORT_A
01F9 120538	170	WEL_R1: LCALL SHOW_TIME
01FC E50A	171	MOV A,TIME
01FE 600C	172	JZ WEL_REND
0200 E0	173	MOVX A,@DPTR
0201 20E508	174	JB ACC.5,WEL_REND
0204 120471	175	LCALL RX_DTMF
0207 50F0	176	JNC WEL_R1
0209 B405ED	177	CJNE A,#05H,WEL_R1
020C 90E0E2	179	WEL_REND: MOV DPTR,#PORT_C
020F 740F	180	MOV A,#00001010B
0211 F521	181	MOV BUF_PORTC,A
0213 F0	182	MOVX @DPTR,A

0214 C28E	183	CLR TCON.6
0216 D082	185	POP DPL
0218 D083	186	POP DPH
021A D0E0	187	POP ACC
021C D0D0	188	POP PSW
021E 22	189	RET
	190	;#####
021F C0D0	191	PLAY_SOUND: PUSH PSW
0221 C0E0	192	PUSH ACC
0223 C083	193	PUSH DPH
0225 C082	194	PUSH DPL
0227 900600	196	MOV DPTR,#CH_
022A 120513	197	LCALL COPY_DIS
022D 1204DE	198	PLAY_CH: LCALL DISPLAY
0230 120471	199	LCALL RX_DTMF
0233 50F8	200	JNC PLAY_CH
0235 B40600	201	CJNE A,#06H,\$+3
0238 50F3	202	PLAY_CH1: JNC PLAY_CH
023A B40502	203	CJNE A,#05H,\$+5
023D 8045	204	SJMP PLAY_SEND
023F 14	206	PLAY_MAKE: DEC A
0240 540F	207	ANL A,#0FH
0242 F50D	208	MOV CH_PLAY,A
0244 F5F0	209	MOV B,A
0246 90E0E2	210	MOV DPTR,#PORT_C
0249 740D	211	MOV A,#00001101B
024B F521	212	MOV BUF_PORTC,A
024D F0	213	MOVX @DPTR,A
024E 90E0E1	214	MOV DPTR,#PORT_B

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครเชียงใหม่ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาสาระของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0251 7468	215	MOV A,#PLAY
0253 45F0	216	ORL A,B
0255 F0	217	MOVX @DPTR,A
0256 D57FFD	218	DJNZ 7FH,\$
0259 C2E5	219	CLR ACC.5
025B F0	220	MOVX @DPTR,A
025C 750A14	221	MOV TIME,#20
025F 120489	222	LCALL START_TIME
0262 D57FFD	223	DJNZ 7FH,\$
0265 D2E5	224	SETB ACC.5
0267 F0	225	MOVX @DPTR,A
0268 900619	226	MOV DPTR,#PLAY_
026B 120513	227	LCALL COPY_DIS
026E 90E0E0	229	MOV DPTR,#PORT_A
0271 120538	231	PLAY_S1: LCALL SHOW_TIME
0274 E50A	232	MOV A,TIME
0276 600C	233	JZ PLAY_SEND
0278 E0	234	MOVX A,@DPTR
0279 30E508	235	JNB ACC.5,PLAY_SEND ;overflow
027C 120471	236	LCALL RX_DTMF
027F 50F0	237	JNC PLAY_S1
0281 B405ED	238	CJNE A,#05H,PLAY_S1
0284 00	240	PLAY_SEND: NOP
0285 90E0E1	241	MOV DPTR,#PORT_B
0288 7468	242	MOV A,#STANTBY
028A D2E4	243	SETB ACC.4 ;STOP
028C F0	244	MOVX @DPTR,A
028D 1205BE	245	LCALL DELAY

0290 C2E4	246	CLR ACC.4
0292 F0	247	MOVX @DPTR,A
0293 90E0E2	248	MOV DPTR,#PORT_C
0296 740F	249	MOV A,#00001111B
0298 F521	250	MOV BUF_PORTC,A
029A F0	251	MOVX @DPTR,A
029B C28E	252	CLR TCON.6
029D 9005F4	254	MOV DPTR,#WAIT_SPK_
02A0 120513	255	LCALL COPY_DIS
02A3 740A	256	MOV A,#10 ;SOUND_DELETE
02A5 1203FB	257	LCALL PLAY_SPASS
02A8 9005FA	258	MOV DPTR,#WAIT_
02AB 120513	259	LCALL COPY_DIS
02AE 1204DE	260	PLAY_K1: LCALL DISPLAY
02B1 120471	261	LCALL RX_DTMF
02B4 50F8	262	JNC PLAY_K1
02B6 B40A02	263	CJNE A,#0AH,PLAY_K2
02B9 8005	264	SJMP PLAY_M1
02BB B405F0	265	PLAY_K2: CJNE A,#5,PLAY_K1
02BE 801E	266	SJMP PLAY_SEND1
02C0 E50D	268	PLAY_M1: MOV A,CH_PLAY ;CH_PLAY
02C2 B40004	269	CJNE A,#0,PLAY_S2
02C5 C200	270	CLR STATUS_CH.0
02C7 8015	271	SJMP PLAY_SEND1
02C9 B40104	272	PLAY_S2: CJNE A,#1,PLAY_S3
02CC C201	273	CLR STATUS_CH.1
02CE 800E	274	SJMP PLAY_SEND1
02D0 B40204	275	PLAY_S3: CJNE A,#2,PLAY_S4
02D3 C202	276	CLR STATUS_CH.2

02D5 8007	277	SJMP PLAY_SEND1
02D7 B40304	278	PLAY_S4: CJNE A,#3,PLAY_SEND1
02DA C203	279	CLR STATUS_CH.3
02DC 8000	280	SJMP PLAY_SEND1
02DE D082	282	PLAY_SEND1: POP DPL
02E0 D083	283	POP DPH
02E2 D0E0	284	POP ACC
02E4 D0D0	285	POP PSW
02E6 22	286	RET
	287	#####
02E7 C0D0	288	REC_SOUND: PUSH PSW
02E9 C0E0	289	PUSH ACC
02EB C083	290	PUSH DPH
02ED C082	291	PUSH DPL
02EF 900613	293	MOV DPTR,#REC_
02F2 120513	294	LCALL COPY_DIS
02F5 200007	295	JB STATUS_CH.0,REC_RC2
02F8 750C00	296	MOV NUM_REC,#0
02FB D200	297	SETB STATUS_CH.0
02FD 802C	298	SJMP REC_RC5
02FF 200107	299	REC_RC2: JB STATUS_CH.1,REC_RC3
0302 750C01	300	MOV NUM_REC,#1
0305 D201	301	SETB STATUS_CH.1
0307 8022	302	SJMP REC_RC5
0309 200207	303	REC_RC3: JB STATUS_CH.2,REC_RC4
030C 750C02	304	MOV NUM_REC,#2
030F D202	305	SETB STATUS_CH.2
0311 8018	306	SJMP REC_RC5
0313 200307	307	REC_RC4: JB STATUS_CH.3,REC_FULL

0316 750C03	308	MOV NUM_REC,#3
0319 D203	309	SETB STATUS_CH.3
031B 800E	310	SJMP REC_RC5
031D 00	311	REC_FULL: NOP
031E 90061F	312	MOV DPTR,#REC_FULL_
0321 120513	313	LCALL COPY_DIS
0324 7405	314	MOV A,#5
0326 1203FB	315	LCALL PLAY_SPASS ;#####
0329 8035	316	SJMP REC_SEND
032B 850CF0	318	REC_RC5: MOV B,NUM_REC
032E 90E0E2	319	MOV DPTR,#PORT_C
0331 740F	320	MOV A,#00001111B
0333 F521	321	MOV BUF_PORTC,A
0335 F0	322	MOVX @DPTR,A
0336 90E0E1	323	MOV DPTR,#PORT_B
0339 7460	324	MOV A,#REC
033B 45F0	325	ORL A,B
033D F0	326	MOVX @DPTR,A
033E D57FFD	327	DJNZ 7FH,\$
0341 C2E5	328	CLR ACC.5
0343 F0	329	MOVX @DPTR,A
0344 750A13	330	MOV TIME,#19
0347 120489	331	LCALL START_TIME
034A 90E0E0	333	MOV DPTR,#PORT_A
034D 120538	335	REC_S1: LCALL SHOW_TIME
0350 E50A	336	MOV A,TIME
0352 600C	337	JZ REC_SEND
0354 E0	338	MOVX A,@DPTR
0355 30E508	339	JNB ACC.5,REC_SEND ;overflow

0358 120471	340	LCALL RX_DTMF
035B 50F0	341	JNC REC_S1
035D B405ED	342	CJNE A,#05H,REC_S1
0360 90E0E1	344	REC_SEND: MOV DPTR,#PORT_B
0363 7468	345	MOV A,#STANTBY
0365 D2E4	346	SETB ACC.4 ;STOP
0367 F0	347	MOVX @DPTR,A
0368 1205BE	348	LCALL DELAY
036B C2E4	349	CLR ACC.4
036D F0	350	MOVX @DPTR,A
036E 90E0E2	351	MOV DPTR,#PORT_C
0371 740F	352	MOV A,#00001111B
0373 F521	353	MOV BUF_PORTC,A
037A D083	358	POP DPH
037C D0E0	359	POP ACC
037E D0D0	360	POP PSW
0380 22	361	RET
	362	#####
0381 C0D0	363	REC_SPASS: PUSH PSW ; TIME OF CHANNEL
0383 C0E0	364	PUSH ACC
0385 C0F0	365	PUSH B
0387 C083	366	PUSH DPH
0389 C082	367	PUSH DPL
038B C000	368	PUSH 0
038D 900613	370	MOV DPTR,#REC_
0390 120513	371	LCALL COPY_DIS
0393 B40508	372	CJNE A,#5,RP_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่าง ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้เพื่อการค้าได้ หากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 0396 750A04 373 การใช้งานเพื่อ MOV TIME,#4 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 0399 75F007 374 ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้เพื่อการค้าได้ หากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 MOV B,#7

039C 8009	375	SJMP RP_2
039E B40A35	376	RP_1: CJNE A,#10,REC_PEND
03A1 750A0A	377	MOV TIME,#10
03A4 75F004	378	MOV B,#4
03A7 90E0E2	379	RP_2: MOV DPTR,#PORT_C
03AA 740F	380	MOV A,#00001111B
03AC F521	381	MOV BUF_PORTC,A
03AE F0	382	MOVX @DPTR,A
03AF 90E0E1	383	MOV DPTR,#PORT_B
03B2 7460	384	MOV A,#REC
03B4 45F0	385	ORL A,B
03B6 F0	386	MOVX @DPTR,A
03B7 D57FFD	387	DJNZ 7FH,\$
03BA C2E5	388	CLR ACC.5
03BC	389	MOVX @DPTR,A
03BD 120489	390	LCALL START_TIME
03C0 90E0E0	392	MOV DPTR,#PORT_A
03C3 120538	394	REC_P1: LCALL SHOW_TIME
03C6 E50A	395	MOV A,TIME
03C8 600C	396	JZ REC_PEND
03CA E0	397	MOVX A,@DPTR
03CB 30E508	398	JNB ACC.5,REC_PEND ;overflow
03CE 120471	399	LCALL RX_DTMF
03D1 50F0	400	JNC REC_P1
03D3 B405ED	401	CJNE A,#05H,REC_P1
03D6 90E0E1	403	REC_PEND: MOV DPTR,#PORT_B
03D9 7468	404	MOV A,#STANTBY
03DB D2E4	405	SETB ACC.4 ;STOP
03DD F0	406	MOVX @DPTR,A

03DE 1205BE	407	LCALL DELAY
03E1 C2E4	408	CLR ACC.4
03E3 F0	409	MOVX @DPTR,A
03E4 90E0E2	410	MOV DPTR,#PORT_C
03E7 740F	411	MOV A,#00001111B
03E9 F521	412	MOV BUF_PORTC,A
03EB F0	413	MOVX @DPTR,A
03EC C28E	414	CLR TCON.6
03EE D000	416	POP 0
03F0 D082	417	POP DPL
03F2 D083	418	POP DPH
03F4 D0F0	419	POP B
03F6 D0E0	420	POP ACC
03F8 D0D0	421	POP PSW
03FA 22	422	RET
	423	#####
03FB C0D0	424	PLAY_SPASS: PUSH PSW ; TIME OF
		CHANNEL
03FD C0E0	425	PUSH ACC
03FF C083	426	PUSH DPH
0401 C082	427	PUSH DPL
0403 C000	428	PUSH 0
0405 B40508	430	CJNE A,#5,PP_1
0408 750A04	431	MOV TIME,#4
040B 75F007	432	MOV B,#7
040E 8009	433	SJMP PP_2
0410 B40AC3	434	PP_1: CJNE A,#10,REC_PEND
0413 750A0A	435	MOV TIME,#10
0416 75F004	436	MOV B,#4

0419 90E0E2	437	PP_2: MOV DPTR,#PORT_C
041C 740D	438	MOV A,#00001101B
041E F521	439	MOV BUF_PORTC,A
0420 F0	440	MOVX @DPTR,A
0421 90E0E1	441	MOV DPTR,#PORT_B
0424 7468	442	MOV A,#PLAY
0426 45F0	443	ORL A,B
0428 F0	444	MOVX @DPTR,A
0429 D57FFD	445	DJNZ 7FH,\$
042C C2E5	446	CLR ACC.5
042E F0	447	MOVX @DPTR,A
042F 120489	448	LCALL START_TIME
0432 D57FFD	449	DJNZ 7FH,\$
0435 D2E5	450	SETB ACC.5
0437 F0	451	MOVX @DPTR,A
0438 90E0E0	453	MOV DPTR,#PORT_A
043B 120538	455	PLAY_P1: LCALL SHOW_TIME
043E E50A	456	MOV A,TIME
0440 600C	457	JZ PLAY_PEND
0442 E0	458	MOVX A,@DPTR
0443 30E508	459	JNB ACC.5,PLAY_PEND ;overflow
0446 120471	460	LCALL RX_DTMF
0449 50F0	461	JNC PLAY_P1
044B B405ED	462	CJNE A,#05H,PLAY_P1
044E 90E0E1	464	PLAY_PEND: MOV DPTR,#PORT_B
0451 7468	465	MOV A,#STANTBY
0453 D2E4	466	SETB ACC.4 ;STOP
0455 F0	467	MOVX @DPTR,A
0456 1205BE	468	LCALL DELAY

0459 C2E4	469	CLR ACC.4
045B F0	470	MOVX @DPTR,A
045C 90E0E2	471	MOV DPTR,#PORT_C
045F 740F	472	MOV A,#00000110B
0461 F521	473	MOV BUF_PORTC,A
0463 F0	474	MOVX @DPTR,A
0464 C28E	475	CLR TCON.6
0466 D000	477	POP 0
0468 D082	478	POP DPL
046A D083	479	POP DPH
046C D0E0	480	POP ACC
046E D0D0	481	POP PSW
0470 22	482	RET
	483	#####
0471	484	RX_DTMF: ;PUSH PSW
0471 C083	485	PUSH DPH
0473 C082	486	PUSH DPL
0475 C3	488	CLR C
0476 90E0E0	489	MOV DPTR,#PORT_A
0479 E0	490	MOVX A,@DPTR
047A 30E407	491	JNB ACC.4,DTMF_END
047D E0	492	WAIT_KEY: MOVX A,@DPTR
047E 20E4FC	493	JB ACC.4,WAIT_KEY
0481 540F	494	ANL A,#0FH
0483 D3	495	SETB C
0484 D082	497	DTMF_END: POP DPL
0486 D083	498	POP DPH
	499	;POP PSW
0488 22	500	RET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

501 ;#####
0489 C0E0 502 START_TIME: PUSH ACC
048B C0D0 503 PUSH PSW
048D 750800 504 MOV PHASE,#0
0490 750E00 505 MOV T_SHOW,#0
0493 750932 506 MOV COUNT_50,#50
0496 D28E 507 SETB TCON.6
0498 D0D0 508 POP PSW
049A D0E0 509 POP ACC
049C 22 510 RET
511 ;#####
049D C0E0 512 PASSWORD: PUSH ACC
049F C000 513 PUSH 0
04A1 C083 514 PUSH DPH
04A3 C082 515 PUSH DPL
04A5 900607 517 MOV DPTR,#PASS_
04A8 120513 518 LCALL COPY_DIS
04AB 900625 519 MOV DPTR,#PASSWORD_
04AE 750A0A 520 MOV TIME,#10
04B1 120489 521 LCALL START_TIME
04B4 7804 522 MOV R0,#04H
04B6 120538 524 NEW_KEY: LCALL SHOW_TIME
04B9 E50A 525 MOV A,TIME
04BB 7002 526 JNZ NEW1
04BD 8013 527 SJMP PASS_END1
04BF 120471 528 NEW1: LCALL RX_DTMF
04C2 50F2 529 JNC NEW_KEY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาหรือเผยแพร่ข้อมูลอย่างใด ๆ ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

04C4 F50B 530 MOV BUFF,A
04C6 E4 531 CLR A

```

04C7 93	532	MOVC A,@A+DPTR
04C8 B50B07	533	CJNE A,BUFF,PASS_END1
04CB 0582	534	INC DPL
04CD D8E7	535	DJNZ R0,NEW_KEY
04CF D3	537	SETB C
04D0 8001	538	SJMP PASS_END2
04D2 C3	539	PASS_END1: CLR C
04D3 D082	540	PASS_END2: POP DPL
04D5 D083	541	POP DPH
04D7 D000	542	POP 0
04D9 D0E0	543	POP ACC
04DB C28E	544	CLR TCON.6
04DD 22	545	RET
	546	#####
04DE C0D0	547	DISPLAY: PUSH PSW
04E0 C0E0	548	PUSH ACC
04E2 C083	549	PUSH DPH
04E4 C082	550	PUSH DPL
04E6 C000	551	PUSH 0
04E8 C001	552	PUSH 1
04EA 7822	553	MOV R0,#DISBUFFER
04EC 90E0E2	554	MOV DPTR,#PORT_C
04EF E521	555	MOV A,BUF_PORTC
04F1 540F	556	ANL A,#0FH
04F3 7906	557	MOV R1,#6
04F5 8690	559	DIS_1: MOV P1,@R0
04F7 F0	560	MOVX @DPTR,A
04F8 D57FFD	561	DJNZ 7FH,\$
04FB D57FFD	562	DJNZ 7FH,\$

04FE D57FFD	563	DJNZ 7FH,\$
0501 2410	564	ADD A,#10H
0503 08	565	INC R0
0504 D9EF	566	DJNZ R1,DIS_1
0506 D001	568	POP 1
0508 D000	569	POP 0
050A D082	570	POP DPL
050C D083	571	POP DPH
050E D0E0	572	POP ACC
0510 D0D0	573	POP PSW
0512 22	574	RET
	575	;#####
0513 C0D0	576	COPY_DIS: PUSH PSW
0515 C0E0	577	PUSH ACC
0517 C083	578	PUSH DPH
0519 C082	579	PUSH DPL
051B C000	580	PUSH 0
051D C001	581	PUSH 1
051F 7822	583	MOV R0,#DISBUFFER
0521 7906	584	MOV R1,#6
0523 E4	586	CPY_1: CLR A
0524 93	587	MOVC A,@A+DPTR
0525 F6	588	MOV @R0,A
0526 0582	589	INC DPL
0528 08	590	INC R0
0529 D9F8	591	DJNZ R1,CPY_1
052B D001	593	POP 1
052D D000	594	POP 0
052F D082	595	POP DPL

052D D000	594	POP 0
052F D082	595	POP DPL
0531 D083	596	POP DPH
0533 D0E0	597	POP ACC
0535 D0D0	598	POP PSW
0537 22	599	RET
	600	;#####
0538 C0D0	601	SHOW_TIME: PUSH PSW
053A C0E0	602	PUSH ACC
053C C083	603	PUSH DPH
053E C082	604	PUSH DPL
0540 C000	605	PUSH 0
0542 C001	606	PUSH 1
0544 9005C5	607	MOV DPTR,#TABLE
0547 E50E	608	MOV A,T_SHOW
0549 54F0	609	ANL A,#0F0H
054B C4	610	SWAP A
054C 93	611	MOVC A,@A+DPTR
054D F526	612	MOV DISBUFFER+4,A
054F E50E	613	MOV A,T_SHOW
0551 540F	614	ANL A,#0FH
0553 93	615	MOVC A,@A+DPTR
0554 F527	616	MOV DISBUFFER+5,A
0556 91DE	617	ACALL DISPLAY
0558 D001	618	POP 1
055A D000	619	POP 0
055C D082	620	POP DPL
055E D083	621	POP DPH
0560 D0E0	622	POP ACC

0562 D0D0	623	POP PSW
0564 22	624	RET
	625	;#####
0565 C0D0	626	CHECK_NUM: PUSH PSW
0567 C0E0	627	PUSH ACC
0569 C083	628	PUSH DPH
056B C082	629	PUSH DPL
056D C000	630	PUSH 0
056F 7804	631	MOV R0,#4
0571 E520	632	MOV A,STATUS_CH
0573 750F00	633	MOV NUM_WORD,#0
0576 13	634	C_NUM1: RRC A
0577 5002	635	JNC C_NUM2
0579 050F	636	INC NUM_WORD
057B D8F9	637	C_NUM2: DJNZ R0,C_NUM1
057D 9005EE	638	MOV DPTR,#CLR_ALL
0580 120513	639	LCALL COPY_DIS
0583 9005C5	641	MOV DPTR,#TABLE
0586 E50F	642	MOV A,NUM_WORD
0588 54F0	643	ANL A,#0F0H
058A C4	644	SWAP A
058B 93	645	MOVC A,@A+DPTR
058C F524	646	MOV DISBUFFER+2,A
058E E50F	647	MOV A,NUM_WORD
0590 540F	648	ANL A,#0FH
0592 93	649	MOVC A,@A+DPTR
0593 F525	650	MOV DISBUFFER+3,A
0595 91DE	651	ACALL DISPLAY
0597 D000	653	POP 0

0599 D082	654	POP DPL
059B D083	655	POP DPH
059D D0E0	656	POP ACC
059F D0D0	657	POP PSW
05A1 22	658	RET
	659	;#####
05A2 C0D0	660	CHECK_RING: PUSH PSW
05A4 C0E0	661	PUSH ACC
05A6 C000	662	PUSH 0
05A8 E4	663	CLR A
05A9 20B0FD	664	LOOP_RING: JB P3.0,\$
05AC 780A	665	MOV R0,#10
05AE 1205BE	666	LOOP_RING1: LCALL DELAY
05B1 D8FB	667	DJNZ R0,LOOP_RING1
05B3 04	668	INC A
05B4 B405F2	669	CJNE A,#5,LOOP_RING
05B7 D000	670	POP 0
05B9 D0E0	671	POP ACC
05BB D0D0	672	POP PSW
05BD 22	673	RET
	674	;#####
05BE D57FFD	675	DELAY: DJNZ 7FH,\$
05C1 D57EFA	676	DJNZ 7EH,DELAY
05C4 22	677	RET
	678	;#####
05C5 FC60DAF2	679	TABLE: DB

0FCH,60H,0DAH,0F2H,66H,0B6H,0BEH,0E0H,0FEH,0F6H,0EEH,3

EH,9CH,7AH,9H,8EH

05C9 66B6BEE0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

05CD FEF6EE3E
05D1 9C7A9E8E
05D5 00009E2A 680 END_MAKE_FUNC: DB
00H,00H,9EH,2AH,7AH,00H
05D9 7A00
05DB 00000000 681 JAME: DB
0,0,0,0,0,0,9EH,7AH,01H,60H,0BEH,0,0,0,0,0,0,0
05DF 00009E7A
05E3 0160BE00
05E7 00000000
05EB 000000
05EE 00000000 682 CLR_ALL: DB 0,0,0,0,0,0
05F2 0000
05F4 7EEE0C1E 683 WAIT_SPK_: DB 7EH,0EEH,0CH,1EH,10H,0B6H
05F8 10B6
05FA 007EBE0C 684 WAIT_: DB 0,7EH,0EEH,0CH,1EH,0
05FE 1E00
0600 9C6E1000 685 CH_: DB 9CH,6EH,10H,0,0,0,0
0604 000000
0607 CEEEB6B6 686 PASS_: DB 0CEH,0EEH,0B6H,0B6H,10H,10H
060B 1010
060D 7E9E1C10 687 WEL_: DB 7EH,9EH,1CH,10H,0,0
0611 0000
0613 0A9E9C10 688 REC_: DB 0AH,9EH,9CH,10H,0,0
0617 0000
0619 CE1CEE76 689 PLAY_: DB 0CEH,1CH,0EEH,76H,10H,10H
061D 1010
061F 8E7C1C1C 690 REC_FULL_: DB 8EH,7CH,1CH,1CH,10H,10H
0623 1010

```

0625 02020A09    691      PASSWORD_: DB  02H,02H,0AH,09H
0000=            692      END
ch_              =      0600  685  196
ch_play          =      000D   13  208  268
check_num        =      0565  626  65
check_ring       =      05A2  660
check_tone       =      011A   65  67  74  79  81
clr_all          =      05EE  682  638
control          =      E0E3    7  89
copy_dis         =      0513  576  119  161  197  227  255  259  294  313
                 371  518  639
count_50         =      0009    9  32  33  35  85  506
cpy_1            =      0523  586  591
delay            =      05BE  675  53  88  107  108  109  124  245  348
                 407  468  666  676
dis_1            =      04F5  559  566
disbuffer        =      0022   19  553  583  612  616  646  650
display          =      04DE  547  198  260  617  651
dtmf_end         =      0484  497  491
end_make_func    =      05D5  680
int_tf1          =      001B   26
jame             =      05DB  681
loop_ring        =      05A9  664  669
loop_ring1       =      05AE  666  667
main             =      0100   48  111
new1             =      04BF  528  526
new_key          =      04B6  524  529  535
num_rec          =      000C   12  296  300  304  308  318
num_word         =      000F   15  633  636  642  647

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pass_	=	0607	686	517	
pass_end1	=	04D2	539	527	533
pass_end2	=	04D3	540	538	
password	=	049D	512	73	
password_	=	0625	691	519	
phase	=	0008	8	29	30 84 504
play	=	0068	1	215	442
play_	=	0619	689	226	
play_ch	=	022D	198	200	202
play_ch1	=	0238	202		
play_k1	=	02AE	260	262	265
play_k2	=	02BB	265	263	
play_m1	=	02C0	268	264	
play_make	=	023F	206		
play_p1	=	043B	455	461	462
play_pend	=	044E	464	457	459
play_s1	=	0271	231	237	238
play_s2	=	02C9	272	269	
play_s3	=	02D0	275	272	
play_s4	=	02D7	278	275	
play_send	=	0284	240	204	233 235
play_send1	=	02DE	282	266	271 274 277 278 280
play_sound	=	021F	191	78	
play_spass	=	03FB	424	257	315
port_a	=	E0E0	4	133	168 229 333 392 453 489
port_b	=	E0E1	5	49	96 120 214 241 323 344 383
			403	441	464

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะ
 ไม่ควรแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

port_c = E0E2 6 59 92 127 146 162 179 210 248 319
 351 379 410 437 471 554

เอกสาร table เอกสารที่ส่งวนไว้สั้=รับการใช้งานเพื่อตรวจสอบการนำเข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
tf1_1 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

time	=	000A	10	41	86	131	136	166	171	221
		232	330	336	373	377	395	431	435	456
		520	525							
tone1	=	0128	72	69						
tone2	=	0133	77	72						
tone3	=	0139	79	77						
wait_	=	05FA	684	258						
wait_key	=	047D	492	493						
wait_spk_	=	05F4	683	254						
wel_	=	060D	687	118						
wel_end	=	01CB	146	137	139	141	143			
wel_pl	=	01B6	135	144						
wel_rl	=	01F9	170	176	177					
wel_rec	=	01DA	155	75						
wel_rend	=	020C	179	172	174					
welcome	=	0189	113	64	70	72				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งและยกหู / วางหู

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน (ตัว)	หมายเหตุ
R 1 kΩ	1	
R 10 kΩ	2	
R 6.8 kΩ	2	
R 560 Ω	1	
R 150 Ω	1	
C 4.7 uF/ 16v	1	
ZENER DIODE 57 V	1	
DIODE BRIDE 400V 1.5 A	1	
TR # C9013	2	
LED	1	
RELAY 5 VDC	2	
หม้อแปลง 600 Ω	1	

วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน (ตัว)	หมายเหตุ
R 100 Kohm	2	
R 300 Kohm	1	
R 300 ohm	1	
C 0.1 uF	4	
คริสตอล 3.58 MHz	1	
IC # MT8870	1	
LED	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรตอบรับอัตโนมัติ

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน (ตัว)	หมายเหตุ
R 1k Ω	3	
R 10 k Ω	1	
R 470 k Ω	1	
R 4.7 k Ω	1	
R 10 Ω	1	
VR 10k Ω	1	
C 0.1 uF	2	
C 0.22 uF	2	
C 1 uF/ 16v	2	
C 10 uF/16v	2	
C 4.7 uF/16v	1	
C 100 uF/16v	1	
LED	1	
IC # LM386	1	
IC # ISD1420	1	
IC # 74LS08	1	
คอนเดนเซอร์ไมค์	1	

วงจรบันทึกเสียงเพื่อฝากข้อความ

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน (ตัว)	หมายเหตุ
R 1 k Ω	1	
R 2 k Ω	1	
R 10 k Ω	1	
R 470 k Ω	1	
VR 10 k Ω	1	
C 0.1 uF	3	
C 0.22 uF	2	
C 1 uF/16v	2	
C 4.7 uF/16v	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามนำไปจำหน่ายหรือให้ผู้อื่นดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน (ตัว)	หมายเหตุ
C 10 uF/16v	1	
C 22 uF/16v	1	
C 100 uF/16v	1	
C 220 uF/16v	1	
TR # C9013	3	
IC # ISD2590	1	
IC # LM386	1	
IC # 74LS245	1	
RELAY 5 VDV	3	

แหล่งจ่าย

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน (ตัว)	หมายเหตุ
DIODE BRIDE 400 V 1.5 A	1	
C 0.1Uf	3	
C 470uF/16v	2	
C 2200uF/16v	1	
IC # 7805	1	
IC # 7809	1	
หม้อแปลง 9 VDC 2A		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
รายละเอียดของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1 Integrated DTMF Receiver

Features

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

ISSUE 3

May1995

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
MT8870DT/DT-1	20 Pin TSSOP
-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

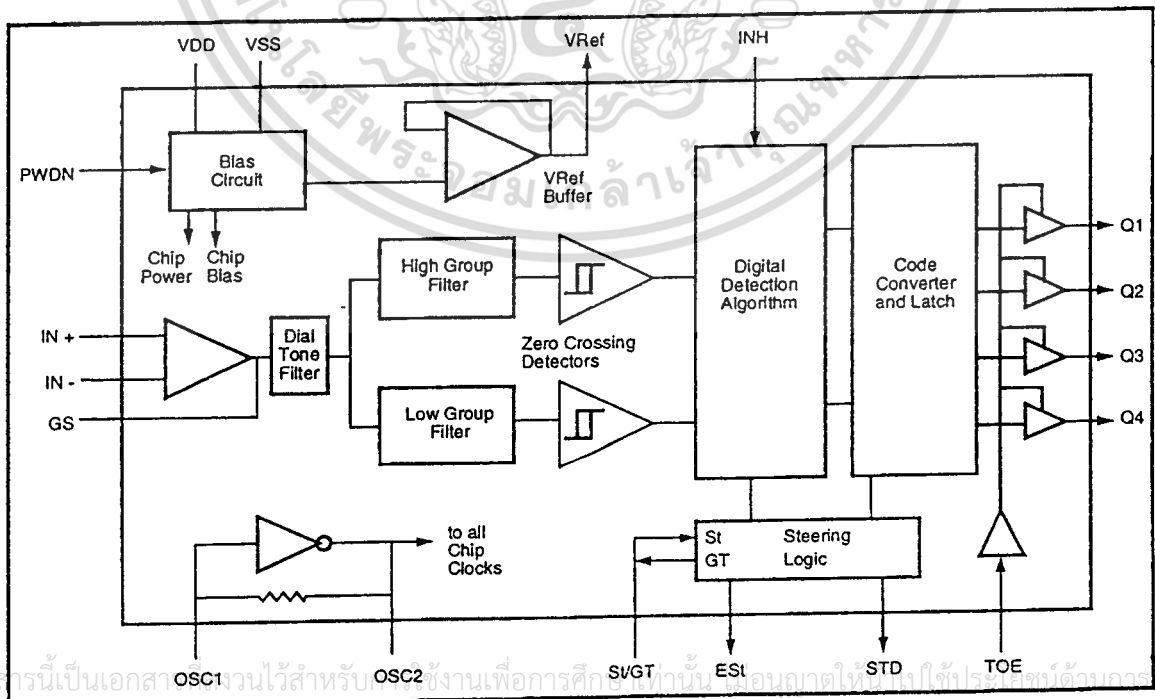


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างสำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

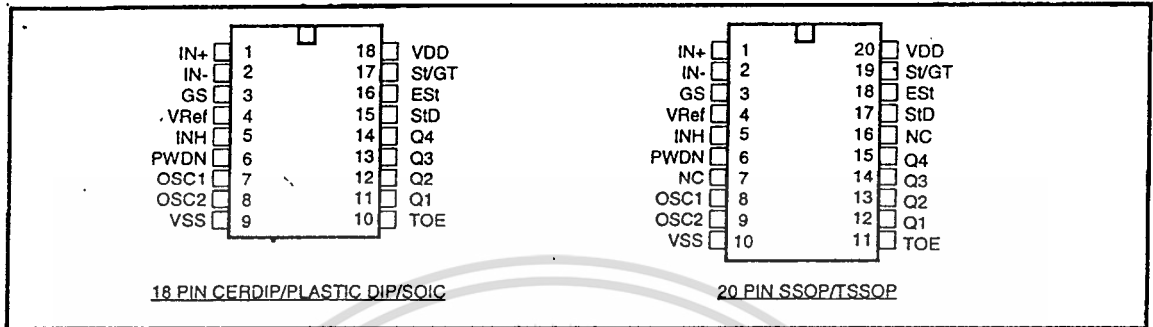


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	2	IN-	Inverting Op-Amp (Input).
3	3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V _{Ref}	Reference Voltage (Output). Nominally V _{DD} /2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	Clock (Input).
8	9	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V _{SS}	Ground (Input). 0V typical.
10	11	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	17	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on S/VT falls below V _{TSI} .
16	18	EST	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause EST to return to a logic low.
17	19	S/VT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V _{TSI} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V _{TSI} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of EST and the voltage on St.
18	20	V _{DD}	Positive power supply (Input). +5V typical.
7, 16	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

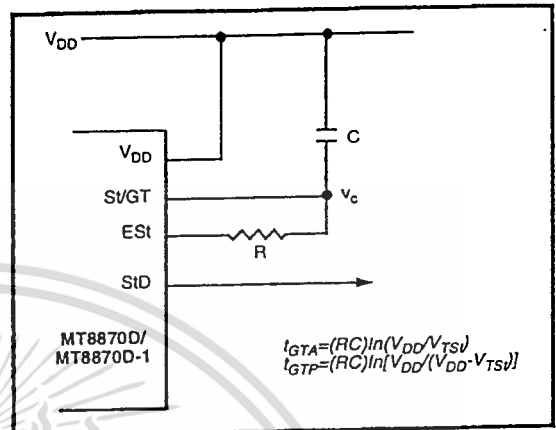


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

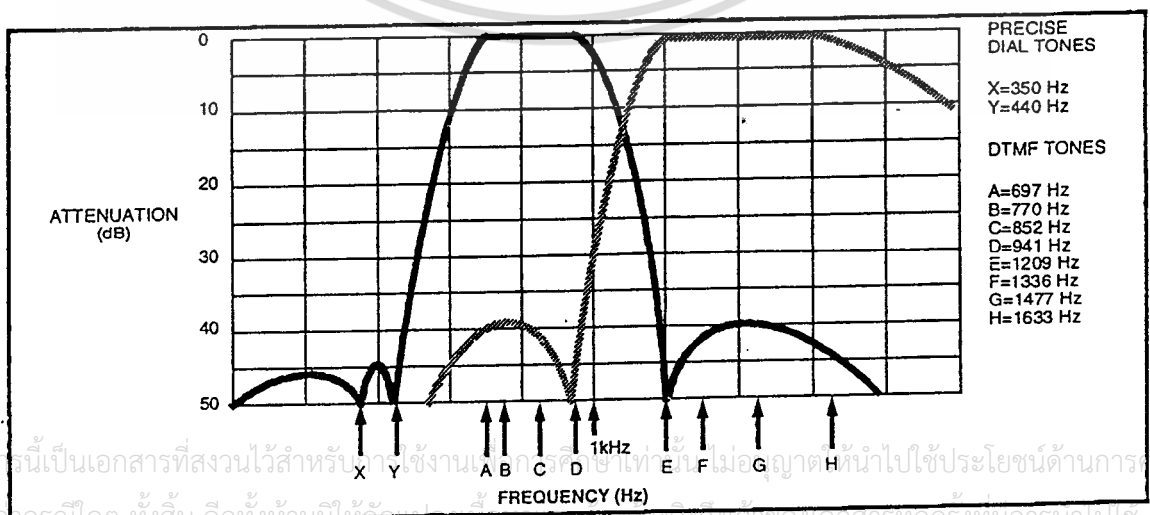


Figure 3 - Filter Response

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

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

Guard Time Adjustment

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

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

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

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

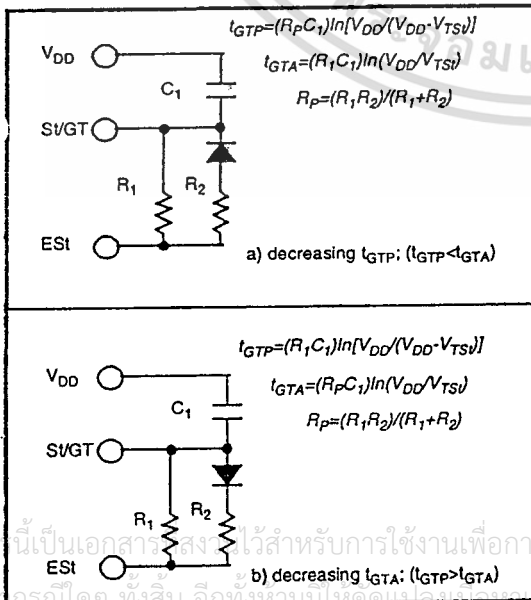


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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.

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.

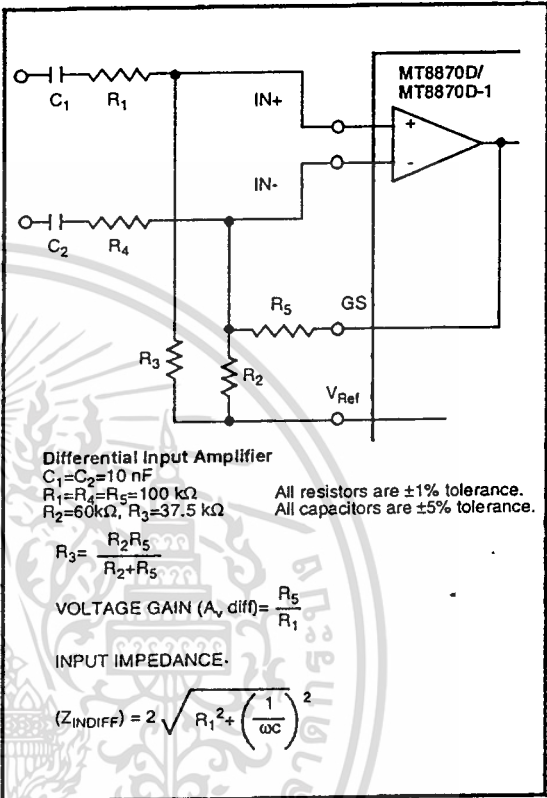


Figure 6 - Differential Input Configuration

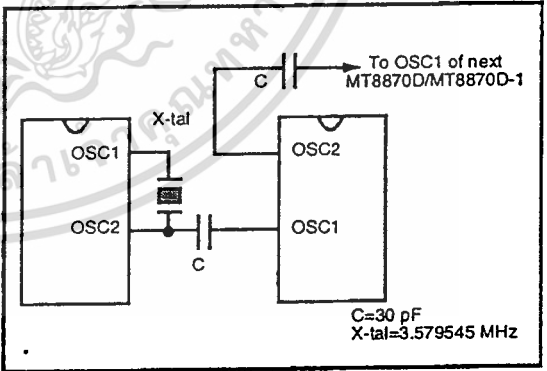


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications
Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2\pi f R1 C1$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลใดๆ ในเอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาต

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

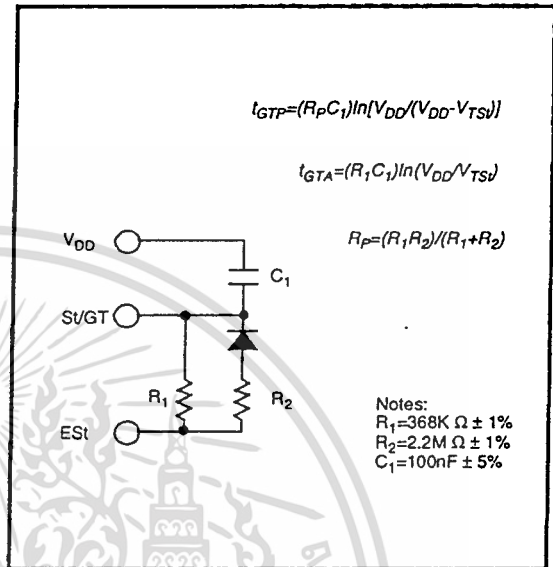


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

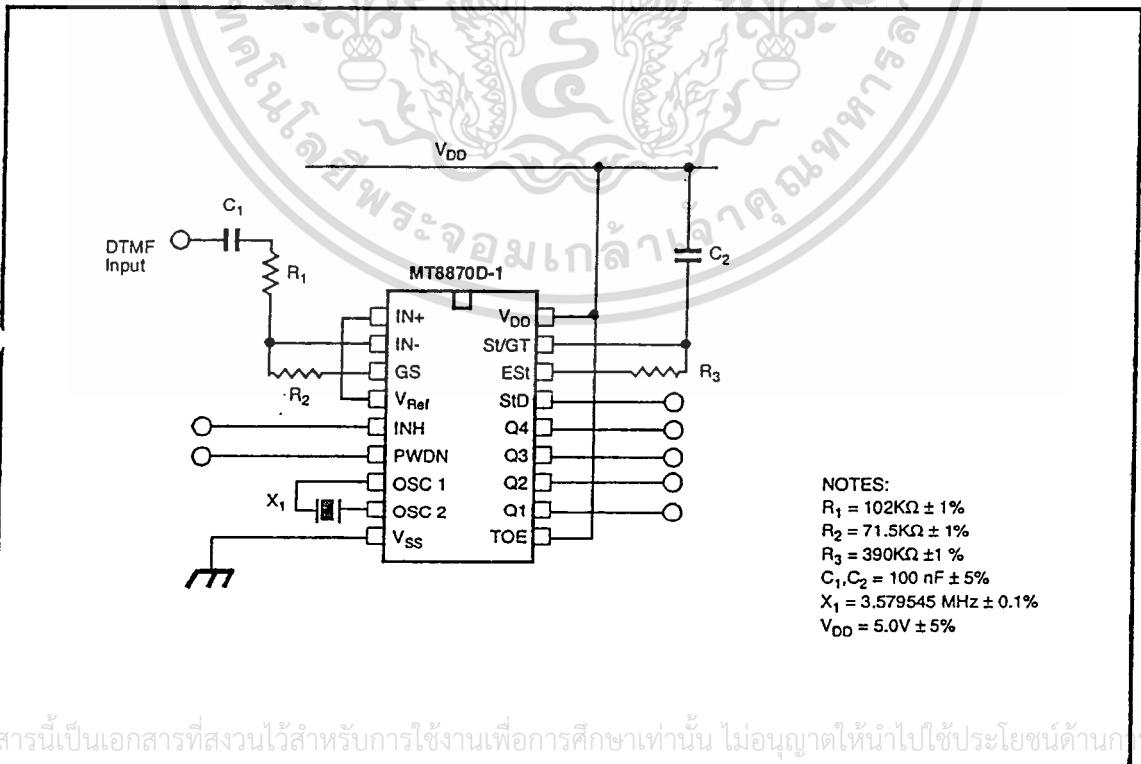


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยินดีขอสงวนสิทธิ์ในเอกสารฉบับนี้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1

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	SUPPLY	Standby supply current	I _{DDQ}		10	25	μA	PWDN=V _{DD}
2		Operating supply current	I _{DD}		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	P _O		15		mW	f _c =3.579545 MHz
4	INPUTS	High level input	V _{IH}	3.5			V	V _{DD} =5.0V
5		Low level input voltage	V _{IL}			1.5	V	V _{DD} =5.0V
6		Input leakage current	I _{IH} /I _{IL}		0.1		μA	V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}
7		Pull up (source) current	I _{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10)=0, V _{DD} =5.0V
8		Pull down (sink) current	I _{SI}		15	45	μA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V _{DD} =5.0V
9		Input impedance (IN+, IN-)	R _{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V _{TST}	2.2	2.4	2.5	V	V _{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V _{OL}			V _{SS} +0.03	V	No load
12		High level output voltage	V _{OH}	V _{DD} -0.03			V	No load
13		Output low (sink) current	I _{OL}	1.0	2.5		mA	V _{OUT} =0.4 V
14		Output high (source) current	I _{OH}	0.4	0.8		mA	V _{OUT} =4.6 V
15		V _{Ref} output voltage	V _{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V _{DD} = 5.0V
16		V _{Ref} output resistance	R _{OR}		†		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			MΩ	
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	kΩ	
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		$\pm 1.5\% \pm 2 \text{ Hz}$				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 $\pm 1.5\% \pm 2 \text{ Hz}$.
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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัท ไม่นิยมนำไปใช้ประกอบการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, 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		$\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$				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 $\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$.
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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T \leq +85^{\circ}C$, 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	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	Note 2
5		Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
6		Interdigit pause reject	t_{DO}	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_{PSID}		12	16	μs	$TOE=V_{DD}$
9		Output data set up (Q to StD)	t_{QSID}		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.

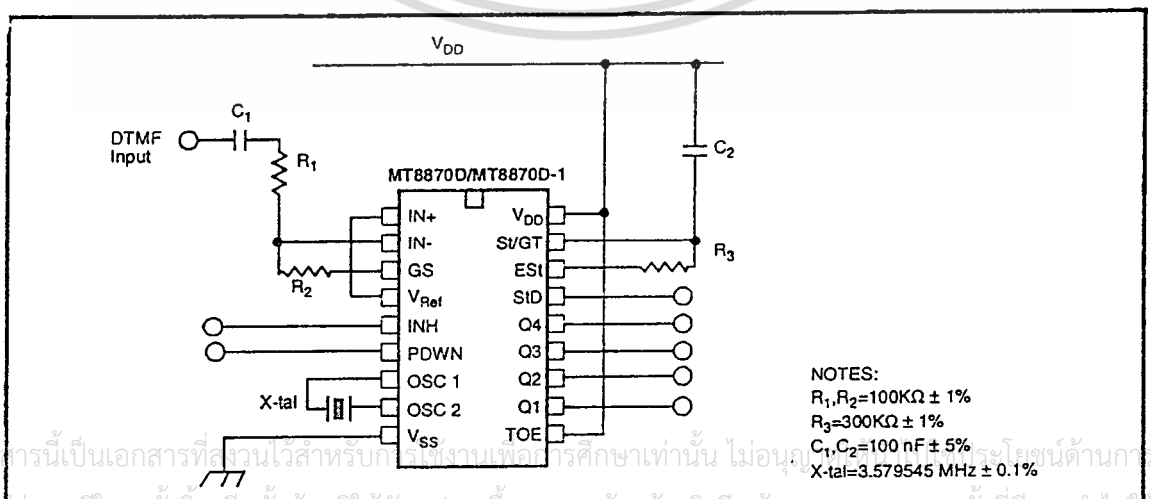
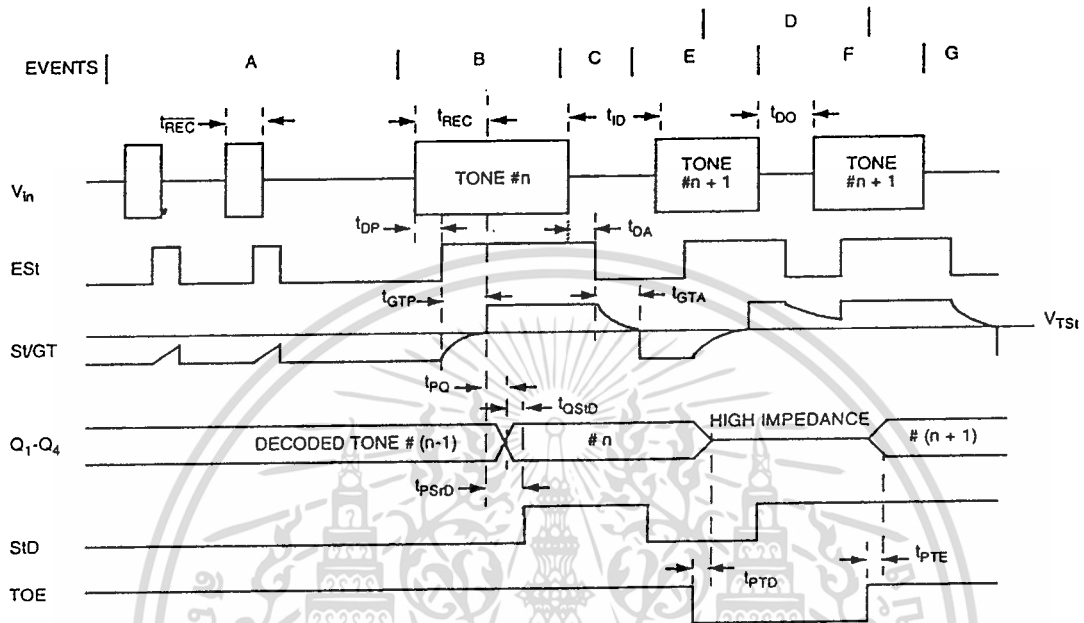


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration



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 REMAIN 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 DROPOUT 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.
- $SVGT$ 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 DETECTED 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 SIGNALS.
- 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



ISD1200/1400 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices

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

GENERAL DESCRIPTION

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

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

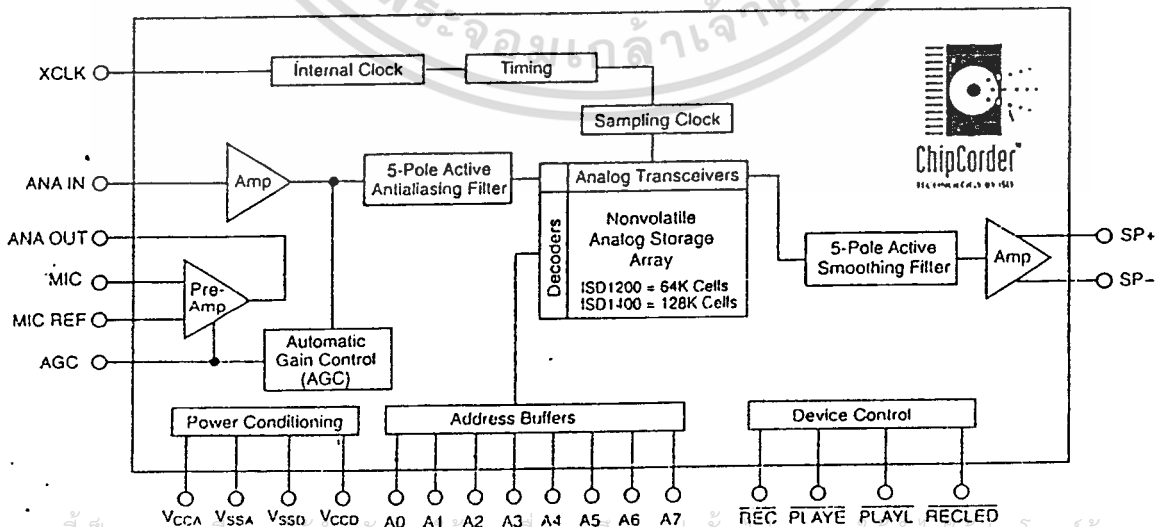
ISD1200/1400 SERIES SUMMARY

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

FEATURES

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

ISD1200/1400 SERIES BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 Single-Chip Solutions That Speak For Themselves™ December, 1991
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD1200/1400 SERIES

PRELIMINARY DATA SHEET

DETAILED DESCRIPTION

Basic Operation

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

Speech Quality

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

Automatic Power-Down Mode

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

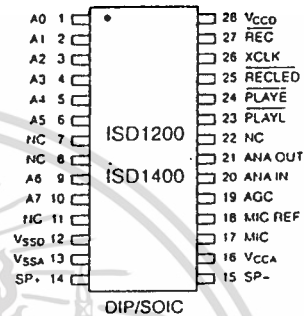
Addressing (optional)

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

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

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

ISD1200/1400 SERIES PINOUTS



Note: NC means Must Not Connect

PIN DESCRIPTIONS

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

Record ($\overline{REC}$)

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

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

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

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

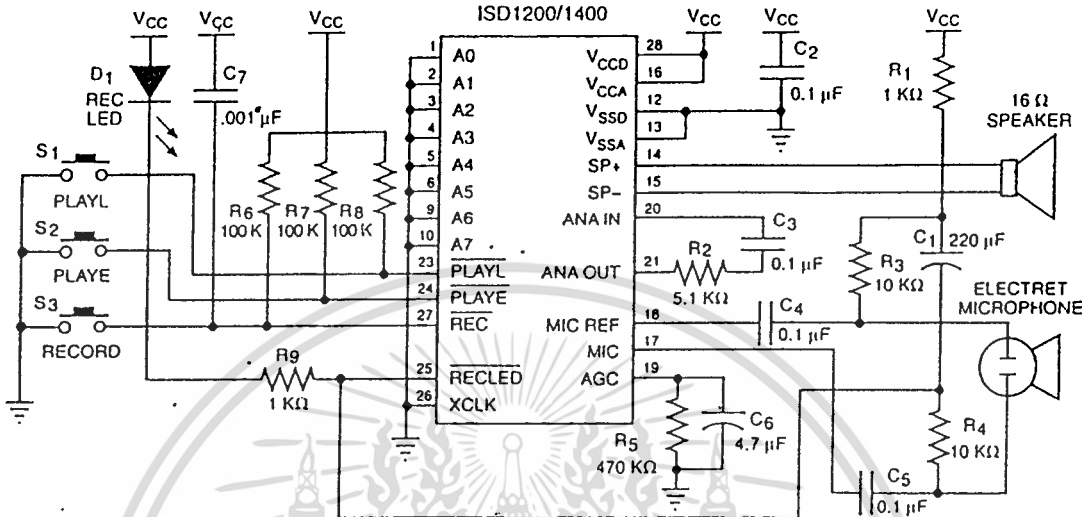
Playback, Level-Activated ($\overline{PLAYL}$)

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION SCHEMATIC



Note: ISD Application Notes and Design Manual available

FUNCTIONAL DESCRIPTION EXAMPLE

The following example operating sequence demonstrates the functionality of the ISD1200/1400 Series devices.

1. Record a message filling the address space.

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

2. Edge-activated playback.

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

3. Level-activated playback.

Pulling the $\overline{\text{PLAYL}}$ signal LOW initiates a playback cycle from the beginning of the message space. If $\overline{\text{PLAYL}}$ remains LOW, the device plays through to the end of the message and subsequently enters the power-down mode.

4. Level-activated playback (truncated).

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

5. Record (interrupting playback).

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

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

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

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

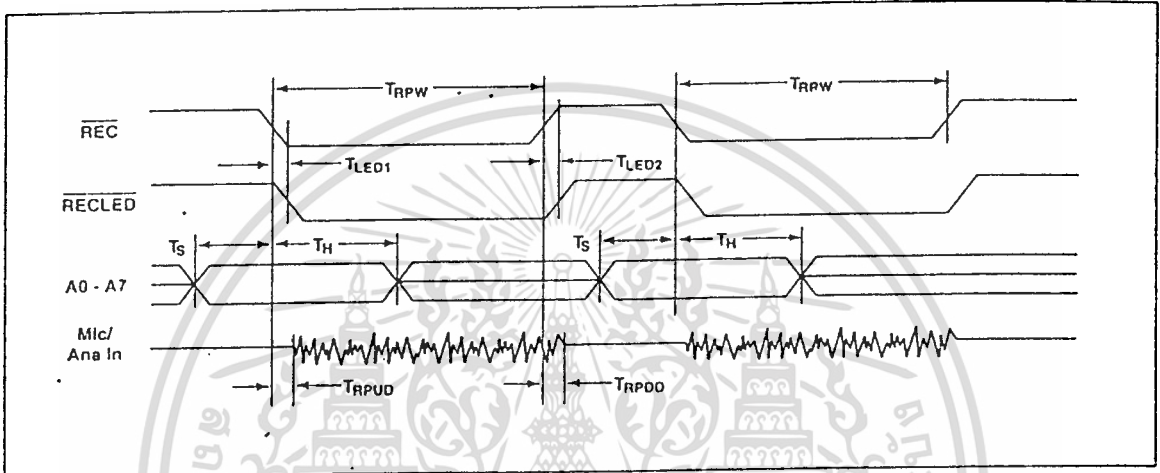
Pulling the $\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$ signal LOW initiates a playback cycle which is then completed when the end-of-message marker is encountered. Playback ceases and the device powers down.

8. $\overline{\text{RECLED}}$ operation.

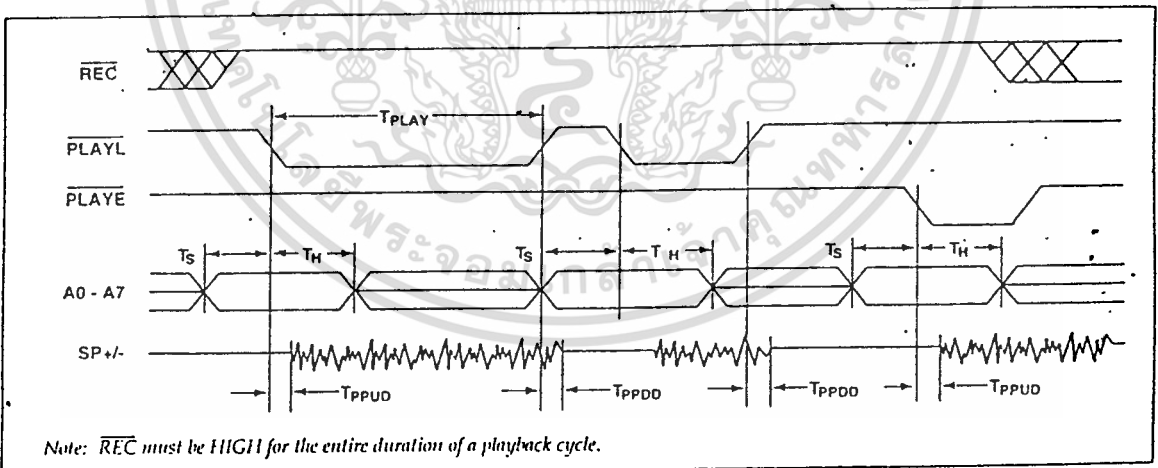
The $\overline{\text{RECLED}}$ output pin provides an active-LOW signal which can be used to drive an LED as a "record in progress" indicator. It returns to a HIGH state when the $\overline{\text{REC}}$ pin is released HIGH or when the recording is completed due to the message space being filled.

TIMING DIAGRAMS (ISD1200/1400 SERIES - PACKAGED)

RECORD

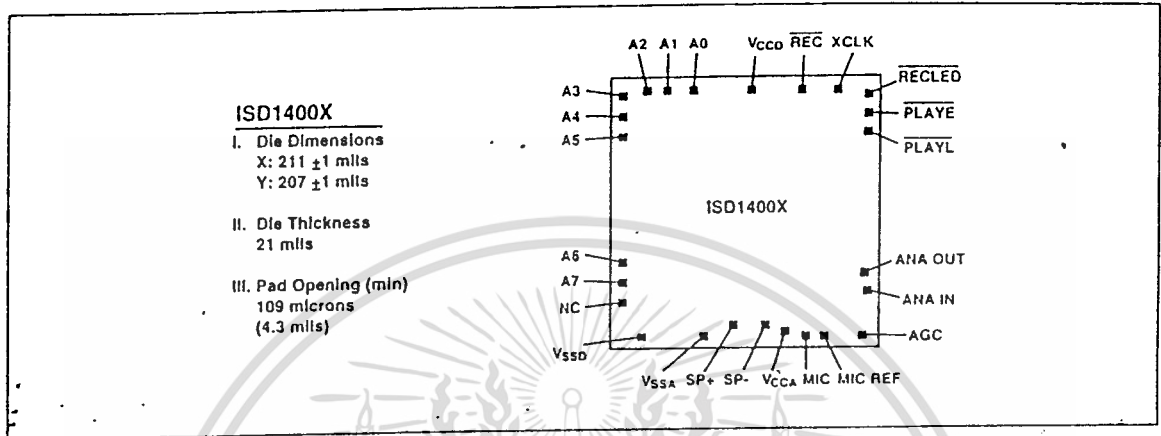


PLAYBACK



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD1400X CURRENT DIE BONDING PHYSICAL LAYOUT



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

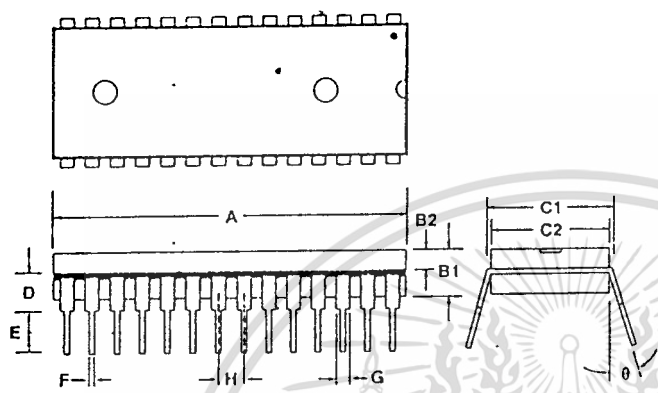
Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis	Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
A0	Address 0	-1712.5	2445.5	VCCA	VCC Analog Power Supply	952.2	2412
A1	Address 1	-2068	2445.5	MIC	Microphone Input	1217.5	-2459
A2	Address 2	-2278	2445.5	MIC REF	Microphone Reference	1439	-2459
A3	Address 3	-2509.5	2368	AGC	Automatic Gain Control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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

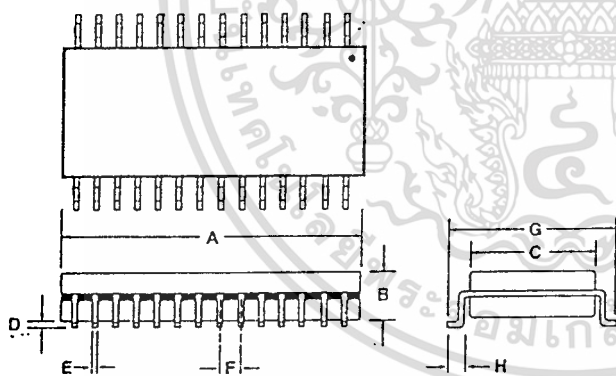
PACKAGE DIAGRAMS

28-Lead Plastic Dual In-Line Package (DIP) Type P



	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	1.445	1.450	1.455	36.7	36.83	36.95
B1		.150			3.81	
B2	.065	.070	.075	1.65	1.78	1.91
C1	.600		.625	15.24		15.88
C2	.530	.540	.550	13.46	13.72	13.97
D	.115	.120	.125	2.92	3.05	3.18
E	.125	.130	.135	3.18		3.43
F	.015	.018	.022	0.38	0.46	0.56
G	.055	.060	.065	1.40	1.52	1.65
H		.100			2.54	
θ	0°	7°	15°	0°	7°	15°

28-Lead Plastic Small Outline Package (SOIC) Type J



	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	.706	.714	.718	17.93	18.14	18.24
B	.086	.088	.090	2.18	2.24	2.29
C	.340	.346	.350	8.64	8.79	8.89
D	.004	.007	.010	.102	.178	.254
E	.014	.016	.020	.360	.410	.480
F		.050			1.27	
G	.463	.470	.477	11.76	12.00	12.12
H	.020	.031	.042	.510	.790	1.07



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้