



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

Automatic Personal Identification Telephone

- ชื่อนักศึกษา
- |                  |           |              |          |
|------------------|-----------|--------------|----------|
| 1. นายจรัสศักดิ์ | เมืองจัน  | รหัสประจำตัว | 43035248 |
| 2. นายธีระ       | สีทองวน   | รหัสประจำตัว | 43035258 |
| 3. นายวิจิต      | จิตรพินิจ | รหัสประจำตัว | 43035592 |
| 4. นายอภิพล      | ทองมี     | รหัสประจำตัว | 43035593 |

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์โกศล ตราชู

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

คณะกรรมการสอบปริญญาโท		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี	
2. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	
3. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาตี	
4. อาจารย์โกศล	ตราชู	
5. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2545 เวลา 15.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.317 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.



ภาควิชารับรองเดิม  
ลงนาม.....   
(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม) ค.ศ.วิศ.คอม

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ ๒๑ เดือน พค พ.ศ. ๒๕๔๕



<BT4401162>

เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ปริญญานิพนธ์

เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

AUTOMATIC PERSONAL IDENTIFICATION TELEPHONE



นายจรัสศักดิ์	เมืองจีน
นายธีระ	สี่หวงวน
นายวิจิต	จิตรพินิจ
นายอภิพล	ทองมี

ปี  
๑๕๑๓ค  
๒๕๔๔

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 43189  
วัน, เดือน, ปี..... 26 ก.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

Automatic Personal Identification Telephone

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเครื่องรับโทรศัพท์ ระบบสัญญาณ โครงสร้าง และการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. เพื่อออกแบบวงจรและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างเครื่อง โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ
4. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่อง โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่อง โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติไปใช้งาน

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เรื่องระบบ โทรศัพท์ ระบบสัญญาณ โทรศัพท์ และการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. ได้ต้นแบบวงจรและโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ
3. ได้เครื่อง โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดสอบการทำงานของเครื่อง โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ
5. สามารถนำ โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติไปใช้งานได้จริง

ชื่อหัวข้อ	เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายจิรศักดิ์ เมืองจิน นายธีระ สื้อหงวน นายวิจิต จิตรพินิจ นายอภิพล ทองมี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์โกศล ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2544

### บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้กับระบบโทรศัพท์ให้สามารถตอบรับ ประกาศเรียกผู้รับสาย บันทึกข้อความ รับฟังข้อความที่บันทึกไว้ และลบข้อความที่บันทึกไว้ได้ โดยไม่ต้องมีพนักงานสลับสาย หรือโอเปอเรเตอร์ ชุดตอบรับและบันทึกข้อความนี้จะใช้การเก็บข้อความเสียงลงในหน่วยความจำ โดยการควบคุมการทำงานทั้งหมดจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม

<b>Thesis Title</b>	Automatic Personal Identification Telephone
<b>Students</b>	Mr.Jirasak Muangjeen Mr.Teera Sir-Nguan Mr.Wichit Jitpinij Mr.Apiphon Thongmi
<b>Advisor</b>	Mr.Koson Trachu
<b>Co-Advisor</b>	Mr.Amornchai Chaichana
<b>Education Level</b>	Bachelor of Science in Industrial Education
<b>Program in</b>	Telecommunication Engineering
<b>Academic Year</b>	2001

### ABSTRACT

This thesis present the application of microcontroller as automatic personal identification telephone that can be answer, declare, record, call and delete the recorded message. This automatic personal identification telephone is used sound record in to memory area and control by microcontroller.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์โกศล ตรราช อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม รวมถึงคณาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ และแนวทางในการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการเบิกจ่ายเครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ นอกจากนี้กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านคำปรึกษาและเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์เป็นอย่างดี และที่สำคัญที่สุดคือ บิดา มารดา ที่ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา



## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของวิทยานิพนธ์	1
1.2 ชี้ความสามารถของโครงการ	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	4
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	4
2.1.1 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์	4
2.1.2 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่า และชุมสาย	5
2.1.3 โทรศัพท์แบบความถี่คู่	5
2.2 หลักการของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	6
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	7
2.2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	8
2.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	10
2.3.1 ตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	10
2.3.2 วงจรรวมสำหรับการบันทึกเสียง	12
2.3.3 แฟลชอีอีพรอม	16
2.3.4 วงจรรวมไฮบริดจ์	17
2.4 หลักการใช้โทรศัพท์	19
2.5 หลักการโอนสายโทรศัพท์	20

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	21
3.1 การออกแบบ	21
3.1.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	22
3.1.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	22
3.1.3 วงจรบันทึกเสียง	24
3.1.4 วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ	26
3.1.5 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์	26
3.1.6 วงจรตรวจสอบ และเปลี่ยนรหัสผ่าน	28
3.2 โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์	30
3.3 การทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ	32
3.3.1 กรณีโทรเข้าปกติ	32
3.3.2 กรณีโทรเข้าแล้วไม่มีผู้รับสาย	32
3.3.3 กรณีฟังข้อความที่มีผู้ฝากไว้	32
3.3.4 กรณีการกำหนด หรือการเปลี่ยนรหัสผ่าน	33
3.3.5 กรณีบันทึกข้อความตอบรับเมื่อไม่มีผู้รับสาย	33
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	34
4.1 กล่าวนำ	34
4.1.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	34
4.1.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	35
4.1.3 วงจรบันทึกเสียง	37
4.1.4 วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ	39
4.1.5 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์	40
4.1.6 วงจรตรวจสอบ และเปลี่ยนรหัสผ่าน	42
4.2 การทดลองเครื่องรับโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ	42
4.2.1 การรับสาย และการประกาศเรียกผู้รับแล้วมีผู้รับ	42
4.2.2 การโทรเข้าแล้วผู้เรียกไม่กดปุ่มเลือกผู้รับหรือกดปุ่มใดๆ นอกเหนือจากที่กำหนด	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2.3 การฝากข้อความเมื่อไม่มีผู้รับสาย	44
4.2.4 การฟังข้อความที่มีผู้ฝากไว้	45
4.2.5 การลบข้อความ	47
4.2.6 การบันทึกเสียงตอบรับเมื่อไม่มีผู้รับสาย	47
4.2.7 การเปลี่ยนรหัสผ่าน	49
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	50
5.1 บทสรุป	50
5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา	50
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ	51
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	53
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	56
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และ โปรแกรมควบคุมการทำงาน	61
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	96
ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	104
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	157
บรรณานุกรม	165
ประวัติผู้แต่ง	166

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของบริษัท Intel และ Atmel	8
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	36
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของภาคสร้างสัญญาณความถี่คู่	41
ตารางที่ 4.3 ผลของการกดปุ่มเพื่อประกาศเรียกผู้รับ	43
ตารางที่ 4.4 ผลของการกดปุ่มควบคุมการฟังข้อความ	46



## สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 ความถี่สัญญาณแฉวตั้ง และแฉวนอน	6
รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	9
รูปที่ 2.3 รายละเอียดขาของตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ MT8870	12
รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ MT8870	12
รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในของวงจรรวมควบคุมการบันทึกเสียง W51300	14
รูปที่ 2.6 การแทรกเซกเมนต์ในการบันทึกข้อความ	15
รูปที่ 2.7 ลักษณะการจับขาของแฟลชอีอีพรอม W55F20	16
รูปที่ 2.8 โครงสร้างภายในของแฟลชอีอีพรอม W55F20	17
รูปที่ 2.9 ลักษณะขาของวงจรรวมไฮบริดจ์ MC34014	18
รูปที่ 2.10 แผนผังการทำงานภายในวงจรรวมไฮบริดจ์ MC34014	19
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ	21
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	22
รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	23
รูปที่ 3.4 วงจรบันทึกเสียง	25
รูปที่ 3.5 วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ	26
รูปที่ 3.6 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์	27
รูปที่ 3.7 วงจรตรวจสอบ และเปลี่ยนรหัสผ่าน	29
รูปที่ 3.8 โครงสร้างของโปรแกรม	31
รูปที่ 4.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	35
รูปที่ 4.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	36
รูปที่ 4.3 วงจรบันทึกเสียง	37
รูปที่ 4.4 วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ	39
รูปที่ 4.5 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์	40
รูปที่ ก.1 วงจรตรวจสอบ เปลี่ยนรหัสผ่าน และวงจรภาคบันทึกเสียง	54
รูปที่ ก.2 วงจรภาคจ่ายไฟ วงจรโทรศัพท์ วงจรรีเซ็ทวงจร MCS-51 วงจรถอดจับสัญญาณกระดิ่ง และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	54
รูปที่ ก.3 เครื่องต้นแบบของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ	55

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ก.4 เครื่องต้นแบบของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติขณะพร้อมใช้งาน	55
รูปที่ ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรบันทึกเสียง และวงจรรหัสผ่าน	57
รูปที่ ข.2 การวางอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียง และรหัสผ่าน	58
รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาคจ่ายไฟ วงจรโทรศัพท์ วงจรรีเซ็ต วงจร MCS-51 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	59
รูปที่ ข.4 การวางอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟ วงจรโทรศัพท์ วงจรรีเซ็ต วงจร MCS-51 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	60
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรตัดคู่สายอัตโนมัติ	61
รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรตัดคู่สายอัตโนมัติ	61
รูปที่ ค.1 แผนผังการทำงานเมื่อ โทรเข้าแล้วมีผู้รับสายตามปกติ	63
รูปที่ ค.2 แผนผังการ โทรเข้าแล้ว ไม่มีผู้รับสาย	64
รูปที่ ค.3 แผนผังการฟังข้อความที่บันทึกไว้	65
รูปที่ ค.4 แผนผังการลบข้อความที่บันทึกไว้	66
รูปที่ ค.5 แผนผังการบันทึกเสียงตอบรับเมื่อ ไม่มีผู้รับสาย	67
รูปที่ ค.6 แผนผังการเปลี่ยนรหัสผ่าน	68
รูปที่ ค.7 โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ	95
รูปที่ ฉ.1 เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ	158
รูปที่ ฉ.2 ตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่างๆ	159
รูปที่ ฉ.3 การต่ออุปกรณ์ร่วมเข้ากับเครื่อง โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ	161

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญาโท

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านระบบสื่อสารมีความเจริญอย่างไม่มีขีดจำกัด จนอาจกล่าวได้ว่าไม่ว่าจะอยู่ ณ ที่แห่งใดก็สามารถติดต่อถึงกันได้ ซึ่งการสื่อสารนั้นมีมากมายหลายรูปแบบแตกต่างกันไป โดยที่เทคโนโลยีการสื่อสารวิธีหนึ่งที่สะดวกรวดเร็ว สามารถติดต่อกันได้ทั้งใกล้ไกล อีกทั้งค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเทคโนโลยีการสื่อสารแบบอื่นๆ และใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันคือโทรศัพท์ โดยอาจกล่าวได้ว่าโทรศัพท์เป็นสิ่งที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน

แต่สำหรับหน่วยงานขนาดเล็กที่มีโทรศัพท์เพียงเครื่องเดียวจะมีความจำเป็นต้องมีพนักงานรับโทรศัพท์ไว้ในหน่วยงานซึ่งเป็นการสิ้นเปลือง ส่วนผู้ขายย่อยที่ใช้ในสำนักงานก็มีราคาสูงไม่เหมาะกับหน่วยงานขนาดเล็ก อีกทั้งขณะที่ไม่มีพนักงานอยู่หรือเลิกงานก็จะไม่สามารถติดต่อกันได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานรับโทรศัพท์ และเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารของหน่วยงาน คณะผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดในการสร้าง เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ โดยมีระบบตอบรับโทรศัพท์ ประกาศเรียกผู้รับสาย และรับฝากข้อความขณะไม่มีผู้รับสาย โดยที่ระบบนี้จะเก็บข้อความเสียงในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลไว้ในหน่วยความจำและควบคุมการทำงานทั้งหมดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เหตุผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และหน่วยความจำ

- 1) ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ควบคุมและโปรแกรมง่าย
- 2) ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถต่อใช้งานร่วมกับหน่วยความจำได้ง่าย
- 3) ทำงานได้รวดเร็ว
- 4) หน่วยความจำสามารถบันทึกข้อความเสียงได้มากกว่าวงจรรวมบันทึกเสียง อีกทั้งราคายังถูกกว่าด้วย

5) แก้ไขและเพิ่มเติมการทำงานต่างๆ ได้ง่าย

เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติสามารถนำไปใช้งานได้ง่าย โดยนำไปต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์เดิมก็สามารถใช้งานได้ทันที

## 1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

ขีดความสามารถของโครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนมี ดังนี้

- 1) สามารถรับสายเรียกเข้าได้โดยอัตโนมัติได้หลังจากมีสัญญาณกระดิ่ง 3 ครั้ง
- 2) สามารถระบุชื่อบุคคลผู้รับสายได้จำนวน 5 บุคคล
- 3) สามารถฝากข้อความเสียงพูดไว้กับระบบฝากข้อความ เมื่อไม่มีผู้รับสายได้ โดยมีระยะเวลาสูงสุด 20 วินาทีต่อหนึ่งข้อความ
- 4) สามารถฝากข้อความถึงแต่ละบุคคลได้สูงสุด 5 ข้อความ เมื่อฝากครบ 5 ข้อความแล้วจะไม่สามารถฝากข้อความได้อีกจนกว่าจะลบข้อความที่ฝากแล้ว
- 5) สามารถตรวจสอบข้อความที่รับฝากไว้ได้จากระบบฝากข้อความอัตโนมัติ หรือการโทรศัพท์เข้ามาจากภายนอกเพื่อตรวจสอบข้อความ
- 6) สามารถบันทึกเสียงตอบรับเมื่อไม่มีผู้รับสายได้
- 7) มีรหัสผ่านในการเข้าถึงระบบตรวจสอบข้อความ

## 1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกในการศึกษา และทำความเข้าใจ โดยแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และ อุปกรณ์สำคัญๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจรในภาคต่างๆ ประกอบด้วยรูปวงจร ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ ระบบการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติและการออกแบบโครงสร้างทางซอฟต์แวร์

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการทดลอง และผลการทดลองของภาคต่างๆ ของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ และการทดลองใช้งานเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและการพัฒนา กล่าวถึงผลสรุปของการสร้างโครงการโดยเปรียบเทียบผลการทำงานของโครงการที่ได้ กับขีดความสามารถที่กำหนดไว้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการทดลองรวมถึงวิธีการแก้ไข และพัฒนาโครงการนี้ต่อไปในการทำปฏิญานิพนธ์ รวมถึงแนวทางในการแก้ไขและพัฒนาปฏิญานิพนธ์นี้ต่อไป

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และ โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกโดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปในสาย หรือทำนองกลับกันจะทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่มาจากสายกลับมาเป็นสัญญาณเสียงเพื่อให้ผู้ใช้สามารถสื่อสารกันได้ นอกจากนี้เครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

- 1) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น
- 2) ทำการส่งสัญญาณรหัสที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก
- 3) ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงที่ตอบรับมาจากชุมสายโทรศัพท์ ตลอดจนรับสัญญาณเรียก

(Ringing Tone) ส่งสัญญาณยกเลิกการใช้งานไปยังชุมสายโทรศัพท์

##### 2.1.1 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์สามารถแยกได้เป็น 3 ส่วน

1) วงจรกระดิ่ง (Ringer) ทำหน้าที่สร้างเสียงกระดิ่งทุกครั้งที่มีการเรียกเข้ามาให้เจ้าของเครื่องรู้ตัว วงจรกระดิ่งอาจใช้กระดิ่งหรือวงจรรวมสำหรับผลิตเสียงเรียกก็ได้ หากใช้กระดิ่งเมื่อเวลาที่มีการเรียกเข้ามาแรงดันไฟสลับประมาณ 105 โวลต์ ถูกส่งมายังโซลินอยด์ ทำให้โซลินอยด์มีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นเหมือนกระดิ่งโดยทั่วไป หากเป็นระบบวงจรรวมจะมีการนำเอาพัลส์ดังกล่าวเข้าสู่ระบบเรกติไฟเออร์ เพื่อจ่ายให้กับหน่วยผลิตความถี่ และส่งความถี่ออกมาโพ่ง

2) วงจรปากพูด-หูฟัง (Speech Network) เป็นวงจรไฮบริดจ์ทำหน้าที่เป็นวงจรเครื่องรับและเครื่องส่ง ในกรณีที่เครื่องรับจะแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาตามคู่สายให้เป็นเสียง และในกรณีที่ส่งจะทำหน้าที่แปลงเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งออกไปตามคู่สายไปยังชุมสายต่อไป เครื่องรับที่ออกแบบมาอย่างถูกต้องจะมีกระแสไหลในวงจรด้วยระบบรักษาระดับกระแสคงที่ไว้ที่ 23 มิลลิแอมป์ ส่งผลให้แรงดันไฟในคู่สายโทรศัพท์ตกลงมาเหลือประมาณ 6-8 โวลต์ เมื่อมีการยกหู และขณะวางหูระดับแรงดันจากชุมสายโทรศัพท์ที่มายังคู่สายวัดแรงดันได้ 48 โวลต์

3) วงจรเข้ารหัสตัวเลขชนิดกดปุ่ม (Encoder) เมื่อต้องการเรียก คู่สนทนาต้องทำการยกหูโทรศัพท์แล้วกดหมายเลขที่ต้องการจากแป้นกด วงจรเข้ารหัสจะเปลี่ยนเลขหมายที่กดให้เป็นข้อมูลความถี่คู่สองความถี่ส่งไปยังระบบชุมสายเพื่อระบุคู่สายปลายทาง เมื่อชุมสายได้รับสัญญาณและประมวลผลแล้ว จะทราบคู่สายปลายทางของผู้เรียก และจัดวงจรให้ติดต่อกัน

## 2.1.2 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่าและชุมสาย

### 1) สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่ามายังชุมสาย

1.1) **On hook** หมายถึง สภาพผู้เช่าวางหู ลักษณะของวงจรเสมือนวงจรเปิดที่มีความต้านทานสูง

1.2) **Off hook** หมายถึง สภาพผู้เช่ายกหู สายโทรศัพท์จะมีสภาพเสมือนวงจรปิดที่มีความต้านทานต่ำ

1.3) **Dialing** หมายถึง ผู้เช่าทำการหมุนเลขหมาย

### 2) สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

2.1) **Dialing Tone** เป็นสัญญาณที่แจ้งให้ผู้เรียกเข้าทราบว่าจะมีอุปกรณ์ที่ชุมสายนั้นพร้อมที่จะรับรหัสการหมุนหมายเลขจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งหมายเลขได้ สัญญาณให้หมุนนี้เป็นสัญญาณ ต่อเนื่องความถี่ 425 Hz มอดูเลตด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินสัญญาณนี้เมื่อยกหูโทรศัพท์

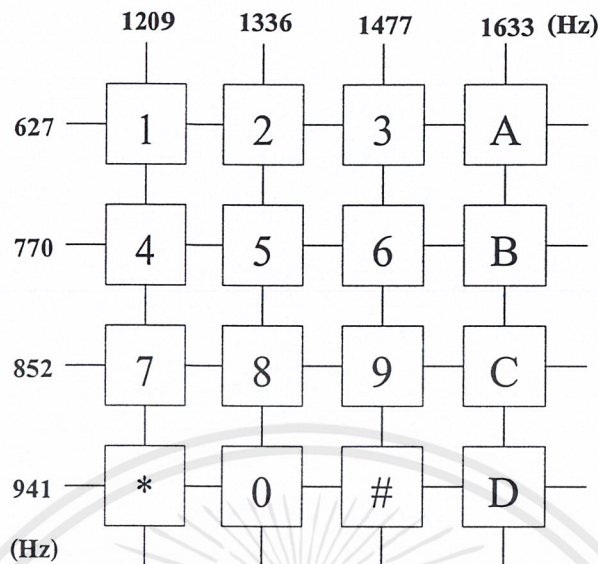
2.2) **Busy Tone** เป็นสัญญาณที่จะแจ้งให้ผู้เรียกทราบว่าอุปกรณ์ปลายทางของชุมสายหรือคู่สายปลายทางไม่ว่าง เป็นความถี่ของสัญญาณไซน์ 425 Hz

2.3) **Ringing Tone** เป็นสัญญาณเรียกที่ส่งไปให้ผู้ถูกเรียก เพื่อให้ภาคสร้างสัญญาณกระดิ่งสร้างสัญญาณกระดิ่งให้ดังขึ้นเพื่อให้ผู้ถูกเรียกรู้ตัว เป็นสัญญาณไซน์ความถี่ 425 Hz

2.4) **Ringback Tone** คล้ายกับ Ringing Tone แต่เป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งไปกลับยังผู้เรียก เพื่อจะบอกให้ผู้เรียกทราบว่าได้ต่อเส้นทางกับผู้เรียกได้แล้ว เป็นสัญญาณไซน์ความถี่ 425 Hz

## 2.1.3 โทรศัพท์แบบความถี่คู่

โทรศัพท์แบบโทน หรือแบบดีทีเอ็มเอฟ เป็นแบบที่กำหนดสัญญาณเสียง 2 โทนเสียง (Dual Tone Modulation Frequency) โดยความถี่จะแยกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มความถี่สูงกับกลุ่มความถี่ต่ำ กลุ่มความถี่ต่ำได้แก่ ความถี่ 627 Hz, 770 Hz, 852 Hz และ 941 Hz ส่วนกลุ่มความถี่สูง ได้แก่ ความถี่ 1,209 Hz, 1,336 Hz, 1,447 Hz และ 1,633 Hz โดยใช้ระบบคีย์แบบ เอ็กซ์-วาย (X-Y Matrix) แบ่งโซนออกเป็นกลุ่มความถี่ทางแนวตั้ง กับกลุ่มความถี่ทางแนวนอนโดยให้ความถี่แนวนอนเป็นกลุ่มของความถี่ต่ำ และความถี่ทางแนวตั้งเป็นกลุ่มของความถี่สูง เมื่อมีการกดปุ่มภาคสร้างสัญญาณความถี่คู่จะสร้างความถี่ทั้งคู่ออกมาพร้อมๆ กัน



รูปที่ 2.1 ความถี่สัญญาณแนวตั้ง และแนวนอน

### ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบ TDMA

- 1) ลดระยะเวลาในการส่งเลขหมายโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์
- 2) สามารถใช้วงจรรวมสำเร็จรูปทำให้มีขนาดเล็กกลง
- 3) ลดจำนวนอุปกรณ์ในการกำหนดเลขหมาย ทำให้ชุมสายมีขนาดเล็กกลง
- 4) สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) สามารถนำไปใช้กับระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ได้กว้างขวางขึ้น เช่น ระบบต่อเลขหมายภายในอัตโนมัติ และชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ เป็นต้น

### 2.2 หลักการของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้น พัฒนา และผลิตโดยบริษัทอินเทล เพื่อใช้ในงานควบคุมต่างๆ จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการนำวงจรพื้นฐานต่างๆ มารวมไว้ในวงจรรวมตัวเดียวกันทำให้วงจรควบคุมที่สร้างขึ้นจึงมีขนาดเล็ก อุปกรณ์ต่อร่วนน้อย มีความสะดวกและคล่องตัวสูง จึงเป็นที่นิยมและแพร่หลายอย่างมาก ต่อมาบริษัทต่างๆ ได้มีการผลิต และปรับปรุงคุณภาพให้สูงขึ้น ทำให้ปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์มาตรฐานเดียวกับ MCS-51 ของบริษัทอินเทลออกจำหน่ายหลายรุ่น ซึ่งมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกัน และสามารถใช้งานแทนกันได้ จะต่างกันตรงขนาดหน่วยความจำภายในและหน่วยการทำงานภายในเท่านั้น

## 2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

- 1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
- 2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) มีหลายขนาดขึ้นอยู่กับแต่ละรุ่นของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีทั้งแบบรอม (ROM) อีพรอม (EPROM) และแบบแฟลช
- 3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) เป็นแบบแรม บางรุ่นมีหน่วยความจำอีอีพรอม (EEPROM) เพิ่มเติม
- 4) อ่างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์
- 5) อ่างตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์
- 6) หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลที่อยู่ภายนอกวงจรรวมทำงานแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
- 7) มีพอร์ตรับหรือส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง จำนวนพอร์ต 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต หรือใช้งานเป็นพอร์ต 1 บิต รวมทั้งหมด 32 บิต ทำงานแยกกันอย่างอิสระ
- 8) วงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุดทำงานได้ 4 รูปแบบ
- 9) มีพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : UART) รับส่งข่าวสารได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ
- 10) รับสัญญาณอินเทอร์รัพต์ได้ 6 แหล่งกระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง
- 11) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายใน
- 12) ประมวลผลข้อมูลได้ทั้ง 1 บิต และ 8 บิต

ปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีการผลิตออกมามากมายทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการและเหมาะสม ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 รุ่นต่างที่นิยมใช้กัน ซึ่งจะมีส่วนที่แตกต่างกันบางส่วนคือ ส่วนของหน่วยความจำข้อมูลภายใน ส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมภายใน จำนวนของวงจรรนับ/จับเวลา เป็นต้น

## 2.2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเทคนิคเหล่านี้จะนำมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่นวงจรวก-ลบ เก็บข้อมูล เลื่อนข้อมูล วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรมีสัญญาณนาฬิกาเป็นต้น ซึ่งมีโครงสร้างดังรูป 2.2 โดยลักษณะโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีส่วนประกอบ 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

- 1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Logic Unit : ALU)

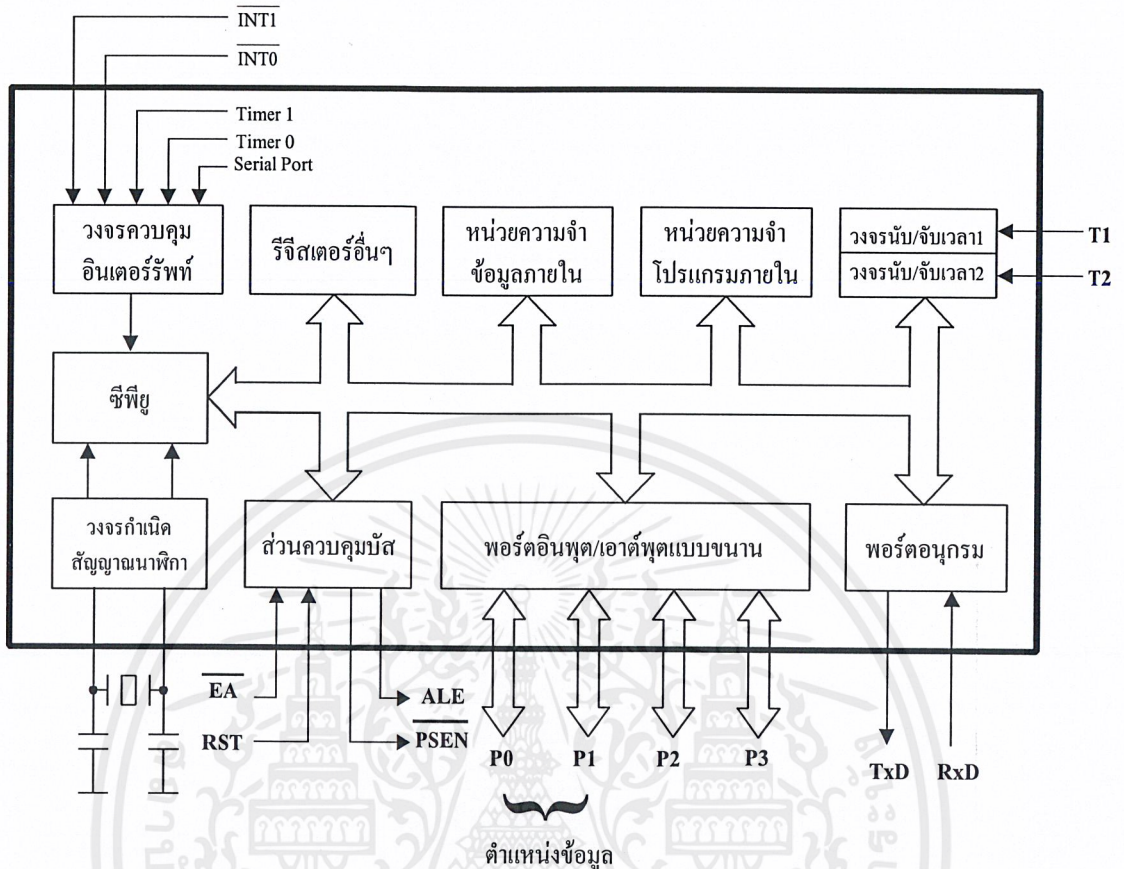
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรม ภายใน	หน่วยความจำข้อมูล ภายใน	วงจรนับ/จับเวลา 16 บิต
8031	ไม่มี	128 ไบต์ (RAM)	2
8032	ไม่มี	256 ไบต์ (RAM)	3
8051	4 กิโลไบต์ (ROM)	128 ไบต์ (RAM)	2
8052	8 กิโลไบต์ (ROM)	256 ไบต์ (RAM)	3
8751	4 กิโลไบต์ (EROM)	128 ไบต์ (RAM)	2
8752	8 กิโลไบต์ (EROM)	256 ไบต์ (RAM)	3
AT89C1051	1 กิโลไบต์ (FLASH)	64 ไบต์ (RAM)	1
AT89C2051	2 กิโลไบต์ (FLASH)	128 ไบต์ (RAM)	2
AT89C51	4 กิโลไบต์ (FLASH)	128 ไบต์ (RAM)	2
AT89C52	8 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM)	3
AT89C55	20 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM)	3
AT89S8252	8 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM) 2 กิโลไบต์ (EEOROM)	3
AT89S53	12 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM)	3

และส่วนควบคุม (Control Unit : CU) หน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก ลบ คูณหรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บในหน่วยความจำที่ต้องการ และส่วน ควบคุมจะมีหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจร ควบคุมได้แก่สัญญาณสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำ สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้า หรือ ส่งข้อมูลออกรวมทั้งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสด้วย ซึ่งซีพียูจะสร้างสัญญาณ ควบคุมโดยการถอดรหัสคำสั่งที่ผู้ใช้เขียนไว้ในโปรแกรม และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาอ้างอิงกับ สัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรถูกกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อให้ทุกส่วนทำงานประสานกัน ได้อย่าง ถูกต้อง

2) หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจัดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจาก หน่วยความจำ เราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ (Address) ในการนำข้อมูลไปเก็บในหน่วย ความจำเรียกว่า “การเขียนข้อมูล” และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า “การอ่านข้อมูล”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมี 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลได้ระหว่าง  $00000000_2$  ถึง  $11111111_2$  หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อหน่วยความจำ จะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

2.1) สัญญาณตำแหน่ง คือตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 Kbytes) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำต้องใช้สายทั้งหมด 16 เส้น

2.2) สัญญาณข้อมูล หมายถึงข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่ต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุม คือสัญญาณที่ส่งไปให้หน่วยความจำ เพื่อบอกให้หน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งจะสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต สามารถแบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

3.1) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนาน มีทั้งหมด 4 พอร์ต ใช้รับส่งข้อมูลเป็นสัญญาณดิจิทัลเข้าหรือออกจาก MCS-51 โดยแต่ละพอร์ตรับข้อมูลแบบ 8 บิต มีพอร์ต P0 P1 P2 และ P3 บางพอร์ตใช้งานได้หลายหน้าที่

3.2) วงจรนับ/จับเวลา ทำงานได้ 2 หน้าที่คือ ใช้เป็นวงจรรนับหรือจับเวลา เมื่อเป็นวงจรรนับจะทำหน้าที่นับจำนวนรอบของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 หรือสัญญาณนาฬิกาที่ต่ออยู่ภายนอกตัว MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับ และอ่านค่าการนับโดยซีพียู เมื่อเป็นวงจรถับเวลาจะใช้หลักการเดียวกับวงจรรนับเพียงแต่จะกำหนดค่าสูงสุดของการนับไว้ ซึ่งค่าสูงสุดของการนับจะคำนวณมาจากค่าเวลาที่ต้องการจับเวลานั่นเอง

3.3) พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมในลักษณะขนาน 8 บิต ในการส่งข้อมูลออกจากตัว MCS-51 ข้อมูลจะถูกเรียงออกไปครั้งละ 1 บิตจากขา TxD ของซีพียู และการรับข้อมูลซีพียูจะรับเข้ามาครั้งละ 1 บิต ทางขา RxD แล้วทำการจัดเรียงใหม่เป็นแบบขนาน 8 บิต เพื่อให้ซีพียูได้อ่านไปใช้ต่อไป

## 2.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงานนี้มีหลายชนิด แต่จะนำเสนออุปกรณ์สำคัญเพียงบางส่วน ที่ใช้งานอยู่ในระบบโทรศัพท์ต่างๆ ไป ได้แก่ ตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (MT8870) วงจรรวมควบคุมการบันทึกเสียง (W51300) แฟลชอีอีพรอม (W55F20) วงจรรวมไฮบริดจ์ (MC34014)

### 2.3.1 ตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ให้เป็นตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่งวงจรรวมเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่แปลงรหัสความถี่คู่ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

#### 1) คุณสมบัติของตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

- 1.1) เป็นตัวถอดรหัสความถี่คู่ (DTMF Receiver)
- 1.2) ใช้กระแสน้อยและระดับไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- 1.3) สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัววงจรรวมได้
- 1.4) สามารถปรับ การ์ดไทม์ (Guard Time) ได้
- 1.5) เป็นวงจรรวมคุณภาพสูง

## 2) การนำตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่

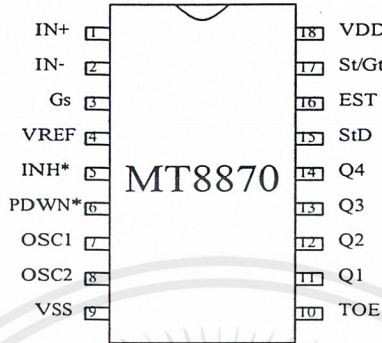
- 1.1) นำไปใช้งานการควบคุมระยะไกล
- 1.2) ใช้ในงานเกี่ยวกับบัตรเครดิต
- 1.3) ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- 1.4) ใช้ในเครื่องชุมสายย่อย หรือ PABX
- 1.5) ใช้ในงานโทรศัพท์ทั่วไป
- 1.6) เครื่องกันขโมย
- 1.7) การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- 1.8) ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

## 3) โครงสร้างของตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่

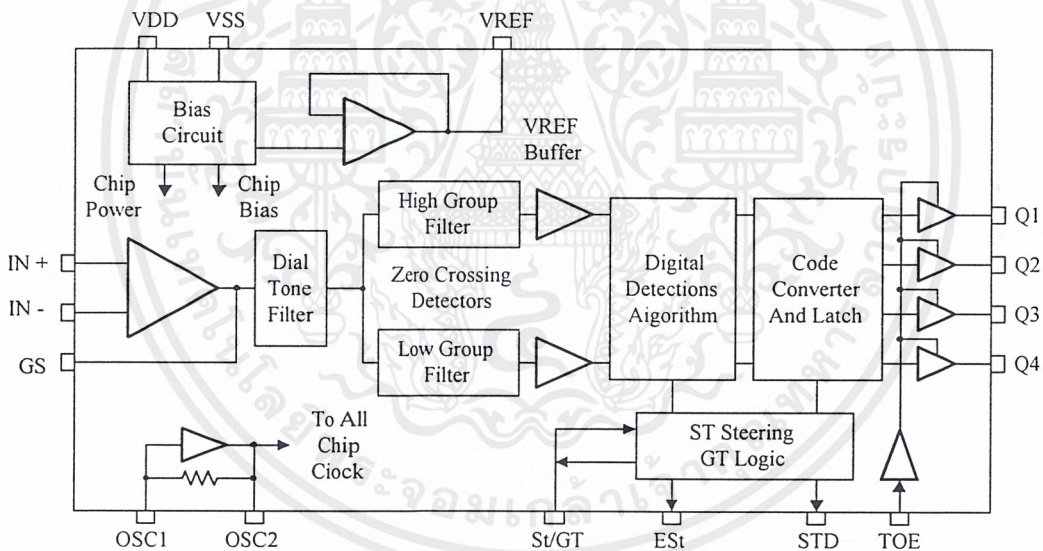
โครงสร้างภายในของตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่ประกอบด้วยวงจรรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัล เป็นวงจรรวมที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO<sup>2</sup>-CMOS ในส่วนของวงจรรองความถี่ใช้หลักการของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจนับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาที่ยืนยันเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุตเป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะ

ภายในตัวถอดรหัสความถี่ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ภาคกรองความถี่ (Filter section) จะแยกสัญญาณความถี่ที่เข้ามาเป็นสองกลุ่ม คือ ช่วงความถี่สูง และความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดคาปาซิเตอร์ (Six-order Switched Capacitor Band Pass Filter) ภาคถอดรหัส (Decoder Section) ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณความถี่ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว ให้เป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานหรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นผสมเข้ามา ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit) ก่อนจะมีการถอดรหัสความถี่ไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดให้มีความถี่ออกมาเป็นระยะเวลาเหมาะสม มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ช่วงเวลาจะนานเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สำหรับคำว่าการ์ดไทม์นั้น (Guard Time) หมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือกล่าวได้ว่าเวลาที่ตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั่นเอง ภาคขยายความแตกต่างจะเป็นวงจรด้านอินพุตสามารถปรับอัตราขยายได้โดยการต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติม ส่วนสุดท้ายคือภาคกำเนิดความถี่โดยในภาคนี้ภายในตัววงจรรวม จะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแค่ต่อคริสตอลที่มี

ความถี่ 3.579 MHz เข้าไปก็สามารถใช้งานได้ทันที โดยที่รายละเอียดการจัดขา และ โครงสร้างภายในของตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ แสดงในรูปที่ 2.3 และ 2.4 ตามลำดับ



รูปที่ 2.3 รายละเอียดขาของตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ MT8870



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของตัวถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ MT8870

### 2.3.2 วงจรรวมสำหรับควบคุมการบันทึกเสียง

เป็นวงจรรวมที่ทำหน้าที่ควบคุมขั้นตอนการบันทึกเสียง ภายในประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล (A/D) และแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะล็อก (D/A) วงจรกรองสัญญาณ ในช่วงระหว่างที่มีการแปลงกลับสัญญาณได้อย่างราบเรียบ วงจร AGC วงจรปริแอมป์สำหรับไมโครโฟน และวงจรขยายเสียงออกสู่ลำโพง โดยที่ความราบเรียบที่เข้ามาทางอินพุตและ

ความดังของเสียงที่จะขับออกมาจากลำโพงนั้น สามารถกำหนดได้จากค่าอุปกรณ์ต่อเพิ่มภายนอกอีกเล็กน้อย ระยะเวลาที่บันทึกได้ขึ้นอยู่กับความจุของหน่วยความจำภายนอก ซึ่งเป็น หน่วยความจำแบบแฟลชอีพროมแบบไม่ต้องการไฟเลี้ยง (Nonvolatile flash EPROM) สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้โดยไม่ต้องการแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองภายนอก สามารถเก็บข้อมูลได้สูงถึง 16 เมกะบิตเมื่อต่อแบบคาสเคด พร้อมกันนี้ยังสนับสนุนการเชื่อมต่อกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อการใช้งานที่กว้างขึ้นอีกด้วย

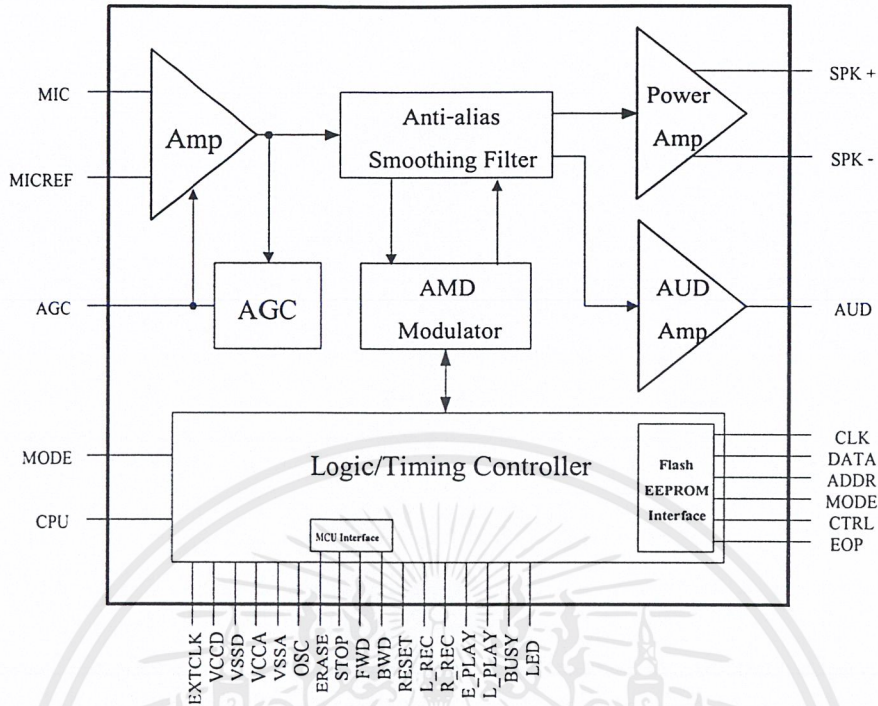
### 1) คุณสมบัติของวงจรรวมควบคุมการบันทึกเสียง

- 1.1) สามารถปรับเปลี่ยนอัตราการสุ่มตัวอย่างข้อมูลเสียงได้โดยเปลี่ยนค่า Rosc
- 1.2) สามารถต่อใช้งานร่วมกับแฟลชอีพโรมของ Winbond ได้โดยตรง
- 1.3) มีส่วนการทำงานในฟังก์ชันต่างๆ ประกอบเสร็จภายในตัว
- 1.4) ขาอินพุตควบคุมการทำงาน 8 อินพุตมีการแก้ไข Debounced แล้ว
- 1.5) สามารถตั้งค่าการทำงานได้ทั้งแบบซิงเกิล/มัลติวอยซ์ ได้
- 1.6) หน่วยความจำภายนอกสามารถต่อคาสเคดกันโดยตรงเพื่อเพิ่มความจุข้อมูล
- 1.7) จัดแบ่งการทำงานในฟังก์ชันบันทึก ลบ และเล่นกลับได้อย่างอิสระ
- 1.8) มีการตรวจจับแรงดันไฟเลี้ยงต่ำที่ค่า 3 โวลต์
- 1.9) ใช้กำลังงานไฟฟ้าต่ำ โดยขณะทำงานใช้กระแส 15 มิลลิแอมป์ ขณะเตรียมพร้อม 0.01 ไมโครแอมป์

รูปที่ 2.5 เป็นแผนผังการทำงานโครงสร้างภายในของวงจรรวมสำหรับควบคุมการบันทึกเสียงจะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีการแบ่งส่วนการทำงานทางแอนะล็อก และการทำงานทางดิจิตอล โดยมีบล็อก ADM มอดูเลเตอร์เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่องานทั้งสองส่วนให้สอดคล้องกัน โดยในส่วนของ แอนะล็อกนั้นก็ประกอบด้วย วงจรปริแอมป์อินพุตที่มีส่วนควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติที่กำหนดค่าอัตราขยายจากการต่ออุปกรณ์ร่วมภายนอกเล็กน้อยที่ขา AGC นอกจากนี้แล้วยังมีส่วนควบคุม จักรูปสัญญาณและกรองสัญญาณ และสุดท้ายเป็นภาคขยายสัญญาณออกมาจากลำโพงโดยตรง สำหรับในส่วนของดิจิตอลจะรวมกันอยู่ในบล็อกเดียว มีทั้งส่วนที่ติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ภายนอก และยังมีอินพุตสำหรับเช็คควบคุมฟังก์ชันการทำงานในแต่ละหน้าที่ในการประยุกต์ใช้งานแบบ Manual อีก 8 อินพุต

### 2) โหมดการทำงาน

วงจรรวมสำหรับควบคุมการบันทึกเสียงนี้โดยปกติสามารถเซตโหมดการทำงานได้ทั้งแบบซิงเกิล หรือมัลติเซกเมนต์ ในการบันทึก/เล่นกลับข้อความที่ต้องการ โดยโหมดการทำงานแบบซิงเกิลหรือมัลติเซกเมนต์นี้ก็สามารถกำหนดได้จากขา SMODE ดังนี้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในของวงจรรวมควบคุมการบันทึกเสียง W51300

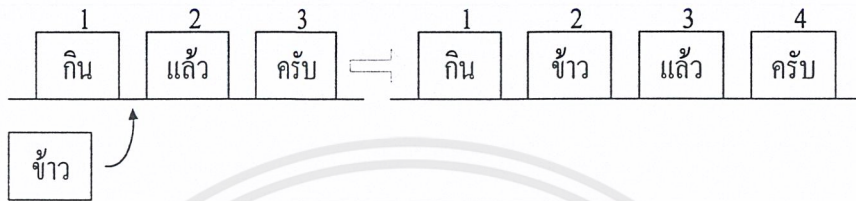
2.1) โหมดซิงเกิลเชกเมนต์ โหมดนี้ SMODE จะต่ออยู่กับ Vcc โดยโหมดนี้สามารถบันทึกเสียงพูดได้เพียงครั้งเดียวตลอดความจุหน่วยความจำ ถ้าต่อคาสเซตกันสูงสุดแล้วเสียงพูดที่สามารถบันทึกได้ครั้งนี้เป็นประโยชน์ยาวสูงสุด 16 เมกะบิต

2.2) โหมดมัลติเชกเมนต์ โหมดนี้ SMODE จะถูกต่อกับ Vss หรือปลั๊กลอยไว้ โหมดนี้สามารถที่จะบันทึกค่าพูดลงหน่วยความจำแฟลชอีพรอมภายนอกได้สูงสุด 63 เชกเมนต์ หรือสูงสุด 16 เมกะบิตของหน่วยความจำที่ต่อคาสเซตกัน หรือเปรียบเสมือนกับว่าสามารถบันทึกค่าพูดได้สูงสุด 63 ประโยค และอาศัยการเลือกฟังข้อความได้จาก การใช้ขาควบคุมเล่นกลับแบบเดินหน้า/ถอยหลังได้โดยง่าย

### 3) การเลือกทำการบันทึกข้อความ

เมื่อการทำงานถูกเซตมาอยู่ในโหมดมัลติเชกเมนต์แล้ว เสียงพูดสามารถที่จะทำการเลือกบันทึกลงไปในแต่ละเชกเมนต์ได้ ผู้ใช้งานสามารถที่จะแทรกคำพูดเชกเมนต์หนึ่งลงไปในช่วงเชกเมนต์สองเชกเมนต์ก่อนหน้านั้นได้ เช่นมีข้อความอยู่ 3 เชกเมนต์และเชกเมนต์ที่ต้องการแทรกคือเชกเมนต์ที่ 1 ดังนั้นข้อความในเชกเมนต์ที่บันทึกลงไปใหม่จะถูกกำหนดตัวเลขประจำเชกเมนต์เป็นเชกเมนต์ที่ 2 จากนั้นเชกเมนต์ที่ 2 และ 3 เดิมจะถูกเลื่อนไปเป็นเชกเมนต์ 3 และ 4 ตามลำดับ และจะมีการเลื่อนเปลี่ยนลักษณะนี้ทุกครั้งที่มีการแทรกเชกเมนต์ใหม่เข้าไป ถ้าหมายเลขประจำ

เซกเมนต์ถึงค่าสูงสุดคือ 63 หรือบันทึกเต็มความจุของหน่วยความจำแล้ว จะถือว่าสิ้นสุดการบันทึกใหม่ และการกดปุ่มควบคุมที่ขา L\_REC จะไม่มีผลใดๆ และ LED แสดงผลจะกระพริบที่ความถี่ 3 เฮิร์ตซ์นาน 2 วินาที เพื่อแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถบันทึกได้แล้ว การแทรกเซกเมนต์นี้สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การแทรกเซกเมนต์ในการบันทึกข้อความ

#### 4) การเลือกทำการลบข้อความ

เมื่อการทำงานถูกเซตอยู่ในโหมดมัลติเซกเมนต์แล้ว วงรอบของการลบข้อความในหน่วยความจำผู้ใช้งานสามารถที่จะลบข้อความได้ในแต่ละเซกเมนต์เป็นลำดับกันไป โดยผู้ใช้งานสามารถที่จะเล่นกลับข้อความที่ถูกบันทึกอยู่แล้วที่ละข้อความเป็นลำดับกันไปเรื่อยๆ จนมาถึงข้อความที่ต้องการลบต้องหยุดเล่นแล้วกดปุ่มที่ขา ERASE ข้อความในตำแหน่งเซกเมนต์นั้นก็จะถูกลบทันทีพร้อมกับหมายเลขประจำเซกเมนต์จะมีการเลื่อนเปลี่ยนลำดับทันทีโดยจะเลื่อนเซกเมนต์ถัดไปขึ้นมาแทนเซกเมนต์ที่ถูกลบไป ในระหว่างที่ทำการลบอยู่นั้น LED แสดงผลจะติดสว่างอยู่ แสดงให้เห็นว่ากำลังลบข้อความอยู่และอินพุตอื่นๆ ที่เหลือทั้งหมดจะไม่ทำงานหรือมีผลในการควบคุมขณะนั้นยกเว้นปุ่มรีเซต (Reset) เท่านั้นที่สามารถทำงานได้

แต่ถ้าต้องการลบหมดทั้งหน่วยความจำ สามารถรีเซตซึ่งปุ่มนี้มีการทำงานสองจังหวะ คือ จังหวะแรกเมื่อกดสวิทช์สั้นๆ จะเป็นการรีเซตการทำงานของระบบเท่านั้น หรือเพื่อต้องการเริ่มต้นการทำงานใหม่ ส่วนจังหวะที่สองเป็นปุ่มควบคุมการลบข้อมูลในหน่วยความจำทั้งหมด เมื่อกดปุ่มรีเซตนานกว่า 2 วินาที ขึ้นไปจะเป็นการลบข้อมูลที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำทั้งหมด จะเหลือที่ว่างเปล่าในหน่วยความจำเพื่อรอการบันทึกครั้งต่อไป

#### 5) การต่อลำโพงทางเอาต์พุต

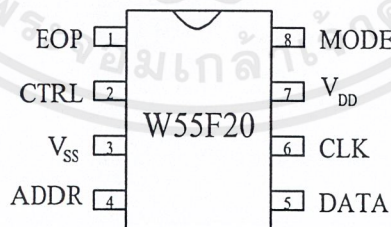
W51300 ถูกออกแบบมาให้มีเอาต์พุตขับลำโพงภายนอกได้ 2 แบบคือ แบบขับแรงดันเอาต์พุตออก ลำโพงโดยตรงและแบบขับกระแสเอาต์พุต การขับลำโพงโดยตรงจะเป็นการขับแรงดันออกทางเอาต์พุต โดยอาศัยตัวขับแรงดันภายในตัววงจรรวมเป็นตัวขับ จึงสามารถต่อลำโพง

ได้โดยตรงไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกแต่อย่างใด ที่เอาต์พุตออกลำโพงนี้จะขับกระแสเอาต์พุตออกสูงสุด 56 มิลลิแอมป์ ลำโพง 16 โอห์ม ส่วนการขับกระแสเอาต์พุตก็เช่นเดียวกันกับมาตรฐานขับลำโพงทั่วไป

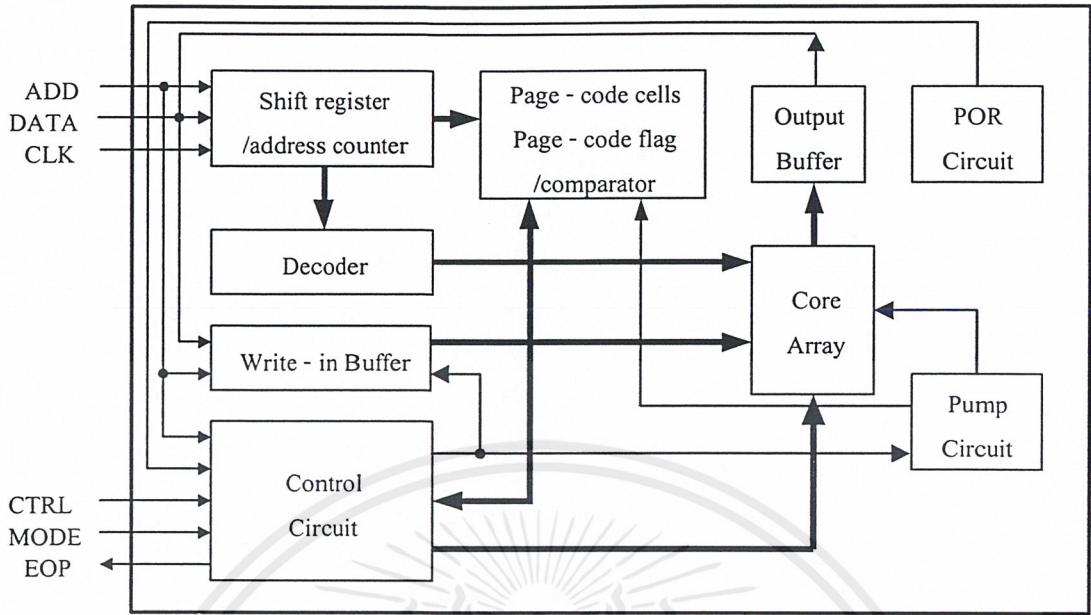
### 2.3.3 แฟลชอีอีพรอม

แฟลชอีอีพรอม คือหน่วยความจำภายนอก ที่มีอินพุต/เอาต์พุตเป็นแบบอนุกรมโดยปกติแล้ว จะถูกใช้เป็นหน่วยความจำร่วมกับวงจรรวมสำหรับควบคุมบันทึกเสียง ซึ่งสามารถที่จะบันทึก หรือโปรแกรมและลบข้อมูลได้โดยอาศัยแหล่งจ่ายไฟปกติที่ใช้เลี้ยงวงจรรวม ไม่ต้องมีวงจรเพิ่มแรงดันจึงสะดวกต่อการใช้งาน รูปที่ 2.7 แสดงการจัดขาบนตัวถังแบบ 8 ขา แฟลชอีอีพรอมมีคุณสมบัติพิเศษดังนี้

- 1) ขนาดหน่วยความจำที่มีได้ตั้งแต่ 512 กิโลไบต์ 1 เมกะไบต์ 2 เมกะไบต์
- 2) สามารถต่ออาศัยกันได้โดยตรงเพื่อเพิ่มความจุของหน่วยความจำ หรือเพิ่มระยะเวลาในการบันทึกข้อมูล
- 3) วงรอบการทำงานของเฟรมการเขียนมีความเร็ว ที่ขนาดเฟรม 32 บิต ระยะเวลาวงรอบโปรแกรมเท่ากับ 400 ไมโครวินาที
- 4) ระยะเวลาการลบข้อมูลในชิพ 50 มิลลิวินาที (สูงสุด)
- 5) ระยะเวลาเข้าถึงการอ่านข้อมูลเท่ากับ 500 นาโนวินาที (สูงสุด)
- 6) จำนวนครั้งในการ โปรแกรม/การลบข้อมูลต่ำสุด 10,000 ครั้ง
- 7) ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 10 ปี
- 8) ใช้กำลังงานต่ำทั้งขณะทำงานและขณะสแตนด์บาย



รูปที่ 2.7 ลักษณะการจัดขาของแฟลชอีอีพรอม W55F20



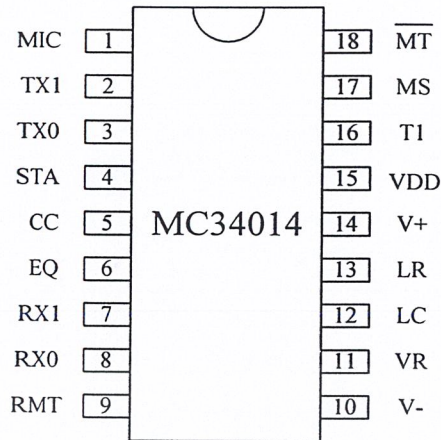
รูปที่ 2.8 โครงสร้างภายในของแฟลชอีอีพรม W55F20

รูปที่ 2.8 เป็นแผนผังการทำงานในส่วนต่างๆ ภายในตัววงจรรวมจะสังเกตเห็นว่า แฟลชอีอีพรมนี้ต้องการแรงดันในการบันทึกหรือลบข้อมูลระดับเดียวกับไฟเลี้ยงวงจร เพราะว่า แฟลชอีอีพรมตัวนี้มีวงจรมีแรงดันอยู่ในตัวแล้ว จึงสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกเพราะไม่ต้อง จัดแหล่งจ่ายหลายๆ แหล่งมาป้อนให้กับหน่วยความจำ และยังต่อใช้งาน หน่วยความจำตัวนี้ได้เป็น 2 ลักษณะคือ เป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านและบันทึกใหม่ได้ หรือต่อใช้งานเป็นแบบอ่านอย่างเดียวก็ได้

### 2.3.4 วงจรรวมไฮบริดจ์

วงจรรวมไฮบริดจ์ เป็นอุปกรณ์ที่รวมทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในวงจร หรือ โครงข่ายสนทนาทั้งด้านรับและด้านส่งในเวลาเดียวกัน เปรียบเสมือนกับว่าทำงานแทนหม้อแปลงไฮบริดจ์ โดยมีตัวถังให้เลือกใช้งานอยู่ 2 แบบคือ แบบพลาสติก DIP (มี 18 ขา กว้าง 0.3 นิ้ว) และแบบ SOIC (มี 20 ขา) ดังรูปที่ 2.9

ภายในตัว MC34014 ได้รวบรวมเอาส่วนที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ เกี่ยวกับวงจรไฮบริดไว้ทุกอย่าง โดยประกอบด้วยภาคขยายสัญญาณด้านส่ง ภาคขยายสัญญาณด้านรับ ภาคควบคุมสัญญาณ ไซค์โทน สามารถปรับอัตราขยายได้จากภายนอก ภาคขยายสัญญาณไมโครโฟนสัญญาณรบกวนต่ำ และป้องกันการรบกวนจากสัญญาณ RFI ด้วย

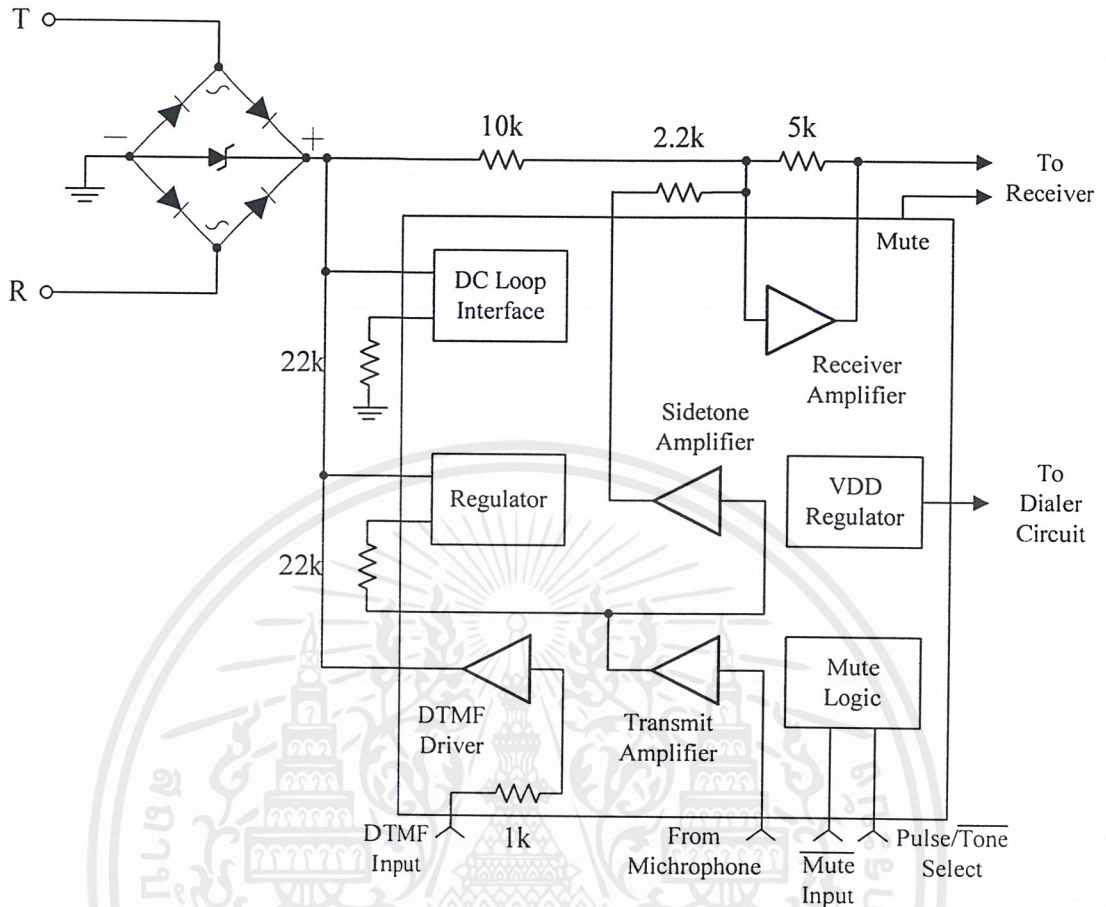


รูปที่ 2.9 ลักษณะขาของวงจรรวมไฮบริดจ์ MC34014

คุณสมบัติของ MC34014 มีดังนี้

- 1) สามารถทำงานได้ที่แรงดันต่ำสุด 1.5 โวลต์
- 2) ควบคุมอัตราการขยายด้านส่ง ด้านรับ และสัญญาณไซค์โทนได้จากภายนอก
- 3) ภาควิทยาสัญญาณความแตกต่างสัญญาณไมโครโฟน ทำให้หมดปัญหาจากการรบกวนของสัญญาณ RFI
- 4) นอกจากการส่ง และการรับ รวมทั้งสัญญาณไซค์โทนของสัญญาณเสียงพูดแล้ว สัญญาณความถี่สูงสามารถมอดูเลตออกสู่สายได้
- 5) มีแรงดันเรกูเลเตอร์เอาท์พุต 1.2 โวลต์ สำหรับการไบอัสให้กับไมค์คอนเดนเซอร์
- 6) มีแรงดันเรกูเลเตอร์เอาท์พุต 3.3 โวลต์ กระแส 550 ไมโครแอมป์ ถึง 2 มิลลิแอมป์ สำหรับวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่สูง
- 7) สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น หรือระบบโทรศัพท์มาตรฐานทั่วไปได้ และภายในวงจรรวมนี้ยังสามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่เป็นวงจรรวม หรืออุปกรณ์ที่ต้องการแรงดันต่ำที่ใช้ต่อร่วมกันในวงจรได้ด้วย

จากหน้าที่ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น วงจรรวมตัวนี้เป็นวงจรรวมไฮบริดจ์แบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณ และป้อนกลับสัญญาณ ทำให้สามารถทำการสนทนาสวนทางกันได้นั่นคือการรับและการส่งที่เกิดขึ้นพร้อมกัน ภายในตัววงจรรวมนี้จะรวมเอาส่วนประกอบการทำงานในส่วนต่างๆ เข้ามาไว้ในวงจรรวมตัวเดียว ดังแผนผังการทำงานภายในวงจรรวม แสดงดังในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แผนผังการทำงานภายในวงจรรวมไฮบริดจ์ MC34014

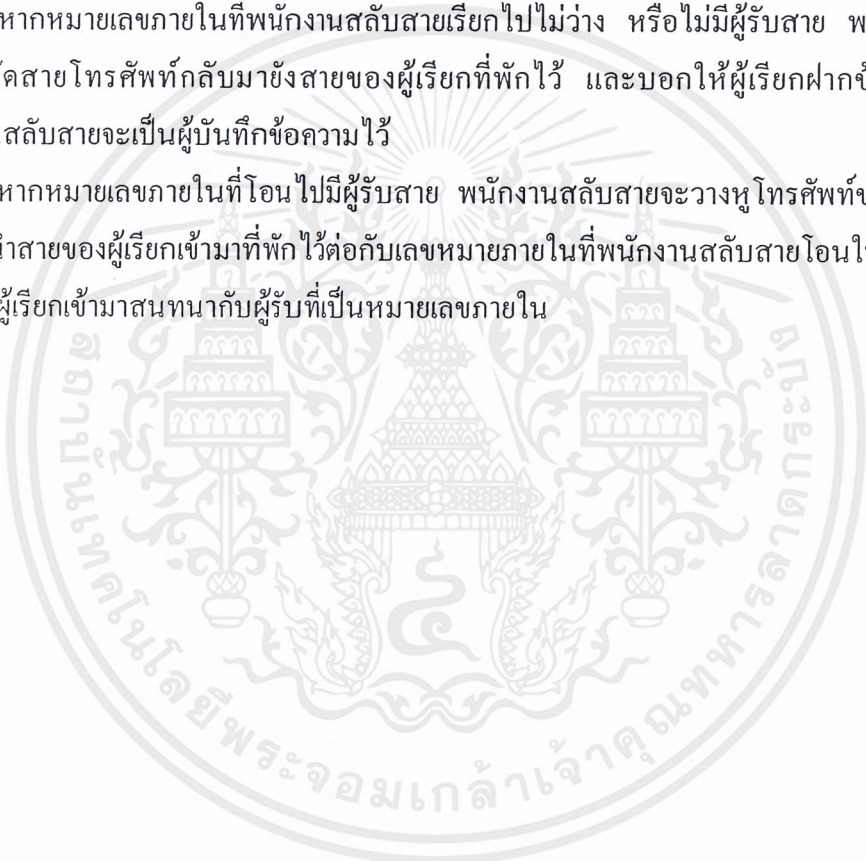
## 2.4 หลักการใช้โทรศัพท์

- 1) ยกหูโทรศัพท์ฟังสัญญาณให้หมุน ที่ส่งมาจากชุมสาย
- 2) ผู้เรียกกดเลขหมายไปยังชุมสายโทรศัพท์
- 3) ชุมสายจะทำการประมวลผล
- 4) ชุมสายโทรศัพท์ต่อคู่สายโทรศัพท์ของผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก
- 5) หากเลขหมายที่เรียก ไม่ว่าง ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไม่ว่างให้ผู้เรียกทราบ
- 6) หากหมายเลขที่ผู้เรียกเรียกไปว่าง ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก ไปยังปลายทาง และส่งสัญญาณตอบกลับมายอกให้ผู้เรียกทราบ เพื่อรอผู้ถูกเรียกรับสาย
- 7) ผู้เรียกและผู้ถูกเรียกสนทนากัน
- 8) หากฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหู ชุมสายจะตัดเส้นทางการติดต่อออก เพื่อการติดต่อครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 หลักการโอนสายโทรศัพท์

- 1) เมื่อมีการเรียกจากภายนอกเข้ามาที่ผู้สาขา ผู้สาขาจะส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเลขหมายภายในที่กำหนดไว้ โดยปกติจะเป็นเลขหมายของพนักงานสลับสาย
- 2) พนักงานสลับสายจะรับสาย และสนทนากับผู้ที่เรียกเข้ามา หากผู้เรียกต้องการติดต่อกับผู้ใดก็จะแจ้งกับพนักงานสลับสาย
- 3) พนักงานสลับสายพักสายที่เรียกเข้ามาไว้ โดยการกด Hook switch 1 ครั้ง แล้วจึงกดหมายเลขภายในที่ผู้เรียกเข้ามาต้องการติดต่อด้วย
- 4) หากหมายเลขภายในที่พนักงานสลับสายเรียกไปไม่ว่าง หรือไม่มีผู้รับสาย พนักงานสลับสายจะตัดสายโทรศัพท์ที่กลับมายังสายของผู้เรียกที่พักไว้ และบอกให้ผู้เรียกฝากข้อความโดยพนักงานสลับสายจะเป็นผู้บันทึกข้อความไว้
- 5) หากหมายเลขภายในที่โอนไปมีผู้รับสาย พนักงานสลับสายจะวางหูโทรศัพท์ของตนทำให้ผู้สาขา นำสายของผู้เรียกเข้ามาที่พักไว้ต่อกับเลขหมายภายในที่พนักงานสลับสายโอนให้
- 6) ผู้เรียกเข้ามาสนทนากับผู้รับที่เป็นหมายเลขภายใน

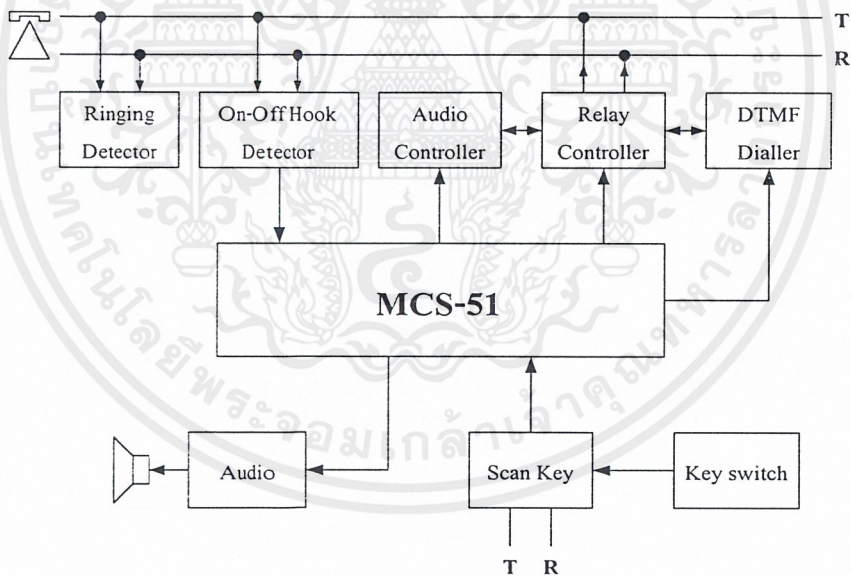


# บทที่ 3

## การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

### 3.1 การออกแบบ

การออกแบบโครงงานนี้จะแยกออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ซึ่ง ส่วนของฮาร์ดแวร์ได้แก่ วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF Decoder) วงจรควบคุมการยกหู และวางหูโทรศัพท์ (On-Off Hook Control) วงจรหมุนรหัสความถี่คู่ (DTMF Dialler) วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Detector) วงจรบันทึกเสียง (Audio Controller) วงจรปากพูดและหูฟัง ในส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบตอบรับ ประกาศเรียกผู้รับสายอัตโนมัติ ระบบฝากข้อความ การลบข้อความ และระบบรหัสผ่าน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยผังการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติแสดงในรูปที่ 3.1



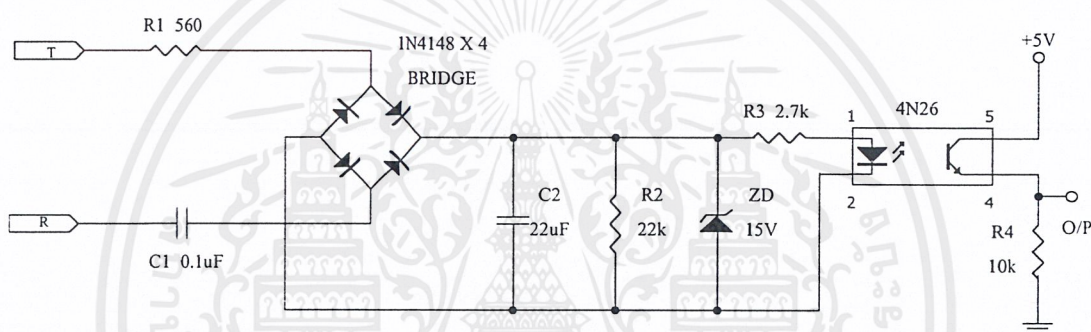
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

รูปที่ 3.1 เป็นแผนผังการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ มีหลักการทำงานดังนี้ ในสภาวะปกติเครื่องจะอยู่ในสภาวะเตรียมพร้อม วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งจะถูกต่อไว้กับคู่สายโทรศัพท์ เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่คู่สาย วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งจะส่งสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อสัญญาณกระดิ่งเข้ามาครบจำนวนที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะสั่งให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับสายโดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งส่งข้อความตอบรับออกไปที่คู่สาย ขณะนี้วงจรถอดรหัสความถี่จะถูกต่อเข้ากับคู่สาย โดยวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่นี้จะรอรับสัญญาณความถี่ที่ ผู้เรียกกดเข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์ แล้วแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 4 บิต ไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลค่าสัญญาณที่รับเข้ามา แล้วส่งให้วงจรต่างๆ ทำงานตามความต้องการของผู้เรียก ถ้าผู้เรียกกดหมายเลขประจำแต่ละบุคคลเครื่องก็จะทำการประกาศเรียกให้ เมื่อมีผู้รับสายคือ Hook Off ภาค On-Off Hook Detector จะส่งสัญญาณไปที่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งให้ภาคเสียงหยุดประกาศเรียก และสามารถสนทนาได้ตามปกติ

### 3.1.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

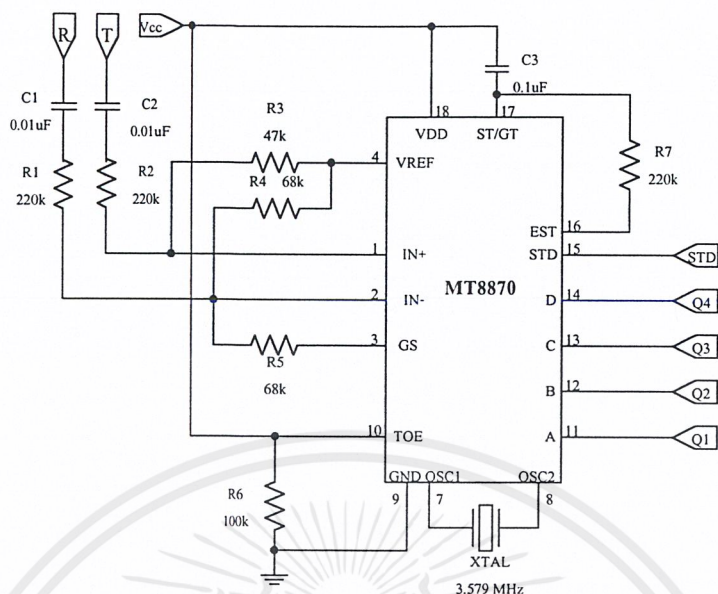


รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรที่ใช้ในการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง โดยวงจรจะต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์โดยตรง การทำงานเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา สัญญาณจะผ่านไดโอดบริดจ์ เพื่อเปลี่ยนสัญญาณกระดิ่งซึ่งเป็นกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง โดยมีคาปาซิเตอร์ C2 เป็นตัวกรองกระแสให้เรียบยิ่งขึ้น ในวงจรจะมีซีเนอร์ไดโอด 15 โวลต์ เป็นตัวควบคุมแรงดันเพื่อไม่ให้ฮอปโปกได้ได้รับแรงดันมากเกินไป การทำงานเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาจะทำให้ฮอปโปกได้ได้รับไบอัสทรานซิสเตอร์จะทำงาน เปรียบเสมือนปิดวงจร เอาต์พุตจะมีแรงดัน 5 โวลต์ เพื่อจ่ายให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการนับแล้วสั่งให้รับสายโดยอัตโนมัติ

### 3.1.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่ดีทีเอ็มเอฟ (DTMF Decoder)

วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่นี้ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณความถี่ที่มาจากกรกดปุ่มเพื่อเลือกการทำงาน ให้เป็นรหัสไบนารีขนาด 4 บิตก่อนส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลการทำงานในขั้นต่อไป



รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

จากรูปที่ 3.3 เมื่อมีสัญญาณความถี่คู่ เข้ามา C1 และ C2 เป็นตัวส่งผ่านสัญญาณแล้วส่งผ่าน R1 และ R2 เข้ามาที่อินพุตของ MT8870 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญของวงจร ส่วน R2 และ R5 เป็นตัวกำหนดอัตราขยายของออปแอมป์ที่อยู่ในวงจรรวม ให้มีอัตราขยายเท่ากับ 1 ส่วน R3 และ R4 เป็นตัวกำหนดแรงดันอ้างอิงและขา OSC1 และ OSC2 จะต่อกับคริสตอลที่มีความถี่ 3.579MHz เพื่อกำเนิดความถี่เป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับตัวไอซี และวงจรจะมีการตรวจสอบ ช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องมีช่วงเวลานานพอสมควร คือให้มีระยะเวลาเท่ากันหรือมากกว่าช่วงเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะยอมรับและถือว่าสัญญาณนั้นถูกต้อง โดยที่ขา EST จะเป็นลอจิก 1 นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่คู่ทำให้แรงดันที่ขา ST/GT สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C3 ซึ่งเก็บประจุเต็มก็จะคายประจุออกมา ทำให้แรงดันที่ขา ST/GT สูงขึ้นถึงค่าเทรสโฮลต์ วงจรถอดรหัสจึงถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต ทางขา Q1, Q2, Q3 และ Q4 แต่ถ้าเปรียบเทียบกันแล้วช่วงเวลาน้อยกว่าที่ตั้งไว้ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขขนาด 4 บิตออกไป ซึ่งช่วงเวลานี้เราสามารถตั้งได้โดยการกำหนดค่าของ R7 และ C3 ส่วนขา TOE นั้นจะทำงานในลักษณะคล้ายกับเป็นขา Enable คือ ในสภาวะปกติที่ไม่มีสัญญาณเอาต์พุตจะทำให้ที่ขาเอาต์พุตนี้มีอิมพีแดนซ์สูงมาก ทำให้สัญญาณต่างๆ ไม่สามารถผ่านออกไปได้ แต่เมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตอิมพีแดนซ์จะมีค่าต่ำลง แล้วจึงส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปได้ สำหรับขา STD ในวงจรนี้ก็ เป็นขาเอาต์พุตอีกขาหนึ่งใช้สำหรับแสดงการมีสัญญาณเอาต์พุต คือเมื่อมีสัญญาณเอาต์พุต ขา STD นี้ก็จะมีสัญญาณทุกครั้ง

ค่าอัตราขยายของวงจรถ้าได้จาก

$$AV_{diff} = \frac{R5}{R2} \quad (3.1)$$

เมื่อค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ ( $Z_{in\ diff}$ ) = 2

ค่าการหน่วงเวลาช่วงกดปุ่มโทรศัพท์หาได้จาก

$$T = R7 * R3 \quad (3.2)$$

### 3.1.3 วงจรบันทึกเสียง

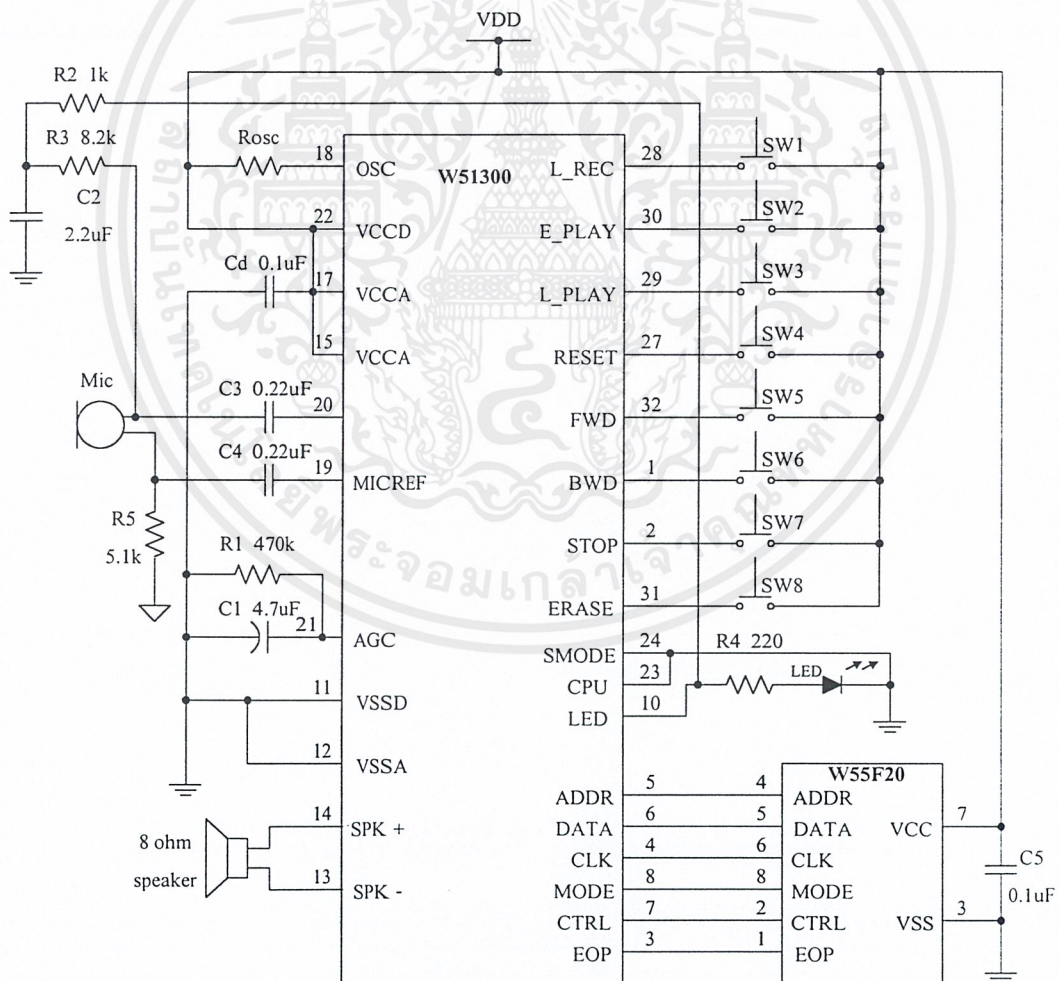
วงจรถักเสียงจะประกอบด้วยวงจรรวม W51300 เป็นตัวควบคุมการบันทึกเสียง และทำหน้าที่แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล-ดิจิทัลเป็นแอนะล็อก ซึ่งต้องทำงานร่วมกับหน่วยความจำแฟลชอีพรอมเบอร์ W55F20

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรถักเสียง ด้วยคุณสมบัติของไอซีที่รวมทุกอย่างไว้ในตัวหมดแล้ว จึงทำให้ใช้อุปกรณ์ต่อรวมภายนอกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยไมโครโฟนจะใช้คอนเด็นเซอร์ ไมโครโฟนต่อเข้ากับอินพุตของ ไอซี มี C3 และ C4 เป็นตัวเชื่อมต่อสัญญาณสู่วงจรถักเสียงสำหรับ ไมโครโฟน และ R3 เป็นตัวไบอัสให้กับไมโครโฟน ส่วน R1, C1 เป็นตัวกำหนดอัตราขยายของวงจรถักเสียงไมโครโฟน ส่วนขา ADDR, DATA, CLK, MODE, CTRL, EOP จะต่อเข้ากับขาเดียวกันนี้ของแฟลชอีพรอม โดยตรงเพื่อส่งข้อมูลต่างๆ ขา OSC จะต่อกับ Rosc ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดอัตราการสุ่มตัวอย่างเสียงที่จะเก็บ โดยที่ ถ้า Rosc มีค่ามาก ความถี่ในการสุ่มจะต่ำจำนวนข้อมูลน้อยทำให้คุณภาพเสียงต่ำ แต่จะบันทึกเสียงได้เวลานาน ถ้า Rosc มีค่าน้อย ความถี่ในการสุ่มจะสูงทำให้มีจำนวนข้อมูลมาก คุณภาพเสียงจะดี แต่เวลาในการบันทึกเสียงจะน้อยลง ในที่นี้เลือกใช้ 680 โอห์ม โหมดการบันทึกจะทำงานในโหมด มัลติเซกเมนต์โดยต่อขา SMODE เข้ากับ Vss ในวงจรถักเสียงจะทำงานทั้งหมด 8 ขาหน้าที่ของแต่ละขามีดังนี้

1) L\_REC ขาควบคุมการบันทึกเมื่อได้รับลอจิก 1 ไอซีจะเริ่มบันทึกเสียงทันทีและจะหยุดบันทึกเมื่อขานี้ไม่ได้รับลอจิก 1 แล้ว

2) E\_PLAY จะเป็นการเล่นกลับทั้งหมดในกรณีซึ่งเกิดเซกเมนต์โหมด ในกรณีของมัลติเซกเมนต์โหมดจะเป็นการเล่นกลับข้อความที่บันทึกไว้ และถ้ากดสวิทช์นี้อีกครั้งจะเป็นการกระโดดไปเล่นข้อความลำดับถัดไป และเมื่อครบทุกข้อความแล้วจะกลับมาเล่นที่ข้อความแรกใหม่

- 3) L\_PLAY จะเป็นการเล่นกลับทั้งหมดทุกข้อความเรียงกัน ไปจนครบ
- 4) STOP จะเป็นขาคควบคุมการหยุดเล่น
- 5) ERASE เป็นขาคควบคุมการลบข้อความจะลบครั้งละข้อความหรือครั้งละเซ็กเมนต์นั่นเอง
- 6) FWD เป็นการเลื่อนไปข้างหน้า ถ้าถูกกระตุ้นไม่เกิน 1 วินาทีจะเลื่อนทีละลำดับ ถ้ากระตุ้นเกิน 1 วินาทีจะเลื่อนไปที่ข้อความสุดท้าย
- 7) BWD เป็นการเลื่อนถอยหลัง และจุดสุดท้ายของวงรอบการเล่นจะอยู่ที่เซ็กเมนต์แรก
- 8) RESET เป็นขาคควบคุมการเริ่มต้นทำงานใหม่ของวงจรรวม ถ้าได้รับการกระตุ้นไม่เกิน 2 วินาทีจะเป็นการรีเซ็ตการทำงานทุกชิ้นตอนมาอยู่ที่จังหวะรอเริ่มต้นใหม่ รวมถึงเซ็กเมนต์ข้อความก็จะกลับมาอยู่ในตำแหน่งเซ็กเมนต์ที่ 1 แต่ถ้ากระตุ้นเกิน 2 วินาที จะเป็นการลบข้อความที่อยู่ในหน่วยความจำทั้งหมด

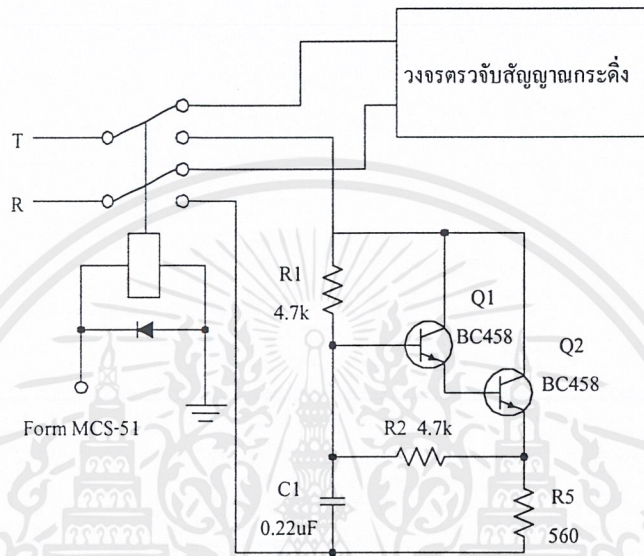


รูปที่ 3.4 วงจรบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.4 วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ

โดยปกติแล้ว เมื่อวางหูโทรศัพท์ที่อยู่ความต้านทานของของคู่สายจะสูง และเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ที่ความต้านทานคู่สายจะต่ำ วงจรยกหู วางหูแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ

จากวงจรที่ 3.5 เป็นวงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ ในสภาวะปกติรีเลย์จะต่อคู่สายเข้ากับวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งจะมีความต้านทานสูง หูมสายก็จะรับรู้ว่าเป็นเหมือนวางหูอยู่ และเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้ยกหู โดยจ่ายแรงดันมาที่รีเลย์ รีเลย์ก็จะเปลี่ยนหน้าสัมผัส ทำให้คู่สายไปต่อกับวงจรยกหู วางหูทำให้ทรานซิสเตอร์ได้รับไบอัส วงจรจะมีความต้านทานต่ำ จึงเปรียบเสมือนยกหูหุ่สายก็จะรับทราบว่ามีกรยกหูแล้ว

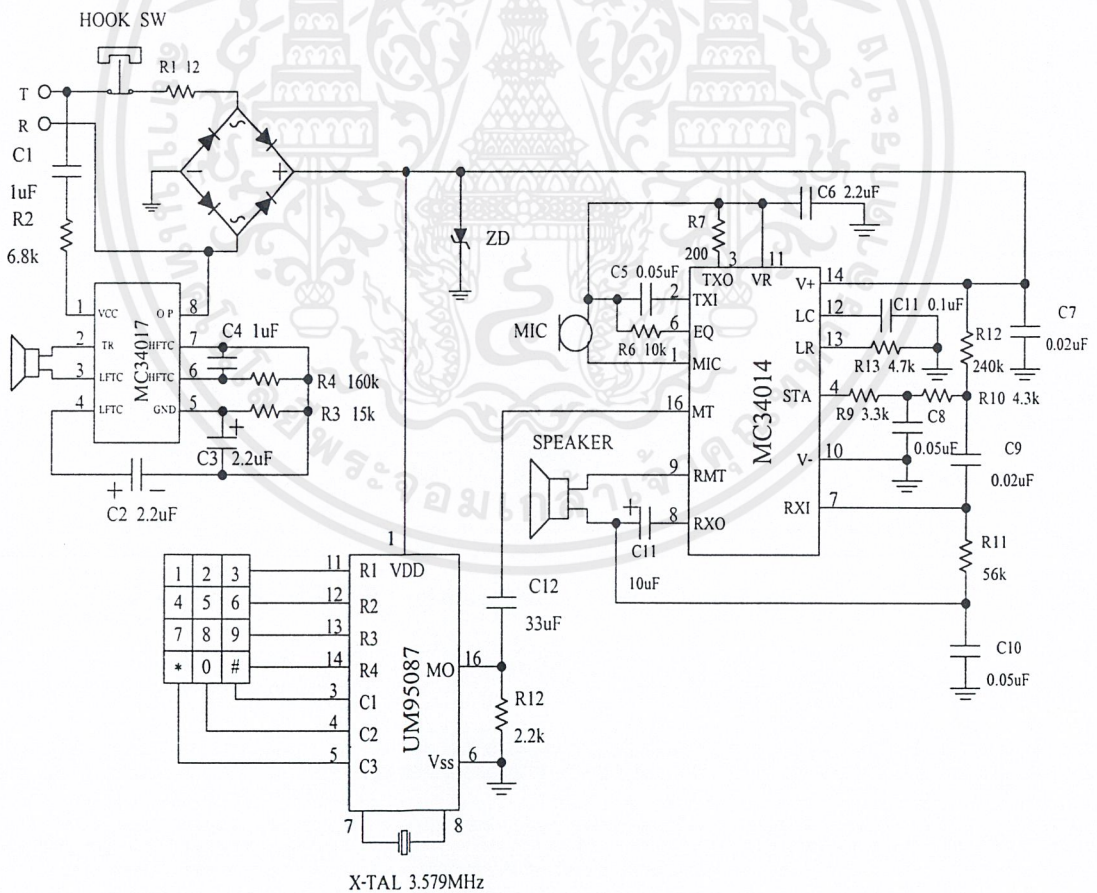
### 3.1.5 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์

วงจรเครื่องโทรศัพท์นั้นจะมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ส่วนแรกคือวงจรกระดิ่ง (Ringer) ทำหน้าที่สร้างเสียงกระดิ่งทุกครั้งที่มีการเรียกเข้ามา ส่วนที่สอง คือ วงจรปากพูด-หูฟัง (Speech Network) ทำหน้าที่เสมือนวงจรเครื่องรับ และเครื่องส่ง คือ ส่งสัญญาณเสียงและรับสัญญาณเสียงเข้ามา และส่วนสุดท้าย คือ วงจรที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณความถี่คู่เพื่อใช้ในการติดต่อกับหุ่สายเมื่อต้องการเรียกไปปลายทาง

ในรูปที่ 3.6 เป็นวงจรเครื่องรับโทรศัพท์ โดยมี 3 ส่วนประกอบหลักตามที่ได้กล่าวไว้แล้ว คือ วงจรสร้างสัญญาณกระดิ่ง ใช้ไอซีเบอร์ MC34017 เป็นไอซีสร้างเสียงกระดิ่ง โดยจะต่อเข้ากับคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายโดยตรงเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่คู่สายจะมีแรงดันประมาณ 110 โวลต์ วงจรรวมนี้ก็จะนำเอาแรงดันกระแสสลับ 110 โวลต์นี้มาทำการเรียงกระแสแล้วสร้างความถี่เพื่อจ่ายให้ลำโพง ส่วนประกอบที่สอง คือ วงจรปากพูดหูฟัง หรือวงจรไฮบริดจ์ เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ต่อผ่านสัญญาณจากปากพูดไปยังหูฟัง และต่อผ่านสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์เข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ หัวใจสำคัญ ของวงจรนี้ คือ วงจรรวมไฮบริดจ์ (MC34014) โดยสัญญาณจากไมโครโฟนจะต่อเข้าที่ขา MIC ซึ่งจะมีแรงดัน 1.2 โวลต์ จากขา VR มาทำการไปออสให้กับไมโครโฟนเพื่อขยายสัญญาณจากไมโครโฟนให้ดังมากขึ้น จากนั้นจะนำสัญญาณนี้ส่งเข้าที่ขา TXI ส่งเข้าไปขยายแล้วส่งไปยังชุดปรับแต่งสัญญาณ (Equalization) เพื่อจัดระดับของสัญญาณแล้วป้อนกลับมาที่อินพุตขา TXI เพื่อขยายสัญญาณให้แรงขึ้นแล้วส่งไปยังชุดไซด์โทน (Sidetone Amp) เพื่อส่งออกยังขา STA แล้วป้อนกลับมาที่ขา RXI จากนั้นทำการขยายแล้วส่งออกไปทางขา RXO ผ่าน C11 เชื่อมต่อออกทางลำโพง และในขณะเดียวกันสัญญาณก็จะถูกส่งออกไปที่คู่สายโทรศัพท์



รูปที่ 3.6 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

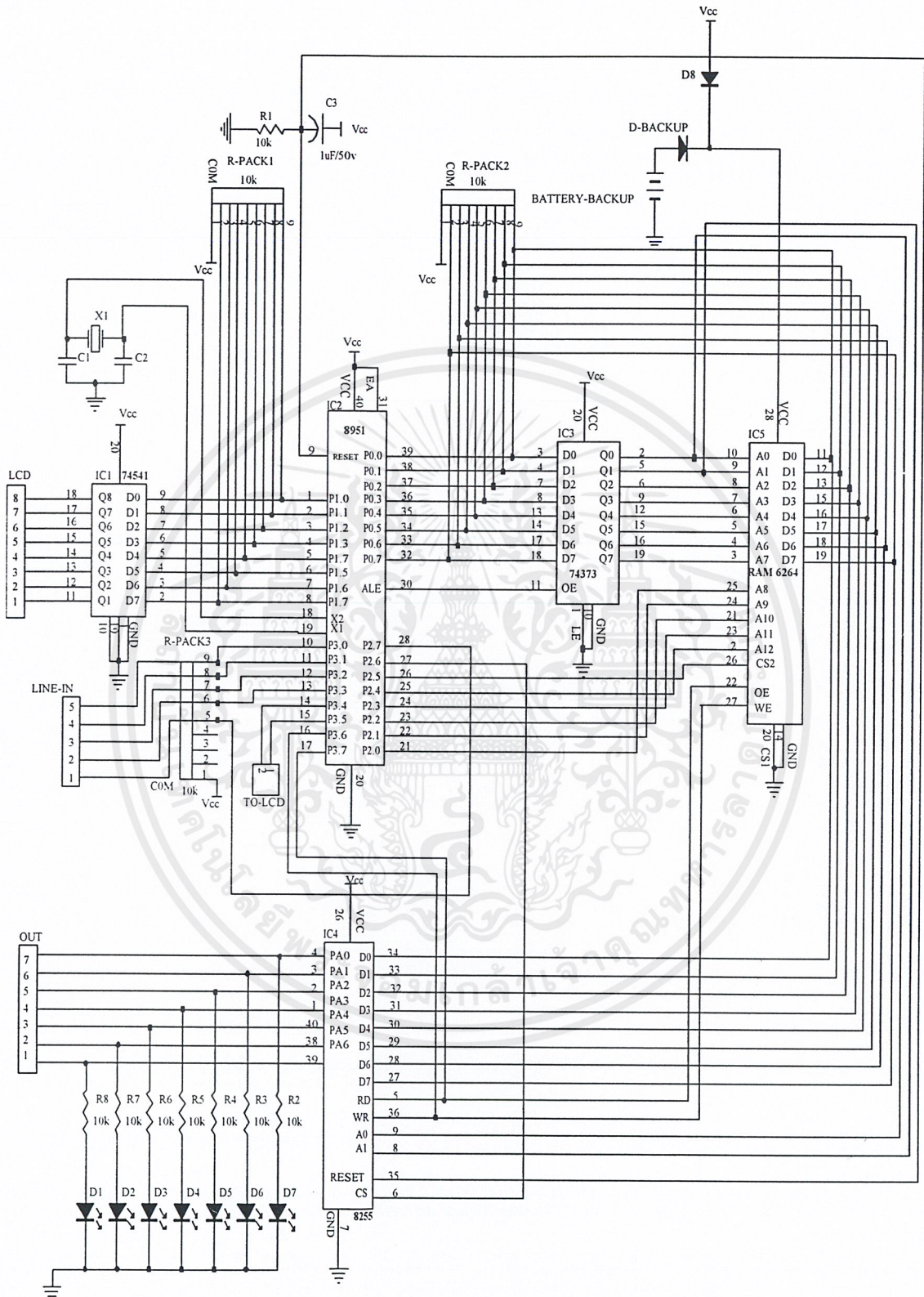
เพื่อให้ตัวผู้พูดเองและผู้ที่สนทนาด้วยได้ยินเสียงที่ผู้พูดพูดออกไป และในทางกลับกันเมื่อคู่สนทนาของพูดมาบ้าง สัญญาณเสียงก็จะถูกส่งผ่านชุดไดโอดบริดจ์เข้ามายังขา RXI ทำการขยายเสียงแล้วส่งออกทางขา RXO ผ่าน C11 คัปปลิ่ง ออกลำโพง ทำให้ได้ยินเสียงของผู้ที่เรสนทนาด้วย และในวงจรนี้จะมีขา MS เป็นขาที่ใช้เลือกสัญญาณที่เป็นสัญญาณพัลส์และโทน ซึ่งในวงจรนี้เลือกใช้แบบโทน และที่ขา MT จะส่งสัญญาณมาทำการเปรียบเทียบ ถ้าสัญญาณมีค่าแรงดันน้อยกว่า 1 โวลต์ ก็จะคิดเป็นสถานะ 0 และตัดสัญญาณเสียงส่งสัญญาณโทนออกไป แต่ถ้าแรงดันมีค่ามากกว่า VDD-0.3 โวลต์ ก็จะคิดเป็นสถานะ 1 และตัดสัญญาณโทนแล้วส่งสัญญาณเสียงมาที่ขา RMT เพื่อส่งออกไปยังลำโพงและคู่สายโทรศัพท์ หากต้องการจะโทรออก สัญญาณความถี่ที่ได้จากการ กดปุ่มมานั้นจะถูกป้อนเข้ามาที่ขา TXI สัญญาณนั้นๆ จะถูกขยายแล้วส่งออกไปที่ขา V+ เพื่อส่งออกไปยังคู่สายโดยผ่านไดโอดบริดจ์ออกไป ส่วนประกอบสุดท้ายของวงจรเครื่องโทรศัพท์นี้คือ วงจรสร้างสัญญาณความถี่ จะใช้วงจรรวม (UM95087) เป็นตัวรับสัญญาณจากสวิทช์กดเข้ามา ทางขา R1, R2, R3 และ R4 ในแนวนอน และ C1, C2 และ C3 ในแนวตั้ง เพื่อนำมาสร้างสัญญาณความถี่ส่งต่อไปให้ ภาคไฮบริดจ์ทางขา MO โดยจะมีคริสตอล 3.579MHz เป็นตัวจ่ายความถี่ ฐานเวลาให้กับตัววงจรรวม โดยวงจรนี้จะต่อร่วมกับวงจรไฮบริดจ์เพื่อเป็นสื่อกลางในการส่งสัญญาณความถี่ออกไปที่คู่สายโทรศัพท์

### 3.1.6 วงจรตรวจสอบและเปลี่ยนรหัสผ่าน

วงจรนี้จะประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ แรม บัฟเฟอร์ ตัวคงสถานะเอาต์พุต และพอร์ต เป็นหลัก การทำงานจะถูกควบคุมโดยโปรแกรม

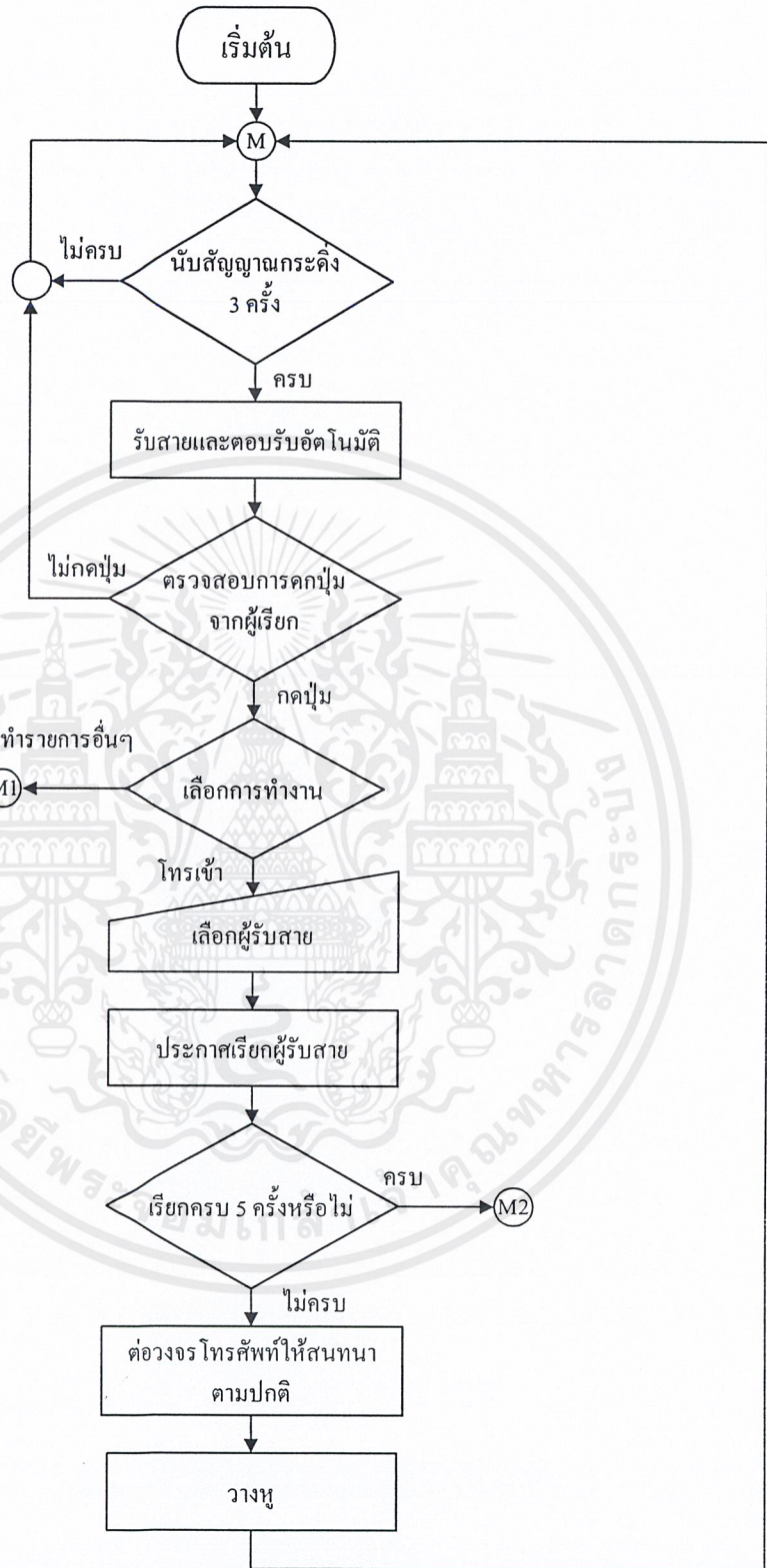
จากวงจรที่ 3.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวหลักในการควบคุมการทำงานทั้งหมด ขั้นแรกจะกำหนดรหัสผ่านของแต่ละคนไว้ในแรมก่อน ในการทำงานจะรับค่าจากการกดสวิทช์ที่แปลงเป็นรหัส BCD แล้วเข้ามาทางพอร์ต P3.0 - P3.3 เมื่อรับเข้ามาแล้วจะประมวลผลว่าเป็นการเปลี่ยนรหัสผ่าน หรือตรวจสอบรหัสผ่าน เมื่อประมวลผลแล้วก็จะแสดงผลออกไปที่ LCD ทางพอร์ต P1.1 - P1.7 โดยผ่านบัฟเฟอร์เป็นตัวขับกระแสให้แรงขึ้น ต่อมาคอนโทรลเลอร์ก็จะอ่านข้อมูลจากแรมเพื่อเปรียบเทียบค่าที่รับเข้ามากับรหัสเดิมว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงก็ทำตามความต้องการของผู้ใช้ต่อไป แล้วแสดงผลออก LCD และให้ค่าเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งานต่อ โดยที่เอาต์พุต และ LED แสดงผลจะต่อกับพอร์ต P0.0 - P0.7 โดยผ่านพอร์ต (8255) จะสังเกตเห็นว่า พอร์ต (8255) กับแรมใช้บัสข้อมูลร่วมกัน เพราะฉะนั้นจึงต้องใช้ขา CS และตัวคงสถานะเอาต์พุตช่วย ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ตัวใด ก็จะส่งสัญญาณไปที่ขา CS ของอุปกรณ์ตัวนั้น สมมุติว่าถ้าต้องการติดต่อกับแรมก็จะส่งสัญญาณออกจาก P2.5 ไปที่ขา CS ของแรมจากนั้นจึงส่งตำแหน่งและข้อมูลไป ถ้าต้องการติดต่อกับพอร์ต (8255)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรตรวจสอบและเปลี่ยนรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องส่งสัญญาณออกจากขา ALE ให้กับขา OE ของตัวแลต เหตุที่ต้องใช้แลต เพราะ บัสตำแหน่งและบัสข้อมูลของพอร์ต (8255) ใช้สายร่วมกัน ตอนแรกก็จะส่งตำแหน่งไปก่อน จากขา Q0 และ Q1 ของตัวคงสถานะเอาต์พุตแล้วคงสถานะค้างไว้ตลอดจากนั้นส่งข้อมูลจาก P0.0 - P0.7 ไปให้กับพอร์ต (8255) ก็ติดต่อกันได้แล้ว จากวงจรจะมี LED แสดงผล 7 ดวงคือ D1-D7 โดยที่ D3-D7 เป็น LED แสดงผลประจำตัวของแต่ละคน เริ่มจากคนที่ 1-5 ตามลำดับ ถ้าครหัสของผู้ใด ถูกต้อง LED ประจำตัวของคนนั้นก็สว่าง ส่วน D1 เป็นตัวแสดงผลการครหัสผิดพลาด คือถ้าครหัสผิด LED ดวงนี้จะสว่าง และถ้าครหัสผิด 3 ครั้งโปรแกรมจะล๊อคครหัสทันทีพร้อมกับ D2 จะสว่าง

### 3.2 โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์

เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติจะทำงานโดยมีซอฟต์แวร์ในการควบคุมการทำงาน ซึ่งซอฟต์แวร์มีโครงสร้างดังรูปที่ 3.8 เริ่มทำงานเมื่อสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการนับตามจำนวนครั้งที่ตั้งไว้เมื่อครบตามจำนวนที่ตั้งไว้แล้วเครื่องจะรับสายและตอบรับอัตโนมัติ เมื่อเครื่องรับสายแล้วจะตรวจสอบการกดคีย์ว่ามีการกดคีย์ใดๆ หรือไม่ถ้าไม่มีการกดคีย์เครื่องจะทำการวางสายภายในเวลาหนึ่งนาที ถ้ามีการกดคีย์ก็จะตรวจสอบว่าจะเป็นการโทรเข้ามาเพื่อตรวจสอบข้อความ หรือ เรียกผู้รับ ถ้าโทรมาเพื่อตรวจสอบ ข้อความก็จะเข้าสู่โปรแกรมตรวจสอบข้อความ ถ้าเป็นการเรียกผู้รับเครื่องก็จะทำการประกาศเรียกผู้รับให้ แล้วจะทำการเรียกผู้รับให้ห้าครั้ง ถ้ามีผู้รับก็จะต่อวงจรโทรศัพท์ให้สนทนากันตามปกติ ถ้าไม่มีผู้รับภายในการเรียกห้าครั้งเครื่องจะนำข้อความที่ผู้ถูกเรียกฝากไว้ตอบกลับให้ผู้เรียก เมื่อสิ้นสุดการติดต่อแล้วก็จะกลับสู่การเริ่มต้นการทำงานใหม่ คือการรอรับสัญญาณกระดิ่ง

### 3.3 การทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ

เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัตินี้มีการทำงานเป็นส่วนๆ โดยขึ้นกับการใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกรณีต่างๆ ได้ดังนี้

#### 3.3.1 กรณีโทรเข้าปกติ

เมื่อมีผู้โทรเข้ามาจะมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง โปรแกรมจะทำการนับสัญญาณกระดิ่งสามครั้ง แล้วสั่งให้รับสายพร้อมตอบรับอัตโนมัติ แล้วแจ้งหมายเลขประจำตัวของผู้รับสายให้ผู้เรียกทราบ และรอรับการกดปุ่มของผู้เรียกเพื่อประกาศเรียกผู้รับ เมื่อผู้เรียกกดปุ่มเลิกแล้ว เครื่องจะทำการประกาศเรียกผู้รับเมื่อผู้รับมารับสายโดยยกหูขึ้นมาวงจรสร้าง

สร้างสัญญาณพัลส์เพื่อไปรีเซ็ตภาคควบคุมเสียงก็จะทำงาน จะทำให้เครื่องหยุดการประกาศเรียกผู้เรียกและผู้รับก็สามารถสนทนาได้ตามปกติ เมื่อสนทนาเสร็จและวางหูแล้วเครื่องก็จะอยู่ในสภาวะเริ่มต้นพร้อมทำงานต่อไป

### 3.3.2 กรณีโทรเข้าแล้วไม่มีผู้รับสาย

เมื่อมีผู้โทรเข้ามาจะมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง โปรแกรมจะทำการนับสัญญาณกระดิ่งสามครั้ง แล้วตั้งให้รับสายพร้อมตอบรับอัตโนมัติ แล้วแจ้งหมายเลขประจำตัวของผู้รับสายให้ผู้เรียกทราบ และรอรับการกดปุ่มของผู้เรียกเพื่อประกาศเรียกผู้รับ เมื่อผู้เรียกกดปุ่มเลือกแล้ว เครื่องจะทำการประกาศเรียกผู้รับ 5 ครั้งถ้าครบแล้วแล้วไม่มีผู้รับสาย จะเข้าสู่โปรแกรมฝากข้อความ โดยเครื่องจะนำข้อความของผู้ถูกเรียกที่บันทึกไว้ตอบกลับให้แก่ผู้เรียกพร้อมรอรับการกดปุ่ม (0, 1, 2) เพื่อเลือกการทำงาน โดยถ้าผู้เรียกกด 0 เครื่องจะนำข้อความของผู้ถูกเรียกที่บันทึกไว้ตอบกลับให้แก่ผู้เรียกอีกครั้งหนึ่ง ถ้ากด 1 หมายถึงว่าผู้เรียกต้องการฝากข้อความเครื่องก็จะรับฝากข้อความโดยฝากได้ข้อความละ 20 วินาที ถ้ากด 2 หมายถึงสิ้นสุดการติดต่อหรือเปรียบเสมือนวางหูนั่นเอง เมื่อผู้เรียกวางหูหรือกด 2 แล้วเครื่องก็จะกลับสู่สภาวะเริ่มต้นพร้อมทำงานต่อไป

### 3.3.3 กรณีฟังข้อความที่มีผู้ฝากไว้

การฟังข้อความสามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ การฟังข้อความที่หน้าเครื่องและ การโทรศัพท์เข้ามาเพื่อฟังข้อความ

#### 1) การฟังข้อความที่หน้าเครื่อง

ทำได้โดยการยกหูโทรศัพท์ และกดสวิทช์ตรวจสอบข้อความ เครื่องจะตัดคู่สายออกโดยอัตโนมัติ เพื่อเข้าสู่การฟังข้อความ เครื่องจะตอบกลับว่ากรุณา กด \* แล้วตามด้วยรหัสผ่าน ถ้ารหัสผ่านถูกต้องเครื่องจะแสดงผลที่หน้าจอว่า รหัสถูกต้อง (PASSWORD CORRECT) แล้วรอรับการกดปุ่มเพื่อเลือกการทำงาน คือ กด ERASE เพื่อลบข้อความ กด PLAY เพื่อฟังข้อความนั้นซ้ำ กด FWD เพื่อเลื่อนไปข้อความหน้าหนึ่งลำดับ กด BWD เพื่อเลื่อนไปข้อความหลังหนึ่งลำดับ กด STOP เพื่อหยุดบันทึก เมื่อฟังข้อความเสร็จแล้ววางหู เครื่องก็จะต่อคู่สายเองโดยอัตโนมัติและกลับสู่สภาวะเริ่มต้นพร้อมทำงานต่อไป

#### 2) การโทรศัพท์เข้ามาเพื่อฟังข้อความ

ทำได้โดยโทรศัพท์เข้ามา เมื่อเครื่องรับสายแล้วผู้โทรเข้ามากดหมายเลข 6 จะเข้าสู่การฟังข้อความ เครื่องจะบอกให้กด \* ตามด้วยรหัสผ่านถ้ารหัสผ่านถูกต้องก็ฟังข้อความได้โดยกด 3 เพื่อฟังข้อความ กด 4 เพื่อเลื่อนข้อความไปข้างหน้าหนึ่งลำดับ กด 5 เพื่อเลื่อนข้อความไปด้านหลังหนึ่งลำดับ เมื่อฟังเสร็จแล้วก็วางหู เครื่องก็จะกลับสู่สภาวะเริ่มต้นพร้อมทำงานต่อไป

### 3.3.4 กรณีบันทึกข้อความตอบรับเมื่อไม่มีผู้รับสาย

การบันทึกข้อความสามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ การบันทึกข้อความที่หน้าเครื่องและโทรศัพท์เข้ามาเพื่อบันทึกข้อความ

#### 1) การบันทึกข้อความที่หน้าเครื่อง

ทำได้โดยกคสวิตซ์ตรวจสอบข้อความเครื่องจะตัดคู่สายออกจากวงจรอัตโนมัติ และบอกให้ กค \* ตามด้วยรหัสผ่านจากนั้นกด RECORD ค้างไว้แล้วพูดข้อความที่ต้องการบันทึกเมื่อพูดเสร็จก็วางหูเครื่องจะต่อคู่สายให้เองโดยอัตโนมัติ ข้อความที่พูดก็จะถูกเก็บไว้ ในหน่วยความจำ และจะเป็นข้อความตอบกลับให้ผู้เรียกให้ผู้เรียกเมื่อไม่มีผู้รับสาย

#### 2) การโทรเข้ามาเพื่อบันทึกข้อความ

ทำได้โดยการโทรเข้ามา เมื่อเครื่องตอบรับแล้วกดปุ่มหมายเลข 6 เครื่องจะบอกให้ กค \* ตามด้วยรหัสผ่าน จากนั้นกด 2 แล้วพูดข้อความที่ต้องการบันทึก เครื่องจะประกาศข้อความที่บันทึกเมื่อมีผู้โทรเข้ามาแล้วไม่มีผู้รับสาย

### 3.3.5 กรณีการกำหนด หรือเปลี่ยนรหัสผ่าน

การกำหนดหรือการเปลี่ยนรหัสผ่านทำโดย กคสวิตซ์ตรวจสอบข้อความ จากนั้นกดปุ่ม # ตามด้วยรหัสเดิม จอแสดงผลจะบอกให้กรหัสใหม่ จึงกรหัสใหม่ที่ต้องการ เมื่อเปลี่ยนรหัสผ่านเสร็จแล้ววางหูเครื่องจะต่อคู่สายให้เองโดยอัตโนมัติ และกลับสู่สถานะเริ่มต้นพร้อมทำงานต่อ

## บทที่ 4

### การทดลอง และผลการทดลอง

#### 4.1 กล่าวนำ

เพื่อให้ง่ายต่อการทดลองและตรวจสอบการทำงาน จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นการทดลองวงจรแต่ละชุด ที่ยังไม่ได้ประกอบรวมกันเป็นตัวเครื่อง และในส่วนที่สอง เป็นการทดลองการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติที่ใช้งานจริง โดยในส่วนแรกนี้จะแบ่งวงจรออกเป็น 6 ชุดดังนี้

- 1) วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง
- 2) วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่
- 3) วงจรบันทึกละเอียด
- 4) วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ
- 5) วงจรเครื่องรับโทรศัพท์
- 6) วงจรตรวจสอบ และเปลี่ยนรหัสผ่าน

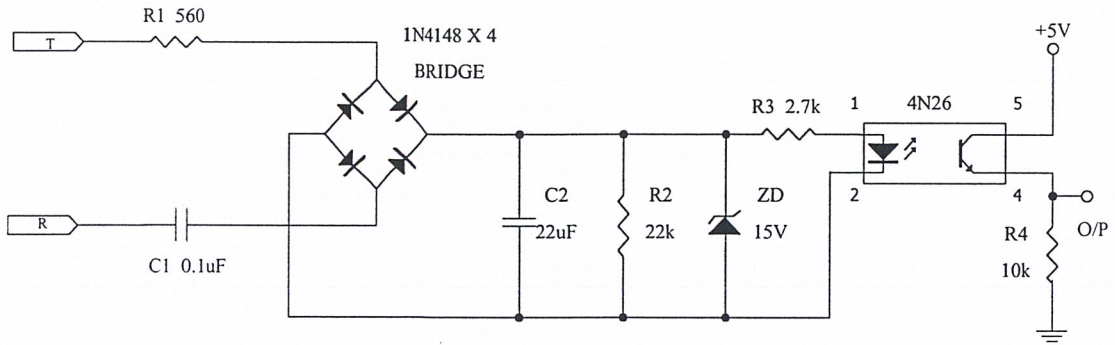
#### 4.1.1 วงจรสอบสัญญาณกระดิ่ง

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.1
- 1.2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร
- 1.3) ต่อ LED ที่เอาต์พุตเพื่อแสดงผล ต่อคู่สายจากตู้สาขาที่ใช้ทดลองเข้ากับวงจร แล้วจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์
- 1.4) ทดลองหมุนหมายเลขเข้ามายังคู่สายโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง สังเกตผลที่เกิดขึ้น

##### 2) ผลการทดลอง

จากการทดลองปรากฏว่า เมื่อประกอบวงจร ต่อคู่สายเข้ากับวงจร และจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรแล้ว LED แสดงผลจะยังไม่สว่าง จนกระทั่งเมื่อหมุนสัญญาณเรียกเข้ามายังคู่สายที่ต่อกับวงจรอยู่ จะมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่คู่สาย ทำให้ LED สว่าง โดยที่ระยะเวลาที่ LED สว่าง ก็คือระยะเวลาที่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา เมื่อไม่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา LED ก็จะดับเป็นเช่นนี้สลับกันไป จากนั้นก็นำเอาต์พุตที่ได้นี้ไปจ่ายต่อให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการนับและประมวลผลการทำงานในขั้นต่อไป



รูปที่ 4.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

### 3) ปัญหา และการแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลองคือ เมื่อต่อวงจรเข้ากับตู้สาขาที่ใช้ทดลองวงจรสามารถทำงานได้ถูกต้อง แต่เมื่อต่อวงจรเข้ากับตู้สายโทรศัพท์ที่ใช้งานจริง วงจรไม่สามารถตรวจจับสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามาได้ เพราะตู้สายโทรศัพท์ที่ใช้งานจริงจ่ายกระแสได้น้อยกว่าตู้สาขาที่ใช้ในการทดลอง ทำให้ LED ในตัวออปโตคัปเปิลไม่สว่างหรือสว่างน้อยทรานซิสเตอร์จึงไม่นำกระแสเป็นเหตุให้ไม่มีสัญญาณเอาต์พุต แก้ไขได้โดยการลดค่า R3 ซึ่งเป็นตัวจำกัดกระแสที่จ่ายให้ LED ลง ทำให้มีกระแสไปไบอัสให้ LED มากขึ้นวงจรก็จะสามารถทำงานได้ตามปกติ

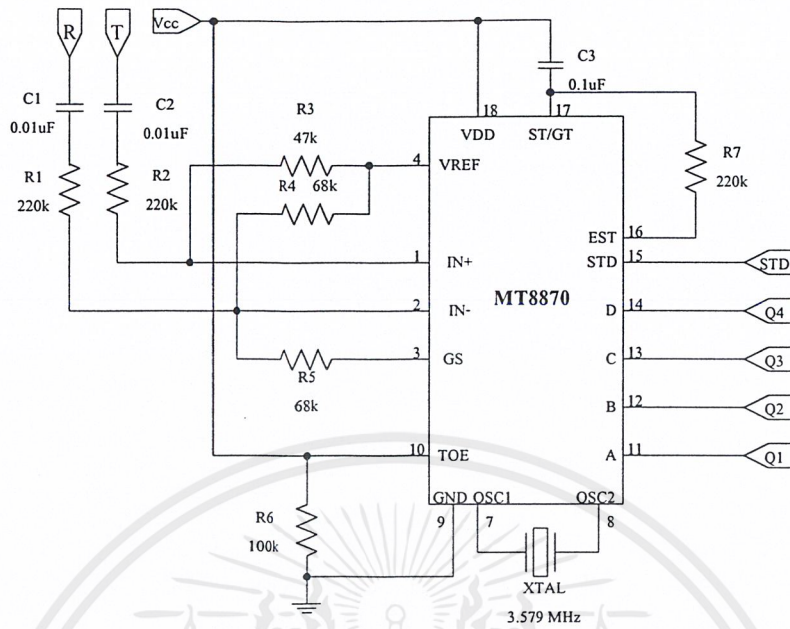
#### 4.1.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.2
- 1.2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร
- 1.3) ต่อตู้สายโทรศัพท์จากตู้สาขาที่ใช้ทดลองเข้ากับวงจร
- 1.4) ต่อ LED แสดงผลที่เอาต์พุต Q1-Q4 และ STD
- 1.5) หมุนหมายเลขโทรศัพท์เข้ามายังตู้สายที่ต่อกับวงจร
- 1.6) กดหมายเลขที่หน้าปัทม์โทรศัพท์จะเห็น LED สว่างขึ้นเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต ตามค่าของเลขหมายที่กดมา ส่วนที่ STD จะสว่างทุกครั้งที่มีสัญญาณเอาต์พุต โดยที่ LED แสดงผลจะสว่างค้างอยู่ตลอดจนกว่าจะมีการกดหมายเลขอื่นเข้ามา

##### 2) ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อประกอบวงจรเสร็จเรียบร้อยแล้วโทรเข้ามายังตู้สายที่ต่อกับวงจร และเมื่อทดลองกดหมายเลขที่หน้าปัทม์ จะเห็น LED แสดงผลซึ่งต่อกับเอาต์พุตของวงจรสว่างขึ้นเป็นระบบเลขฐานสองขนาด 4 บิต เมื่อแปลงเป็นฐานสิบแล้วจะได้ค่าตรงตามที่กดมา ดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่

เลขหมายหน้าปัทม์ โทรศัพท์	เอาต์พุต					เลขฐานสิบ
	Q4	Q3	Q2	Q1	STD	
1	0	0	0	1	1	1
2	0	0	1	0	1	2
3	0	0	1	1	1	3
4	0	1	0	0	1	4
5	0	1	0	1	1	5
6	0	1	1	0	1	6
7	0	1	1	1	1	7
8	1	0	0	0	1	8
9	1	0	0	1	1	9
*	1	0	1	1	1	11
0	1	0	1	0	1	10
#	1	1	0	0	1	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

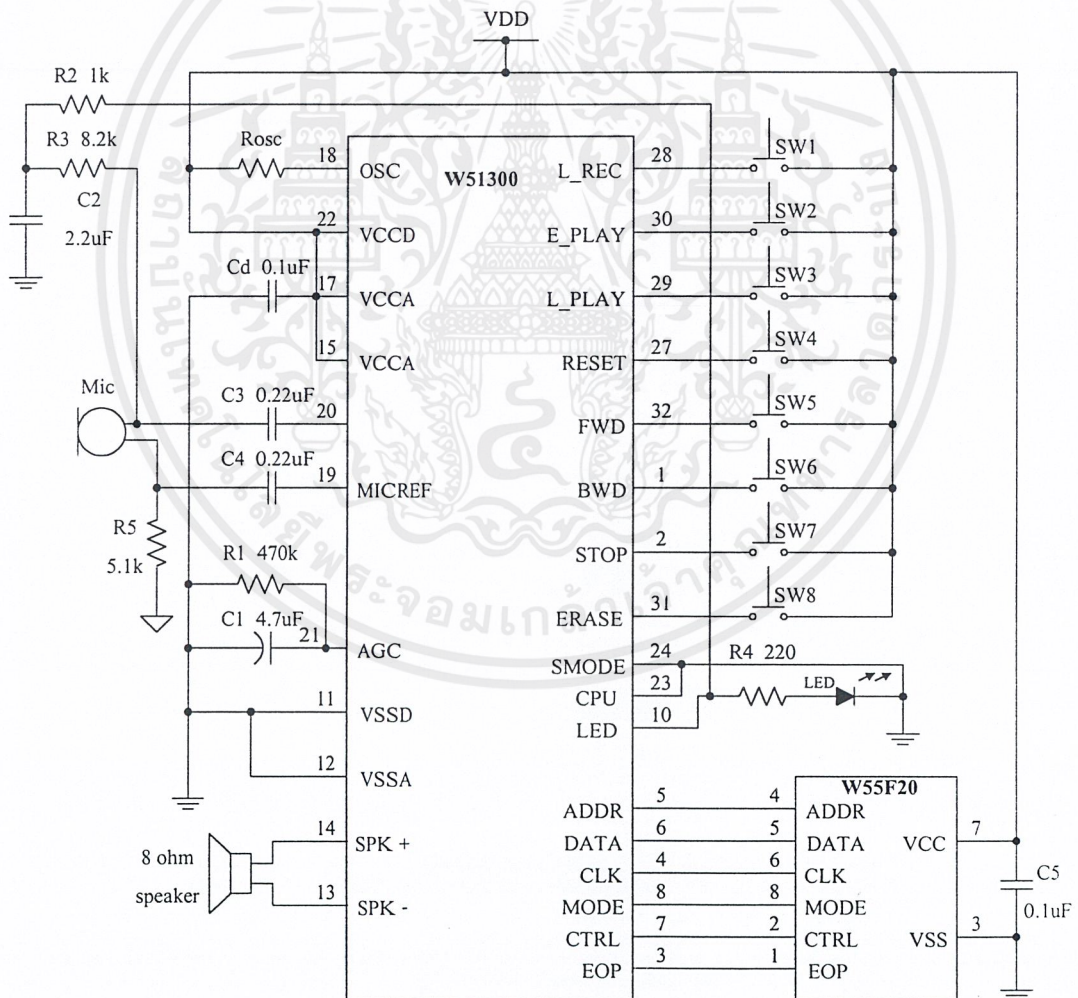
### 3) ปัญหา และการแก้ไขปัญหา

ในการทดลองหมายเลขที่คิดไปบางหมายเลขวงจรจะถอดรหัสออกมาได้บ้าง ไม่ได้บ้าง วิธีการแก้ไขคือ ปรับค่าอัตรขยายออพแอมป์ภายในวงจรรวม ทำได้โดยปรับค่า R2 และ R5

#### 4.1.3 วงจรบันทึกเสียง

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.3
- 1.2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับวงจร
- 1.3) ทำการบันทึกเสียงโดย กดสวิทช์ L\_REC แล้วพูดผ่านไมโครโฟนเมื่อต้องการหยุดบันทึกก็ปล่อยสวิทช์



รูปที่ 4.3 วงจรบันทึกเสียง

- 1.4) ทดลองบันทึกข้อความลงไปหลายๆ ข้อความ
- 1.5) ทดลองใช้ขาคควบคุมต่างๆ ในการเล่น และเลือกข้อความ
- 1.6) กดรีเซ็ตแล้วปล่อยอย่างรวดเร็ว
- 1.7) ทดลองเล่นข้อความ
- 1.8) กดรีเซ็ตอีกครั้งให้นานกว่า 2 วินาที
- 1.9) ทดลองเล่นข้อความอีกครั้ง

## 2) ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อประกอบวงจรเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการทดลองใช้งานสวิตช์ควบคุมการทำงานต่างๆ ดังนี้

เมื่อกดสวิตช์ L\_REC ค้างไว้แล้วพูดผ่านไมโครโฟนข้อความที่พูดก็จะถูกบันทึกในหน่วยความจำ เมื่อต้องการหยุดการบันทึกก็ทำการปล่อยสวิตช์ สามารถทำการบันทึกได้หลายครั้งโดยทำตามขั้นตอนข้างต้น

เมื่อกดสวิตช์ E\_PLAY จะทำการเล่นข้อความที่บันทึกไว้ ถ้ากดสวิตช์อีกครั้งจะทำการเล่นข้อความถัดไป เมื่อทำการเล่นข้อความจนครบทั้งหมดแล้ว กดปุ่มนี้อีกครั้ง จะวนกลับไปทำการเล่นข้อความแรก

เมื่อกดสวิตช์ L\_PLAY จะทำการเล่นข้อความทั้งหมดที่ได้บันทึกไว้ โดยเรียงกันไปจนครบทุกข้อความ

เมื่อกดสวิตช์ STOP จะหยุดการเล่นกลับข้อความ

เมื่อกดสวิตช์ ERASE จะทำการลบข้อความที่ได้บันทึกไว้ โดยจะลบข้อความครั้งละหนึ่งเซกเมนต์

เมื่อกดสวิตช์ FWD จะทำการเลื่อนไปข้างหน้า ถ้ากดไม่เกิน 1 วินาทีจะทำการเลื่อนทีละลำดับ ถ้ากดสวิตช์นานกว่า 1 วินาทีจะทำการเลื่อนไปที่ข้อความสุดท้าย

เมื่อกดสวิตช์ BWD จะทำการเลื่อนถอยหลังทีละลำดับ โดยจุดสุดท้ายของวงรอบการเลื่อนจะอยู่ที่เซกเมนต์ที่ 1

เมื่อกดสวิตช์ RESET จะมีการกดสองจังหวะ โดยกดไม่ถึง 2 วินาทีจะทำการรีเซ็ตการทำงานทุกขั้นตอน เพื่อที่รอการเริ่มต้นใหม่ เมื่อทำการเล่นข้อความจะทำการเล่นข้อความที่อยู่ในเซกเมนต์ที่ 1 ถ้ากดสวิตช์RESET ให้นานกว่า 2 วินาที จะทำการลบข้อความที่ได้ทำการบันทึกไว้ทั้งหมด เมื่อทำการเล่นข้อความจะไม่มีข้อความใดๆ เนื่องจากได้ทำการลบข้อความไปหมดแล้ว

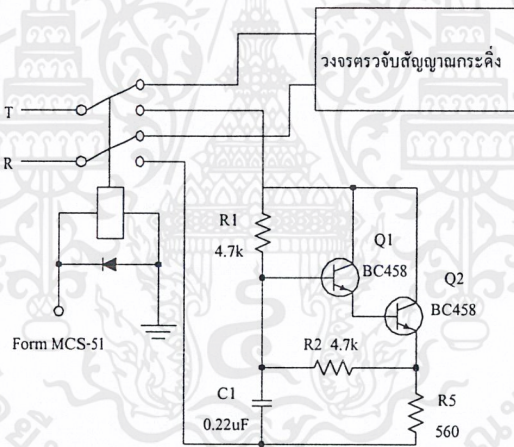
### 3) ปัญหาและการแก้ไขปัญหา

เมื่อทำการเล่นข้อความที่ได้บันทึกไว้คุณภาพเสียงที่ได้ไม่ค่อยดีนัก เนื่องจากความถี่ในการสุ่มตัวอย่างมีค่าน้อยทำให้ความละเอียดตัวอย่างไม่ดีนัก สามารถแก้ไขได้โดยเพิ่มความถี่ในการสุ่มตัวอย่างให้สูงขึ้น เมื่อทำการเล่นข้อความอีกครั้งจะทำให้ได้คุณภาพเสียงที่ดีขึ้น ความชัดเจนของเสียงมีมาก แต่เนื่องจากความถี่ในการสุ่มตัวอย่างสูงขึ้นจึงทำให้มีจำนวนข้อมูลมาก พื้นที่ในหน่วยความจำสามารถบันทึกข้อความได้น้อยลง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยทำการปรับค่า Rosc ให้สูงขึ้นเพื่อลดค่าความถี่ในการสุ่มตัวอย่างลง เป็นการลดขนาดความผิดพลาดของการสุ่มสัญญาณ ทำให้ได้คุณภาพเสียงที่สามารถสื่อสารได้รู้เรื่อง และบันทึกข้อความได้นานขึ้น

#### 4.1.4 วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

##### 1.1) ประกอบวงจรดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ

- 1.2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับวงจร
- 1.3) ต่อคู่สายโทรศัพท์จากตู้สาขาที่ใช้ทดลองเข้ากับวงจร
- 1.4) โทรเข้ามายังคู่สายที่ต่อกับวงจร
- 1.5) สังเกตเอาท์พุทของวงจยกหู วางหูอัตโนมัติ

##### 2) ผลการทดลอง

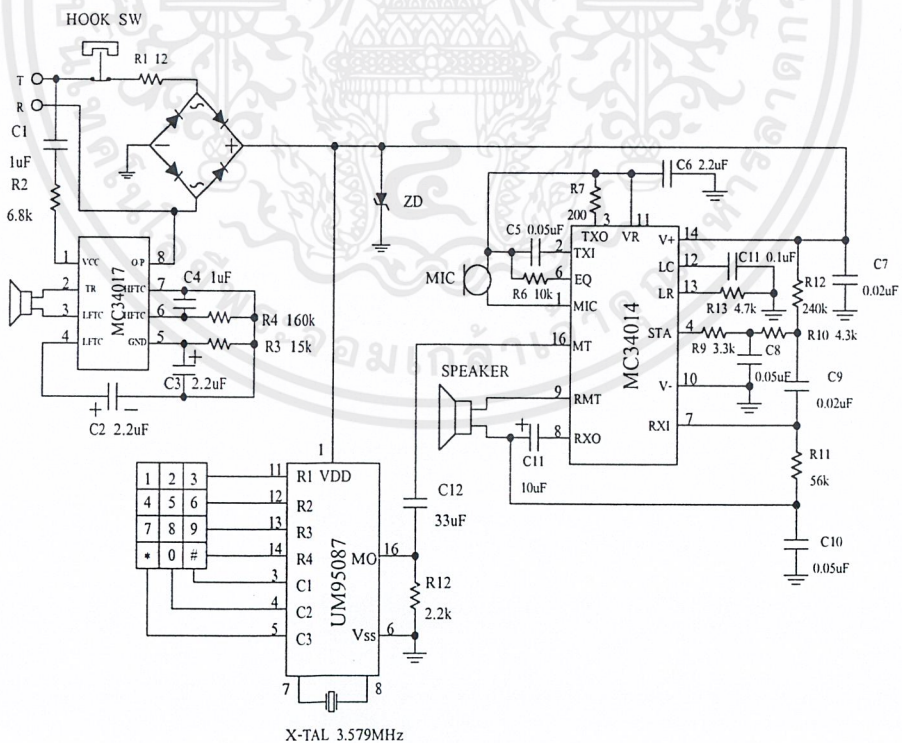
ทำการหมุนหมายเลขโทรศัพท์เข้ามายังคู่สายที่ต่อให้กับวงจร เมื่อวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งสามารถตรวจจับสัญญาณพัลส์ได้ 3 ลูกแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะส่งสัญญาณ

มาที่รีเลย์ทำให้รีเลย์เปลี่ยนหน้าสัมผัส นั่นคือ สภาวะยกหูโทรศัพท์ ทำให้คู่สายโทรศัพท์ไปต่อกับ วงจรยกหู วางหูอัตโนมัติ ทรานซิสเตอร์ได้รับไบอัสตรงจะนำกระแส ทำให้วงจรมีความต้านทานต่ำ คู่สายก็จะรับรู้ว่ามีการยกหูโทรศัพท์แล้ว

#### 4.1.5 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.5
- 1.2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร
- 1.3) ต่อกู่สายจากตู้สาขาที่ใช้ทำการทดลองเข้ากับวงจร
- 1.4) ทดลองภาคสร้างสัญญาณกระดิ่งก่อน โดยการโทรเข้ามายังคู่สายที่ต่ออยู่กับวงจร
- 1.5) ทดลองภาคสร้างสัญญาณความถี่คู่ โดยการโทรเข้าไปยังคู่สายที่วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ต่ออยู่ แล้วกดปุ่มทุกๆ ปุ่มและสังเกตผลได้จากเอาต์พุตของวงจรถอดรหัส
- 1.6) ทดลองภาคปากพูดหูฟัง หรือไฮบริดจ์ โดยการโทรออกไปมาแล้วพูดเข้าที่ไมโครโฟน
- 1.7) ทดลองวงจรโทรศัพท์ทั้งหมด โดยการโทรเข้า และโทรออกแล้วลองทำการสนทนา



รูปที่ 4.5 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) ผลการทดลอง

เมื่อประกอบวงจรแล้ว โทรเข้ามาสัญญาณกระดิ่งจะดังขึ้น และจะดังเป็นจังหวะไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีการยกหู

วงจรสร้างสัญญาณความถี่จะแสดงผลได้โดยการ โทรเข้าไปยังคู่สายที่วงจรถอดรหัส สัญญาณความถี่ที่อยู่ เมื่อกดปุ่มสังเกต LED แสดงผลที่เอาต์พุตของภาคถอดรหัสจะแสดงเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต แสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของภาคสร้างสัญญาณความถี่

หมายเลขที่กด	เอาต์พุต					เลขฐานสิบ
	Q4	Q3	Q2	Q1	STD	
1	0	0	0	1	1	1
2	0	0	1	0	1	2
3	0	0	1	1	1	3
4	0	1	0	0	1	4
5	0	1	0	1	1	5
6	0	1	1	0	1	6
7	0	1	1	1	1	7
8	1	0	0	0	1	8
9	1	0	0	1	1	9
*	1	0	1	1	1	11
0	1	0	1	0	1	10
#	1	1	0	0	1	12

วงจรไฮบริดจ์เมื่อโทรไปคู่สายภายในของผู้สาขา และรับสายแล้วผู้รับพูดมาผู้เรียกจะได้ยินเสียงผู้รับออกทางลำโพง เมื่อผู้เรียกพูดตอบกลับไปผู้รับจะได้ยินเสียงของผู้เรียก และผู้พูดก็จะได้ยินเสียงของตนเองที่พูดไปออกทางลำโพงพร้อมๆ กันด้วย

### 3) ปัญหา และการแก้ไขปัญหา

ในการทดลองภาคสร้างสัญญาณความถี่ ถ้าใช้วิธีการโทรเข้าไปที่คู่สายภายในของผู้สาขาที่ใช้ทดลองจะไม่สามารถแสดงผลได้ทุกปุ่มเพราะว่าคู่สายมีจำนวนจำกัด วิธีแก้ไขคือใช้วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่ในการแสดงผลซึ่งจะสามารถแสดงผลการกดได้ทุกปุ่ม

#### 4.1.6 วงจรตรวจสอบและเปลี่ยนรหัสผ่าน

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.6
- 1.2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรอีกครั้ง
- 1.3) กำหนดรหัสผ่านของแต่ละคนไว้ในแรม
- 1.4) ทำการป้อนรหัสที่ถูกต้อง และรหัสที่ผิด สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- 1.5) ทดลองเปลี่ยนรหัสผ่าน โดยการยกหูแล้วกดปุ่ม # เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการเปลี่ยนรหัสผ่าน สังเกตผลที่เกิดขึ้น ทำการกรอกรหัสผ่านเดิมแล้วจึงกรอกรหัสผ่านใหม่ที่ต้องการเปลี่ยน จากนั้นแล้ววางหู ทดสอบการป้อนรหัสอีกครั้ง สังเกตผลที่เกิดขึ้น

##### 2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการป้อนรหัสที่ถูกต้อง ที่จอ LCD จะแสดง PASSWORD CORRECT ซึ่งแสดงว่าการเปรียบเทียบค่าที่รับเข้ามากับรหัสเดิมมีค่าตรงกัน ทำให้สามารถเลือกไปใช้งานต่อได้ ถ้ารหัสที่ป้อนเข้ามาเป็นรหัสของผู้ใช้คนใด LED แสดงผลประจำตัวของผู้ใช้คนนั้นก็สว่าง ส่วน LED ดวงอื่นก็จะดับ

เมื่อทำการป้อนรหัสที่ผิด ที่จอ LCD จะแสดง PASSWORD INCORRECT และ LED D1 จะสว่าง ถ้าทำการกรอกรหัสผิด 3 ครั้ง โปรแกรมก็จะล๊อครหัสทันทีพร้อมกับ LED D2 ก็สว่าง

เมื่อทำการเปลี่ยนรหัสผ่านโดยทำตามขั้นตอนการทดลอง ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนรหัสผ่านได้

##### 3) ปัญหาและการแก้ไข

ปัญหาของวงจรนี้ส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่เกิดจากโปรแกรม การแก้ปัญหาก็สามารถทำได้โดยการแก้โปรแกรมนั่นเอง

#### 4.2 การทดลองเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

ในการทดลอง การทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ จะแบ่งการทดลองเป็นกรณีต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการทดลอง การอธิบาย การทำความเข้าใจ ทำให้สามารถวิเคราะห์จุดบกพร่องและ ช่วยให้แก้ไขได้ง่าย ดังนี้

#### 4.2.1 การรับสายและการประกาศเรียกผู้รับแล้วมีผู้รับ

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1) ติดตั้งเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติเข้ากับคู่สายของผู้สาขาที่ใช้ในการทดลอง
- 1.2) ใช้โทรศัพท์ปกติโทรเข้ามาที่เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ
- 1.3) รอฟังเสียงตอบรับ
- 1.4) กดหมายเลขประจำตัวของแต่ละบุคคลเพื่อทำการประกาศเรียก

##### 2) ผลการทดลอง

เมื่อโทรเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติจะมีสัญญาณกระดิ่งดังขึ้น 3 ครั้ง จากนั้นเครื่องก็จะรับสายโดยอัตโนมัติ และมีเสียงตอบรับว่า

“สวัสดีครับที่นี่ ศูนย์ สอง เจ็ด สาม เก้า สอง หนึ่ง หก เก้า กรุณากดหมายเลขของบุคคลที่ท่านต้องการติดต่อ”

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ จิรศักดิ์ กรุณากดหมายเลข หนึ่ง”

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ ธีระ กรุณากดหมายเลข สอง”

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ วิจิต กรุณากดหมายเลข สาม”

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ อภิปถ กรุณากดหมายเลข สี่”

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ พรเทพ กรุณากดหมายเลข ห้า”

“และถ้าต้องการฟังข่าวกรุณากด หก”

เมื่อประกาศข้อความตอบรับแล้วเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติจะตรวจสอบสัญญาณความถี่คู่ ที่กดเข้ามา และโปรแกรมจะนำค่าที่ได้ไปประมวลผลเพื่อทำงานในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลของการกดปุ่มเพื่อประกาศเรียกผู้รับ

ปุ่มที่กด	ผลการทำงาน
1	ประกาศว่า “คุณจิรศักดิ์ กรุณารับโทรศัพท์ครับ”
2	ประกาศว่า “คุณธีระ กรุณารับโทรศัพท์ครับ”
3	ประกาศว่า “คุณวิจิต กรุณารับโทรศัพท์ครับ”
4	ประกาศว่า “คุณอภิปถ กรุณารับโทรศัพท์ครับ”
5	ประกาศว่า “คุณพรเทพ กรุณารับโทรศัพท์ครับ”
6	เข้าสู่การฟังข้อความ

เมื่อผู้เรียกกดหมายเลขประจำตัวของแต่ละบุคคลแล้ว เครื่องโทรศัพท์ที่ระบุผู้รับอัตโนมัติจะประกาศเรียกผู้รับ และถ้าประกาศยังไม่ครบ 5 ครั้ง แล้วมีผู้มารับสาย ก็จะสามารถสนทนากันได้ตามปกติ แต่ถ้าไม่มีผู้รับภายในการประกาศเรียก 5 ครั้ง เรื่องจะเข้าสู่โปรแกรมฝากข้อความ

#### 4.2.2 การโทรเข้าแล้วผู้เรียกไม่กดปุ่มเลือกผู้รับหรือกดปุ่มใดๆ นอกเหนือจากที่กำหนด

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1) โทรศัพท์เข้ามายังคู่สายของตู้สาขาที่เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับต่ออยู่
- 1.2) รอฟังข้อความตอบรับอัตโนมัติ
- 1.3) ผู้เรียกวางหู
- 1.4) โทรเข้ามาอีกครั้ง แล้วรอรับฟังข้อความตอบรับ
- 1.5) กดหมายเลขใดๆ นอกเหนือจากที่ข้อความตอบรับแจ้ง

##### 2) ผลการทดลอง

เมื่อโทรศัพท์เข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ เครื่องจะยกหูและตอบรับอัตโนมัติ แล้วผู้เรียกไม่กดปุ่มเพื่อเลือกการทำงานใดๆ เครื่องจะวางสายโดยอัตโนมัติภายในเวลา 1 นาที ในทำนองเดียวกันถ้าโทรเข้ามาและเครื่องตอบรับแล้ว ผู้เรียกกดปุ่มใดๆ นอกเหนือจากที่กำหนด (1-5) เครื่องจะทำการวางสายภายใน 1 นาทีเช่นกัน

#### 4.2.3 การฝากข้อความเมื่อไม่มีผู้รับสาย

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1) โทรเข้ามายังคู่สายของตู้สาขาที่เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับต่ออยู่
- 1.2) รอฟังข้อความตอบรับอัตโนมัติ
- 1.3) กดหมายเลขประจำตัวของคนใดคนหนึ่งเพื่อประกาศเรียก
- 1.4) เมื่อเครื่องประกาศเรียกแล้ว ไม่ต้องรับสาย
- 1.5) รอฟังข้อความ
- 1.6) กดหมายเลข 1 และพูดฝากข้อความ
- 1.7) วางหู
- 1.8) ทำตามขั้นตอนที่ 1-5 อีกครั้ง
- 1.9) กด 0
- 1.10) วางหู
- 1.11) ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1-5 อีกครั้ง
- 1.12) กด 2
- 1.13) วางหู

## 2) ผลการทดลอง

เมื่อโทรเข้าแล้วไม่มีผู้รับสายภายในการเรียก 5 ครั้ง เครื่องจะตัดเข้าสู่บริการฝากข้อความ โดยจะนำข้อความที่ผู้ถูกเรียกบันทึกไว้ตอบรับให้กับผู้เรียก เช่น “ ผมจិតศักดิ์ ขณะนี้ไม่สามารถรับโทรศัพท์ของท่านได้ กรุณาฝากข้อความไว้ ถ้าต้องการฝากข้อความกดหมายเลข หนึ่ง ต้องการวางสายกดหมายเลข สอง และถ้าต้องการฟังซ้ำอีกครั้งกรุณาหมายเลข ศูนย์ ” เมื่อตอบกลับให้ผู้เรียกแล้วเครื่องจะรอรับการกดปุ่มเพื่อทำงานในขั้นตอนต่อไป

ถ้าผู้เรียกกดหมายเลข 0 เครื่องจะเล่นข้อความที่ผู้ถูกเรียกฝากไว้อีกครั้ง

ถ้าผู้เรียกกดหมายเลข 1 แล้วพูดเพื่อฝากข้อความเครื่องจะทำการบันทึกข้อความไว้ โดยสามารถฝากได้ 20 วินาที โดยการโทรเข้ามาแต่ละครั้งจะสามารถฝากข้อความได้เพียงหนึ่งข้อความ

ถ้าผู้เรียกกดหมายเลข 2 จะเป็นการสิ้นสุดการติดต่อหรือเปรียบเสมือนวางหูนั่นเอง

### 4.2.4 การฟังข้อความที่มีผู้ฝากไว้

การฟังข้อความสามารถที่บันทึกไว้ได้ 2 วิธีคือ

#### 1) การฟังข้อความที่หน้าเครื่อง

##### 1.1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1.1) ฝากข้อความไว้กับระบบฝากข้อความก่อน โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 7 ของหัวข้อ 4.2.3 โดยฝากไว้ 5 ข้อความ

1.1.2) ยกหูโทรศัพท์

1.1.3) กดสวิทช์ตรวจสอบข้อความ

1.1.4) กดรหัสผ่าน แล้วรอฟังข้อความตอบรับ

1.1.5) ใช้ปุ่มควบคุมการฟังข้อความต่างๆ ได้แก่ PLAY, FWD, BWD, ERASE, RESET

1.1.6) วางหู

##### 1.2) ผลการทดลอง

เมื่อกดสวิทช์ตรวจสอบข้อความเครื่องจะตัดคู่สายออกโดยอัตโนมัติ แล้วจะไม่สามารถโทรเข้าและโทรออกได้ ขั้นตอนต่อไปกดรหัสผ่าน ถ้ากดรหัสผิด เครื่องจะแสดงผลที่จอ LCD ว่า PASSWORD INCORECT และไม่สามารถเข้าฟังข้อความได้ โดยถ้ากดผิด 4 ครั้งเครื่องจะออกจากโปรแกรม และวางสายทันที แต่ถ้ากดรหัสผ่านถูกต้องเครื่องจะแสดงผลที่จอ LCD ว่า PASSWORD CORECT และสามารถเข้าฟังข้อความได้ โดยเมื่อกด PLAY จะเป็นการฟังข้อความ เมื่อฟังแล้วถ้ากด PLAY อีกครั้งจะเป็นการฟังข้อความถัดไป ถ้ากด FWD จะเป็นการเลื่อนไปข้างหน้าครั้งละหนึ่งข้อความ กด BWD เลื่อนถอยหลังครั้งละหนึ่งข้อความ ถ้ากด ERASE จะเป็นการลบข้อความ และ

ถ้ากด RESET โดยถ้ากดไม่เกิน 2 วินาทีจะเป็นการเริ่มต้นการทำงานใหม่ทั้งหมด ข้อความจะเลื่อนไปข้อความแรก แต่ถ้ากดเกิน 2 วินาที จะเป็นการลบข้อความทั้งหมดที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ เมื่อวางหูก็คือสิ้นสุดการทำงานทั้งหมด เครื่องจะต่อคู่สายเหมือนเดิมโดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งจะเริ่มต้นทำงานต่อไปทำงาน

## 2) การโทรศัพท์เข้ามาฟังข้อความ

### 2.1) ขั้นตอนการทดลอง

2.1.1) ฝากข้อความไว้กับระบบฝากข้อความก่อน โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 7 ของหัวข้อ 4.2.3 โดยฝากไว้ 5 ข้อความ

2.1.2) โทรเข้ามายังคู่สายที่เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับต่ออยู่

2.1.3) รอรับฟังข้อความ

2.1.4) กด 6

2.1.5) รอรับฟังข้อความ

2.1.6) กด \* ตามด้วยรหัสผ่าน

2.1.7) กดหมายเลข 3 เพื่อฟังข้อความ

2.1.8) กดหมายเลข 4 เพื่อเลื่อนข้อความไปข้างหน้า แล้วฟังข้อความ

2.1.9) กดหมายเลข 5 เพื่อเลื่อนข้อความไปด้านหลัง แล้วฟังข้อความ

2.1.10) วางหู

### 1) ผลการทดลอง

เมื่อโทรเข้ามาและเครื่องรับสายพร้อมตอบรับอัตโนมัติแล้ว กด 6 จะเข้าสู่โปรแกรมรับฟังข้อความ เครื่องจะตอบรับว่ากรุณา กด \* ตามด้วยรหัสผ่าน ถ้ารหัสผ่านถูกต้องเครื่องก็จะตอบรับว่ารหัสผ่านถูกต้อง และทำงานต่อไป แต่ถ้ารหัสผ่านผิดเครื่องจะตอบรับว่ารหัสผ่านไม่ถูกต้องกรุณากรหัสผ่านอีกครั้ง ถ้ากรหัสผิด 4 ครั้งเครื่อง จะวางหูโดยอัตโนมัติ ตารางที่ 4.4 แสดงผลการกดปุ่มควบคุมการฟังข้อความ

ตารางที่ 4.4 ผลของการกดปุ่มควบคุมการฟังข้อความ

ปุ่มที่กด	ผลการทำงาน
3	ฟังข้อความ
4	เลื่อนไปหน้าหนึ่งลำดับ
5	เลื่อนถอยหลังหนึ่งลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.5 การลบข้อความ

การลบข้อความสามารถทำได้ 2 วิธี คือการลบข้อความที่หน้าเครื่อง และโทรเข้ามาเพื่อลบข้อความ

##### 1) การลบข้อความที่หน้าเครื่อง

###### 1.1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1.1) ยกหูโทรศัพท์

1.1.2) กดสวิทช์ตรวจสอบข้อความ

1.1.3) กดรหัสผ่าน แล้วรอรับฟังข้อความ

1.1.4) กด PLAY เพื่อฟังข้อความที่ต้องการลบ

1.1.5) กด FWD และ BWD เพื่อเลื่อนข้อความไปข้างหน้าหรือถอยหลัง

1.1.6) กด ERASE เพื่อลบข้อความ

1.1.7) วางหู

###### 1.2) ผลการทดลอง

ถ้าต้องการจะลบข้อความต้องเข้าสู่การฟังข้อความก่อน โดยการกดสวิทช์ตรวจสอบข้อความ เครื่องจะตัดคู่สายโดยอัตโนมัติแล้วจะไม่สามารถโทรเข้าและโทรออกได้ ขั้นตอนต่อไปกดรหัสผ่าน เมื่อรหัสถูกต้องก็จะเข้าฟังข้อความ เมื่อกด PLAY จะเป็นการฟังข้อความที่ต้องการจะลบ กด ERASE จะเป็นการลบข้อความนั้น เมื่อกดปุ่ม FWD และ BWD จะเป็นการเลื่อนข้อความที่ต้องการลบไปข้างหน้าหรือถอยหลัง การกด ERASE หนึ่งครั้งจะเป็นการลบที่ละหนึ่งข้อความ เมื่อลบข้อความตามต้องการแล้ววางหู เครื่องก็จะต่อคู่สายให้เองโดยอัตโนมัติและพร้อมทำงานต่อไป

##### 2) การโทรศัพท์เข้ามาเพื่อลบข้อความ

###### 2.1) ขั้นตอนการทดลอง

2.1.1) โทรเข้ามายังคู่สายที่เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติต่ออยู่

2.1.2) กด 6

2.1.3) รอรับฟังข้อความ

2.1.4) กด \* ตามด้วยรหัสผ่าน

2.1.5) กดหมายเลข 3 เพื่อฟังข้อความที่ต้องการลบ

2.1.6) กดหมายเลข 4 เพื่อเลื่อนข้อความไปข้างหน้า

2.1.7) กดหมายเลข 5 เพื่อเลื่อนข้อความไปด้านหลัง

2.1.8) กด 1 เพื่อลบข้อความ

2.1.9) วางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1) ผลการทดลอง

เมื่อโทรเข้ามาลบข้อความ ต้องกด 6 จะเข้าสู่การลบข้อความแล้วกดรหัสผ่าน กด 3 เป็นการฟังข้อความที่ต้องการลบ กด 4 และ 5 เป็นการเลื่อนข้อความที่ต้องการจะลบไปข้างหน้าหรือถอยหลัง เมื่อได้ข้อความที่ต้องการจะลบแล้วกด 1 เพื่อลบข้อความนั้นๆ การโทรเข้ามา 1 ครั้งสามารถลบได้หลายข้อความ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 2.5 ถึง 2.8

### 4.2.6 การบันทึกเสียงตอบรับเมื่อไม่มีผู้รับสาย

สามารถทำได้ 2 วิธี คือบันทึกที่หน้าเครื่อง และ โทรศัพท์เข้ามาเพื่อบันทึก

#### 1) การบันทึกข้อความที่หน้าเครื่อง

##### 1.1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1.1) ยกหูโทรศัพท์

1.1.2) กดสวิทช์ตรวจสอบข้อความ

1.1.3) กดรหัสผ่าน แล้วรอรับฟังข้อความ

1.1.4) กดปุ่ม REC ค้างไว้แล้วพูดข้อความที่ต้องการบันทึก

1.1.5) วางหู

##### 1.2) ผลการทดลอง

วิธีการเข้าสู่การบันทึกข้อความทำได้เหมือนกับวิธีการฟัง และลบข้อความ เมื่อเข้าสู่การบันทึกข้อความแล้ว กดปุ่ม RECORD ค้างไว้แล้วพูด ข้อความที่พูดจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำ โดยจะบันทึกได้ระยะเวลา 20 วินาที และจะนำข้อความนี้มาตอบรับให้กับผู้เรียกเมื่อไม่มีผู้รับสาย

#### 2) การโทรเข้ามาเพื่อบันทึกข้อความ

##### 2.1) ขั้นตอนการทดลอง

2.1.1) โทรเข้ามายังคู่สายที่เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติที่อยู่

2.1.2) กดหมายเลข 6

2.1.3) รอรับฟังข้อความ

2.1.4) กด \* ตามด้วยรหัสผ่านกดหมายเลข 2 ค้างไว้แล้วพูดข้อความที่ต้องการ

บันทึก

2.1.5) วางหู

#### 1) ผลการทดลอง

เมื่อเข้าสู่การบันทึกข้อความแล้ว กดหมายเลข 2 ค้างไว้แล้วพูด ข้อความที่พูดจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำ และจะตอบรับด้วยข้อความนี้เมื่อโทรเข้ามาแล้วไม่มีผู้รับสาย โดยที่จะเก็บข้อความได้นาน 20 วินาที

#### 4.2.7 การเปลี่ยนรหัสผ่าน

##### 1) ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1) ยกหูโทรศัพท์
- 1.2) กดสวิตช์ตรวจสอบข้อความ
- 1.3) กด # และดูผลที่หน้าจอ
- 1.4) กดรหัสผ่านเดิม
- 1.5) กดรหัสผ่านใหม่ที่ต้องการเปลี่ยน
- 1.6) วางหู
- 1.7) ลองโทรเข้ามาฟังข้อความ
- 1.8) กดรหัสที่เดิม
- 1.9) ฟังข้อความแล้ววางหู
- 1.10) โทรเข้ามาอีกครั้ง
- 1.11) กดรหัสใหม่

##### 2) ผลการทดลอง

เมื่อกดสวิตช์ตรวจสอบข้อความเครื่องจะตัดคู่สายออกอัตโนมัติ ไม่สามารถโทรเข้าหรือออกได้ เมื่อกด # จะเข้าสู่การเปลี่ยนรหัสผ่านที่จอ LCD จะบอกให้กดรหัสเดิม เมื่อกดรหัสเดิมแล้วเครื่องจะบอกให้กดรหัสใหม่ที่ต้องการเปลี่ยน เมื่อเปลี่ยนรหัสแล้วเครื่องจะจำรหัสใหม่ไว้ เมื่อโทรเข้ามาเพื่อฟังข้อความถ้ากดรหัสเก่าเครื่องแสดงผลว่ารหัสผิดพลาดและเข้าฟังข้อความไม่ได้ แต่ถ้ากดรหัสใหม่ที่เปลี่ยนแล้วเครื่องจะแสดงผลว่ารหัสถูกต้อง และสามารถเข้าฟังข้อความได้ เมื่อวางหูเครื่องก็จะต่อคู่สายให้ตามปกติ เพื่อเตรียมพร้อมทำงานต่อไป

## บทที่ 5

### บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

#### 5.1 บทสรุป

ปริญญาโทฉบับนี้เสนอผลงานเกี่ยวกับเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน ซึ่งใช้ทำงานแทนพนักงานสลับสาย และผู้สาขา โดยเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ สามารถทำการตอบรับโทรศัพท์ ประกาศเรียกผู้รับสาย บันทึก และฟังข้อความ และลบข้อความที่บันทึกไว้ได้ ด้วยการใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานทั้งหมด ดังนั้น จึงทำให้การทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ เป็นไปโดยอัตโนมัติ อีกทั้งยังมีขนาดเล็ก สดวกในการติดตั้ง และเคลื่อนย้าย โดยที่การติดตั้งสามารถนำไปต่อเข้ากับตู้สายโทรศัพท์ที่มีอยู่แล้วได้เลย จึงทำให้สะดวกเพราะไม่ต้องมีการตัดแปลงตู้สายแต่อย่างใด การติดตั้งอุปกรณ์ภายในจะติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์ทั่วไป และอุปกรณ์ที่ใช้ก็ยังหาซื้อได้ทั่วไป ตามท้องตลาดในราคาถูก ทำให้เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติที่น่าเสนอในปริญญาโทฉบับนี้ สามารถผลิตได้เองในประเทศไทยในราคาที่ถูกลง และซ่อมบำรุงง่ายอีกด้วย

#### 5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

จากการทดลองการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน ผลปรากฏว่า สามารถทำงานได้ตามกำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ แต่จากการทดลองทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1) ปัญหา ในการทดลองต้องใช้สัญญาณ และแรงดันไฟฟ้าในตู้สายโทรศัพท์จริง จึงทำให้สิ้นเปลืองเมื่อทำการทดลองหลายครั้ง

แนวทางแก้ไข ใช้ผู้สาขามาช่วยในการทดลองทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้

2) ปัญหา ขณะทดลองโดยใช้ผู้สาขาจริงสามารถทำงานได้ แต่เมื่อต่อเข้ากับตู้สายโทรศัพท์จริงวงจรบางวงจรไม่ทำงาน เนื่องจากกระแส และแรงดันบางส่วนของตู้สาขาที่ใช้ทดลองกับตู้สายจริงไม่เท่ากัน

แนวทางแก้ไข ขณะทำการทดลองจะใช้ผู้สาขาทดลองให้วงจรทำงานก่อน เมื่อเสร็จแล้วจึงใช้ตู้สายจริง ถ้าทำงานได้ก็ใช้วงจรตามนั้น แต่ถ้าทำงานไม่ได้ก็ ปรับแก้ให้ทำงานได้ ซึ่งโดยปกติปรับแก้ค่าอุปกรณ์ก็สามารถทำงานได้

3) ปัญหา การหน่วงเวลาของไม่พอดีกับการทำงานของฮาร์ดแวร์ ทำให้การทำงานของฮาร์ดแวร์ไม่ได้ผล และเกิดการเข้าใจผิดว่า ฮาร์ดแวร์ผิดปกติ

แนวทางแก้ไข สังเกตการทำงานของฮาร์ดแวร์อย่างต่อเนื่อง ทุกครั้งที่มีการใช้โปรแกรม หน่วงเวลา จากนั้นทำการปรับค่าการหน่วงเวลาให้มากขึ้น หรือลดลงสังเกตผลอีกจนกระทั่งได้ช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการทำงาน

4) ปัญหา เมื่อทำการรวมวงจรเข้าด้วยกันจะเกิดการรบกวนที่ภาคสัญญาณเสียง เนื่องจากลายทองแดง และอุปกรณ์บางตัวอยู่ชิดกันเกินไป

แนวทางแก้ไข ทำการป้องกันสัญญาณรบกวน และเพิ่มระยะห่างระหว่างตัวอุปกรณ์ที่จะสร้างสัญญาณรบกวนกันได้

5) ปัญหา ในการทดลองบางครั้งชุดวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ทำงานไม่ถูกต้อง ซึ่งเกิดจากการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรในขั้วที่ไม่ถูกต้อง

แนวทางแก้ไข ต่อคู่สายโทรศัพท์ขั้ว Tx และ Rx ให้ตรงกับ Tx และ Rx ของวงจรทุกครั้ง ก่อนที่จะทำการทดลอง

6) ปัญหา เมื่อเครื่องทำการรับสายตอบรับแล้ว ผู้เรียกเข้ามากดปุ่มเลือกผู้รับทันทีโดยไม่รอให้เครื่องตอบรับจบก่อน เครื่องจะไม่สามารถตรวจจับการกดปุ่มนั้นได้

แนวทางแก้ไข ทำได้โดยเพิ่มการ์ดไทม์ และอัตราขยายของ วงจรถอดรหัสความถี่คู่

7) ปัญหา เมื่อเครื่องทำการประกาศเรียกผู้รับแล้ว มีผู้มารับสาย แต่เครื่องจะยังไม่หยุดประกาศเรียกทันที คือจะประกาศไปจนกว่าจะจบข้อความนั้นๆ

แนวทางแก้ไข จัดทำสวิตช์เพื่อต่อกับวงจรสร้าง สัญญาณกระตุ้นไปรีเซ็ตภาคเสียง โดยที่สวิตช์นี้ต่อกับ Hook Switch

### 5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ

โครงการที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดไว้แล้ว แต่อย่างไรก็ตามยังสามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของโครงการนี้ได้อีก ดังต่อไปนี้

1) สามารถตอบรับในระบบ 2 ภาษาได้ คือภาษาไทย และภาษาอังกฤษ โดยให้ผู้ที่โทรศัพท์เข้ามาสามารถเลือกภาษาที่ต้องการได้

2) สามารถฝากข้อความไว้กับระบบฝากข้อความได้ แม้ในขณะที่มีผู้ใช้งาน โทรศัพท์อยู่

3) เพิ่มจำนวนผู้รับสายให้มีจำนวนมากขึ้น

4) เพิ่มระยะเวลาในการบันทึกข้อความ และเพิ่มจำนวนข้อความที่สามารถทำการบันทึกได้ให้มากขึ้น

5) เมื่อทำการฟังข้อความให้มีระบบบอกวัน เวลาที่บันทึกข้อความนั้นๆ ไว้ด้วย

6) สามารถฟัง หรือบันทึกข้อความที่หน้าเครื่องได้โดยไม่ต้องกดปุ่มตัดคู่สายออกก่อนชั่วคราวคือเมื่อกดสวิทช์ตรวจสอบข้อความแล้วคู่สายจะตัดต่อเองโดยอัตโนมัติ

จากแนวคิดที่กลุ่มผู้จัดทำเสนอให้พิจารณาี้ หากมีผู้ใดสนใจ และต้องการศึกษาระบบการทำงานของโครงการนี้ต่อไป ทางกลุ่มผู้จัดทำมีความยินดีที่จะช่วยเหลือ และแนะนำด้วยดี และหวังว่าโครงการนี้ คงเป็นชิ้นงานที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากได้รับการพัฒนา

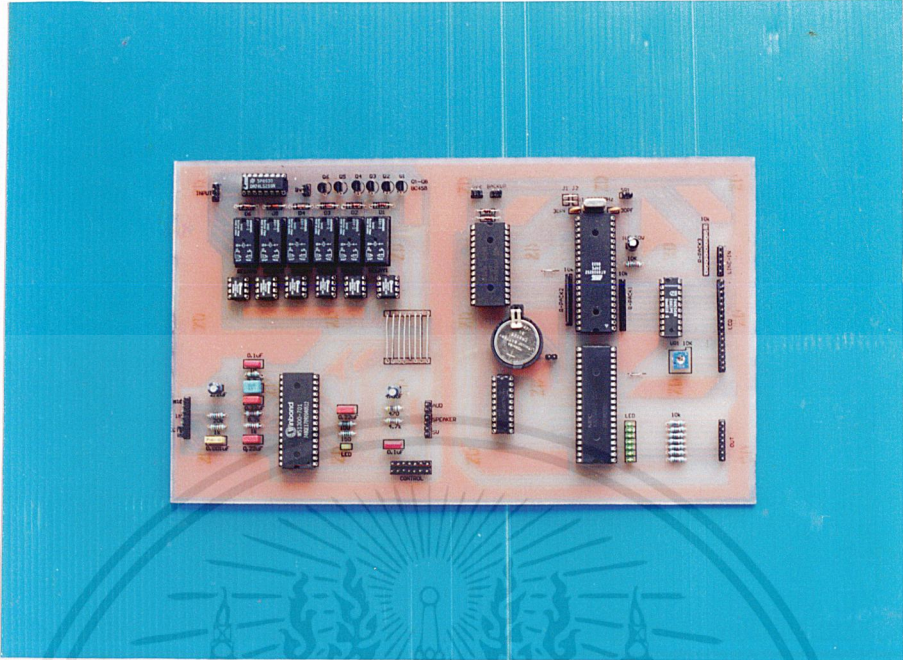




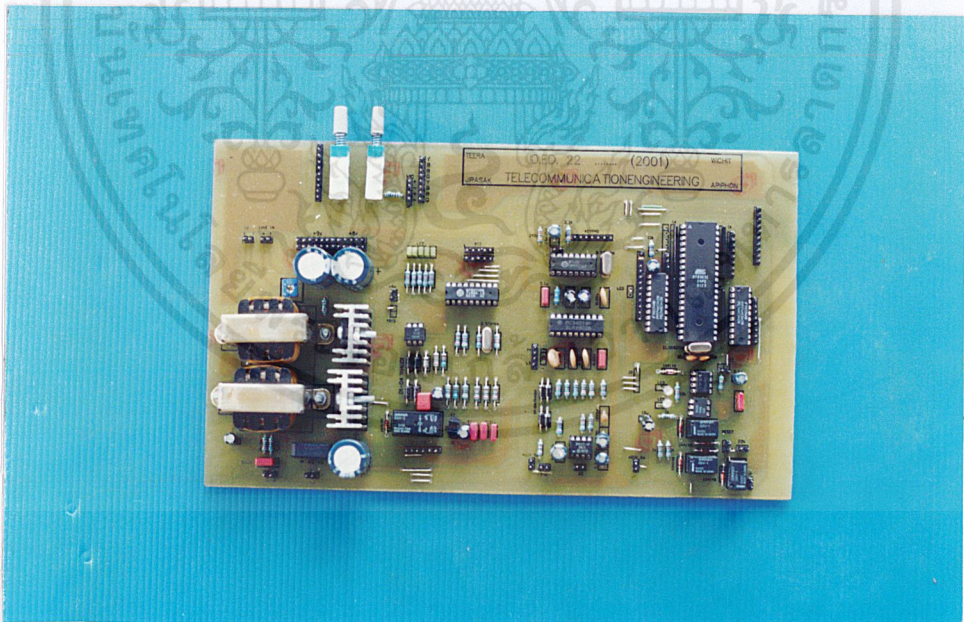
ภาคผนวก ก

เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 วงจรวงจรตรวจสอบ เปลี่ยนรหัสผ่าน และวงจรภาคบันทึกเสียง



รูปที่ ก.2 วงจร ภาคจ่ายไฟ วงจรโทรศัพท์ วงจรรีเซทวงจร MCS-51 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และถอดรหัสถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 เครื่องต้นแบบของเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ



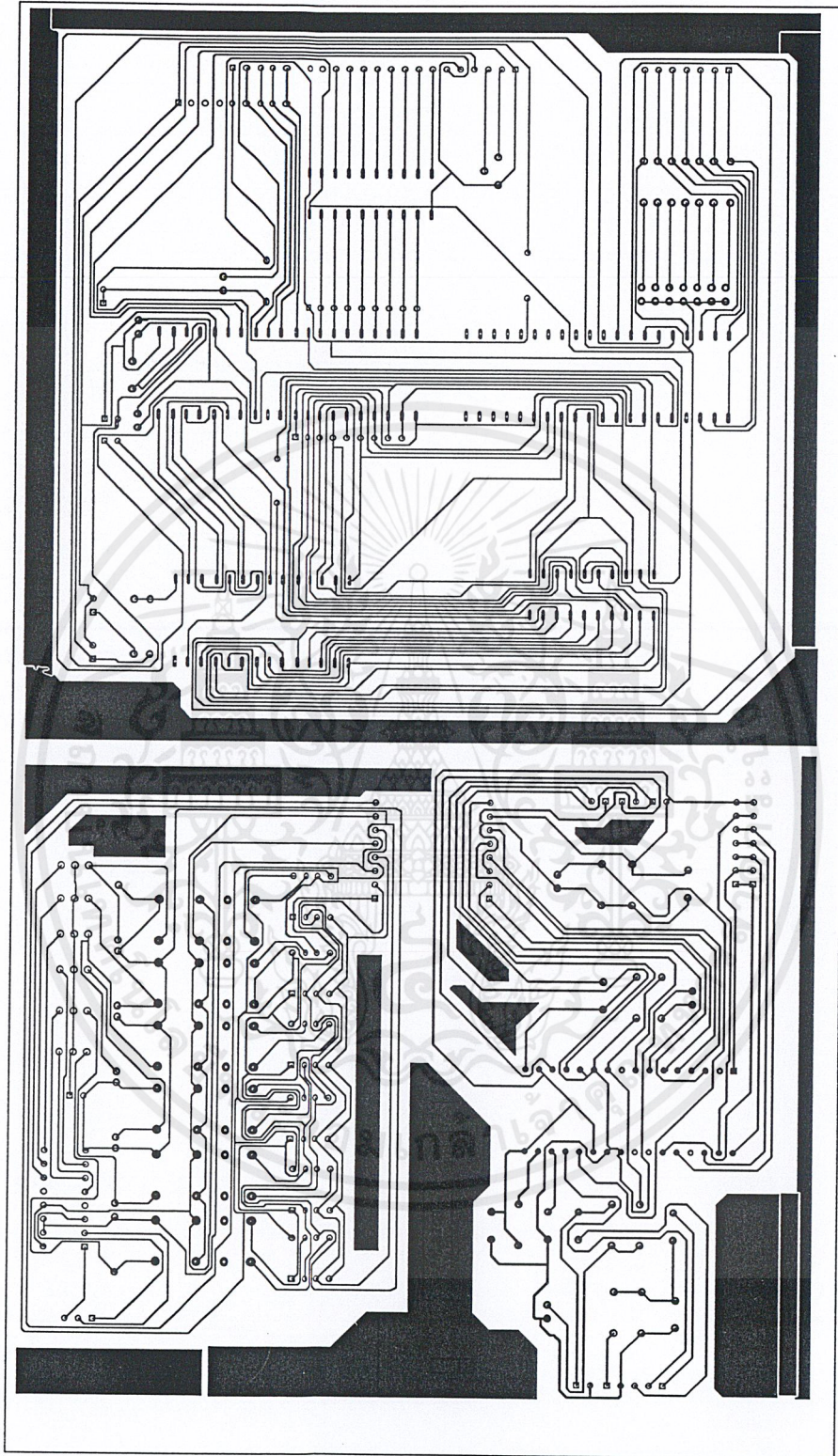
รูปที่ ก.4 เครื่องต้นแบบของเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติขณะพร้อมใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข  
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

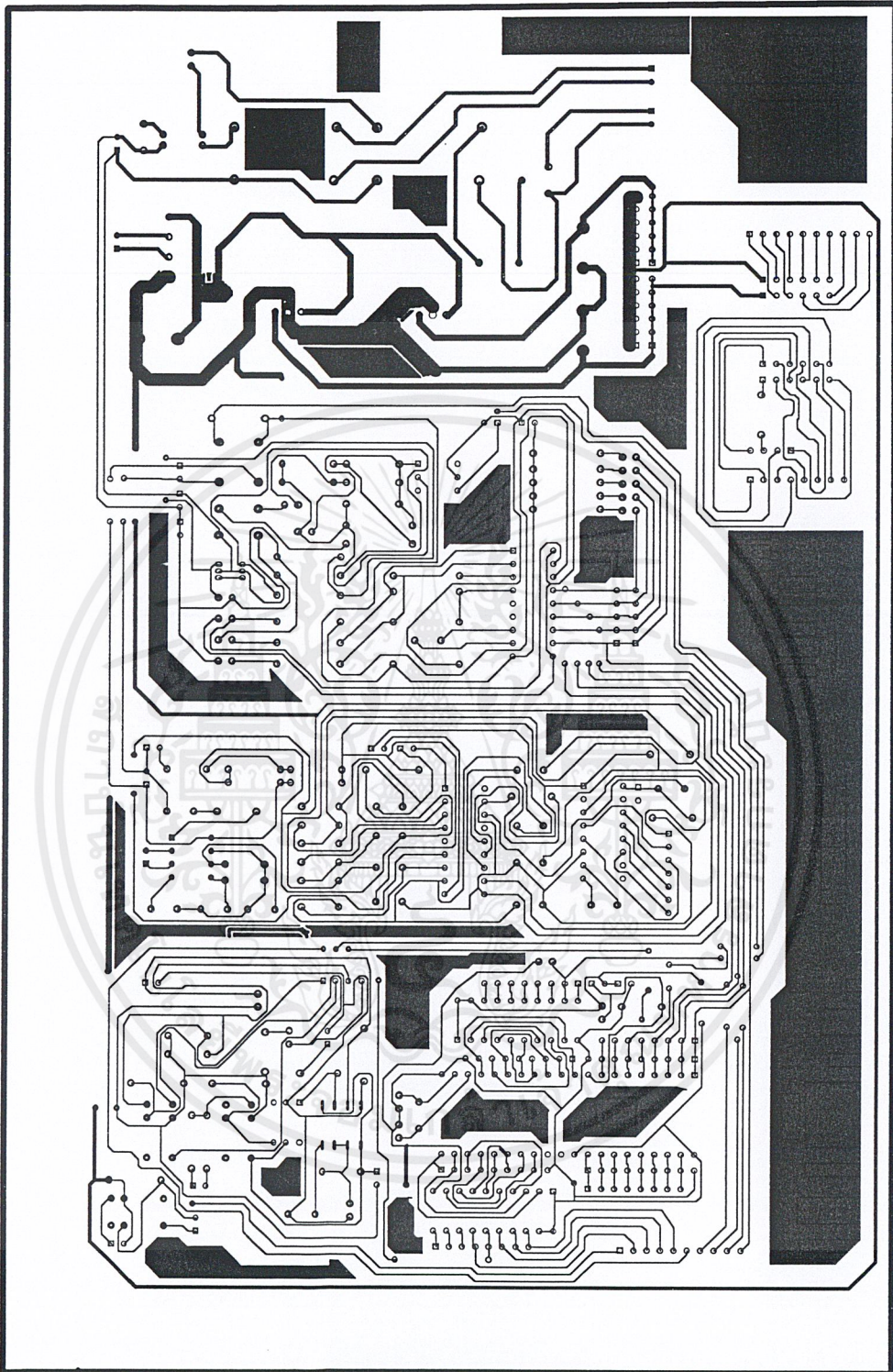
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรบันทึกเสียง และวงจรรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

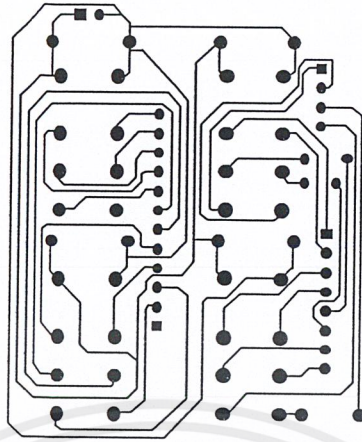




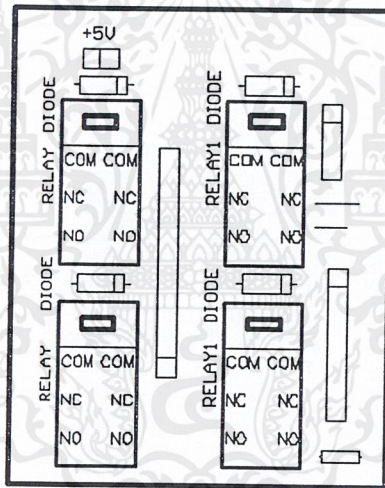
รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาคจ่ายไฟ วงจรโทรศัพท์ วงจรรีเซ็ต วงจร MCS-51 วงจรตรวจ  
จับสัญญาณกระดิ่ง และถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรตัดคู่สายอัตโนมัติ



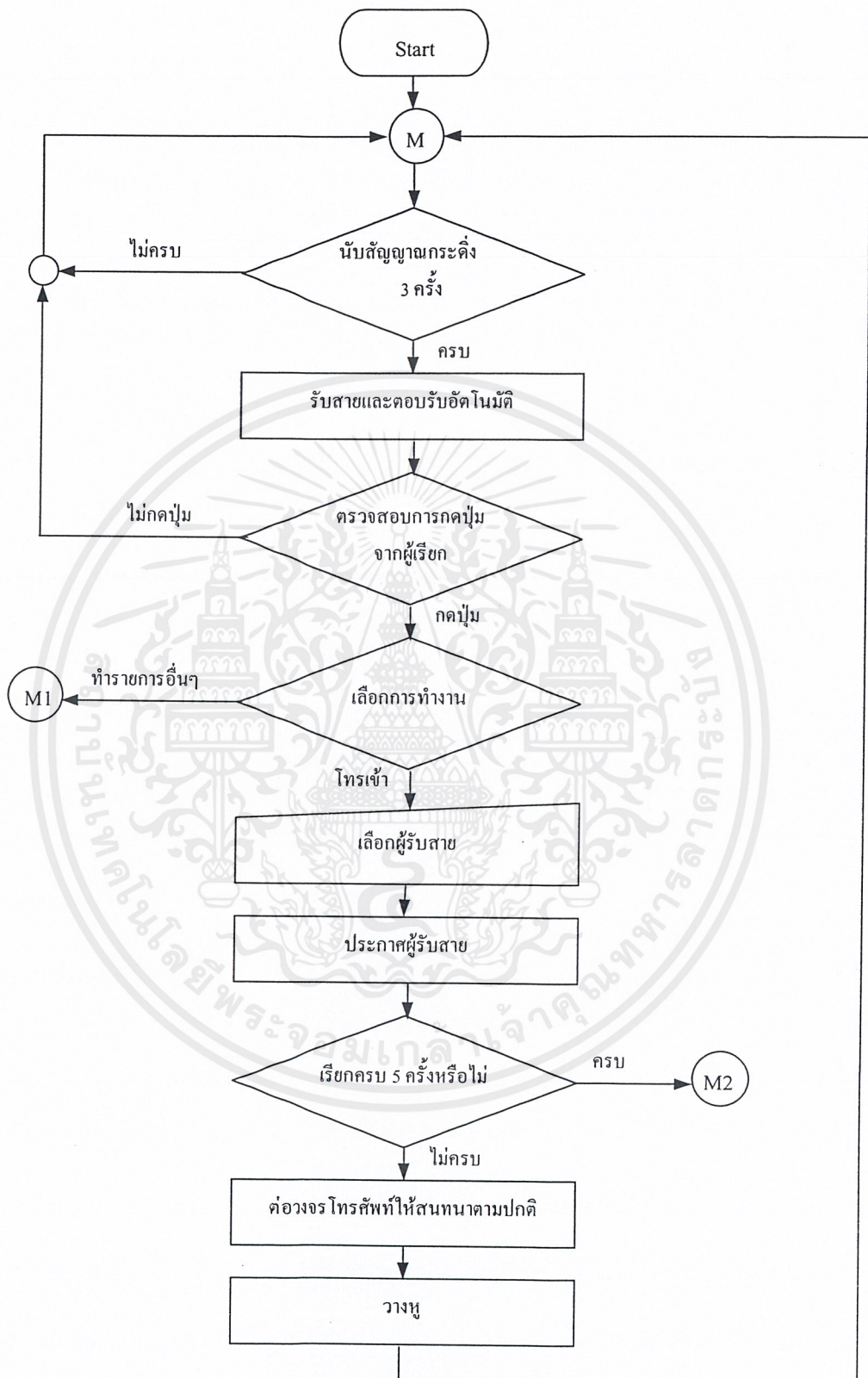
รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรตัดคู่สายอัตโนมัติ



ภาคผนวก ก

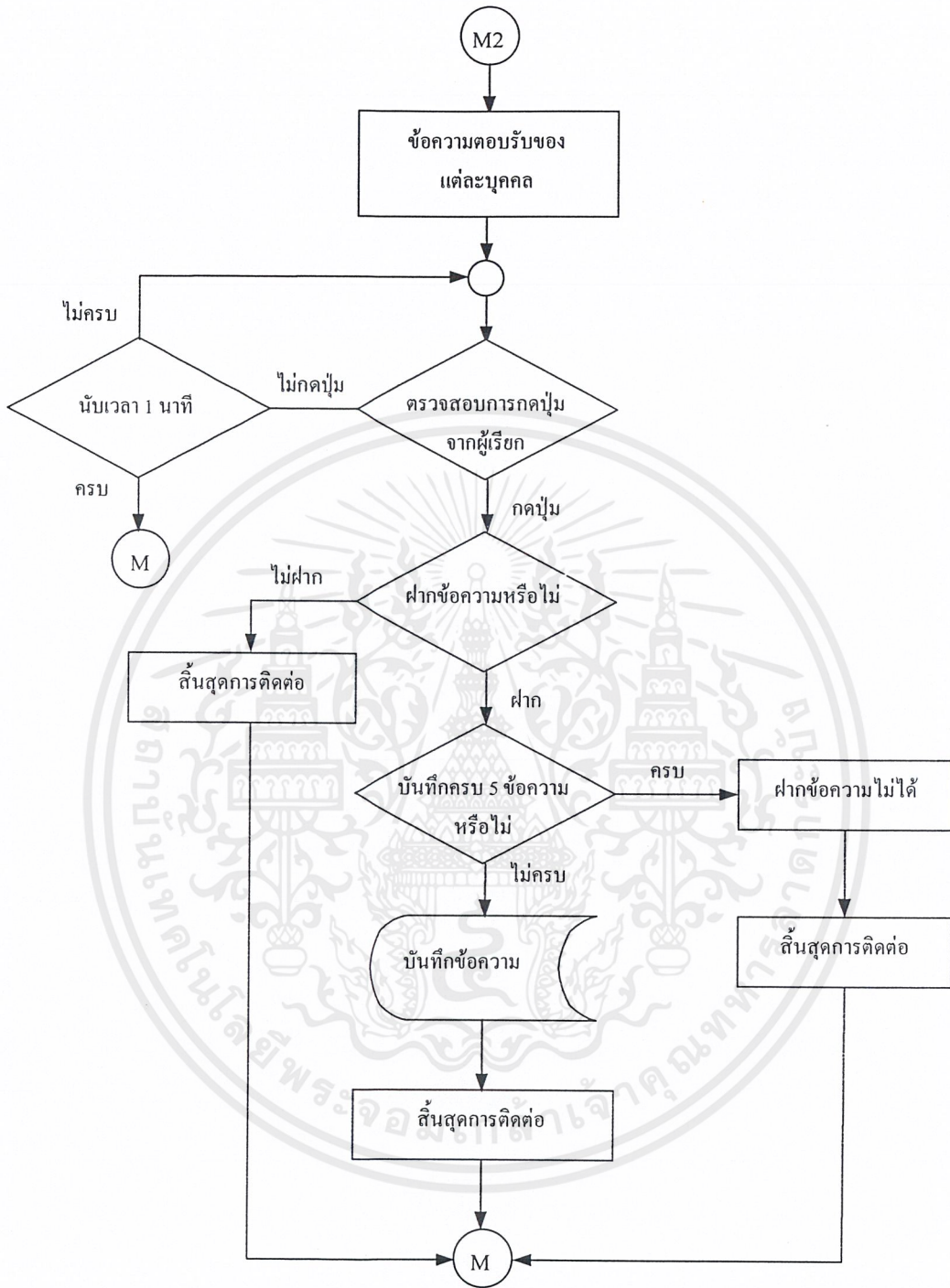
ผังการทำงาน และโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

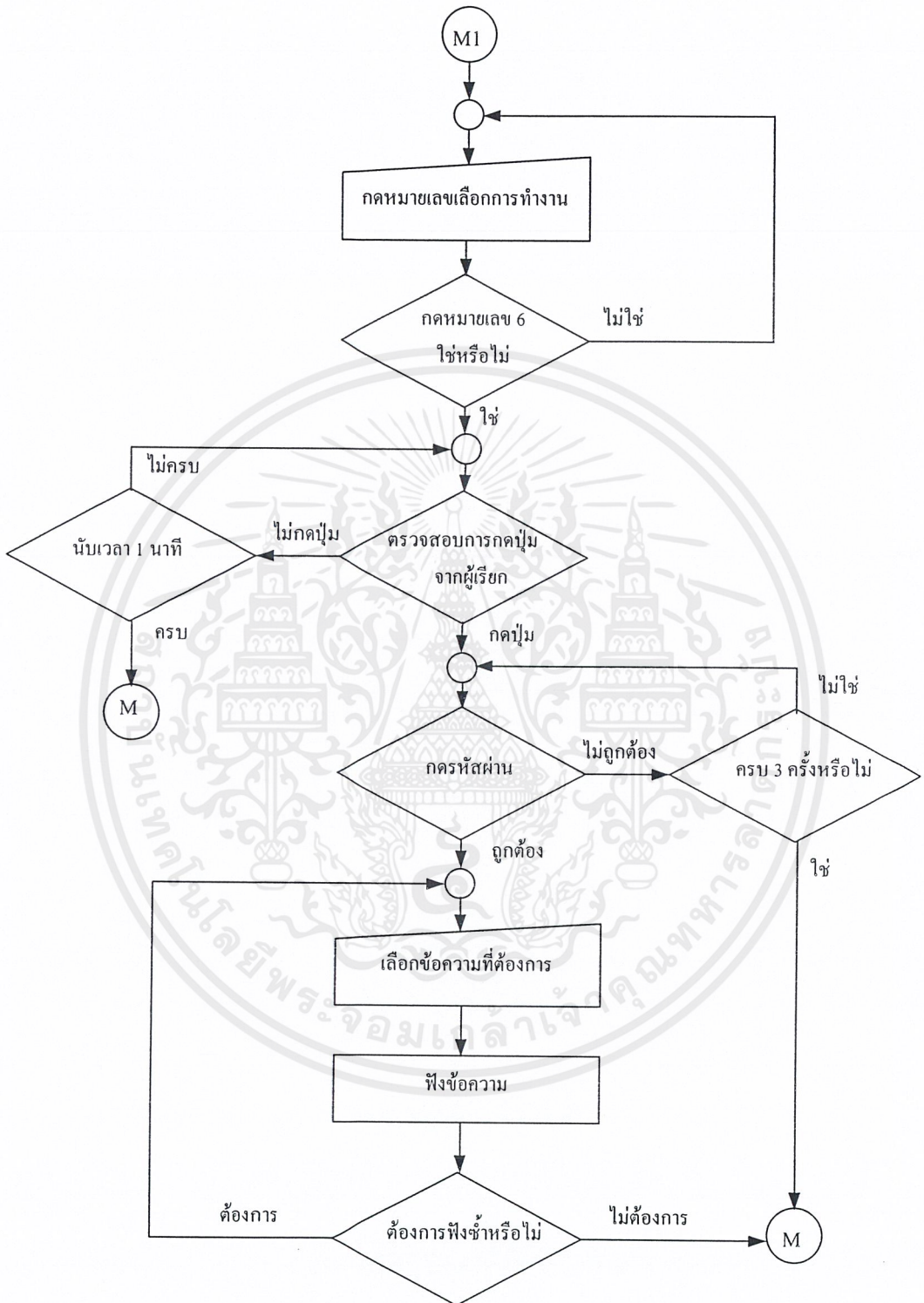


รูปที่ ค.1 แผนผังการทำงานเมื่อโทรเข้าแล้วมีผู้รับสายตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

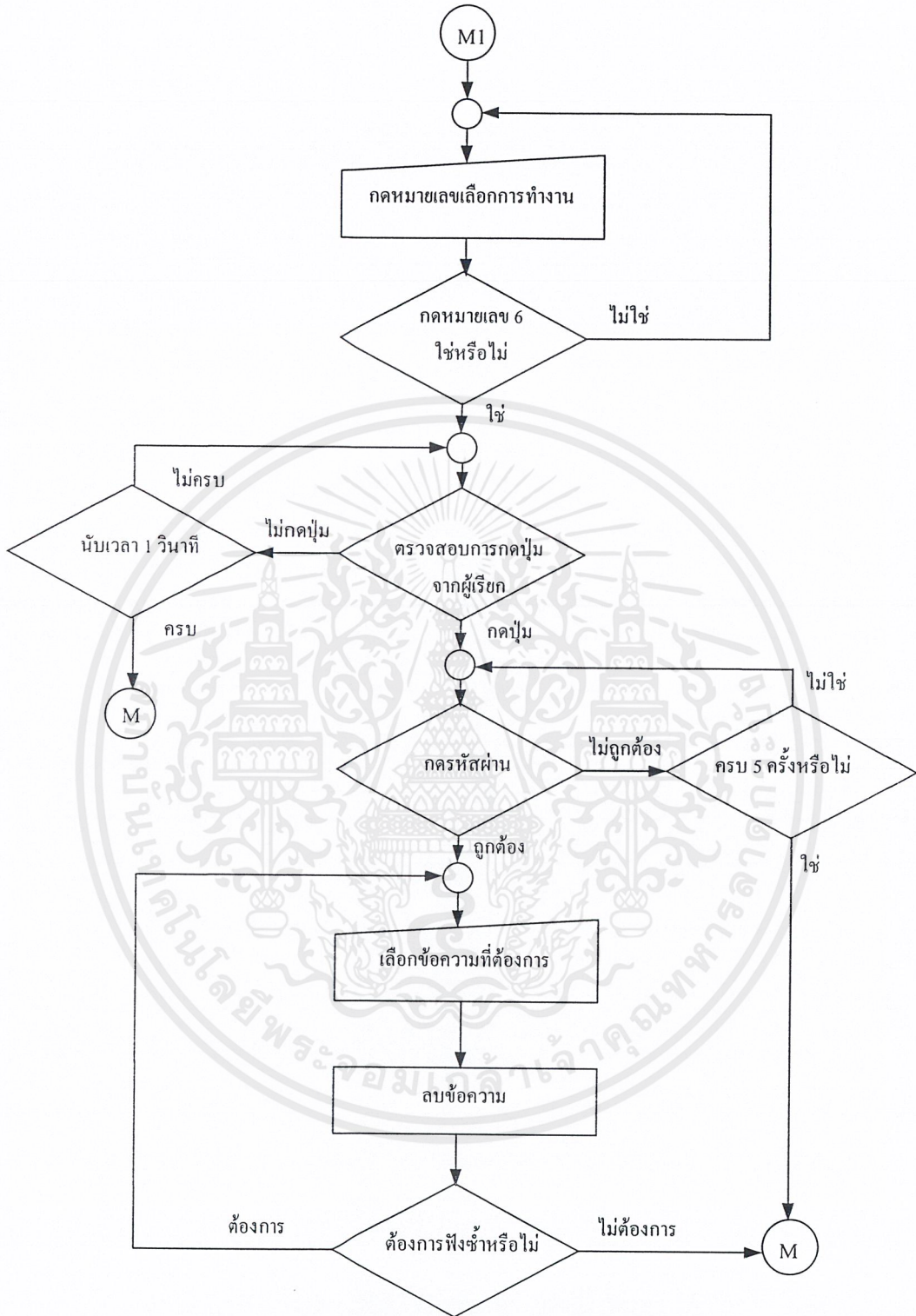


รูปที่ ค.2 แผนผังการ โทรเข้าแล้วไม่มีผู้รับสาย



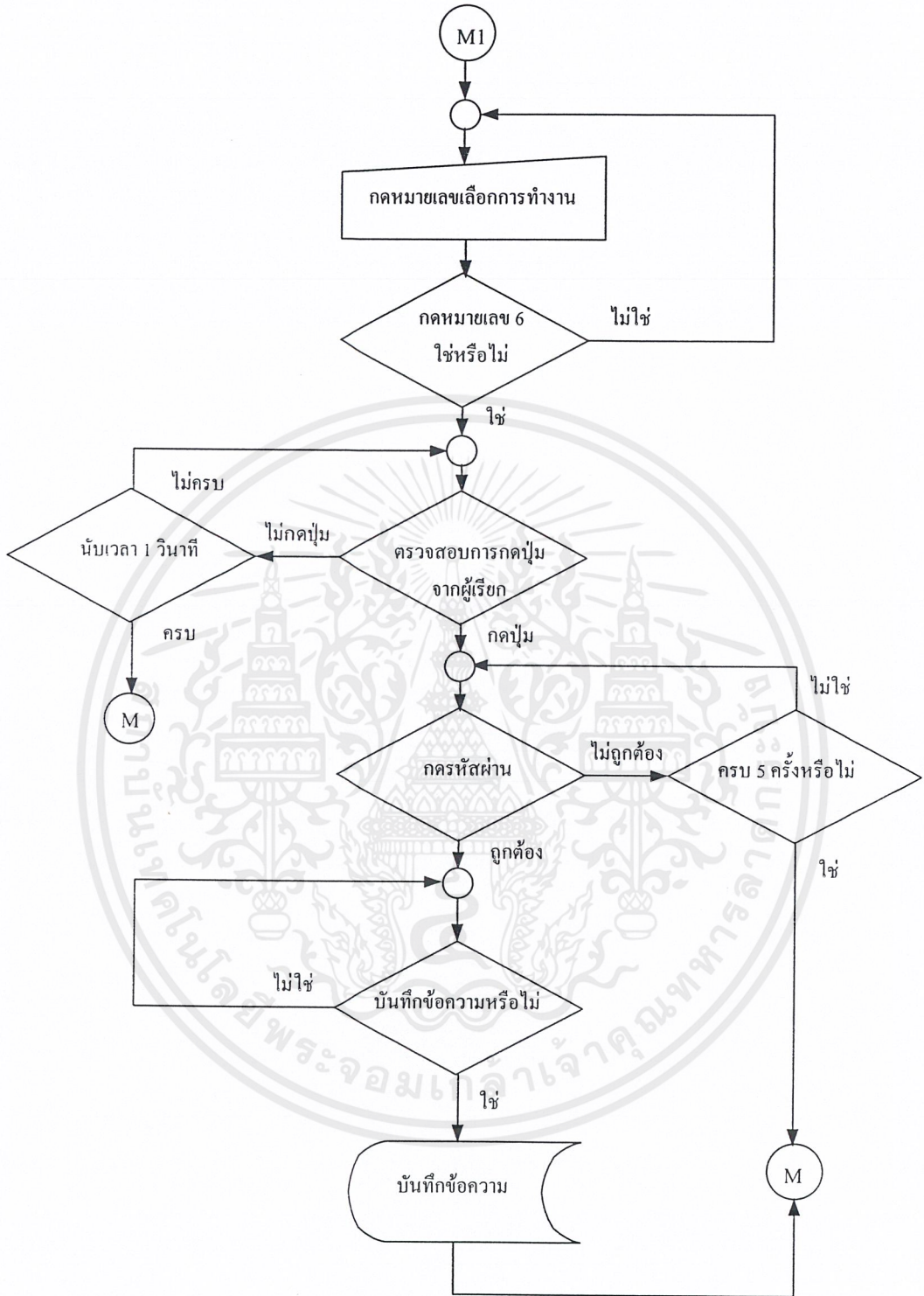
รูปที่ ค.3 แผนผังการฟังข้อความที่บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



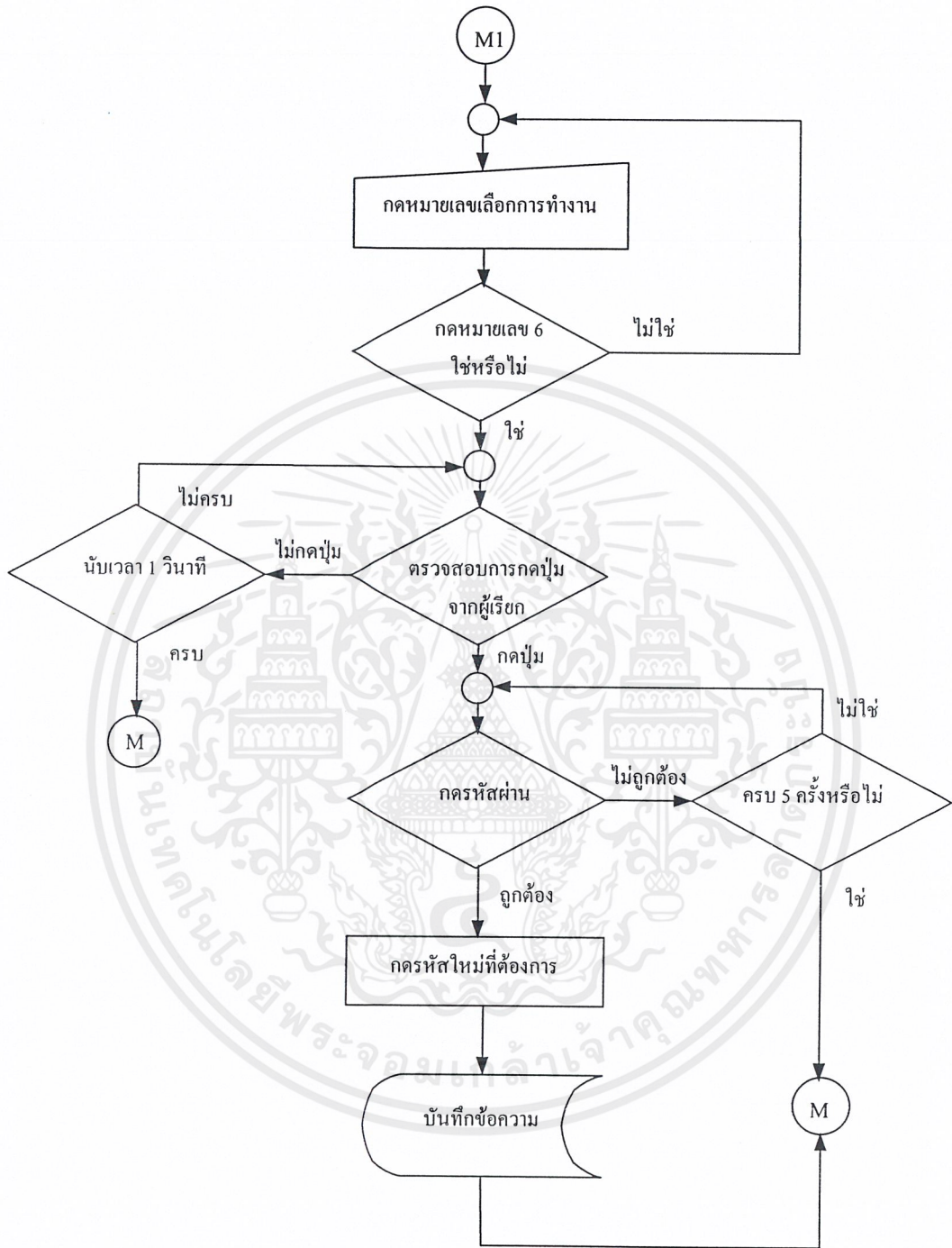
รูปที่ ก.4 แผนผังการลบข้อความที่บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.5 แผนผังการบันทึกเสียงตอบรับเมื่อไม่มีผู้รับสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.6 แผนผังการเปลี่ยนรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;*****
;*****
; PROGRAM      : CONTROL
; DESCRIPTION   : CONTROL APDT.( AUTOMATIC PERSONAL
IDENTIFICATION TELEPHONE )
; FOR          : MCS-51 MICROCONTROLLER SYSTEM
; FILENAME     : 009.ASM
; ASSEMBLER    : ASM51
;*****
;*****
; DEFINE CONSTANT
;*****
ERASE EQU 01000001B
RECORD EQU 01000010B
PLAY EQU 01000100B
FWD EQU 01001000B
BWD EQU 01010000B
RE EQU 01100000B
ST EQU 01000000B
;*****
; MAIN PROGRAM
;*****
MAIN:      ORG 0000H ; RESET VECTOR
           MOV P3,#00100000B ; CLEAR SYSTEM
           LCALL DELAY_1S
           MOV P3,#00000000B
;*****
; CHECK_FRONT
;*****
CHECK_FRONT: MOV A,P1 ; CHECK_FRONT
             ANL A,#070H
             CJNE A,#40H,CHECK_RINGING
             MOV P3,#00000000B ; CLEAR CONTROL
             MOV P2,#00000000B
             LCALL DELAY_250MS
             MOV P3,#RE
             LCALL DELAY_250MS
             MOV P2,#00010000B ; RESET SYSTEM
             LCALL DELAY_250MS
             MOV P2,#00001001B ; SELECT IC_1
             MOV P3,#FWD ; SP. ENTER PASSWORD(7)
             LCALL DELAY_250MS
             MOV P3,#ST
             LCALL DELAY_250MS
             MOV P3,#FWD
             LCALL DELAY_250MS
             MOV P3,#ST
             LCALL DELAY_250MS
             MOV P3,#FWD
             LCALL DELAY_250MS
             MOV P3,#ST
             LCALL DELAY_250MS
             MOV P3,#FWD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        LCALL  DELAY_250MS
        MOV    P3,#ST
        LCALL  DELAY_250MS
        MOV    P3,#FWD
        LCALL  DELAY_250MS
        MOV    P3,#ST
        LCALL  DELAY_250MS
        MOV    P3,#FWD
        LCALL  DELAY_250MS
        MOV    P3,#ST

MOV     P3,#FWD
        LCALL  DELAY_250MS
        MOV    P3,#ST
        LCALL  DELAY_250MS
        MOV    P3,#PLAY          ; SP. ENTER PASSWORD
        LCALL  DELAY_250MS
        MOV    P3,#ST
        LJMP   CHECK_KEY_PASS    ; GO TO CHECK PASSWORD
;*****
; CHECK_RINGING AND RECIVE TELEPHONE
;*****
CHECK_RINGING: MOV    R1,#03H          ; COUNT 3 TIMES
CHECK_RINGING1: MOV   P2,#00H
                MOV   P3,#00H
                CJNE  A,#20H,CHECK_FRONT_1
                LCALL DELAY_1S
                DJNZ  R1,CHECK_RINGING1
                MOV   P3,#01000000B    ; RECIVE TELEPHONE
                MOV   P2,#00000001B
AGAIN:  MOV    P3,#PLAY          ; SP. SELECT PERSON
        LCALL  DELAY_1S
        MOV    P3,#ST
        LJMP   CHECK_KEY        ; GO TO CHECK PRESS KEY
;*****
; SELECT PERSON
;*****
CHECK_KEY:  MOV    24H,#03H          ; CHECK PRESS KEY 1 M.
CHECK_KEY_E: MOV    20H,#01FH
CHECK_KEY_A: MOV    21H,#00H
CHECK_KEY_B: MOV    A,P1
                ANL  A,#01FH
                CJNE A,#11H,PRESS_2
                LJMP PERSON_1          ; GO TO PERSON 1
PRESS_2:  CJNE  A,#12H,PRESS_3
                LJMP PERSON_2          ; GO TO PERSON 2
PRESS_3:  CJNE  A,#13H,PRESS_4
                LJMP PERSON_3          ; GO TO PERSON 3
PRESS_4:  CJNE  A,#14H,PRESS_5
                LJMP PERSON_4          ; GO TO PERSON 4
PRESS_5:  CJNE  A,#15H,PRESS_0
                LJMP PERSON_5          ; GO TO PERSON 5
PRESS_0:  CJNE  A,#1AH,PRESS_6
                MOV  P3,#RE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        LCALL    DELAY_500
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_500MS
        LJMP    AGAIN                ; GO TO LISTEN AGAIN
PRESS_6:    CJNE     A,#16H,CHECK
            LJMP    PASSWORD        ; GO TO CHECK VOICE
CHECK:     MOV     22H,#00H
CHECK_KEY_C:  MOV    23H,#02H
CHECK_KEY_D:  DJNZ   23H,CHECK_KEY_D
            DJNZ   22H,CHECK_KEY_C
            DJNZ   21H,CHECK_KEY_B
            DJNZ   20H,CHECK_KEY_A
            DJNZ   24H,CHECK_KEY_E
            LJMP    MAIN
            RET
CHECK_FRONT_1: LJMP   CHECK_FRONT    ; GO TO CHECK_FRONT
;*****
; SELECT CALL PERSON 1
;*****
PERSON_1:   MOV     P3,#RE
            LCALL    DELAY_250MS
            MOV     P3,#ST
            LCALL    DELAY_250MS
            MOV     P3,#FWD
            LCALL    DELAY_250MS
            MOV     P3,#ST
            LCALL    DELAY_250MS
            MOV     P2,#10000001B    ; SELECT IC 1
            MOV     P3,#PLAY        ; CALL PERSON 1 (5 TIMES)
            LCALL    DELAY_1S
            MOV     P3,#ST
            LCALL    DELAY_5S
            MOV     P3,#PLAY
            LCALL    DELAY_1S
            MOV     P3,#ST
            MOV     P3,#ST
            LCALL    DELAY_5S
            MOV     P3,#PLAY
            LCALL    DELAY_1S
            MOV     P3,#ST
            MOV     P3,#ST
            LCALL    DELAY_5S
            MOV     P2,#00000000B
            MOV     P3,#RE
            LCALL    DELAY_5S
            MOV     P3,#ST
            MOV     P2,#00000010B    ; SELECT IC 2
            LJMP    MAIN_1          ; GO TO RECIVE VOICE
;*****
; SELECT CALL PERSON 2
;*****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PERSON_2:      MOV      P3,#RE
                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P3,#ST
                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P3,#FWD
                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P3,#ST
                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P3,#FWD
                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P3,#ST

                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P2,#10000001B                ; SELECT IC 1
                MOV      P3,#PLAY                    ; CALL PERSON 2 (5 TIMES)
                LCALL   DELAY_1S
                MOV      P3,#ST
                LCALL   DELAY_5S
                MOV      P3,#PLAY
                LCALL   DELAY_1S
                MOV      P3,#ST
                LCALL   DELAY_5S
                MOV      P3,#PLAY
                LCALL   DELAY_1S
                MOV      P3,#ST
                LCALL   DELAY_5S
                MOV      P3,#PLAY
                LCALL   DELAY_1S
                MOV      P3,#ST
                LCALL   DELAY_5S
                MOV      P3,#PLAY
                LCALL   DELAY_1S
                MOV      P3,#ST
                LCALL   DELAY_5S
                MOV      P3,#ST
                MOV      P2,#00000000B
                MOV      P3,#RE
                LCALL   DELAY_5S
                MOV      P3,#ST
                MOV      P2,#00000011B                ; SELECT IC 3
                LJMP    MAIN_1                        ; GO TO RECIVE VOICE
;*****
; SELECT CALL PERSON 3
;*****
PERSON_3:      MOV      P3,#RE
                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P3,#ST
                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P3,#FWD
                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P3,#ST
                LCALL   DELAY_250MS
                MOV      P3,#FWD
                LCALL   DELAY_250MS

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P2,#10000001B ; SELECT IC 1
MOV      P3,#PLAY ; CALL PERSON 3 (5 TIMES)
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_1S
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_1S
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_1S
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_5S
MOV      P2,#00000000B
MOV      P3,#RE
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#ST
MOV      P2,#00000100B ; SELECT IC 4
LJMP    MAIN_1 ; GO TO RECIVE VOICE
;*****
; SELECT CALL PERSON 4
;*****
PERSON_4 : MOV      P3,#RE
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL  DELAY_250MS
MOV     P3,#ST
LCALL  DELAY_250MS
MOV     P2,#10000001B           ; SELECT IC 1
MOV     P3,#PLAY           ; CALL PERSON 4 (5 TIMES)
LCALL  DELAY_1S
MOV     P3,#ST
LCALL  DELAY_5S
MOV     P3,#PLAY
LCALL  DELAY_1S
MOV     P3,#ST
LCALL  DELAY_5S
MOV     P3,#PLAY
LCALL  DELAY_1S
MOV     P3,#ST
LCALL  DELAY_5S
MOV     P3,#PLAY
LCALL  DELAY_1S
MOV     P3,#ST
LCALL  DELAY_5S
MOV     P3,#PLAY
LCALL  DELAY_1S
MOV     P3,#ST
LCALL  DELAY_5S
MOV     P2,#00000000B
MOV     P3,#RE

LCALL  DELAY_5S
MOV     P3,#ST
MOV     P2,#00000101B           ; SELECT IC 5
LJMP   MAIN_1           ; GO TO RECIVE VOICE
;*****
; SELECT CALL PERSON 5
;*****
PERSON_5:  MOV     P3,#RE
           LCALL  DELAY_250MS
           MOV     P3,#ST
           LCALL  DELAY_250MS
           MOV     P3,#FWD
           LCALL  DELAY_250MS
           MOV     P3,#ST
           LCALL  DELAY_250MS
           MOV     P3,#FWD
           LCALL  DELAY_250MS
           MOV     P3,#ST
           LCALL  DELAY_250MS
           MOV     P3,#FWD
           LCALL  DELAY_250MS
           MOV     P3,#ST
           LCALL  DELAY_250MS
           MOV     P3,#FWD
           LCALL  DELAY_250MS
           MOV     P3,#ST
           LCALL  DELAY_250MS

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P2,#10000001B          ; SELECT IC 1
MOV      P3,#PLAY          ; CALL PERSON 5 (5 TIMES)
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_1S
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_1S
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_1S
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_1S
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_5S
MOV      P2,#00000000B
MOV      P3,#RE
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#ST
MOV      P2,#00000110B          ; SELECT IC 6
LJMP    MAIN_1          ; GO TO RECEIVE VOICE
PASSWORD: LJMP    CHECK_PASSWORD ; GO TO CHECK PASSWORD
;*****
; VOICE RECORD FOR CALLER
;*****
MAIN_1:  MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_500MS
AGAIN_1: MOV      P3,#PLAY          ; RECEIVE VOICE
LCALL   DELAY_500MS
MOV      P3,#ST
MOV      27H,#02H          ; CHECK PRESS KEY (30 S.)
CHECK_KEY_J: MOV    26H,#01FH
CHECK_KEY_F: MOV    25H,#00H
CHECK_KEY_G: MOV    A,P1
ANL     A,#01FH
CJNE   A,#11H,PRESS_22
LJMP   CONTROL_1          ; GO TO VOICE RECORD
PRESS_22: CJNE   A,#12H,PRESS_00
LJMP   CONTROL_2          ; GO TO LISTEN AGAIN
PRESS_00: CJNE   A,#01AH,CHECK1 ; GO TO STANDBY
MOV     P3,#ST
MOV     P2,#00000000B
MOV     P3,#RE
LCALL   DELAY_5S
MOV     P3,#00000000B

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LJMP MAIN
;*****
; VOICE RECORD
;*****
CONTROL_1: MOV P3,#RE
LCALL DELAY_1S
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_1S
MOV P3,#RECORD ; RECORD 20 S
LCALL DELAY_20S
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_1S
MOV P2,#00000000B
LCALL DELAY_1S
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_5S
LCALL DELAY_5S
MOV P3,#00000000B
LJMP MAIN
;*****
; LISTEN AGAIN
;*****
CONTROL_2: MOV P3,#ST
LJMP AGAIN_1
CHECK1: MOV 28H,#00H
CHECK_KEY_H: MOV 29H,#02H
CHECK_KEY_I: DJNZ 29H,CHECK_KEY_I
DJNZ 28H,CHECK_KEY_H
DJNZ 25H,CHECK_KEY_G
DJNZ 26H,CHECK_KEY_F
DJNZ 27H,CHECK_KEY_J
MOV P2,#00000000B
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_5S
MOV P3,#00000000B
LJMP MAIN
RET
;*****
; CHECK PASSWORD FOR LISTEN VOICE
;*****
CHECK_PASSWORD: MOV P3,#RE
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P2,#00010000B ; RESET SYSTEM
LCALL DELAY_250MS
MOV P2,#00001001B ; SELECT IC 1
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#PLAY      ; SP. ENTER PASSWORD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
CHECK_KEY_PASS: MOV    32H,#02H      ; CHECK PRESS KEY (30 S)
CHECK_KEY_O:  MOV    31H,#01FH
CHECK_KEY_K:  MOV    30H,#00H
CHECK_KEY_L:  MOV    A,P0
              ANL    A,#0FFH
              CJNE   A,#01H,PRESS_222
              LJMP   PASS_1
PRESS_222:    CJNE   A,#02H,PRESS_333
              LJMP   PASS_2
PRESS_333:    CJNE   A,#04H,PRESS_444
              LJMP   PASS_3
PRESS_444:    CJNE   A,#08H,PRESS_555
              LJMP   PASS_4
PRESS_555:    CJNE   A,#10H,PRESS_666
              LJMP   PASS_5
PRESS_666:    CJNE   A,#20H,PRESS_777
              LJMP   PASS_6
PRESS_777:    CJNE   A,#80H,PRESS_888
              LJMP   PASS_7
PRESS_888:    CJNE   A,#40H,CHECK_2
              MOV    P2,#00010000B
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV    P2,#00000000B
              LJMP  MAIN

CHECK_2:      MOV    33H,#00H
CHECK_KEY_M:  MOV    34H,#02H
CHECK_KEY_N:  DJNZ   34H,CHECK_KEY_N
              DJNZ   33H,CHECK_KEY_M
              DJNZ   30H,CHECK_KEY_L
              DJNZ   31H,CHECK_KEY_K
              DJNZ   32H,CHECK_KEY_O
              LJMP  MAIN
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;*****
; PASSWORD PERSON 1
;*****
PASS_1:      MOV     P3,#RE
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#ST
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P2,#00001001B
              MOV     P3,#FWD
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#ST
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#FWD
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#ST
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#FWD
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#ST
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#FWD
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#ST
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#FWD
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#ST
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#FWD
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#ST
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#FWD
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#ST
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#PLAY
              LCALL  DELAY_5S
              MOV     P3,#ST
              MOV     P2,#00010000B
              LCALL  DELAY_500MS
              MOV     P3,#RE
              LCALL  DELAY_1S
              MOV     P2,#00000010B
              LCALL  DELAY_500MS
              MOV     P3,#RE
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#ST
              LCALL  DELAY_250MS
              MOV     P3,#FWD
              LCALL  DELAY_250MS

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```

        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#PLAY
        LCALL    DELAY_5S
        MOV     P3,#ST
        MOV     P2,#00010000B
        LCALL    DELAY_500MS
        MOV     P3,#RE
        LCALL    DELAY_1S
        MOV     P2,#00000011B
        LCALL    DELAY_500MS
        MOV     P3,#RE
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#PLAY                ; VOICE RECEIVE
        LCALL    DELAY_1S
        MOV     P3,#ST
        LJMP     PLAY1                    ; CONTROL LISTEN VOICE
;*****
; PASSWORD PERSON 3
;*****
PASS_3:  MOV     P3,#RE
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P2,#00001001B
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#PLAY
        LCALL    DELAY_5S
        MOV     P3,#ST
        MOV     P2,#00010000B
        LCALL    DELAY_500MS
        MOV     P3,#RE
        LCALL    DELAY_1S
        MOV     P2,#00000100B
        LCALL    DELAY_500MS
        MOV     P3,#RE
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#PLAY          ; VOICE RECIVE
        LCALL    DELAY_1S
        MOV     P3,#ST
        LJMP     PLAY1           ; CONTROL LISTEN VOICE
;*****
; PASSWORD PERSON 4
;*****
PASS_4:
        MOV     P3,#RE
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P2,#00001001B
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#PLAY
LCALL DELAY_5S
MOV P3,#ST
MOV P2,#00010000B
LCALL DELAY_500MS
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_1S
MOV P2,#00000101B
LCALL DELAY_500MS
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#PLAY ; VOICE RECIVE
LCALL DELAY_1S
MOV P3,#ST
LJMP PLAY1 ; CONTROL LISTEN VOICE
;*****
; PASSWORD PERSON 5
;*****
PASS_5: MOV P3,#RE
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P2,#00001001B
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#PLAY
LCALL DELAY_5S
MOV P3,#ST
MOV P2,#00010000B
LCALL DELAY_500MS
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_1S
MOV P2,#00000110B
LCALL DELAY_500MS
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#PLAY ; VOICE RECIVE
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_1S
MOV P3,#ST

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```

        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#FWD
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#PLAY      ; SP. PRESS PASSWORD AGAIN
        LCALL    DELAY_5S
        LCALL    DELAY_5S
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P2,#00001001B
        LJMP    CHECK_KEY_PASS ; PRESS PASSWORD
;*****
; PASSWORD LOCKED
;*****
PASS_7:   MOV     P3,#RE
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P3,#ST
        LCALL    DELAY_250MS
        MOV     P2,#00000001B
        LJMP    PLAY1      ; GO TO STANDBY
;*****
; CONTROL LISTEN VOICE
;*****
PLAY1:   MOV     37H,#04H    ; CHECK CONTROL 2 M.
CHECK_CONTROL_5:MOV    36H,#01FH
CHECK_CONTROL_1:MOV    35H,#00H
CHECK_CONTROL_2:MOV    A,P1
        ANL    A,#01FH
        CJNE   A,#11H,PRESS_2222
        LJMP   CON_1
PRESS_2222: CJNE   A,#12H,PRESS_3333
        LJMP   CON_2
PRESS_3333: CJNE   A,#13H,PRESS_4444
        LJMP   CON_3
PRESS_4444: CJNE   A,#14H,PRESS_5555
        LJMP   CON_4
PRESS_5555: CJNE   A,#15H,PRESS_6666
        LJMP   CON_5
PRESS_6666: CJNE   A,#16H,PRESS_1000
        LJMP   CON_6
PRESS_1000: CJNE   A,#01AH,CHECK_CONTROL
        MOV    P2,#00000000B
        MOV    P3,#RE
        LCALL    DELAY_5S
        MOV    P3,#00000000B
        LJMP    MAIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CHECK_CONTROL:  MOV      38H,#00H
CHECK_CONTROL_3:MOV      39H,#02H
CHECK_CONTROL_4:DJNZ     39H,CHECK_CONTROL_4
                  DJNZ     38H,CHECK_CONTROL_3
                  DJNZ     35H,CHECK_CONTROL_2
                  DJNZ     36H,CHECK_CONTROL_1
                  DJNZ     37H,CHECK_CONTROL_5
                  LJMP     MAIN
;*****
; ERASE
;*****
CON_1:           MOV      P3,#ERASE
                  LCALL   DELAY_1S
                  MOV      P3,#ST
                  LJMP    PLAY1
;*****
; RECORD
;*****
CON_2:           MOV      P3,#ST
                  LCALL   DELAY_1S
                  MOV      P3,#RECORD
                  LJMP    PLAY1
;*****
; PLAY
;*****
CON_3:           MOV      P3,#PLAY
                  LCALL   DELAY_1S
                  MOV      P3,#ST
                  LJMP    PLAY1
;*****
; FORWARD
;*****
CON_4:           MOV      P3,#FWD
                  LCALL   DELAY_1S
                  MOV      P3,#ST
                  LJMP    PLAY1
;*****
; BACWARD
;*****
CON_5:           MOV      P3,#BWD
                  LCALL   DELAY_1S
                  MOV      P3,#ST
                  LJMP    PLAY1
;*****
; STOP RECORD
;*****
CON_6:           MOV      P3,#ST
                  LCALL   DELAY_1S
                  LJMP    PLAY1
;*****
; DUMMY DELAY TIME 250MS,500MS,1S,5S,20S
;*****
DELAY_250MS:    MOV      R7,#250
DELAY_250MS_1:  MOV      R6,#0E6H
DELAY_250MS_2:  NOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```

MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
CHE_KEY_ : MOV      37H,#02H
CHE_KEY_5_ : MOV      36H,#01FH
CHE_KEY_1_ : MOV      35H,#00H
CHE_KEY_2_ : MOV      A,P0
              ANL      A,#0FFH
              CJNE     A,#01H,PU_2_
              LJMP     PASS_1_
PU_2_ :      CJNE     A,#02H,PU_3_
              LJMP     PASS_2_
PU_3_ :      CJNE     A,#04H,PU_4_
              LJMP     PASS_3_
PU_4_ :      CJNE     A,#08H,PU_5_
              LJMP     PASS_4_
PU_5_ :      CJNE     A,#10H,PU_6_
              LJMP     PASS_5_
PU_6_ :      CJNE     A,#20H,PU_7_
              LJMP     PASS_6_
PU_7_ :      CJNE     A,#80H,PU_8_
              LJMP     PASS_7_
PU_8_ :      CJNE     A,#40H,CHE_
              MOV      P2,#00010000B
              LCALL   DELAY_250MS
              MOV      P2,#00000000B

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```

LCALL DELAY_500MS
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#PLAY
LCALL DELAY_1S
MOV P3,#ST
LJMP PLAY1_
PASS_2_:
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_1S
MOV P2,#00001001B
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#PLAY
LCALL DELAY_5S
MOV P3,#ST
MOV P2,#00010000B
LCALL DELAY_500MS

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      P3,#RE
LCALL   DELAY_1S
MOV      P2,#00000011B
LCALL   DELAY_500MS
MOV      P3,#RE
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_1S
MOV      P3,#ST
LJMP    PLAY1_
PASS_3_ :
MOV      P3,#RE
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P2,#00001001B
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_5S

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```

LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
MOV P3,#PLAY
LCALL DELAY_5S
MOV P3,#ST
MOV P2,#00010000B
LCALL DELAY_500MS
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_1S
MOV P2,#00000101B
LCALL DELAY_500MS
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#PLAY
LCALL DELAY_1S
MOV P3,#ST
LJMP PLAY1_
PASS_5_ :
MOV P3,#RE
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P2,#00001001B
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#FWD
LCALL DELAY_250MS
MOV P3,#ST
MOV P3,#ST
LCALL DELAY_250MS

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P2,#00000110B
LCALL   DELAY_500MS
MOV      P3,#RE
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_1S
MOV      P3,#ST
LJMP    PLAY1_
PASS_6_ :
MOV      P3,#RE
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#FWD
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#PLAY
LCALL   DELAY_5S
LCALL   DELAY_5S
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P2,#00001001B
LJMP    CHE_KEY_
PASS_7_ :
MOV      P3,#RE
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P3,#ST
LCALL   DELAY_250MS
MOV      P2,#00000001B
LJMP    PLAY1_
PLAY1_  :
MOV      A,P1
ANL     A,#01FH
CJNE   A,#11H,PSH_22_
LJMP   PERSON111_
PSH_22_ :
CJNE   A,#12H,PSH_33_
LJMP   PERSON222_
PSH_33_ :
CJNE   A,#13H,PSH_44_
LJMP   PERSON333_
PSH_44_ :
CJNE   A,#14H,PSH_55_
LJMP   PERSON444_

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PSH_55_:	CJNE	A, #15H, PSH_66_
	LJMP	PERSON555_
PSH_66_:	CJNE	A, #16H, PSH_10_
	LJMP	PERSON666_
PSH_10_:	CJNE	A, #01AH, PLAY1_
	MOV	P2, #0000000B
	MOV	P3, #RE
	LCALL	DELAY_5S
	MOV	P3, #0000000B
	LJMP	MAIN
PERSON111_:	MOV	P3, #ERASE
	LCALL	DELAY_1S
	MOV	P3, #ST
	LJMP	PLAY1_
PERSON222_:	MOV	P3, #ST
	LCALL	DELAY_1S
	MOV	P3, #RECORD
	LJMP	PLAY1_
PERSON333_:	MOV	P3, #PLAY
	LCALL	DELAY_1S
	MOV	P3, #ST
	LJMP	PLAY1_
PERSON444_:	MOV	P3, #FWD
	LCALL	DELAY_1S
	MOV	P3, #ST
	LJMP	PLAY1_
PERSON555_:	MOV	P3, #BWD
	LCALL	DELAY_1S
	MOV	P3, #ST
	LJMP	PLAY1_
PERSON666_:	MOV	P3, #ST
	LCALL	DELAY_1S
CHECK_RINGING:	MOV	42H, #02H
CHECK_RIHGING_5:	MOV	41H, #01FH
CHECK_RINGING_1:	MOV	40H, #00H
CHECK_RINGING_2:	MOV	A, P0
CHECK_RING:	MOV	43H, #00H
CHECK_RINGING_3:	MOV	44H, #02H
CHECK_RINGING_4:	DJNZ	44H, CHECK_RINGING_4
	DJNZ	43H, CHECK_RINGING_3
	DJNZ	40H, CHECK_RINGING_2
	DJNZ	41H, CHECK_RINGING_1
	DJNZ	42H, CHECK_RINGING_5
	LJMP	MAIN
	END	

รูปที่ ก.7 โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ



ภาคผนวก ง  
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. วงจร MCS-51

### ตัวความต้านทาน

10 k $\Omega$	1 ตัว
ตัวความต้านทานแพ็ค 1k $\Omega$ 9 ขา	4 ตัว

### ตัวเก็บประจุ

0.00003 $\mu$ F 50 v WIMA	2 ตัว
1 $\mu$ F 50 v Electrolyte	1 ตัว

### อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

IC 8951 Microcontroller	1 ตัว
IC 74LS373	1 ตัว

### วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ

คริสตอล 11.592 MHz	1 ตัว
Socket 40 pin	1 ตัว
Socket 40 pin	1 ตัว
คอนเน็คเตอร์ตัวผู้	40 จุด
คอนเน็คเตอร์ตัวเมีย	40 จุด

## 2. วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งและ DTMF

### ตัวความต้านทาน

560 $\Omega$	1 ตัว
4.7 k $\Omega$	2 ตัว
5.6 k $\Omega$	1 ตัว
10 k $\Omega$	5 ตัว
22 k $\Omega$	1 ตัว
47 k $\Omega$	1 ตัว
68 k $\Omega$	1 ตัว
100 k $\Omega$	1 ตัว
220 k $\Omega$	4 ตัว

### ตัวเก็บประจุ

0.01 $\mu\text{F}$ 50v WIMA	2 ตัว
0.1 $\mu\text{F}$ 50v WIMA	1 ตัว
0.1 $\mu\text{F}$ 250 v WIMA	1 ตัว
1 $\mu\text{F}$ 50 v Electolyte	1 ตัว
22 $\mu\text{F}$ 50 v Electolyte	1 ตัว

### อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ทรานซิสเตอร์ BC458	2 ตัว
ไดโอด 1N4001	5 ตัว
ซีเนอร์ไดโอด 15 v	1 ตัว
IC MT8870	1 ตัว
IC 4N26	1 ตัว
LED	5 ตัว

### วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ

คริสตอล 3.57945 MHz	1 ตัว
Socket 18 pin	1 ตัว
Socket 6 pin	1 ตัว
คอนเน็คเตอร์ตัวผู้	16 จุด
คอนเน็คเตอร์ตัวเมีย	16 จุด

### 3. ภาค PASSWORD

#### ตัวความต้านทาน

10 k $\Omega$	8 ตัว
ตัวความต้านทานแพ็ค 10 k $\Omega$ 9 ขา	3 ตัว
ตัวความต้านทานปรับค่าได้แบบเก็อกม้า 10 k $\Omega$	1 ตัว

#### ตัวเก็บประจุ

0.00003 $\mu\text{F}$ 16 v WIMA	2 ตัว
1 $\mu\text{F}$ 50 v Electolyte	1 ตัว

## อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ไดโอด 1N4148	2 ตัว
IC 8951 Microcontroller	1 ตัว
IC 8255	1 ตัว
IC 74374	1 ตัว
IC 74541	1 ตัว
IC 6264	1 ตัว
LED	7 ตัว

## วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ

Socket 40 pin	1 ตัว
Socket 20 pin	1 ตัว
Socket 28 pin	1 ตัว
ขั้วถ่าน Backup	1 ตัว
ถ่าน Backup	1 ตัว
คริสตอล 11.592 MHz	1 ตัว
คอนเน็คเตอร์ตัวผู้	24 จุด
คอนเน็คเตอร์ตัวเมีย	24 จุด

## 4. วงจรโทรศัพท์

## ตัวความต้านทาน

12 $\Omega$	1 ตัว
47 $\Omega$	1 ตัว
200 $\Omega$	1 ตัว
500 $\Omega$	1 ตัว
2.2 k $\Omega$	1 ตัว
3.3 k $\Omega$	1 ตัว
4.3 k $\Omega$	1 ตัว
6.8 k $\Omega$	1 ตัว
10 k $\Omega$	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตัวเก็บประจุ

0.001 $\mu\text{F}$ 25 v WIMA	1 ตัว
0.02 $\mu\text{F}$ 50 v WIMA	1 ตัว
0.05 $\mu\text{F}$ 50 v WIMA	4 ตัว
0.1 $\mu\text{F}$ 50 v WIMA	1 ตัว
1 $\mu\text{F}$ 250 v Electolyte	1 ตัว
2.2 $\mu\text{F}$ 50 v Electolyte	3 ตัว
10 $\mu\text{F}$ 50 v Electolyte	1 ตัว
33 $\mu\text{F}$ 25 v Electolyte	1 ตัว

## อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ไดโอด 1N4004	4 ตัว
ซีเนอร์ไดโอด 12 v	1 ตัว
IC MC34017	1 ตัว
IC LM95087	1 ตัว
IC MC34014	1 ตัว

## วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ

Socket 8 pin	1 ตัว
Socket 16 pin	1 ตัว
Socket 18 pin	1 ตัว
คริสตอล 3.57945 MHz	1 ตัว
แจ๊คโทรศัพท์	1 ตัว
Buzzer	1 ตัว
คอนเน็คเตอร์ตัวผู้	15 จุด
คอนเน็คเตอร์ตัวเมีย	15 จุด

## 5. แหล่งจ่ายไฟ

### ตัวความต้านทาน

100 $\Omega$	1 ตัว
560 $\Omega$	1 ตัว
2.2 k $\Omega$	1 ตัว
ตัวความต้านทานปรับค่าได้แบบเก็อกม่า 10 k $\Omega$	1 ตัว

### ตัวเก็บประจุ

0.1 $\mu$ F 50 v WIMA	1 ตัว
22 $\mu$ F 50 v WIMA	1 ตัว
2,200 $\mu$ F 50 v Electolyte	3 ตัว

### อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

บริดจ์สำเร็จรูปขนาด 1A.	1 ตัว
IC 7805	1 ตัว
IC 780	1 ตัว

### วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ

Matching impedance 600 $\Omega$	1 ตัว
คอนเน็คเตอร์ตัวผู้	40 จุด
คอนเน็คเตอร์ตัวเมีย	40 จุด

## 6. วงจรรีเซต

### ตัวความต้านทาน

1 k $\Omega$	1 ตัว
10 k $\Omega$	1 ตัว
1 M $\Omega$	1 ตัว
ตัวความต้านทานปรับค่าได้แบบเก็อกม่า 10 k $\Omega$	1 ตัว

### ตัวเก็บประจุ

0.01 $\mu$ F 50 v WIMA	1 ตัว
2.2 $\mu$ F 25 v Electolyte	1 ตัว
10 $\mu$ F 16 v Electolyte	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ไดโอด 1N4148	3 ตัว
IC 555	1 ตัว
IC 4N26	1 ตัว

## วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ

Socket 6 pin	1 ตัว
Socket 8 pin	1 ตัว
รีเลย์ 5 v 2 con.	2 ตัว

## วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ

คอนเน็คเตอร์ตัวผู้	12 ตัว
คอนเน็คเตอร์ตัวเมีย	12 ตัว

## 7. ภาคบันทึกเสียง

## ตัวความต้านทาน

100 $\Omega$	1 ตัว
150 $\Omega$	1 ตัว
470 $\Omega$	1 ตัว
1 k $\Omega$	2 ตัว
4.7 k $\Omega$	1 ตัว
8.2 k $\Omega$	1 ตัว
20 k $\Omega$	1 ตัว
1 M $\Omega$	1 ตัว

## ตัวเก็บประจุ

10 nF 50 v	1 ตัว
0.001 $\mu$ F 25 v	1 ตัว
0.1 $\mu$ F 50 v	1 ตัว
0.22 $\mu$ F 50 v	3 ตัว
2.2 $\mu$ F 50 v	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

LED	1 ตัว
DIODE 1N4148	6 ตัว
TRANSISTOR BC458	6 ตัว
IC WF51300	1 ตัว
IC WF5520	6 ตัว
IC 74LS259	1 ตัว

## วัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ

RELAY 9 V. 2 CON.	6 ตัว
SOCKET 32 PIN	1 ตัว
SOCKET 16 PIN	1 ตัว
SOCKET 6 PIN	6 ตัว
CONNECTOR 42 PIN	
สายไฟ	
แผ่นปริ้น	

## 8. วงจรตัดคู่สายอัตโนมัติ

## ตัวความต้านทาน

1 kΩ	1 ตัว
------	-------

## อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

DIODE	4 ตัว
-------	-------

## วัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ

RELAY 9 V. 2 CON.	4 ตัว
สายไฟ	
แผ่นปริ้น	



ภาคผนวก จ  
รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## FLASH VR CONTROLLER

### GENERAL DESCRIPTION

The W51300 is a voice recorder IC which contains A/D and D/A converters to digitize and reproduce voice signals. An anti-alias/smoothing filter, AGC circuit, MIC preamplifier, and speaker power amplifier are used to smooth the input voice and set the output voice to a certain volume while minimizing the number of extra components needed. The recording time depends on the size of the external memory.

The external memory is a nonvolatile flash EPROM that stores the voice data while power is switched off. This external memory provides a great advantage in cartridge or greeting card applications. A maximum of 16 Mbit of memory can be cascaded. In addition, the W51300's flexible segmentation, selective recording/erasing, forward and backward move functions, and MCU interface provide flexibility to meet the needs of a wide variety of applications.

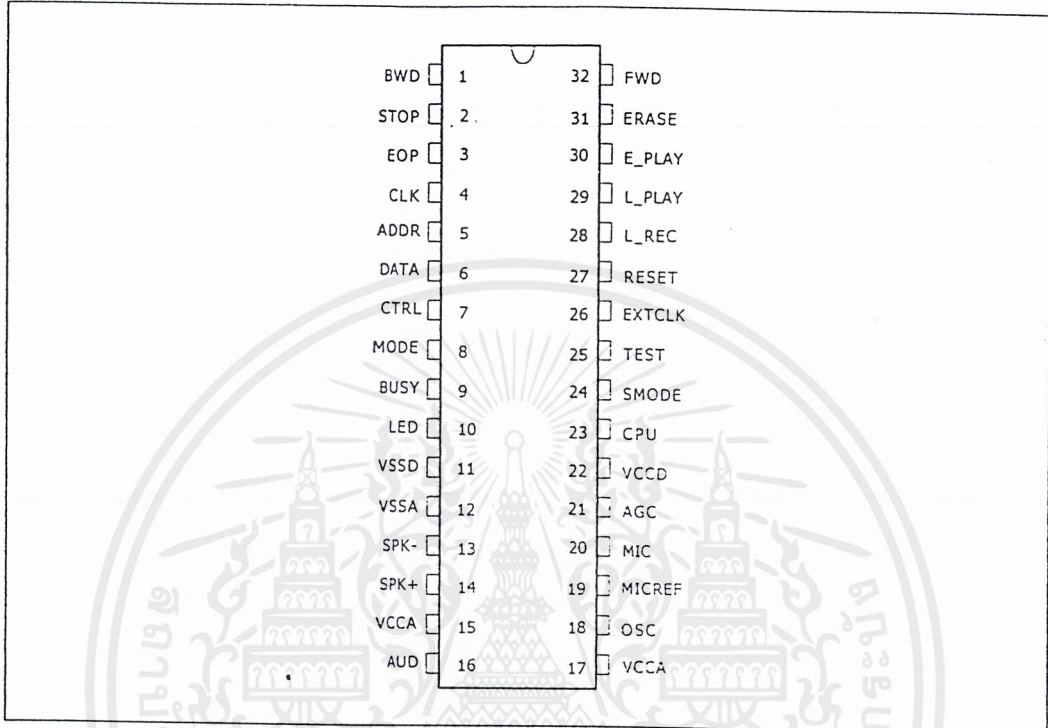
### FEATURES

- Modified ADM algorithm with 24 KHz sampling frequency when  $R_{osc} = 620 \text{ K}\Omega$
- Operates with Winbond serial flash EPROM
- Built-in A/D, D/A, MIC preamplifier, AGC circuit, anti-alias/smoothing filter, speaker power amplifier, and LED indicator
- 8 input trigger pins (L\_REC, E\_PLAY, L\_PLAY, FWD, BWD, STOP, ERASE, RESET) debounced to ensure noise-free operations
- Single/multi-voice segment operation, normal/CPU mode selected by pin option (SMODE, CPU)
- Cascadable for longer duration by directly cascading serial flash EPROMs (maximum 16 Mbits)
- Maximum 63 voice segments available in multi-segment operation
- Provides selective record, erase, and playback functions
- Provides low power detection circuit at 3.0V
- Provides both speaker direct drive and speaker current output (5 mA)
- Low power consumption:
  - Operating: 15 mA (typ.)
  - Standby: 0.01  $\mu\text{A}$  (typ.)

Publication Release Date: April 1997  
Revision A2



## PIN CONFIGURATION



## PIN DESCRIPTION

NO.	PIN	I/O	DESCRIPTION
1	BWD	I/O	Message backward control pin in normal mode Output clock signal (to MCU) in CPU mode
2	STOP	I	Stop playback control pin in normal mode Input clock signal (from MCU) in CPU mode
3	EOP	I	End of page process signal (from flash EPROM)
4	CLK	O	Data clock pin for flash EPROM
5	ADDR	O	Address clock pin for flash EPROM
6	DATA	I/O	Bidirectional data pin for flash EPROM
7	CTRL	O	Control signal for flash EPROM
8	MODE	O	Mode control pin for flash EPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Pin Description, continued

NO.	PIN	I/O	DESCRIPTION
9	BUSY	O	Output busy signal, HIGH during playback
10	LED	O	Blink (Flash (volume-controlled) during playback Flash Blink (3 Hz) when during low battery is low, segment full, or memory full ON during recording, erasing, and memory formatting
11	VSSD	-	Digital negative power supply
12	VSSA	-	Analog negative power supply
13	SPK-	O	Speaker voltage output -
14	SPK+	O	Speaker voltage output +
15	VCCA	-	Analog positive power supply
16	AUD.	O	Speaker current output (maximum 5 mA when Vcc = 4.5V)
17	VCCA	-	Analog positive power supply +
18	OSC	I	Oscillation frequency control pin
19	MICREF	I	Microphone reference
20	MIC	I	Microphone input
21	AGC	I	Automatic gain control input
22	VCCD	-	Digital positive power supply
23	CPU	I	Normal/CPU mode select pin: low for normal, high for CPU
24	SMODE	I	Multi/single segment select pin: low for multi, high for single
25	TEST	I	External test pin for testing
26	EXTCLK	I	External clock pin for testing
27	RESET	I	Reset control pin
28	L_REC	I	Level record control pin
29	L_PLAY	I	Level playback control pin
30	E_PLAY	I	Edge playback control pin
31	ERASE	I	Message erase control pin in normal mode Input level signal (from MCU) in CPU mode
32	FWD	I/O	Message forward control pin in normal mode Output level signal (to MCU) in CPU mode

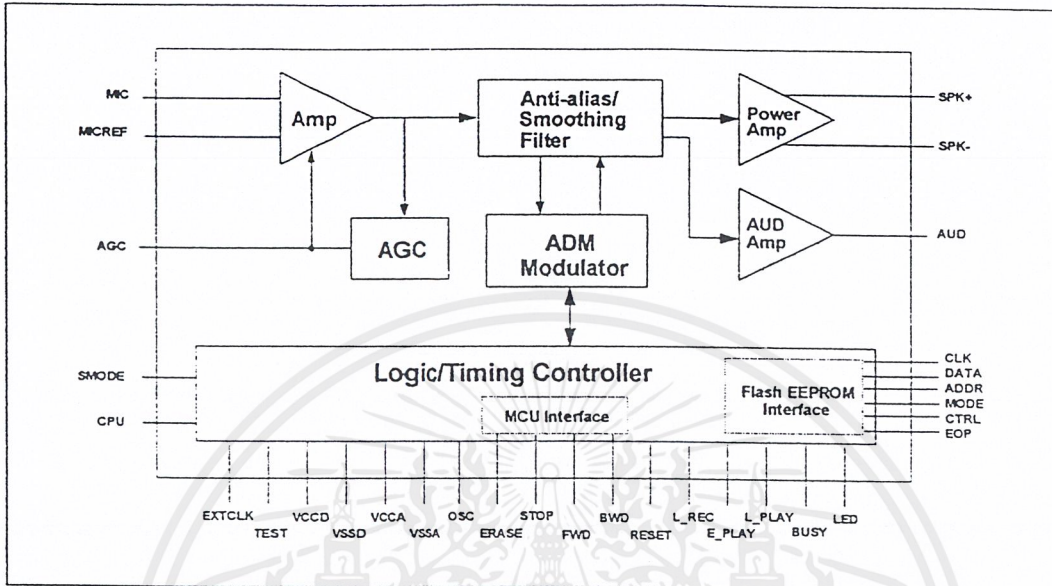
Publication Release Date: April 1997

Revision A2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## BLOCK DIAGRAM



## FUNCTIONAL DESCRIPTION

### 1. Single/Multi-segment Operation

The W51300 is typically used for either single or multi-segment operations. Single or multi-segment operating mode is selected by pin option.

#### Single Segment

The SMODE pin should be connected to Vcc. In this mode, only one voice segment can be recorded. The storage duration can be extended by cascading serial flash EPROMs; up to 16 Mbits of memory can be cascaded.

#### Multi-segment

The SMODE pin should be connected to Vss or left floating. In this mode, a maximum of 63 voice segments can be recorded into flash EPROMs; up to 16 Mbits of memory can be cascaded. Messages can easily be accessed by using the FWD, BWD, and PLAY pins.

### 2. Selective Record

When the system is operated in multi-segment mode, voice segments can be recorded selectively. Users can insert a voice segment between any two existing voice segments. For instance, suppose there are already five voice segments, 1, 2, 3, 4, and 5, and the CAP (current address/message pointer) is at 3. Then a newly recorded voice segment will be assigned the number 4, and the original segments 4 and 5 will be changed to 5 and 6, respectively. If the maximum number of voice segments (63) or the end of memory space has been reached, a press of L\_REC will be invalid and the LED will flash at 3 Hz for 2 seconds to indicate the invalid action.



### 3. Selective Erase

When the system is operated in multi-segment mode, voice segments can be erased selectively instead of sequentially. Users can play the voice segments one by one until they reach the segment to be erased, and then stop playing and press the ERASE key. The current voice segment will be erased and the CAP value will be changed to the previous voice segment. The LED will light during the erasing procedure to indicate that the system is busy, and all input triggers will be disabled except for RESET.

### 4. Chip Erase

Pressing and holding the RESET key for more than two seconds will clear all data in the flash EPROM.

### 5. Function Keys

In normal mode, eight input trigger pins with built-in debounce circuitry are used to operate the W51300. These eight pins are described below.

#### L\_REC

L\_REC is an active-high, level-triggered recording pin with an internal 500 K $\Omega$  pull-low resistor. When this pin goes high, the device starts recording and continues until this pin is released or the end of the memory space is reached. When the memory or segment is full, this pin is invalid.

#### E\_PLAY

E\_PLAY is an active-high, edge-triggered playback pin with an internal 500 K $\Omega$  pull-low resistor. In single segment operation, the toggle stop function is enabled. This means a debounced rising edge on E\_PLAY during voice playing will stop the ongoing playback operation immediately. In multi-segment operation, the toggle skip function is enabled. This means a debounced rising edge on E\_PLAY during voice playing will cause the device to skip to the next voice segment. A rising edge on this pin while the last voice segment is being played will cause the device to skip to the first voice segment. This function is useful for fast scanning through a series of messages.

#### L\_PLAY

L\_PLAY is an active-high, level-triggered playback pin with an internal 500 K $\Omega$  pull-low resistor. The current voice segment will be played back when this pin is pressed. A concatenated loop playing function is enabled to link all messages in a row and loop back to the first message when the last message is reached.

#### STOP

This is an active-high, edge-triggered stop pin with an internal 500 K $\Omega$  pull-low resistor. Pressing this pin immediately stops playback of the ongoing message. This pin is enabled only while a voice is playing.

#### ERASE

ERASE is an active-high, edge-triggered erase pin with an internal 500 K $\Omega$  pull-low resistor. Pressing this pin erases the current voice segment without affecting the content of the other segments.

#### FWD

This is an active-high, edge-triggered forward pin with an internal 500 K $\Omega$  pull-low resistor. Pressing this pin for less than 1 second moves the CAP from the current voice segment to the next one. Pressing this pin for more than 1 second moves the CAP from the current voice segment to the last one.

*Publication Release Date: April 1997  
Revision A2*



### BWD

This is an active-high, edge-triggered backward pin with an internal 500 K $\Omega$  pull-low resistor. Pressing this pin for less than 1 second moves the CAP from the current voice segment to the previous one. Pressing this pin for more than 1 second moves the CAP from the current voice segment to the first one.

### RESET

This is an active-high, edge-triggered reset pin with an internal 500 K $\Omega$  pull-low resistor. Pressing this pin for less than 2 seconds causes the system power-on initialization procedure to be executed and resets the message pointer to 1. Pressing this pin for more than 2 seconds executes the chip erase procedure, so that all of the recorded messages are cleared.

### 6. Low Battery Warning

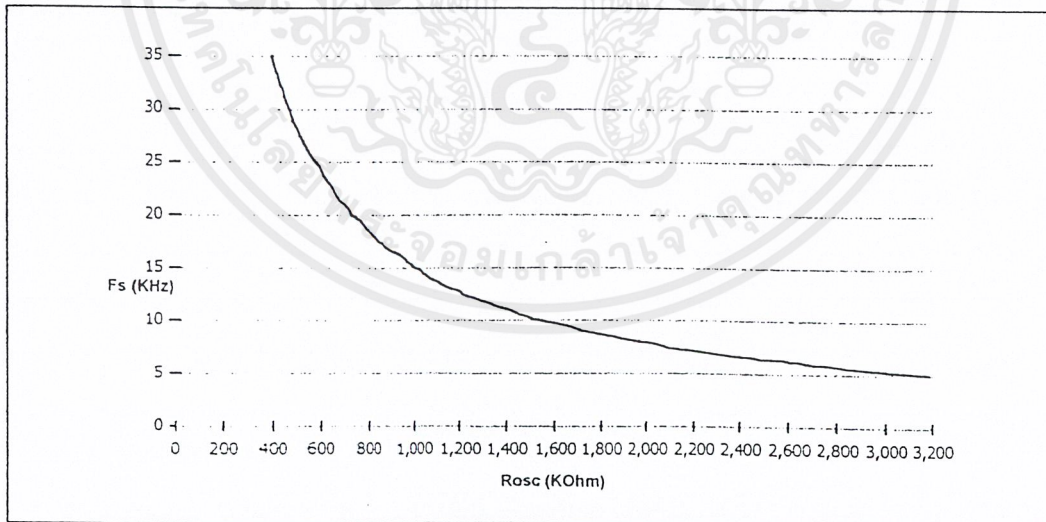
A low battery warning function is provided to protect the recorded voice messages from being lost due to loss of power. Before a recording, erasing, or reset operation, the battery voltage will be checked. If the voltage falls to 3 volts or below, all operations except the LED stop, and the LED flashes at 3 Hz for 2 seconds to indicate that the battery is low.

### 7. Speaker Output

The W51300 provides two types of speaker drivers, direct drive and current output. The direct drive is a voltage output from the built-in power amplifier. This output can be used to drive a speaker directly without any extra components, such as resistors or transistors. The maximum driving current is 56 mA (rms) when the output is connected to a 16 $\Omega$  speaker. The current output is the same as that of the standard speaker driver used in most Winbond *PowerSpeech*<sup>TM</sup> chips. The maximum driving current is 5 mA when  $V_{cc} = 4.5V$ .

### 8. Sampling Frequency Adjustment

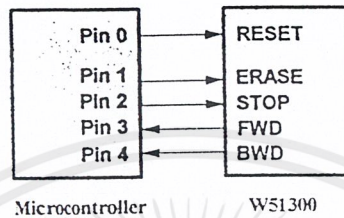
The external ROSC can be adjusted to change the system clock ( $F_{osc}$ ) and sampling frequency ( $F_s$ ). The relationship between  $F_{osc}$  and  $F_s$  is  $F_s = F_{osc}/32$ . The relationship between  $F_s$  and ROSC is shown in the figure below.



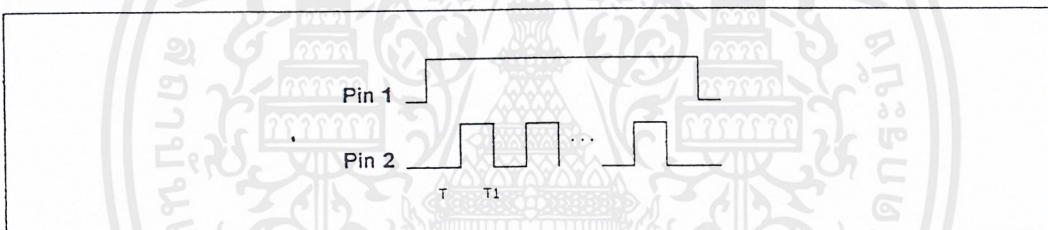


### 9. MCU Interface

In CPU mode, five pins can be used as an MCU interface to communicate with external micro-controllers by the counter method. RESET, ERASE, STOP are configured as input pins, while FWD and BWD are configured as output pins. The application diagram is shown below.



The W51300 offers 10 operating modes that can be controlled by a microcontroller. The rising edge of pin 1 informs the W51300 to begin to count the pulses generated on pin 2, and the falling edge of pin 1 informs the W51300 to latch the pulse number. Then the number of pulses is decoded to instruct the W51300 to perform various operations. The operating modes and the corresponding waveforms are shown below.



Note: T is 5  $\mu$ S minimum at  $F_{osc} = 768$  KHz.  
 T1 is 10  $\mu$ S minimum at  $F_{osc} = 768$  KHz.

ITEM	MODE NAME	NUMBER OF PULSES ON PIN 2
1	Record	1
2	Play	2
3	Erase	3
4	Stop (for record and play)	4
5	Memory Reset	5
6	System Reset	6
7	Read CAP (Current Address Pointer)	7

Publication Release Date: April 1997  
 Revision A2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

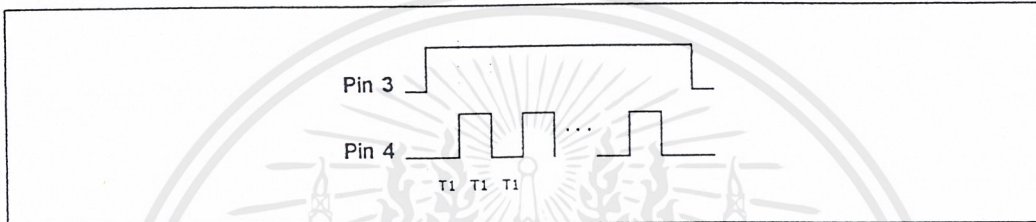
## W51300



Continued

ITEM	MODE NAME	NUMBER OF PULSES ON PIN 2
8	Read ASN (Available Segment Number)	8
9	Store 4 Bytes Data to Flash EPROM	9
10	Read 4 Bytes Data from Flash EPROM	10

After receiving a command from the microcontroller, the W51300 will send back a corresponding response, as shown below.



Note: T1 is 5 msec at Fosc = 768 KHz.

ITEM	MODE NAME	NUMBER OF PULSES GENERATED ON PIN 4
1	Accept	0
2	Error: Low Battery	1
3	Error: Memory Pull	2
4	Error: Out of Segments	3
5	Error: Wrong CAP	4
6	Unknown Mode	5
7	Unknown Error	6

When pin 3 is low and pin 4 is high, the W51300 is busy.

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	RATED VALUE	UNIT
Operating Temp.	TOPR	-	0 to +70	°C
Storage Temp.	TSTG	-	-55 to +150	°C
Power Supply	VCC-VSS	-	-0.3 to +7.0	V
Input DC Voltage	VIN	All pins	VSS -0.3 to VCC +0.3	V

Note: Exposure to conditions beyond those listed under Absolute Maximum Ratings may adversely affect the life and reliability of the device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## DC CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = 5V, V<sub>CC</sub> = 0V, T<sub>A</sub> = 25° C)

PARAMETER	SYM.	CONDITIONS	LIMITS			UNIT	
			MIN.	TYP.	MAX.		
Operating Voltage	V <sub>CC</sub>	-	3.0	4.5	5.5	V	
Standby Current	I <sub>S</sub>	All inputs = GND Data = 5V	0	0.01	1	μA	
Operating Current	I <sub>OP</sub>	No load	-	15	25	mA	
Input Voltage	High	All input pins	2.0	-	-	V	
	Low		-	-	0.8	V	
Input Low Current	I <sub>IL</sub>	V <sub>IN</sub> = 0V	0	-	1	μA	
Input High Current	Digital pins	I <sub>IH1</sub>	V <sub>IN</sub> = 5V	5	8	12	μA
	Analog pins, MIC	I <sub>IH2</sub>	V <sub>IN</sub> = 5V	0.8	1	1.2	mA
	S <sub>MODE</sub> , CPU	I <sub>IH3</sub>	V <sub>IN</sub> = 5V	-	-	1	μA
	TEST, EXTCLK	I <sub>IH4</sub>	V <sub>IN</sub> = 5V	50	75	100	μA
Output Low Current	ADDR, CLK, MODE, CTRL, DATA	I <sub>OL1</sub>	V <sub>Out</sub> = 0.5V	0.5	1.5	3	mA
	LED, BUSY	I <sub>OL2</sub>	V <sub>Out</sub> = 0.5V	6	10	15	mA
Output High Current	ADDR, CLK, MODE, CTRL, DATA	I <sub>OH1</sub>	V <sub>Out</sub> = 4.5V	-0.5	-1.5	-3	mA
	LED, BUSY	I <sub>OH2</sub>	V <sub>Out</sub> = 4.5V	-2.5	-4.5	-6.5	mA
Oscillation Frequency	F <sub>OSC</sub>	R <sub>osc</sub> = 620 KΩ	610	768	920	KHz	

Publication Release Date: April 1997  
Revision A2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## AC CHARACTERISTICS

(Vcc = 5V, Vccs = 0V, Ta = 25° C)

PARAMETER		SYM.	CONDITIONS	LIMITS			UNIT
				MIN.	TYP.	MAX.	
Input Debounce Time	Normal mode	TDEB1	FOSC = 768 KHz	21	32	42.7	mS
	CPU mode	TDEB2		1.27	1.9	2.54	μS
CLK Duty Cycle	Write	TCLK1	-	-	50	-	%
	Read	TCLK2	-	-	75	-	%
CLK Frequency	Write	FCLK1	FOSC = 768 KHz	-	384	-	KHz
	Read	FCLK2		-	192	-	KHz
ADDR Duty Cycle		TADDR	-	-	50	-	%
ADDR Frequency		FADDR	FOSC = 768 KHz	-	384	-	KHz
Input Clock Duty Cycle of Erase Pin		TIN	CPU mode	40	-	60	%
Input Clock Frequency of Erase Pin		FIN	CPU mode	-	-	100	KHz
Output Clock Duty Cycle of BWD Pin		TOUT	CPU mode	-	50	-	%
Output Clock Frequency of BWD Pin		FOUT	CPU mode, FOSC = 768 KHz	-	100	-	Hz

## ANALOG CIRCUIT CHARACTERISTICS

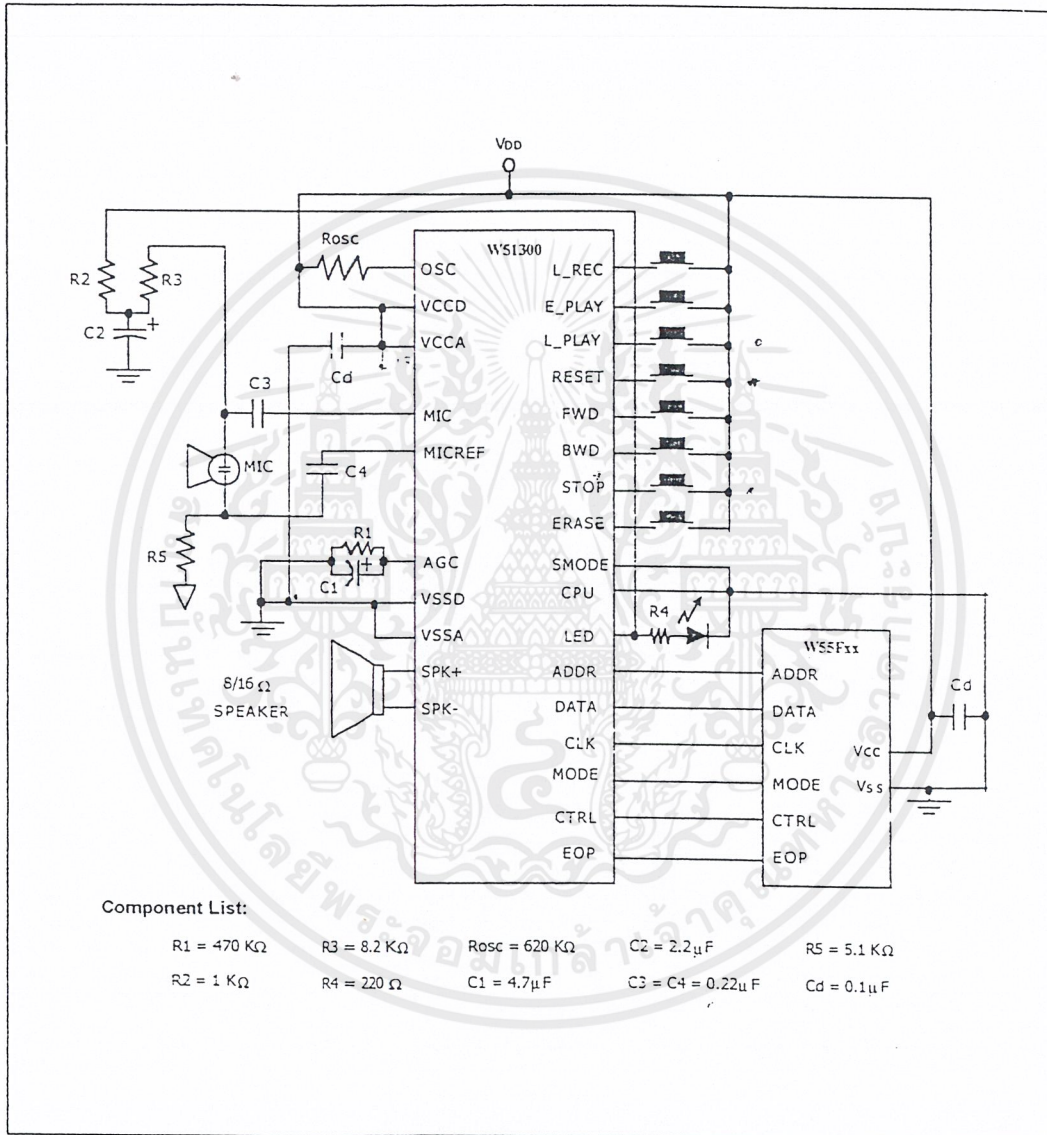
(Vcc = 5V, Vss = 0V, Ta = 25° C)

PARAMETER	SYM.	CONDITIONS	LIMITS			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
MIC Input Voltage	VMIC	Peak to Peak	-	-	20	mV
MIC Input Resistance	RMIC	-	-	10	-	KΩ
Passband of LPF	BW	FOSC = 768 KHz	-	3.5	-	KHz
Speaker Output Power	POUT	REXT = 16Ω, rms	-	-	50	mW
Speaker Voltage Output	VOUT	REXT = 600Ω	-	-	1.2	VP-P
Speaker Current Output	IAUD	VCC = 4.5V, RL = 100Ω	-4.0	-5.0	-6.0	mA
Speaker Resistance	RSP	-	8	16	-	Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TYPICAL APPLICATION CIRCUIT (for reference only)



- Notes:
1. R1 and C1 can be adjusted for different AGC attack time and release time.
  2. Set C3 = C4 to reduce ground noise.

Publication Release Date: April 1997  
Revision A2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## W55FXX



## SERIAL FLASH EEPROM SERIES

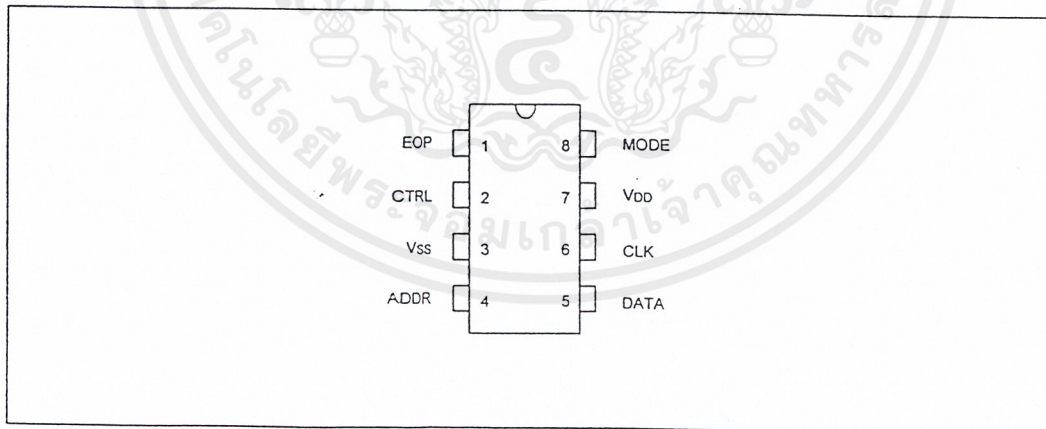
## GENERAL DESCRIPTION

The W55FXX is a serial input/output flash EEPROM series that is typically used as the memory cell of a W51300 (voice recorder controller) or the ROM code emulator for the *PowerSpeech™* series. The single voltage supply eliminates the need for an extra pump circuit during programming and erasing.

## FEATURES

- Provides CLK, ADDR, and DATA pins to operate with Winbond *PowerSpeech™* series
- 512K/1M/2M memory sizes available
- Directly cascadable for longer duration
- Fast frame-write operation
  - Frame (32 bits) program cycle time: 400  $\mu$ S (typ.)
- Fast whole-chip-erase duration: 50 mS (max.)
- Read data access time: 500 nS (max.)
- Program/erase cycles: 10,000 (typ.)
- Data retention: 10 years (typ.)
- Low power consumption:
  - Operating: 5 mA (typ.)
  - Standby: 2  $\mu$ A (typ.)

## PIN CONFIGURATION



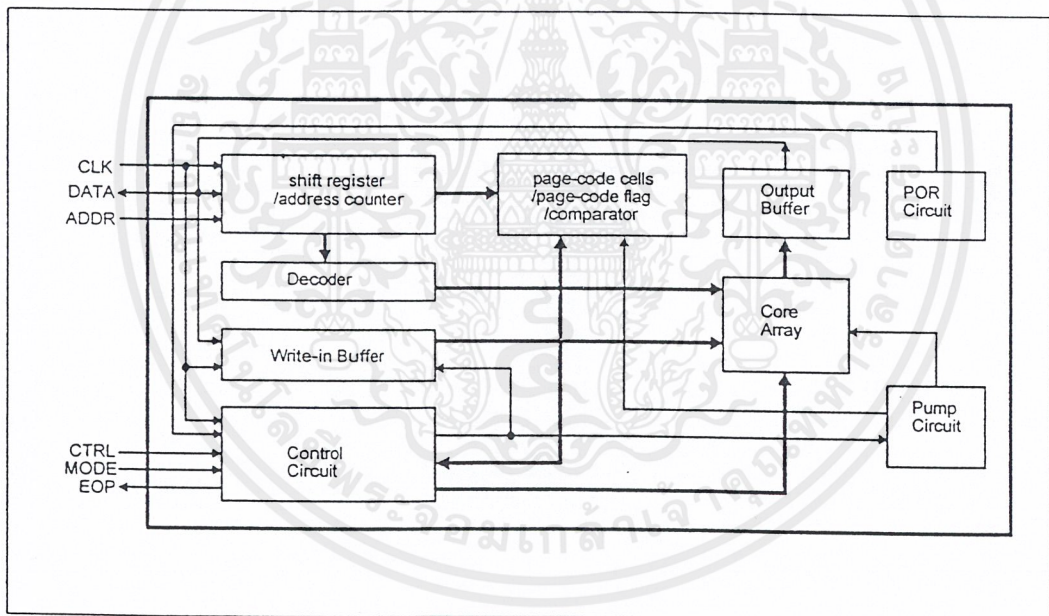
Publication Release Date: August 1996  
Revision A2



## PIN DESCRIPTION

NO.	PIN NAME	I/O	DESCRIPTION
1	EOP	O	End of process signal output
2	CTRL	I	Enable signal for program and erase operations when MODE = 0 Input clock for mode counter when MODE = 1
3	Vss	I	Ground
4	ADDR	I	Input clock for start address shift-in
5	DATA	I/O	Bidirectional data line
6	CLK	I	Input clock for data write-in and read-out
7	VDD	I	Positive voltage supply
8	MODE	I	Mode select control pin

## BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	RATED VALUE	UNIT
Operating Temp.	TOPR	-	0 to +70	°C
Storage Temp.	TSTG	-	-65 to +150	°C
Power Supply	VDD-VSS	-	-0.3 to +7.0	V
Input DC Voltage	VDC	All pins	-0.5 to VDD +1.0	V
Transient Voltage (< 20 nS)	VTRAN	All pins	-1.0 to VDD +1.0	V

Note: Exposure to conditions beyond those listed under Absolute Maximum Ratings may adversely affect the life and reliability of the device.

### DC CHARACTERISTICS

(VDD = 4.5V, VSS = 0V, TA = 25° C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	LIMITS			UNIT	
			MIN.	TYP.	MAX.		
Operating voltage	VDD	-	2.4 (Note)	4.5	5.5	V	
Standby current	ISB	All inputs = GND DATA & EOP open	-	2	4	μA	
Operating current	IOP	In read mode DATA & EOP open Fosc = 1 MHz	-	5	10	mA	
Input voltage	High	All input pins	2.0		VDD	V	
	Low		VIL	-0.3	-	0.8	V
Output current	Sink	IO L	VO L = 0.5V	2.5	5	-	mA
	Drive	IO H	VO H = 4.0V	-2.5	-5	-	mA
Input leakage current of CTRL, MODE	ILI1	VIN = 4.5V	-	-	4.5	μA	
Input leakage current of DATA	ILI2	VIN = 0V	-	-	-4.5	μA	

Note: For been working with W52900, the minimum operating voltage couldn't be less than 3.6 volt.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## AC CHARACTERISTICS

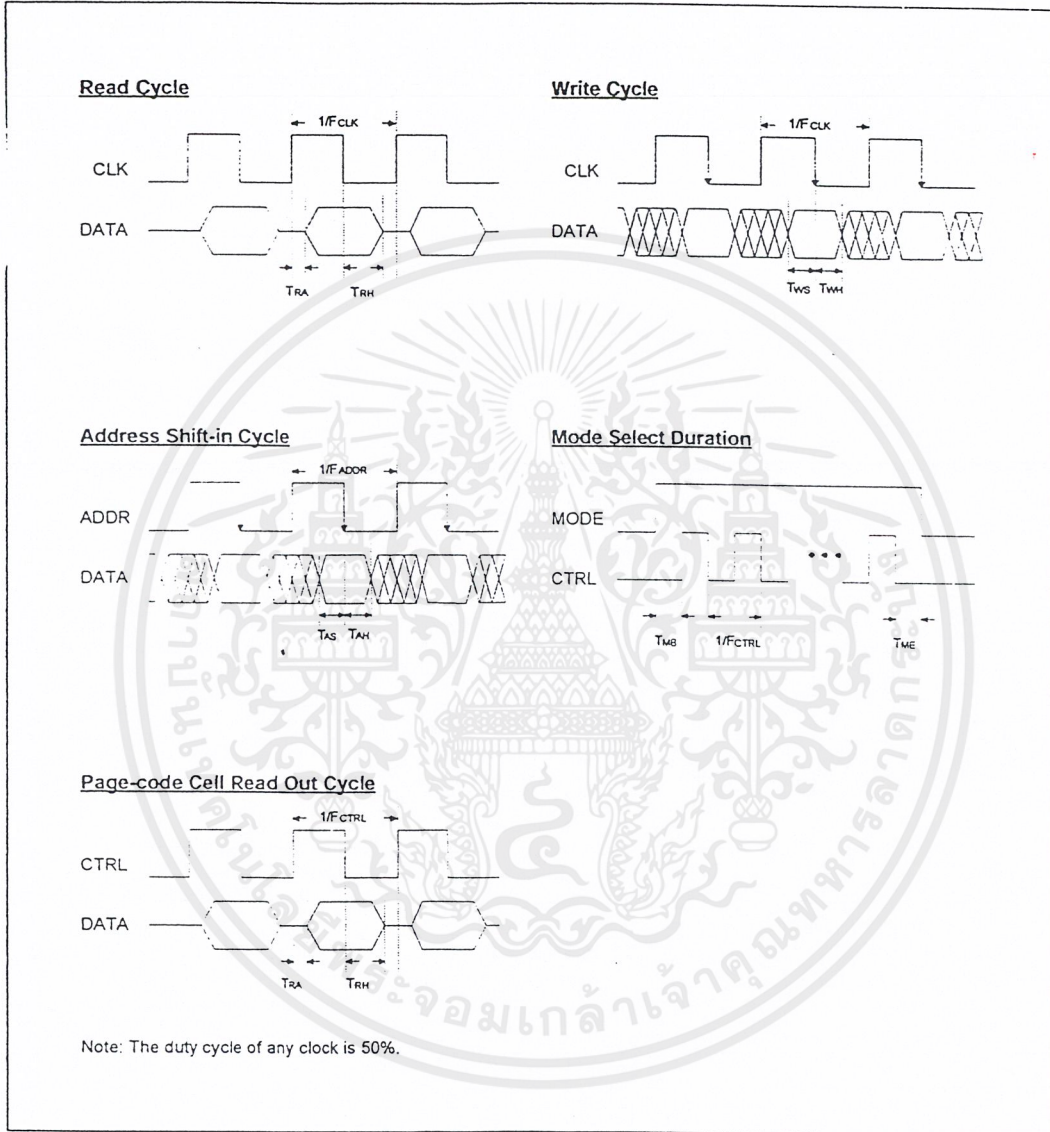
(V<sub>DD</sub> = 4.5V, V<sub>SS</sub> = 0V, T<sub>A</sub> = 25° C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
MODE pulse width	TMP	-	1	-	-	μS
CTRL pulse width	TWP	Page coding mode	400	-	700	μS
Clock frequency of ADDR	FADDR	-	-	-	1	MHz
Clock frequency of CLK	FCLK	-	-	-	1	MHz
Clock frequency of CTRL	FCTRL	-	-	-	1	MHz
Interval between ADDR end & CLK begin	Ti	Read/Write mode	1	-	-	μS
Interval between CLK & CTRL	TGCC	Write mode	1	-	-	μS
Interval between ADDR & CTRL	TGCA	Page coding mode	1	-	-	μS
Interval between addressing end & block-erase begin	TAE	Block erase mode	1	-	-	μS
Interval between MODE rising edge & CTRL clock begin	TMB	Mode selection	500	-	-	nS
Interval between CTRL clock end & MODE falling edge	TME	Mode selection	500	-	-	nS
Interval between MODE falling edge & another pin active	TGM	-	1	-	-	μS
Data access time	TRA	Read mode	-	-	500	nS
Data set up time	TWS	Write mode	250	-	-	nS
	TAS	-	250	-	-	nS
Data hold time	TRH	Read mode	0	-	-	nS
	TWH	Write mode	10	-	-	nS
	TAH	-	10	-	-	nS
Programming duration	TPR	Write mode	400	-	-	μS
Whole-chip-erase time	TWE	Whole-chip-erase mode	45	-	50	mS
Block-erase time	TBE	Block-erase mode	40	-	45	mS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**TIMING WAVEFORM**

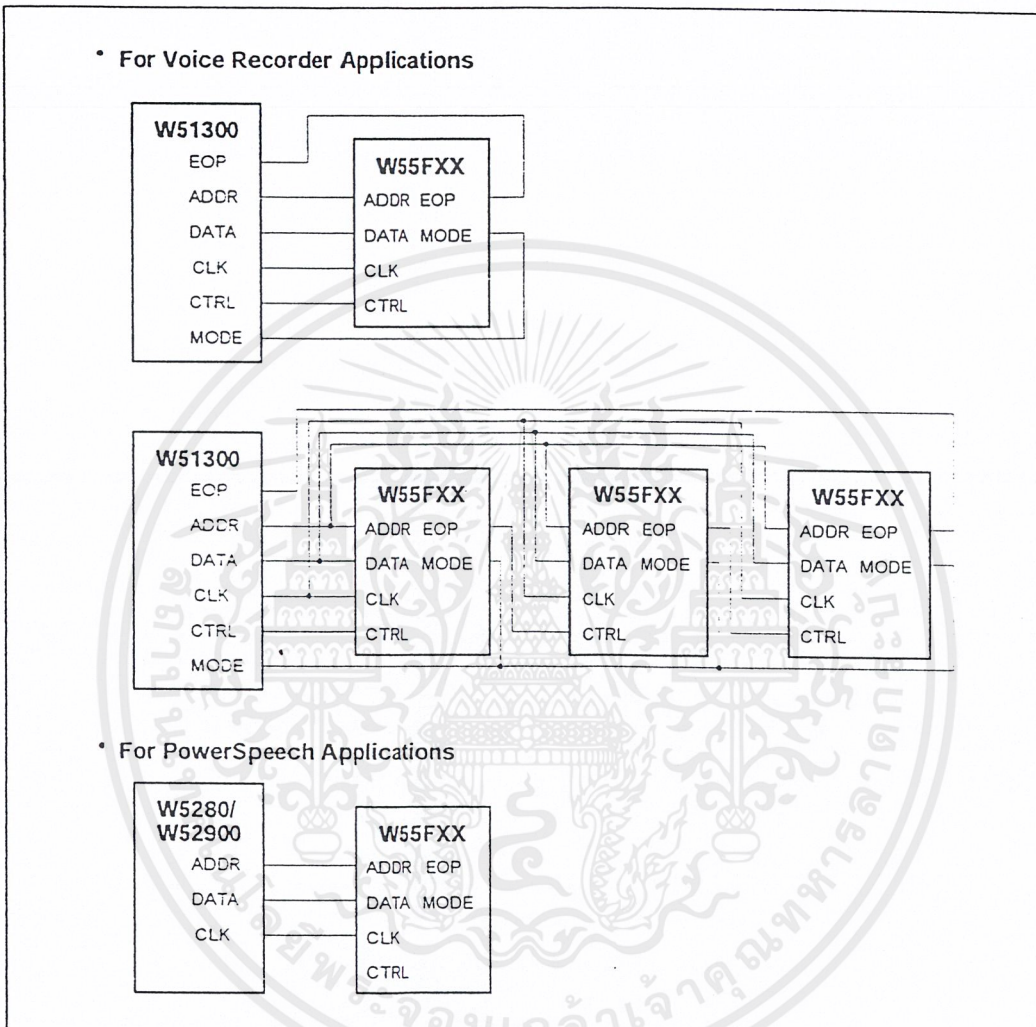


Publication Release Date: August 1996  
Revision A2

## W55FXX



## APPLICATION CIRCUITS (for reference only)



## ORDERING INFORMATION

PART NO.	MEMORY SIZE
W55F05	512K BITS
W55F10	1M BITS
W55F20	2M BITS

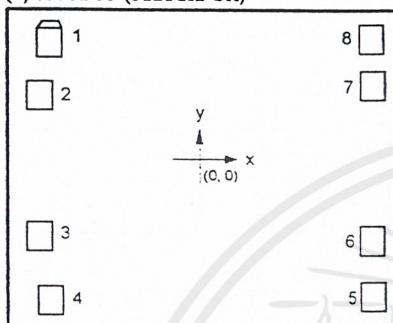
W55FXX



## SERIAL FLASH EPROM

## BONDING PAD DIAGRAM

(1)W55F05 (512Kx1 bit)



PAD NO.	PAD NAME	X	Y
1	EOP	-1332.11	1079.14
2	CTRL	-1379.23	862.70
3	Vss	-1397.17	-674.38
4	ADDR	-1379.23	-1006.25
5	DATA	1381.56	-968.18
6	CLK	1378.99	-706.93
7	VDD	1378.99	884.64
8	MODE	1378.99	1037.62

Note: Substrate must be tied to Vss.

Publication Release Date: Oct. 1997  
Revision A3

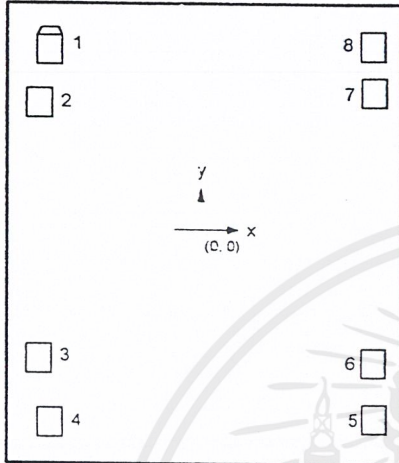
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W55FXX



## SERIAL FLASH EPROM

(2)W55F10 (1Mx1 bit)



PAD NO.	PAD NAME	X	Y
1	EOP	-1777.04	2135.52
2	CTRL	-1825.04	1853.68
3	Vss	-1860.64	-1752.32
4	ADDR	-1825.04	-2143.76
5	DATA	1824.72	-2068.96
6	CLK	1824.72	-1778.00
7	VDD	1819.44	1907.92
8	MODE	1824.72	2151.28

Note: Substrate must be tied to Vss.

Publication Release Date: Oct. 1997  
Revision A3

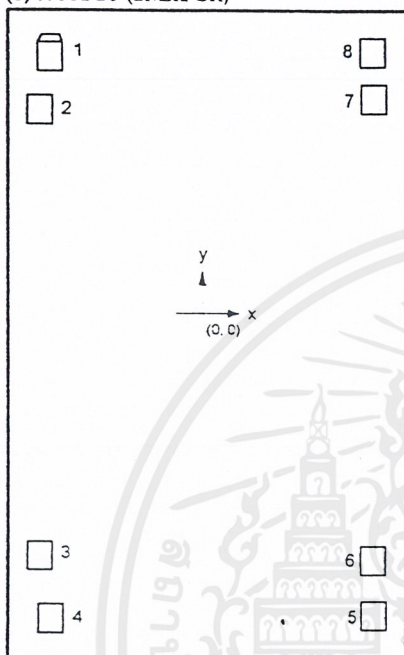
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W55FXX



## SERIAL FLASH EPROM

(3)W55F20 (2Mx1 bit)



PAD NO.	PAD NAME	X	Y
1	EOP	-1332.11	2828.72
2	CTRL	-1379.23	2612.28
3	Vss	-1397.17	-2426.88
4	ADDR	-1379.23	-2758.76
5	DATA	1381.56	-2720.68
6	CLK	1378.99	-2459.43
7	VDD	1378.99	2634.22
8	MODE	1378.99	2787.20

Note: Substrate must be tied to Vss.



Headquarters  
 No. 4, Creation Rd., III  
 Science-Based Industrial Park  
 Hsinchu, Taiwan  
 TEL: 886-35-770066  
 FAX: 886-35-792697  
 www: <http://www.winbond.com.tw/>

Taipei Office  
 11F, No. 115, Sec. 3, Min-Sheng East Rd.  
 Taipei, Taiwan  
 TEL: 886-2-7190505  
 FAX: 886-2-7197502  
 TLX: 16485 WINTPE

Winbond Electronics (H.K.) Ltd.  
 Rm. 803, World Trade Square, Tower II  
 123 Hoi Bun Rd., Kwun Tong  
 Kowloon, Hong Kong  
 TEL: 852-27516023-7  
 FAX: 852-27552064

Winbond Electronics  
 (North America) Corp.  
 2730 Orchard Parkway  
 San Jose, CA 95134 U.S.A.  
 TEL: 1-408-9436666  
 FAX: 1-408-9436668

Note: All data and specifications are subject to change without notice.

Publication Release Date: Oct. 1997  
 Revision A3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISO<sup>2</sup>-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

May 1995

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

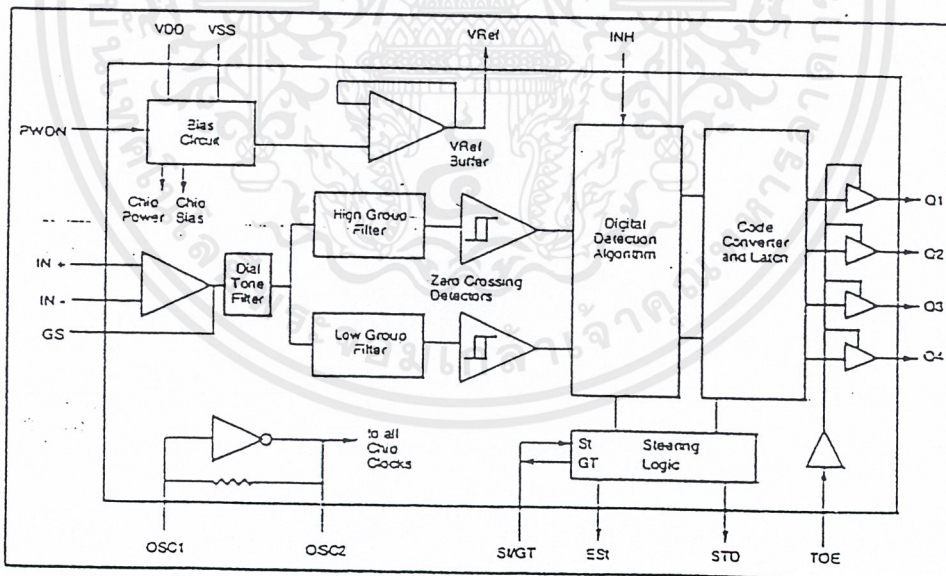


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

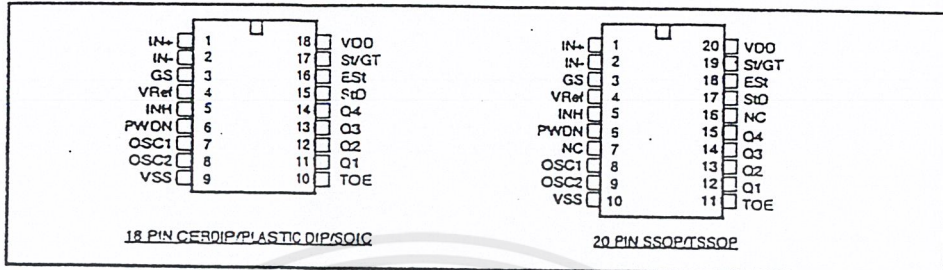


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**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

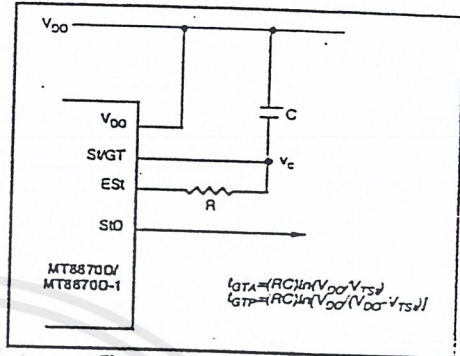


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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<sub>c</sub> (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

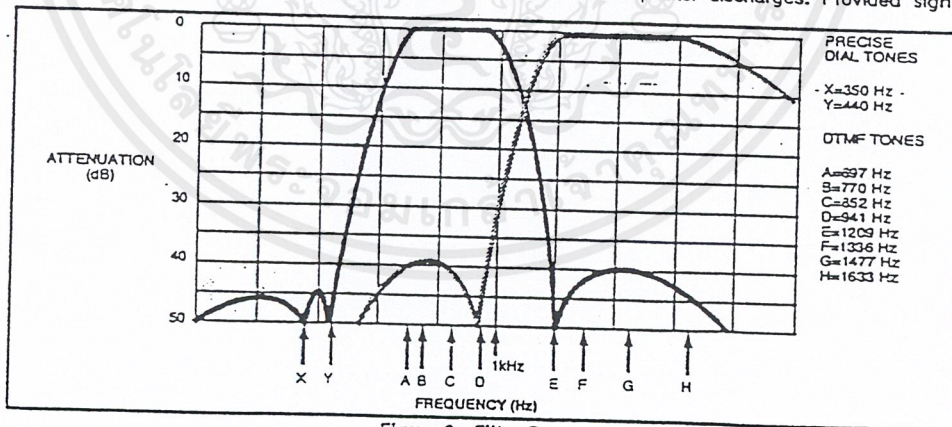


Figure 3 - Filter Response

MT8870D/MT8870D-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

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

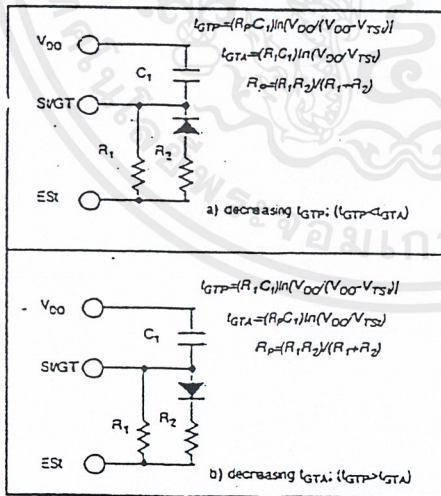


Figure 5 - Guard Time Adjustment

Digit	TOE	:NH	EST	$Q_0$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$
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
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  $t_{ID}$  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  $1/2 V_{DD}$ . 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.

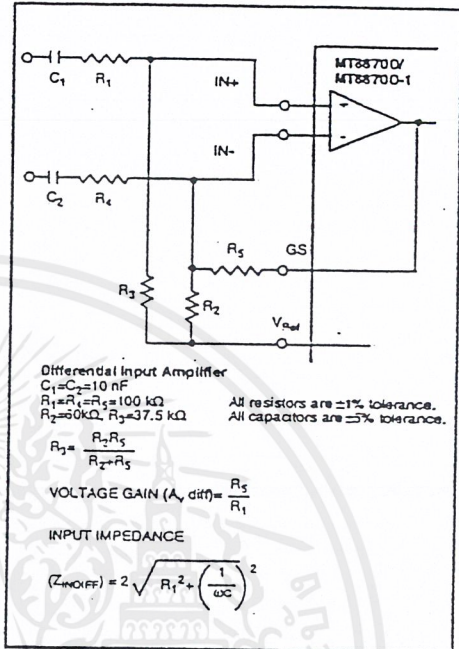


Figure 6 - Differential Input Configuration

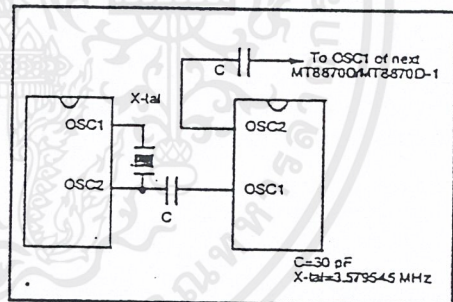


Figure 7 - Oscillator Connection

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

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

MT8870D/MT8870D-1 ISO<sup>2</sup>-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 5%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

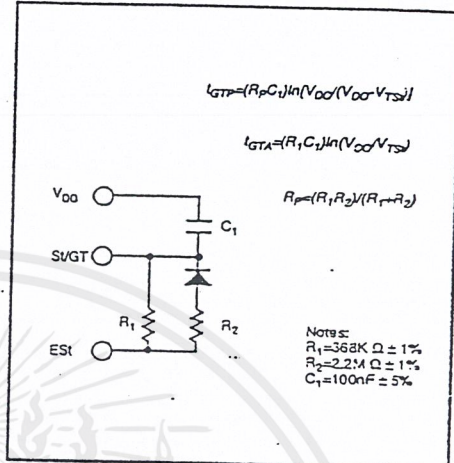


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

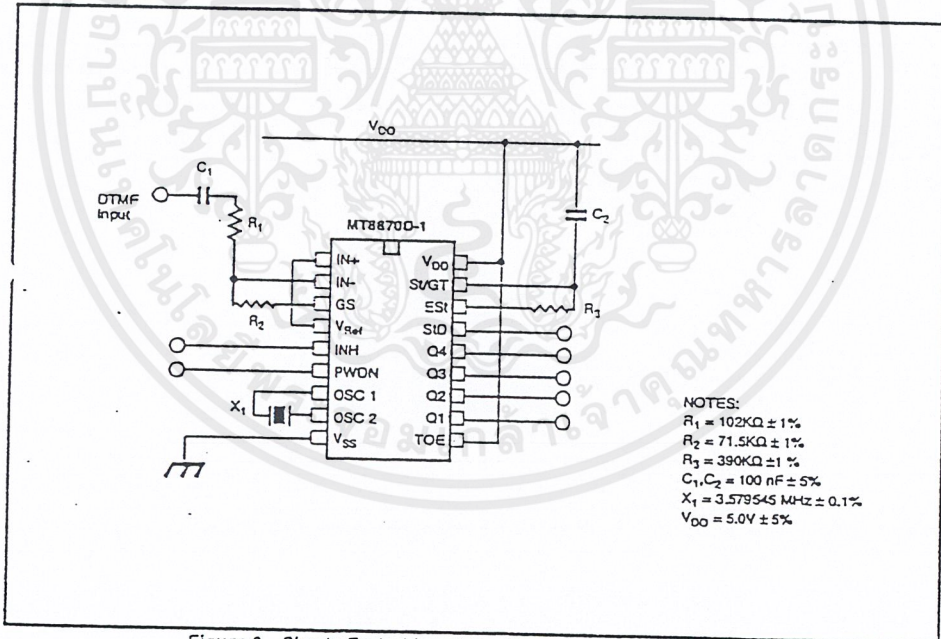


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

ISO<sup>2</sup>-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 <sup>‡</sup>	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	$\Delta f_c$		±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 -  $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$ ,  $V_{SS}=0V$ ,  $-40^\circ C \leq T_O \leq +85^\circ C$ , unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>‡</sup>	Max	Units	Test Conditions	
1	S U P P L Y	Standby supply current	$I_{DDQ}$	10	25	μA	$PW_{DN}=V_{DD}$	
2		Operating supply current	$I_{DD}$	3.0	9.0	mA		
3		Power consumption	$P_D$		15		mW	$f_c=3.579545$ MHz
4	I N P U T S	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	$I_{NH}=5.0V$ , $PW_{DN}=5.0V$ , $V_{DD}=5.0V$
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	O U T P U T S	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	$R_{OR}$		1		kΩ	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>†</sup>	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	$I_{IN}$			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	$R_{IN}$	10			M $\Omega$	
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			$V_{DD}$	Load $\geq$ 100 k $\Omega$ to $V_{SS}$ $\oplus$ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	$C_L$			100	$\mu$ F	
10	Resistive load (GS)	$R_L$			50	k $\Omega$	
11	Common mode range	$V_{CM}$	2.5			$V_{DD}$	No Load

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>†</sup>	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 <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2$ Hz				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
7	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

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

## \*NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO<sup>2</sup>-CMOS MT8870D/MT8870D-1

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>2</sup>	Max	Units	Notes <sup>*</sup>
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 <sub>RMS</sub>	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV <sub>RMS</sub>	
3	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
4	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
5	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2$ Hz				2,3,5,9
6	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
7	Third zone tolerance			-18.5		dB	2,3,4,5,9,12
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

<sup>\*</sup> Typical figures are at 25 °C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

<sup>\*</sup> NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>2</sup>	Max	Units	Conditions
T I M I N G	Tone present detect time	$t_{DP}$	5	11	14	ms	Note 1
	Tone absent detect time	$t_{DA}$	0.5	4	8.5	ms	Note 1
	Tone duration accept	$t_{REC}$			40	ms	Note 2
	Tone duration reject	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	Note 2
	Interdigit pause accept	$t_D$			40	ms	Note 2
	Interdigit pause reject	$t_{DO}$	20			ms	Note 2
O U T P U T S	Propagation delay (St to Q)	$t_{PO}$		8	11	$\mu s$	TOE= $V_{DD}$
	Propagation delay (St to StD)	$t_{PSiD}$		12	16	$\mu s$	TOE= $V_{DD}$
	Output data set up (Q to StD)	$t_{QSiD}$		3.4		$\mu s$	TOE= $V_{DD}$
	Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	$t_{PTE}$		50		ns	load of 10 k $\Omega$ , 50 pF
	Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	$t_{PTD}$		300		ns	load of 10 k $\Omega$ , 50 pF
P O W N	Power-up time	$t_{PU}$		30		ms	Note 3
	Power-down time	$t_{PD}$		20		ms	
C L O C K	Crysta/clock frequency	$f_C$	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
	Clock input rise time	$t_{LHCL}$			110	ns	Ext. clock
	Clock input fall time	$t_{HLCL}$			110	ns	Ext. clock
	Clock input duty cycle	DC <sub>CL</sub>	40	50	60	%	Ext. clock
	Capacitive load (OSC2)	$C_{LO}$				30	pF

<sup>2</sup> 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,  $t_{DQ}$  equals time from PDWN going low until EST going high.

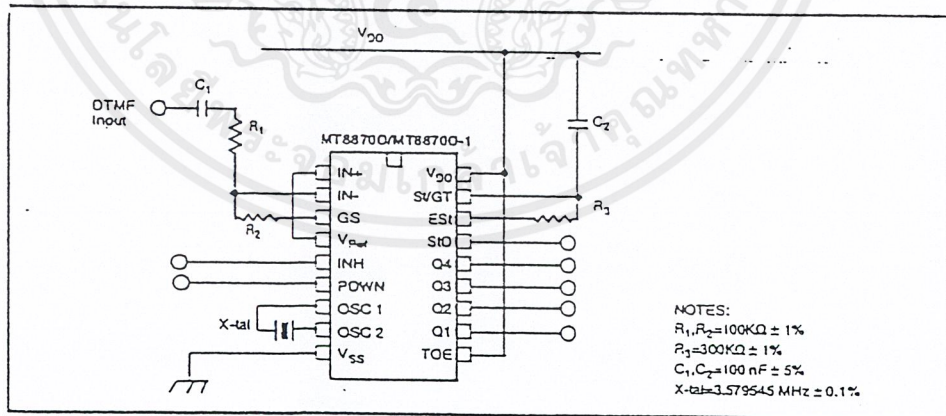


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

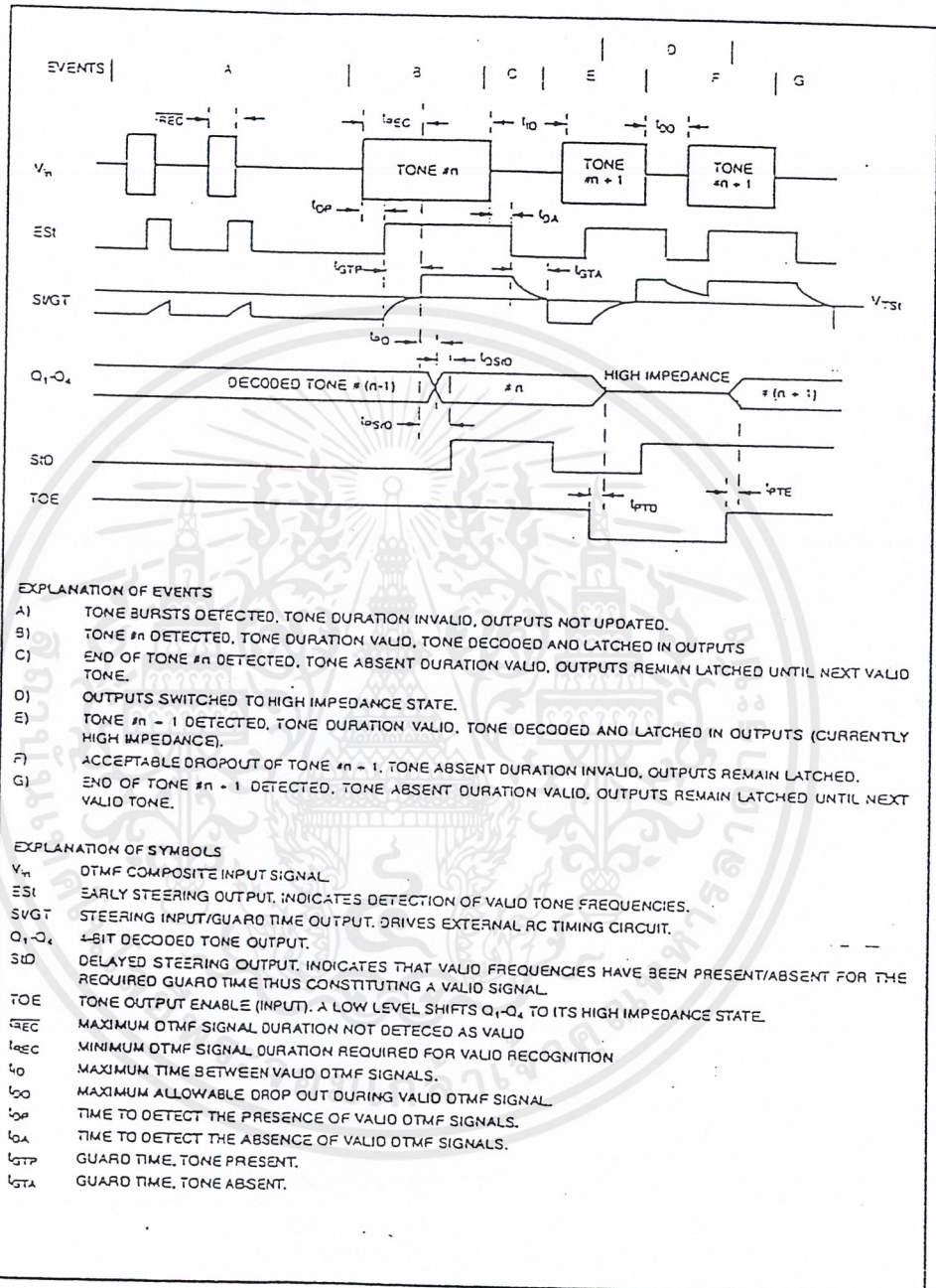


Figure 11 - Timing Diagram

**MOTOROLA  
SEMICONDUCTOR  
TECHNICAL DATA**

**MC34014**

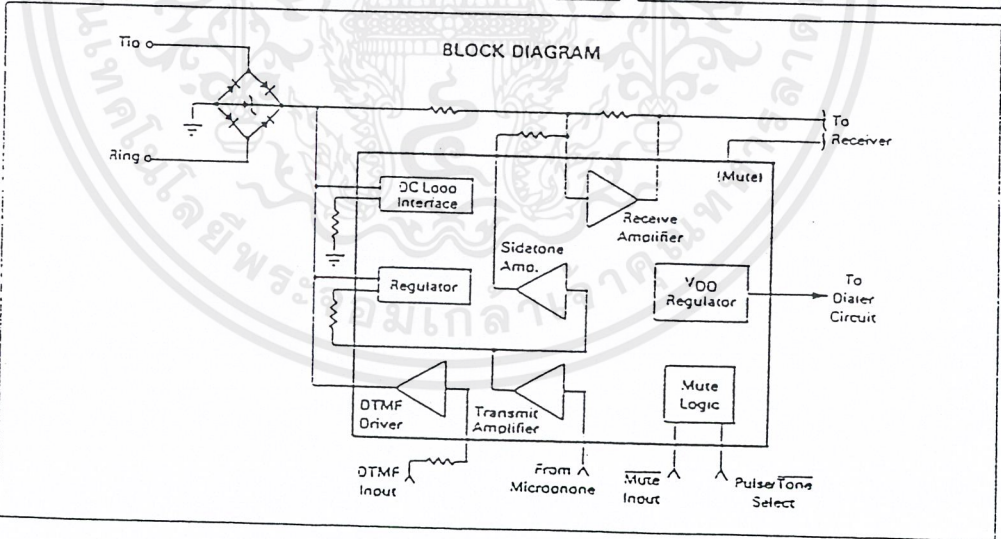
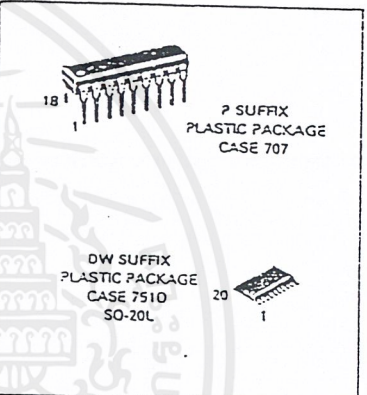
**Specifications and Applications  
Information**

**TELEPHONE SPEECH NETWORK  
WITH  
DIALER INTERFACE**  
  
**SILICON MONOLITHIC  
INTEGRATED CIRCUIT**

**TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER  
INTERFACE**

The MC34014 is a Telephone Speech Network integrated circuit which incorporates adjustable transmit, receive, and sidetone functions, a dc loop interface circuit, tone dialer interface, and a regulated output voltage for a pulse-tone dialer. Also included is an equalization circuit which compensates gains for line length variations. The conversion from 2-to-4 wire is accomplished with a supply voltage as low as 1.5 volts. The MC34014 is packaged in a standard 18-pin (0.3" wide) plastic DIP and a 20-pin SOIC package.

- Transmit, Receive, and Sidetone Gains Set by External Resistors
- Loop Length Equalization for Transmit, Receive, and Sidetone Functions
- Operates Down to 1.5 volts (V+) in Speech Mode
- Provides Regulated Voltage for CMOS Dialer
- Speech Amplifiers Muted During Pulse and Tone Dialing
- DTMF Output Level Adjustable with a Single Resistor
- Compatible with 2-Terminal Electret Microphones
- Compatible with Receiver Impedances of 150  $\Omega$  and Higher

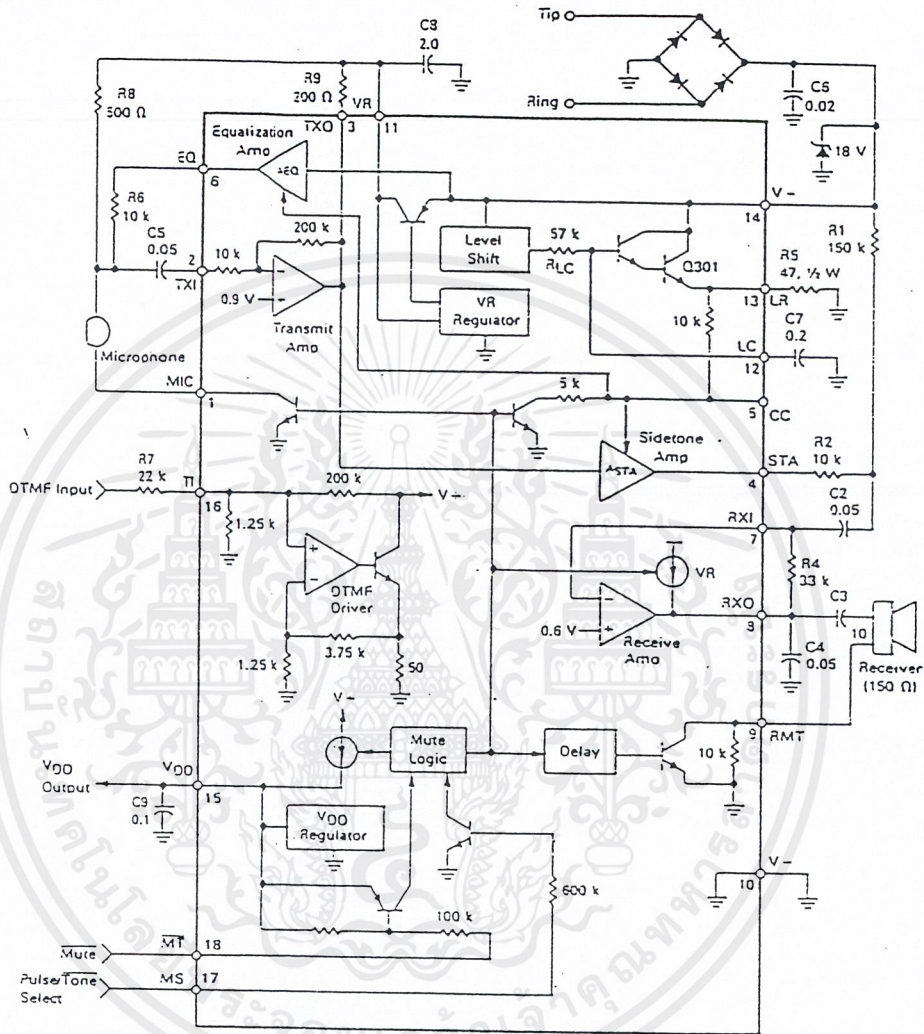


## PIN DESCRIPTION (See Figure 1)

Pin #	Pin #	Name	Description
SOIC	DIP		
1	1	MIC	Microphone negative supply. Bias current from the secret microphone is returned to V- through this pin, through an open collector NPN transistor whose base is controlled by an internal mute signal. During dialing, the transistor is off, disconnecting the microphone.
2	2	TXI	Transmit amplifier input. Input impedance is 10 k $\Omega$ . Signals from the microphone are input through capacitor C5 to TXI.
3	3	TXO	Transmit amplifier output. The ac signal current from this output flows through the V <sub>g</sub> series pass transistor via R9 to drive the line at V+. Increasing R9 will decrease the signal at V-. The output is biased at -0.65 V to allow for maximum swing of ac signals. The closed loop gain from TXI to TXO is internally set at 25 dB.
4	4	STA	Sidetone amplifier output. Input to this amplifier is TXO. The signal at STA cancels the sidetone signals in the receive amplifier. The signal level at STA increases with loop length.
5	5	CC	Compensation Capacitor. A capacitor from CC to ground will compensate the loop length equalization circuit when additional stability is required. In most applications, CC remains open.
7	5	EQ	Equalization amplifier output. A portion of the V- signal is present on this pin to provide negative feedback around the transmit amplifier. The feedback decreases with increasing loop length, causing the ac impedance of the circuit to increase.
3	7	RXI	Receive amplifier input. Input impedance is >100 k $\Omega$ . Signals from the line and sidetone amplifier are summed at RXI.
3	8	RXO	Receive Amplifier output. RXO is biased by a 2.5 mA current source. Feedback maintains the dc bias voltage at -0.65 V. Increasing R4 (between RXO and RXI) will increase the receive gain. C4 stabilizes the amplifier. C3 couples the signals to the receiver. The 2.5 mA current source is reduced to 0.4 mA when dialing.
10	3	RMT	Receiver Mute. The ac receiver current is returned to V- through an open collector NPN transistor and a parallel 10 k $\Omega$ resistor. The base of the NPN is controlled by an internal mute signal. During dialing the transistor is off, leaving the 10 k $\Omega$ resistor in series with the receiver.

Pin #	Pin #	Name	Description
SOIC	DIP		
11	10	V-	Negative supply. The most negative input connected to Tio and Ring through the polarity guard diode bridge.
12	11	VR	Regulated voltage output. The VR voltage is regulated at 1.2 V and biases the microphone and the speech circuits. An internal series pass PNP transistor allows for regulation with a line voltage as low as 1.5 V. Capacitor C3 stabilizes the regulator.
13	12	LC	DC load capacitor. An external capacitor C7 and an internal resistor form a low pass filter between V- and LR to prevent ac signals from being loaded by the ac load resistor R5. Forcing LC to V- will turn off the ac load current and increase the V- voltage.
14	13	LR	DC load resistor. Resistor R5 from LR to V- determines the dc resistance of the telephone, and removes power dissipation from the chip. The LR pin is biased 2.8 volts below the V- voltage (4.5 volts in the tone dialing mode).
15	14	V+	Positive supply. V+ is the positive line voltage (from Tio & Ring) through the polarity guard bridge. All sections of the MC4014 are powered by V+.
17	15	VDD	VDD regulator. VDD is the output of a shunt type regulator with a nominal voltage of 1.3 V. The nominal output current is increased from 550 $\mu$ A to 2 mA when dialing. Capacitor C3 stabilizes the regulator and sustains the VDD voltage during pulse dialing.
19	16	Ti	Tone input. The DTMF signal from a dialer circuit is input at Ti through an external resistor R7. The current at Ti is amplified to drive the line at V-. Increasing R7 will reduce the DTMF output levels. The input impedance at Ti is nominally 1.25 k $\Omega$ .
19	17	MS	Mode select. This pin is connected through an internal 500 k $\Omega$ resistor to the base of an NPN transistor. A Logic "1" (>2.0 V) selects the pulse dialing mode. A Logic "0" (<0.3 V) selects the tone dialing mode.
20	3	MT	Mute input. MT is connected through an internal 100 k $\Omega$ resistor to the base of a PNP transistor, with the emitter at VDD. A Logic "0" (<1.0 V) will mute the network for either pulse or tone dialing. A Logic "1" (>0.3 V) puts the MC4014 into the speech mode.

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT



NOTE: Pin numbers are for 18 pin DIP.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Voltages referred to V-, T<sub>A</sub> = 25°C) (See Note 1.)

Parameter	Value	Units
V- Voltage	-1.0, +18	Vdc
V <sub>DD</sub> (externally applied, V- = 0)	-1.0, +6	Vdc
V <sub>LR</sub>	-1.0, V+ - 3.0	Vdc
MT, MS Inputs	-1.0, V <sub>DD</sub> - 1.0	Vdc
Storage Temperature	-65, +150	°C

NOTE 1: Devices should not be operated at these values. The "Recommended Operating Conditions" provide conditions for actual device operation.

## RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Parameter	Value	Units
V+ Voltage (Speech Mode) (Tone Dialing Mode)	-1.5 to -15 -3.3 to -15	Vdc
I <sub>TXO</sub> (Instantaneous)	0 to 10	mA
Ambient Temperature	-20 to +60	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Refer to Figure 1) (T<sub>A</sub> = 25°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
<b>LINE INTERFACE</b>					
V- Voltage	V-				Vdc
I <sub>loop</sub> = 20 mA (Speech/Pulse Mode)		2.6	3.2	3.8	
I <sub>loop</sub> = 30 mA (Speech/Pulse Mode)		3.0	3.7	4.4	
I <sub>loop</sub> = 120 mA (Speech/Pulse Mode)		7.0	3.2	9.5	
I <sub>loop</sub> = 20 mA (Tone Mode)		4.1	4.9	5.7	
I <sub>loop</sub> = 30 mA (Tone Mode)		4.6	5.4	6.2	
V- Current (Pin 12 Grounded)	I-				mA
V- = 1.7 V (Speech Mode)		4.0	8.6	3.5	
V- = 12 V (Speech/Pulse Modes)		5.5	3.4	12.5	
V- = 12 V (Tone Mode)		5.0	3.8	14.0	
LR Level Shift (V- = V <sub>LR</sub> ) (Speech/Pulse Mode) (Tone Mode)	ΔV <sub>LR</sub>	—	2.7 4.3	—	Vdc
LC Terminal Resistance	R <sub>LC</sub>	36	37	34	Ω
<b>VOLTAGE REGULATORS</b>					
VR Voltage (V- = 1.7 V)	V <sub>R</sub>	1.1	1.2	1.3	Vdc
Load Regulation (0 mA < I <sub>Q</sub> < 5.0 mA)	ΔV <sub>RLO</sub>	—	20	—	mV
Line Regulation (2.0 V < V- < 5.5 V)	ΔV <sub>RLN</sub>	—	25	—	mV
V <sub>DD</sub> Voltage (V- = 4.5 V)	V <sub>DD</sub>	3.0	3.3	3.8	Vdc
Load Regulation (0 < I <sub>DD</sub> < 1.5 mA) (Dialing Mode)					
Line Regulation (All Modes) (4.0 V < V- < 3.0 V)	ΔV <sub>DDLO</sub>	—	0.25	—	Vdc
Max. Output Current (Speech Mode)	ΔV <sub>DDLN</sub>	—	50	—	mV
Max. Output Current (Dialing Mode)	I <sub>DDSP</sub>	375	550	1000	μA
	I <sub>DDOL</sub>	1.5	2.0	1.5	mA
V <sub>DD</sub> Leakage Current (V- = 0, V <sub>DD</sub> = 3.0 V)	I <sub>DDLK</sub>	—	—	1.5	μA
<b>SPEECH AMPLIFIERS</b>					
<b>Transmit Amplifier</b>					
Gain (TXI to TXO)	A <sub>TXO</sub>	—	20	—	V/V
TXO Bias Voltage (Speech/Pulse Mode)	V <sub>TXOSP</sub>	0.45	0.52	0.60	x V <sub>R</sub>
TXO Bias Voltage (Tone Mode Model)	V <sub>TXOOL</sub>	VR - 25	VR - 5.0	—	mV
TXO High Voltage (Speech/Pulse Mode)	V <sub>TXOH</sub>	VR - 25	VR - 5.0	—	mV
TXO Low Voltage (Speech/Pulse Mode)	V <sub>TXOL</sub>	—	125	250	mV
TXI Input Resistance	R <sub>TXI</sub>	—	10	—	Ω
<b>Receive Amplifier</b>					
RXO Bias Voltage (All Modes)	V <sub>RXO</sub>	0.45	0.52	0.60	x V <sub>R</sub>
RXO Source Current (Speech Mode)	I <sub>RXOSP</sub>	1.5	2.0	—	mA
RXO Source Current (Pulse/Tone Mode)	I <sub>RXOOL</sub>	200	400	—	μA
RXO High Voltage (All Modes)	V <sub>RXOH</sub>	VR - 100	VR - 50	—	mV
RXO Low Voltage (All Modes)	V <sub>RXOL</sub>	—	50	150	mV

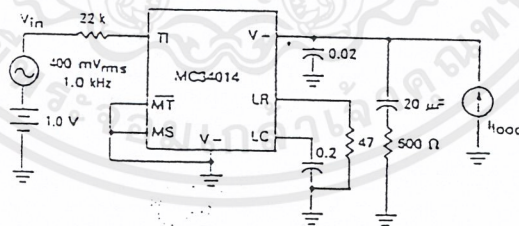
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — (continued) (T<sub>A</sub> = 25°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
<b>MICROPHONE, RECEIVER CONTROLS</b>					
MIC Saturation Voltage (Speech Mode, I = 500 μA)	VOLMIC	—	50	125	mV
MIC Leakage Current (Dialing Mode, Pin 1 = 3.0 V)	I <sub>MICLX</sub>	—	0	5.0	μA
RMT Resistance (Speech Mode) (Dialing Mode)	R <sub>RMTSP</sub>	—	8.0	15	Ω
	R <sub>RMTDL</sub>	5.0	10	18	κΩ
RMT Delay (Dialing to Speech)	t <sub>RMT</sub>	2.0	4.0	20	ms
<b>DIALING INTERFACE</b>					
MT Inout Resistance	R <sub>MT</sub>	58	100	—	κΩ
MT Inout High Voltage	V <sub>IHMT</sub>	V <sub>DD</sub> - 0.3	—	—	V <sub>dc</sub>
MT Inout Low Voltage	V <sub>ILMT</sub>	—	—	1.0	V <sub>dc</sub>
MS Inout Resistance	R <sub>MS</sub>	280	500	—	κΩ
MS Inout High Voltage	V <sub>IHMS</sub>	2.0	—	—	V <sub>dc</sub>
MS Inout Low Voltage	V <sub>ILMS</sub>	—	—	0.3	V <sub>dc</sub>
TI Inout Resistance	R <sub>TI</sub>	—	1.25	—	κΩ
DTMF Gain (See Figure 2) (V <sub>o</sub> /V <sub>in</sub> )	A <sub>DTMF</sub>	3.2	4.8	5.2	dB
<b>SIDETONE AMPLIFIER</b>					
Gain (TXO to STA) (Speech Mode) @ V <sub>LR</sub> = 0.5 V (Speech Mode) @ V <sub>LR</sub> = 2.5 V (Pulse Mode) @ V <sub>LR</sub> = 0.2 V (Pulse Mode) @ V <sub>LR</sub> = 1.0 V	A <sub>STA</sub>	—	-15	—	dB
		—	-21	—	
		—	-15	—	
		—	-21	—	
STA Bias Voltage (All Modes)	V <sub>STA</sub>	0.65	0.8	0.9	x V <sub>R</sub>
<b>EQUALIZATION AMPLIFIER</b>					
Gain (V <sub>+</sub> to EQ) (Speech Mode) @ V <sub>LR</sub> = 0.5 V (Speech Mode) @ V <sub>LR</sub> = 2.5 V (Pulse Mode) @ V <sub>LR</sub> = 0.2 V (Pulse Mode) @ V <sub>LR</sub> = 1.0 V	A <sub>EQ</sub>	—	-12	—	dB
		—	-2.5	—	
		—	-12	—	
		—	-2.5	—	
EQ Bias Voltage (Speech Mode) @ V <sub>LR</sub> = 0.5 V (Pulse Mode) @ V <sub>LR</sub> = 0.5 V (Speech, Pulse) @ V <sub>LR</sub> = 2.5 V	V <sub>EQ</sub>	—	0.55	—	V <sub>cc</sub>
		—	1.3	—	
		—	3.3	—	

NOTE: Typical values are not tested or guaranteed.

FIGURE 2 — DTMF DRIVER TEST



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM SPECIFICATIONS (T<sub>A</sub> = 25°C) (See Figures 1-4)

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Tip-Ring Voltage (including polarity guard bridge drop of 1.4 V) (Speech Mode)				V <sub>dc</sub>
I <sub>loop</sub> = 5.0 mA	—	2.4	—	
I <sub>loop</sub> = 10 mA	—	3.9	—	
I <sub>loop</sub> = 20 mA	—	4.6	—	
I <sub>loop</sub> = 40 mA	—	5.6	—	
I <sub>loop</sub> = 60 mA	—	5.6	—	
Transmit				
Gain from V <sub>S</sub> to V - (Figure 3) (I <sub>loop</sub> = 20 mA)	28	30	31	dB
Gain change as I <sub>loop</sub> is increased to 60 mA	-3.0	-4.5	-3.6	dB
Distortion	—	2.0	—	%
Output noise	—	11	—	dB <sub>rnc</sub>
Receive				
V <sub>RXO</sub> /V <sub>S</sub> (f = 1.0 kHz, I <sub>loop</sub> = 20 mA) (See Figure 4)	-16	-15	-13	dB
Receive gain change as I <sub>loop</sub> is increased to 60 mA	-5.0	-3.0	-2.0	dB
Distortion	—	2.0	—	%
Sidetone Level				dB
V <sub>RXO</sub> /V - (Figure 3)				
I <sub>loop</sub> = 20 mA	—	-36	—	
I <sub>loop</sub> = 60 mA	—	-21	—	
Sidetone Cancellation				dB
$\left[ \frac{V_{RXO}}{V -} \right]$ (Figure 4) dB - $\left[ \frac{V_{RXO}}{V -} \right]$ (Figure 3) dB I <sub>loop</sub> = 20 mA	20	25	—	
DTMF Driver				dB
V - /V <sub>in</sub> (Figure 2)	1.2	4.8	5.2	
AC Impedance				Ω
Speech mode (incl. C <sub>3</sub> , See Figure 4)				
Z <sub>3c</sub> = (600Ω) - (V <sub>S</sub> - V -)	I <sub>loop</sub> = 20 mA	750	—	
Tone mode (including C <sub>3</sub> )	20 mA < I <sub>loop</sub> < 60 mA	300	—	
		1650	—	

NOTE: Typicals are not tested or guaranteed.

FIGURE 3 — TRANSMIT AND SIDETONE LEVEL TEST

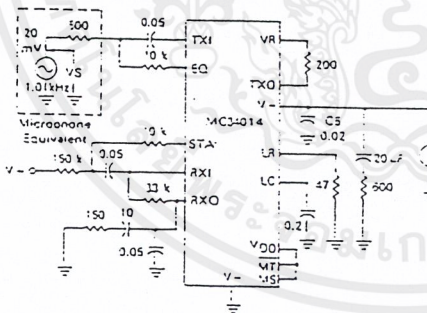
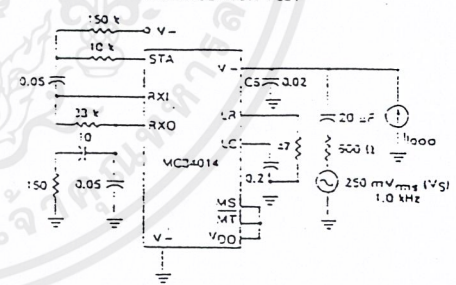


FIGURE 4 — AC IMPEDANCE, RECEIVE AND SIDETONE CANCELLATION TEST



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN GUIDELINES (Refer to Figure 1)

INTRODUCTION

The MC34014 is a speech network meant for connection to the Tip & Ring lines through a polarity guard bridge. The circuit incorporates four amplifiers: transmit, receive, sidetone, and equalization. Some parameters of each amplifier are set by external components, and in addition, the gains of the sidetone and equalization amplifiers vary with loop current.

The line interface portion determines the dc voltage

versus loop current characteristics, and provides the required regulated voltages for internal and external use.

The dialer interface provides three modes of operation: speech (non-dialing), pulse dialing, and tone (DTMF) dialing. When switching to either dialing mode some parameters of the various sections are changed in order to optimize the circuit operation for that mode. The following table summarizes those changes:

TABLE 1 — OPERATING PARAMETERS AS A FUNCTION OF OPERATING MODE

Function	Speech	Pulse	Tone
LR Level Shift ( $V+ - V_{LR}$ )	2.7 V	2.7 V	4.3 V
$V_{DD}$ Source Current	550 $\mu$ A	2.0 mA	2.0 mA
Transmit Amplifier	Functional	Functional	Inoperative
MIC Switch (Pin 1)	On	Off	Off
Equalization Amplifier	See Transfer Curves — Figure 3		
Sidetone Amplifier	See Transfer Curves — Figure 3		
Receive Amplifier Output Current	2.5 mA	400 $\mu$ A	400 $\mu$ A
RMT (Pin 9) Impedance	8.0 $\Omega$	10 k $\Omega$	10 k $\Omega$
DTMF Amplifier	Inoperative	Inoperative	Functional
CC Voltage	$V_{LR}3$	$V_{LR}$	$V_{LR}$

DC LINE INTERFACE (Figure 5)

The dc line interface circuit (Pins 10, 12-14) sets the dc voltage characteristics with respect to the loop current. The loop current enters at Pin 14 where the internal circuitry of the MC34014 draws 5-6 mA. Pin 3 sinks (typically) 3 mA through  $R_5$ . The remainder of the loop current is passed through  $Q_{301}$  and  $R_5$ . The resulting voltage across  $R_5$ , plus the level shift voltage from Pin 13 (LR) to Pin 14 ( $V+$ ), nominally 2.7 volts in the speech and pulse modes. In the tone mode, the level shift increases to 4.3 volts, the internal current changes slightly (Figure 6), and the current required at Pin 3 decreases to near zero. These changes increase the equivalent dc

resistance of the circuit, raising the voltage at  $V+$  to ensure adequate voltage at  $V_{DD}$  for the external tone dialer. See Figure 7 for typical voltage versus loop current characteristics.

Capacitor  $C_7$  at Pin 12 provides high frequency rolloff (above 10 Hz) so that  $R_5$  does not load down the speech and DTMF signals.

The voltage at  $V_R$  is an internally regulated 1.2 volt supply which provides the bias currents for the microphone and the transmit amplifier output (Pin 3), as well as internal bias for the various amplifiers. Capacitor  $C_3$  stabilizes the regulator. The use of an (internal) PNP transistor allows  $V_R$  to be regulated with a  $V+$  voltage as low as 1.5 volts.

FIGURE 5 — DC LINE INTERFACE

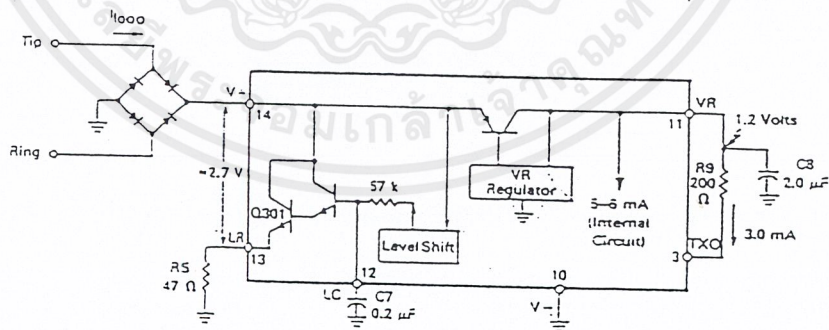


FIGURE 6 — INTERNAL CURRENT versus VOLTAGE

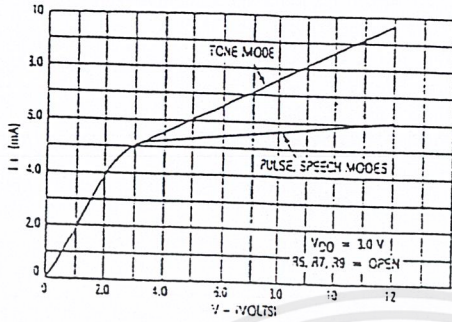
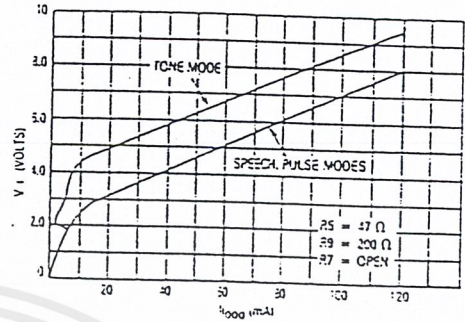


FIGURE 7 — CIRCUIT VOLTAGE versus LOOP CURRENT



**TRANSMIT AMPLIFIER**

The transmit amplifier (from TX1 to TXO) is inverting, with a fixed internal gain of 20 V/V (26 dB), and a typical input impedance of 10 kΩ (Figure 8). The input bias currents are internally supplied, allowing capacitive coupling of the microphone signals to the amplifier.

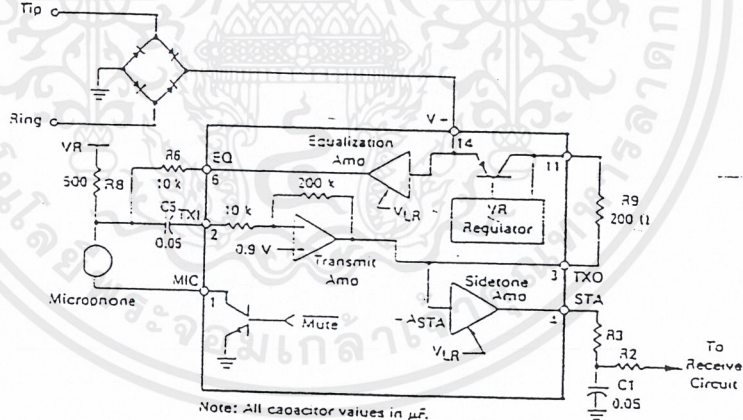
In the speech and pulse modes, the dc bias level at TXO is typically 0.52 x VR (=0.63 V), which permits the output to swing 0.55 volts in both positive and negative directions without clipping. The ac voltage signal at TXO (the amplified speech signal) is converted to an ac current by Rg. The ac current passes

through the VR series pass transistor to V-, modulating the loop current. The voltage signal at V- is out of phase with the signal at TX1.

In the tone dialing mode, the TXO dc bias level is clamped at approximately VR-10 mV, rendering the amplifier inoperative. This action also reduces the TXO bias current from 3.0 mA to less than 125 μA.

MIC (Pin 1) is connected to an open-collector NPN transistor, and provides the ground path for the microphone bias current. In either dialing mode, the transistor is off, disabling the microphone.

FIGURE 8 — TRANSMIT SECTION



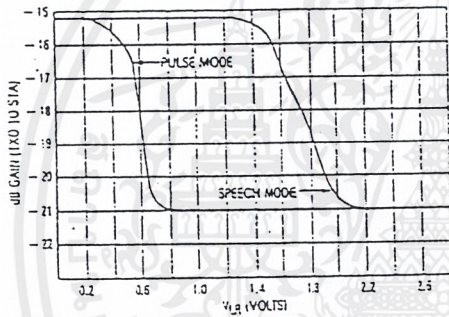
Note: All capacitor values in μF.

**SIDETONE AMPLIFIER**

The sidetone amplifier provides inversion of the TXO signal for the reduction of the sidetone signal at the receive amplifier (Figure 8). Resistors R<sub>2</sub> and R<sub>3</sub> determine the amount of sidetone cancellation. Capacitor C<sub>1</sub> provides phase shift to compensate for the phase shift created by the complex impedance of the Tip & Ring lines.

The gain of the sidetone amplifier varies with the voltage at LR (Pin 13), in effect making it a function of the loop current. The maximum gain is -15 dB (0.17 V/V) at low loop currents, and the minimum gain is -21 dB (0.09 V/V) at high loop current (see Figure 9 for transfer curves). For example, using 47 Ω for R<sub>5</sub>, the gain would begin to decrease at ≈30 mA, and would stop decreasing at ≈57 mA (speech mode). The dc bias voltage at STA (Pin 4) changes slightly (≈50 mV) with variations in loop current. The output is inverted from TXO, which is the input to this amplifier. Since the transmit amplifier is inoperative in the tone dialing mode, the sidetone amplifier is also inoperative in that mode.

FIGURE 9 — SIDETONE AMPLIFIER GAIN



**RECEIVE AMPLIFIER**

The gain of the receive amplifier (from V<sub>+</sub> to RXO) is determined according to the following equation (refer to Figure 10):

$$\frac{V_{RXO}}{V_{+}} = \frac{R_4}{R_1} \frac{(X_C/R_2)(A_{EQ})(A_{TXO})(A_{STA}) \times R_A \times R_4}{((X_C/R_2) + R_3)(R_A + R_5) \times R_2}$$

- Where R<sub>A</sub> = R<sub>9</sub>/10 kΩ (10 kΩ = R<sub>in</sub> of T<sub>X</sub> Amp)
- A<sub>EQ</sub> = Gain of Equalization Amp
- A<sub>TXO</sub> = Gain of Transmit Amp (20 V/V)
- A<sub>STA</sub> = Gain of sidetone Amp
- X<sub>C</sub> = Impedance of C<sub>1</sub> at frequency of interest

The waveform at STA (Pin 4) is in phase with that at V<sub>-</sub> (for receive signals), hence the plus sign between the terms. Due to the variations of A<sub>EQ</sub> and A<sub>STA</sub> with

loop current, the receive gain will vary by ≈1.5 dB. If capacitor C<sub>1</sub> is not used, the above equation is simplified by deleting the terms containing X<sub>C</sub>.

The output at RXO is inverted from V<sub>+</sub> in the receive mode. In the transmit mode, the V<sub>+</sub>-to-RXO phase relationship depends on the amount of sidetone cancellation (determined by R<sub>2</sub> and R<sub>3</sub> and C<sub>1</sub>), and can vary from 0° to 180°.

In the speech mode, the output current capability (at RXO) is typically 2.0 mA. In either dialing mode, the current capability is reduced to 400 μA in order to reduce internal current consumption. This feature is beneficial when this device is used in conjunction with a line-powered speakerphone circuit, such as the MC34018, where the majority of the loop current is needed for the speakerphone.

RMT (Pin 9) is the return path for the receiver's ac current. This pin is internally connected to an open collector NPN transistor, paralleled by a 10 kΩ resistor. In the speech mode, the transistor is on, providing a low impedance from RMT to ground. In either dialing mode, the transistor is off, muting the receive signal. This prevents loud "clicks" or loud DTMF tones from being heard in the receiver during dialing. When switching from either dialing mode to the speech mode (MT switches from low to high), the RMT pin switches back to a low impedance after a delay of 2-20 ms. The delay reduces clicks in the receiver associated with switching from the dialing to speech mode.

**EQUALIZATION AMPLIFIER**

The equalization amplifier gain varies with loop current, and is configured in the circuit so as to cause a variation of the network ac impedance (when looking in from the Tip & Ring lines). The gain varies with the voltage at LR (Pin 13), in effect making it a function of the loop current. The maximum gain is -2.5 dB (0.75 V/V) at high loop current, and the minimum gain is -12 dB (0.25 V/V) and low loop current (see Figure 11 for transfer curve). For example, using 47 Ω for R<sub>5</sub>, the gain would begin to increase at ≈30 mA, and would stop increasing at ≈57 mA (speech mode). The output signal is in phase with the signal at V<sub>+</sub>, which is the input to this amplifier.

The dc bias level at EQ (Pin 6) varies with the voltage at LR (Pin 13) according to the curve of Figure 12. In most applications, this level shift is of little consequence, and may be ignored. If a particular circuit configuration should be sensitive to the shift, however, the output signal at EQ may be ac coupled to the rest of the circuit.

The equalization amplifier remains functional in all three modes, although in the tone mode, its function has no consequence when the circuit is configured as shown in Figure 1.

**VDD REGULATOR**

The VDD regulator is a snunt type regulator which supplies a nominal 3.3 volts for external dialers, and/or

other circuitry. In the speech mode, the output current capability at Pin 15 is typically 550  $\mu$ A. In either dialing mode, the current capacity is increased to 2.0 mA.

$V_{DD}$  will be regulated whenever  $V+$  is  $>300$  mV above the regulated value. As  $V+$  is lowered, and the internal pass transistor becomes saturated, the circuit steers current away from the external load through an internal current source, in order that the  $V_{DD}$  capacitor (C3) does not load down speech and DTMF signals at  $V+$ . As  $V+$  is lowered below 1 volt, Pin 15 switches to a high impedance state to prevent discharging of any storage capacitors, or batteries used for memory retention.

The  $V_{DD}$  voltage is unaffected by the choice of operating mode.

**DIALER INTERFACE**

The dialer interface consists of the mode control pins,  $\overline{MT}$  and MS (Pins 18 and 17), and the DTMF current amplifier.

The  $\overline{MT}$  pin, when at a Logic "1" ( $> V_{DD} - 0.3$  V), sets the circuit into the speech mode, independent of the state of the MS pin. When the  $\overline{MT}$  pin is at a Logic "0" ( $< 1.0$  V), the dialing mode is determined by the MS pin. When MS is at a Logic "1" ( $> 2.0$  V), the circuit is in the pulse dialing mode, and when at a Logic "0" ( $< 0.3$  V) the tone (DTMF) mode is in effect.

The input impedance of the  $\overline{MT}$  pin is typically 100 k $\Omega$ , with the input current flowing out of the pin (from  $V_{DD}$ ). The input impedance of the MS pin is typically 500 k $\Omega$ , and the input current flows into the pin (Figure 1).

The DTMF amplifier (Figure 13) is a current amplifier which transmits DTMF signals to the  $V+$  pin, and consequently onto the Tip & Ring lines. Waveforms from a DTMF dialer are input at TI (Pin 16) through a current limiting resistor ( $R_7$ ). Negative feedback around the amplifier reduces the overall gain so that return loss specifications may be met. The voltage gain is calculated using the following equation:

$$\frac{V_-}{V_i} = \frac{30 R_E}{(1 + 0.795R_7 + 0.4R_E R_7)}$$

( $R_E, R_7$  in k $\Omega$ )

where  $R_E = R_L // 2$  k $\Omega$  (2 k $\Omega$  = internal dynamic impedance)

Using 22 k $\Omega$  for  $R_7$ , and 600  $\Omega$  for  $R_L$ , the voltage gain is a nominal 4.3 dB. The minimum loop current at which the circuit of Figure 1 will operate without distortion is 12 mA.

The DTMF amplifier is functional only in the tone dialing mode, and the waveform at  $V+$  is inverted from that at TI. The TI pin requires a dc bias current (into the pin) of 20–50  $\mu$ A, which may be supplied by the Tone dialer circuit, or by using the biasing scheme of Figure 14.

**CC (PIN 5)**

The CC pin (Compensation Capacitor) has two functions: 1) to provide equalization loop stability where the normal stabilizing components are ineffective; and 2) to allow optional control of the equalization functions.

In most applications, the capacitor at LC (Pin 12) provides the required stability, and no further compensation is required. In applications where changes are forced at Pin 12 and/or 13 (e.g., see Figure 23), the LC capacitor's effectiveness may be lost. The addition of a 10  $\mu$ F capacitor to Pin 5 will provide the required additional compensation.

The CC pin may be used to force the loop length compensation circuits to specific modes. Grounding CC will set the sidetone and equalization amplifiers at the low loop current values. Connecting CC to  $V_R$  will set the amplifiers at the high-loop current values.

Variations in the curves of Figures 9 and 11 may be obtained by using external resistors from LR to CC, and from CC to  $V_-$ .

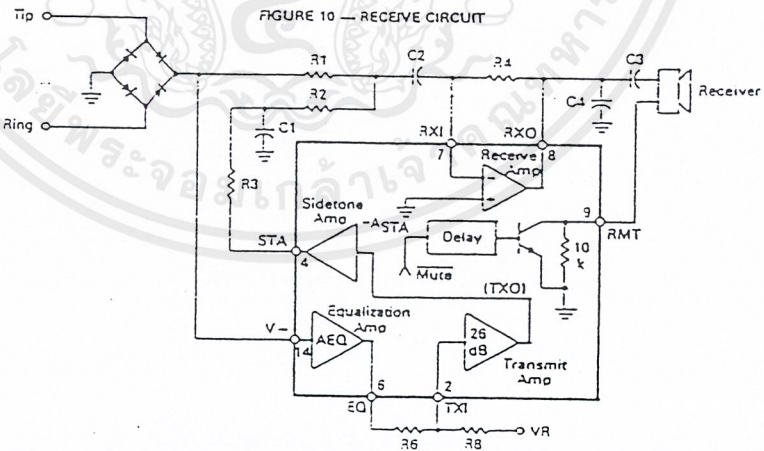


FIGURE 10 — RECEIVE CIRCUIT

FIGURE 11 — EQUALIZATION AMPLIFIER GAIN

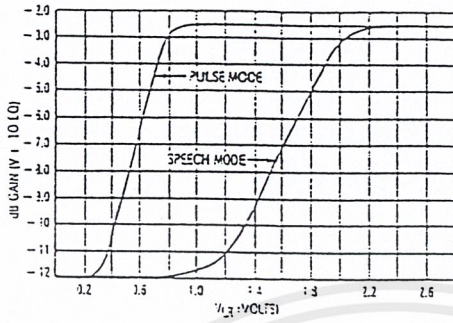


FIGURE 12 — EQ (PIN 6) DC VOLTAGE

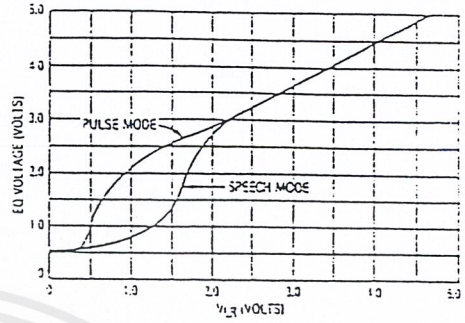


FIGURE 13 — DTMF TONE DIALER

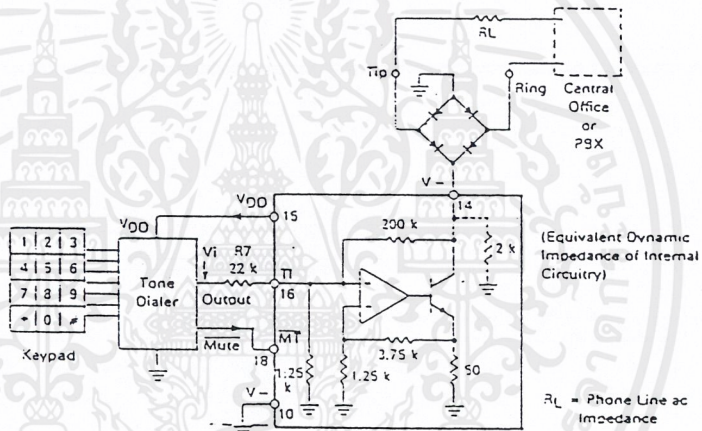
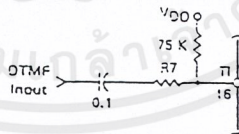


FIGURE 14 — INPUT BIASING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS INFORMATION

AC IMPEDANCE

One of the basic problems with early telephones is that the performance varied with different line lengths (distance from the Central Office to the telephone). If a particular phone were optimized for short loops and then connected to a long loop, both the transmitted and receive signals would be difficult to hear. On the other hand, phones optimized for long loops would then be annoyingly loud on short loops. The process of equalization is one whereby the performance is forced to vary with loop length inversely to the expected variations. Monitoring of loop length is accomplished by monitoring the loop current at the telephone. In the MC34014, loop length equalization is provided by varying the ac impedance of the telephone circuit. In this manner the MC34014 mimics a passive network, with varistors providing the equalization.

Figure 15 depicts the situation in the receive mode. The receive signal coming from the Central Office is  $V_S$  and is independent of the loop length.  $Z_R$  is the ac impedance of the Central Office, nominally 900  $\Omega$ .  $Z_L$  is

the characteristic impedance of the phone line, and is a nominal 600  $\Omega$ . The signal applied to the line ( $V_1$ ) is therefore a portion of  $V_S$ . That signal is attenuated by the distributive impedance of the phone line, with a resulting signal  $V_2$  at the telephone. The amplitude of  $V_2$  depends on the amount of attenuation, the impedance of the phone line at the telephone and the ac impedance of the telephone ( $Z_{ac}$ ), according to:

$$V_2 = \frac{V_1 \times Z_{ac}}{Z_{ac} + Z_L}$$

where  $V_1$  is the equivalent signal source at the receive end of the phone line, providing the signal  $V_2$  through the impedance equal to the characteristic impedance of the line ( $Z_L$ ). The value of  $V_1$  depends on how much  $V_S$  has been attenuated by the length of phone line. By increasing  $Z_{ac}$  on long loops,  $V_2$  is a greater portion of  $V_1$ , resulting in a stronger receive signal at the telephone.

FIGURE 15 — RECEIVE MODE

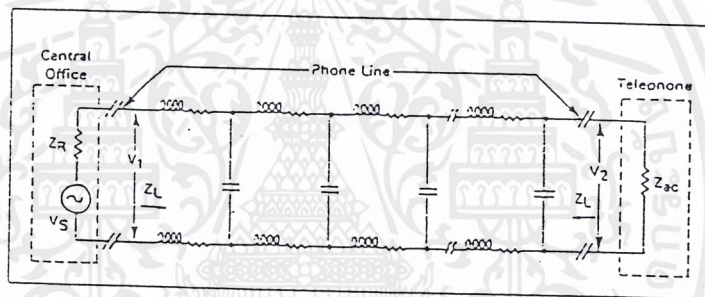
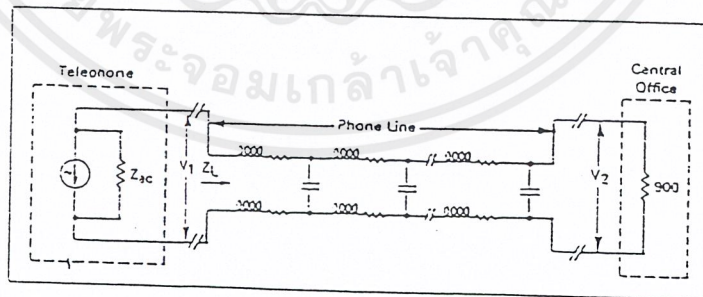


Figure 16 depicts the situation in the transmit mode. In this mode, the MC34014 is an ac current source, with a finite output impedance, modulating the loop current. The voltage signal  $V_1$  is therefore equal to the ac signal current acting on  $Z_{ac}$  in parallel with the characteristic

impedance of the phone line ( $Z_L$ ). The signal is attenuated by the distributive impedance of the phone line, and so only a portion of that signal ( $V_2$ ) appears at the Central Office. By increasing  $Z_{ac}$  on long loops,  $V_1$  is increased, resulting in a higher signal level at  $V_2$ .

FIGURE 16 — TRANSMIT MODE



The ac impedance of the telephone circuit is determined by the transmit amplifier, equalization amplifier, and external resistors  $R_5$ ,  $R_6$ , and  $R_8$ . In Figure 17, a portion of the receive signal at  $V-$  appears at EQ. That signal is reduced at TXI by the  $R_8$ - $R_5$  divider (the electret microphone is a high impedance). The signal at TXI is then amplified by 20, and that signal (at TXO) is converted to an ac current by  $R_9$ . The ac impedance of the circuit is therefore  $V+/ITXO$ , and is defined by the following equation:

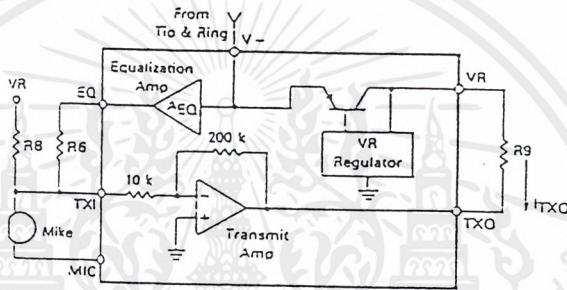
$$Z_{ac} = \frac{(1 + R_8/R_5)(R_9)}{20 \times A \times (R_6/R_6)}$$

where A = the gain of the equalization amplifier (0.25 to 0.75)

Since the gain of the equalization amplifier varies by a factor of 3, the ac impedance will vary the same amount. Using the resistor values indicated in Figure 1, the ac impedance will vary from 280  $\Omega$  (short loop) to 340  $\Omega$  (long loop).

When calculating or measuring the ac impedance, capacitor  $C_2$  ( $\approx 8.0$  k $\Omega$  at 1.0 kHz) and the dynamic impedance of the MC34014 ( $\approx 10$  k $\Omega$ ) must be taken into account. If the microphone has an impedance lower than that of a typical electret, then its dynamic impedance must be accounted for in the above equation.

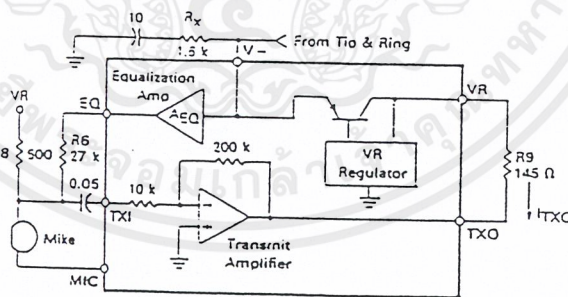
FIGURE 17 — DETERMINING AC IMPEDANCE



If a variation in  $Z_{ac}$  of less than 3:1 is desired, the circuit configuration of Figure 18 may be used. The ac impedance is the parallel combination of  $R_x$  and the

impedance presented by the remainder of the circuit. With the values shown in Figure 18, the ac impedance varies from 400  $\Omega$  to 300  $\Omega$ .

FIGURE 18 — REDUCED AC IMPEDANCE VARIATION



**TRANSMIT DESIGN PROCEDURE**

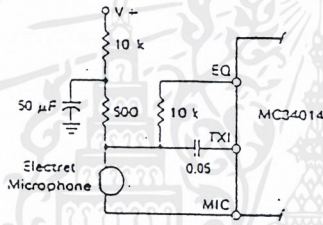
Referring to Figure 17, first select  $R_g$  for the desired maximum output level at Tip & Ring, assuming a signal level at TXO of 1.0 V p-o. The maximum signal level at Tip & Ring will be approximately:

$$\frac{(V_{TXO}) (Z_L)}{R_g}$$

where  $Z_L$  is the characteristic ac impedance of the phone line. Capacitor  $C_3$  and the  $\approx 10 \text{ k}\Omega$  dynamic impedance of the MC34014 must also be considered in the above computation, since they are in parallel with  $Z_L$ .

The next step is to select the  $R_p/R_g$  ratio, according to the required  $Z_{30}$ , using the equation on the previous page. Then  $R_g$  is selected to set the microphone sensitivity.  $R_g$  is typically in the range of 0.5 k to 1.5 k $\Omega$ , and is dependent on the characteristics of the microphone.  $R_p$  is then calculated from the above mentioned ratio.

FIGURE 19 — ALTERNATE MICROPHONE BIAS



The overall gain from the microphone to  $V+$  will vary with loop current due to the influence of the equalization amplifier on TXI. The signal at EQ is out of phase with that at TXI, therefore the signal at  $V+$  decreases as loop current (and the EQ signal) increases. Variations are typically 2.0 to 5.0 dB and depend largely on the impedance characteristics of the microphone.

**ALTERNATE MICROPHONE BIASING**

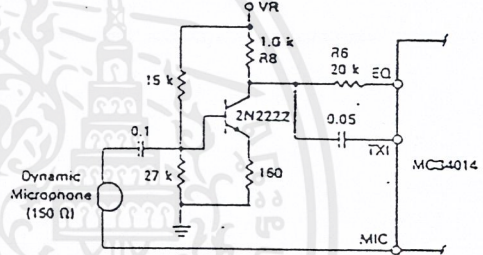
In the event that the microphone cannot be properly biased from the 1.2 volt VR supply, a higher voltage can be obtained by biasing from the  $V+$  supply. The configuration shown in Figure 19, provides a higher voltage to the microphone, and also filters the speech signals at  $V+$  from reaching it, preventing an oscillatory loop from forming. The maximum voltage limit of the microphone must be considered when biasing this way.

If a dynamic microphone is to be used in place of an electret unit, the circuit in Figure 20 will buffer its low impedance from the MC34014 circuit, maintaining the high impedance required at the junction of  $R_g$  and  $R_p$ . The circuit shown provides a gain of  $\approx 2.5$  for the microphone signals, and can be adjusted by varying the 160  $\Omega$  resistor.

**HANDSET/HANDS-FREE TELEPHONE**

Figure 23 indicates a circuit using the MC34014 speech network, MC34018 speakerphone circuit, and the MC34017 tone ringer to provide a complete telephone/speakerphone. Switch HS (containing one normally open and one normally closed contact) is the hook switch actuated by the handset, shown in the on-hook position. When the handset is off-hook (HS1 open, HS2 closed), power is applied to the MC34014, and consequently the handset, and the  $\overline{CS}$  pin of the MC34018 is held high so as to disable it. Upon closing the two poles of switch SS, and placing switch HS in the on-hook position, power is then applied to both the MC34014 and the MC34018, and  $\overline{CS}$  is held low, enabling the speakerphone function. Anytime the handset is removed from switch HS, the circuit reverts to the handset mode. The diode circuitry sets the MC34014 to the pulse dialing mode to mute the handset microphone and receiver when using the speakerphone. To compensate for the different equalization response of the MC34014 when in

FIGURE 20 — INTERFACING A DYNAMIC MICROPHONE



the pulse dialing mode (Figures 9 and 11), the 47  $\Omega$  resistor normally found at Pin 13 of the MC34014 is instead divided into two resistors (33  $\Omega$  and 15  $\Omega$ ). This arrangement provides similar equalization response in both the handset and in the speakerphone modes. Since the LC capacitor (Pin 12) is ineffective in the speakerphone mode, a capacitor is added at Pin 5 (CC) to provide compensation for the equalization loop when the speakerphone mode is in effect.

**SWITCHABLE TONE/PULSE TELEPHONE**

Figure 21 indicates a switchable tone/pulse telephone circuit using the MC145412 tone/pulse dialer, MC34014 speech network, and the MC34017 tone ringer. The dialer is programmable, and can store up to 10 phone numbers. As can be seen, the interface to the MC34014 is straightforward.

**PULSE ONLY TELEPHONE**

Figure 22 indicates a pulse only telephone circuit using the MC145409 pulse dialer, MC34014 speech network, and the MC34017 tone ringer. The dialer has last number redial, and provides a pacifier tone to the receiver during dialing.

FIGURE 21 — COMPLETE TELEPHONE WITH PULSE/TONE DIALING

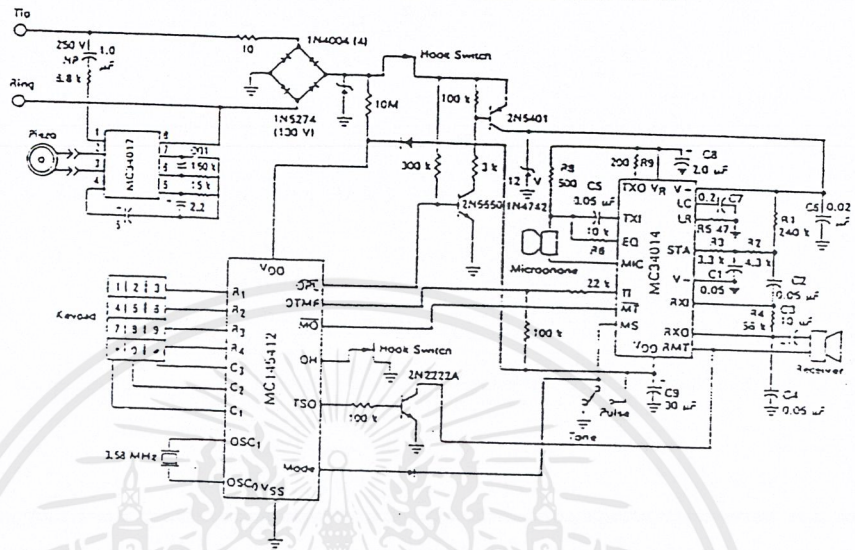
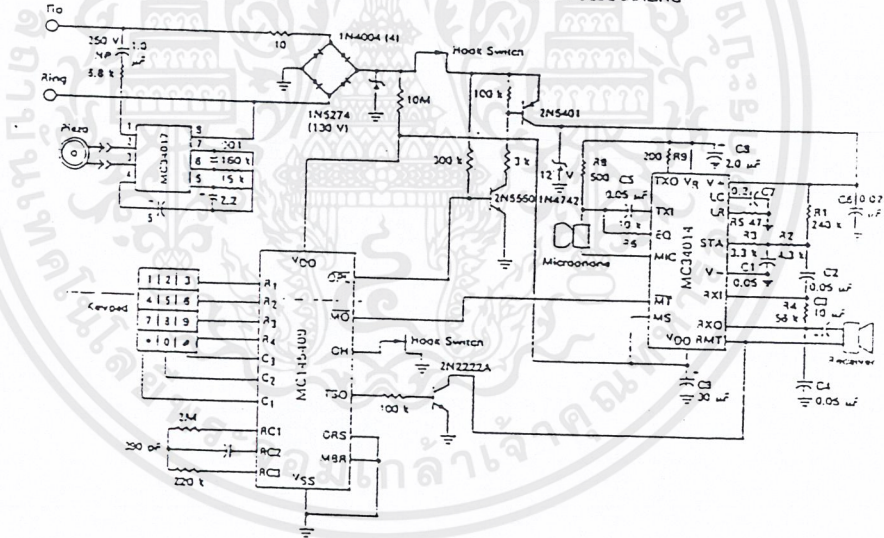


FIGURE 22 — COMPLETE TELEPHONE WITH PULSE DIALING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Recommended External Components  
Piezo Sounder  
Models KSN 1113-1116  
Motorola, Inc.  
Albuquerque, N.M.  
505-822-8801

Microphone/Receiver  
Microphone model EM-95  
Receiver model DH-34  
Primo Microphone, Inc.  
Elk Grove Village, Ill.  
312-595-1022

Microphone Model KUC2123  
Hosiden Electronics  
Chicago, Ill.  
312-956-7707

#### TRANSIENT PROTECTION & RFI SUPPRESSION

Protection from voltage transients is necessary in most telephone circuits, and may take the form of zener diodes, RC or LC filters, transient suppressors, or a combination of the above.

Potential radio frequency interference problems should be addressed early in the electrical and mechanical design of the telephone. RFI may enter the cir-

cuitry through the Tip & Ring lines, through the microphone and/or receiver leads in the handset cord, or through any of the wiring or PC board traces. Ceramic decoupling capacitors, ferrite beads, and other RFI suppression techniques may be needed. Good PC board design techniques, such as the avoidance of loops, should be used. Long tracks on high impedance nodes should be avoided.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA  
SEMICONDUCTOR  
TECHNICAL DATA



### 6-Pin DIP Optoisolators Transistor Output

The 4N25/A, 4N26, 4N27 and 4N28 devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Most Economical Optoisolator
- Meets or Exceeds all JEDEC Registered Specifications

**Applications**

- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different potentials and impedances
- I/O Interfacing
- Solid State Relays

MAXIMUM RATINGS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
<b>INPUT LED</b>			
Reverse Voltage	$V_R$	3	Volts
Forward Current — Continuous	$I_F$	50	mA
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Output Detector Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	120	mW
		1.41	mW/°C
<b>OUTPUT TRANSISTOR</b>			
Collector-Emitter Voltage	$V_{CE0}$	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	$V_{ECO}$	7	Volts
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	70	Volts
Collector Current — Continuous	$I_C$	150	mA
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Input LED Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150	mW
		1.76	mW/°C
<b>TOTAL DEVICE</b>			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	$V_{ISO}$	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	250	mW
		2.94	mW/°C
Ambient Operating Temperature Range (2)	$T_A$	-55 to +100	°C
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	$T_L$	250	°C

(1) Isolation surge voltage is an interdiode dielectric breakdown rating. For the test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 3 and 6 are common.  
(2) Refer to Quality and Reliability Section for test instructions.

**4N25\***  
**4N25A\***  
**4N26\***  
(CTR = 20% Min)  
**4N27**  
**4N28**  
(CTR = 10% Min)  
\*Motorola Preferred Devices  
STYLE 1 PLASTIC

STANDARD THRU HOLE  
CASE 730A-04

T LEADFORM  
WIDE SPACED 0.4"  
CASE 7300-05

"SFF" LEADFORM  
SURFACE MOUNT  
CASE 730C-04  
(STANDARD PROFILE)

CASE 730F-04  
(LOW PROFILE)

**SCHEMATIC**

PIN 1. LED ANODE  
2. LED CATHODE  
3. N.C.  
4. EMITTER  
5. COLLECTOR  
6. BASE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>INPUT LED</b>					
Forward Voltage (I <sub>F</sub> = 10 mA)	V <sub>F</sub>	—	1.15	1.5	Volts
			1.3	—	
			1.05	—	
Reverse Leakage Current (V <sub>R</sub> = 3 V)	I <sub>R</sub>	—	—	100	μA
Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)	C <sub>J</sub>	—	18	—	pF
<b>OUTPUT TRANSISTOR</b>					
Collector-Emitter Dark Current I <sub>VCE</sub> = 10 V, T <sub>A</sub> = 25°C	I <sub>CEO</sub>	—	1	50	nA
			1	100	
I <sub>VCE</sub> = 10 V, T <sub>A</sub> = 100°C	I <sub>CEO</sub>	—	1	—	μA
Collector-Base Dark Current (V <sub>CB</sub> = 10 V)	I <sub>CBO</sub>	—	0.2	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I <sub>C</sub> = 1 mA)	V <sub>(BR)CEO</sub>	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage (I <sub>C</sub> = 100 μA)	V <sub>(BR)CBO</sub>	70	100	—	Volts
Emitter-Collector Breakdown Voltage (I <sub>E</sub> = 100 μA)	V <sub>(BR)ECO</sub>	7	7.5	—	Volts
DC Current Gain (I <sub>C</sub> = 2 mA, V <sub>CE</sub> = 5 V)	h <sub>FE</sub>	—	500	—	—
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V <sub>CE</sub> = 0)	C <sub>CE</sub>	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V <sub>CB</sub> = 0)	C <sub>CB</sub>	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V <sub>EB</sub> = 0)	C <sub>EB</sub>	—	9	—	pF
<b>COUPLED</b>					
Output Collector Current (I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 10 V)	I <sub>C</sub>	2	7	—	mA
		1	5	—	
Collector-Emitter Saturation Voltage (I <sub>C</sub> = 2 mA, I <sub>F</sub> = 50 mA)	V <sub>CE(sat)</sub>	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time (I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CC</sub> = 10 V, R <sub>L</sub> = 100 Ω)	t <sub>on</sub>	—	2.5	—	μs
Turn-Off Time (I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CC</sub> = 10 V, R <sub>L</sub> = 100 Ω)	t <sub>off</sub>	—	4.5	—	μs
Rise Time (I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CC</sub> = 10 V, R <sub>L</sub> = 100 Ω)	t <sub>r</sub>	—	1.2	—	μs
Fall Time (I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CC</sub> = 10 V, R <sub>L</sub> = 100 Ω)	t <sub>f</sub>	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage (f = 50 Hz, t = 1 sec)	V <sub>ISO</sub>	7500	—	—	V <sub>(dcr)</sub>
Isolation Resistance (V = 500 V)	R <sub>ISO</sub>	10 <sup>11</sup>	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)	C <sub>ISO</sub>	—	0.2	—	pF

TYPICAL CHARACTERISTICS

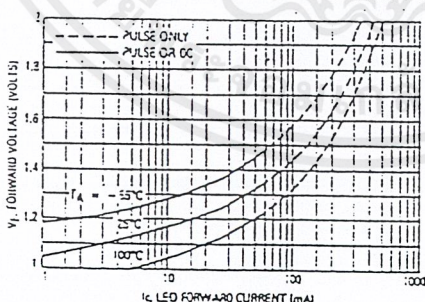


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

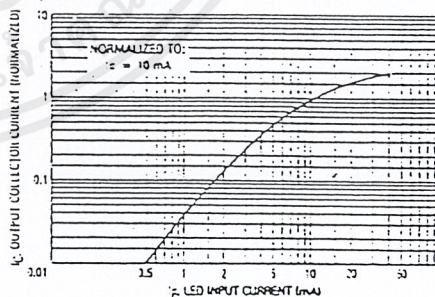


Figure 2. Output Current versus Input Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

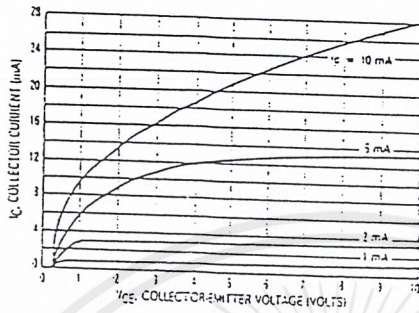


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

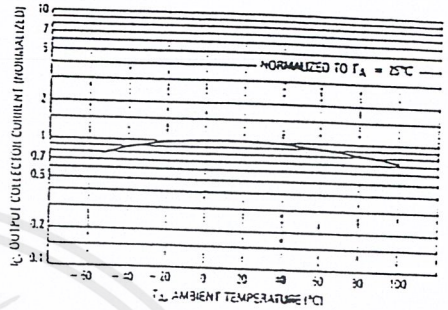


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

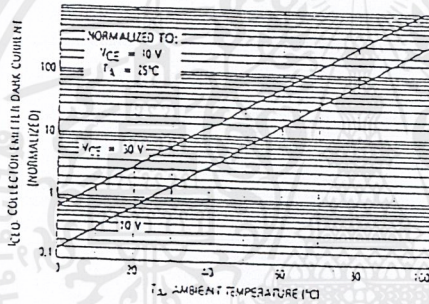


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

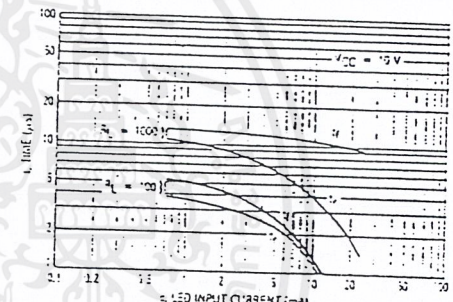


Figure 6. Rise and Fall Times

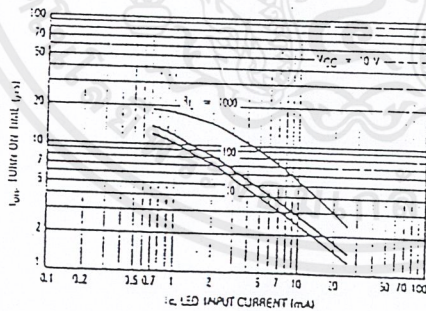


Figure 7. Turn-On Switching Times

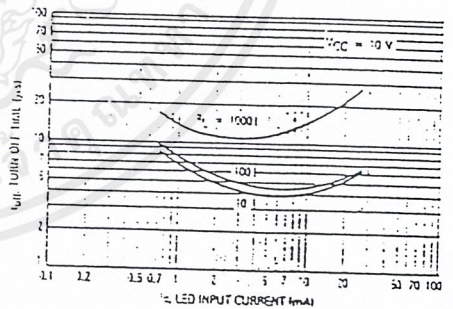


Figure 8. Turn-Off Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

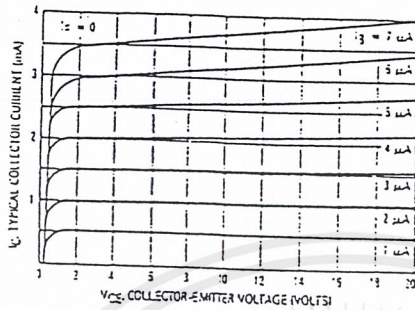


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

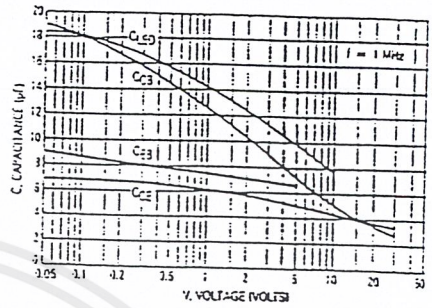


Figure 10. Capacitances versus Voltage

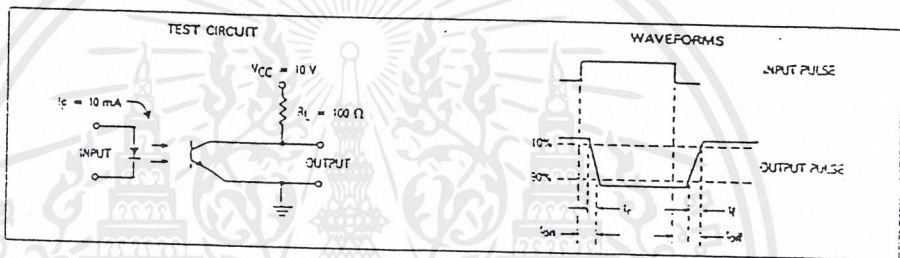


Figure 11. Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

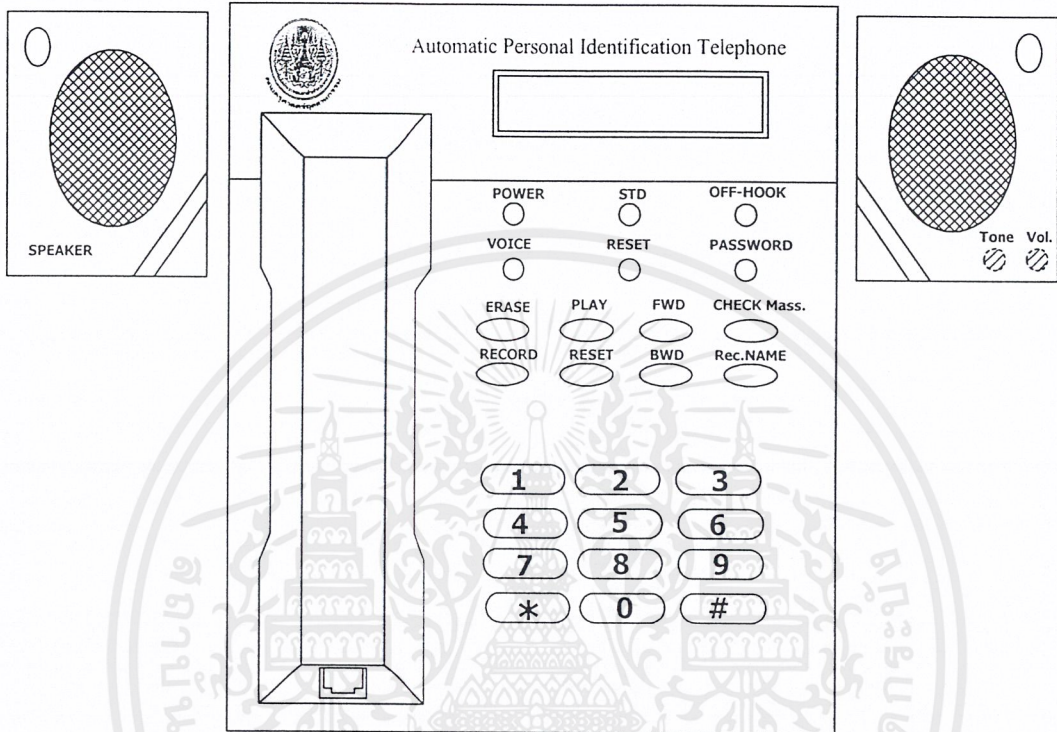


ภาคผนวก ฉ  
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การใช้งาน

### เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ

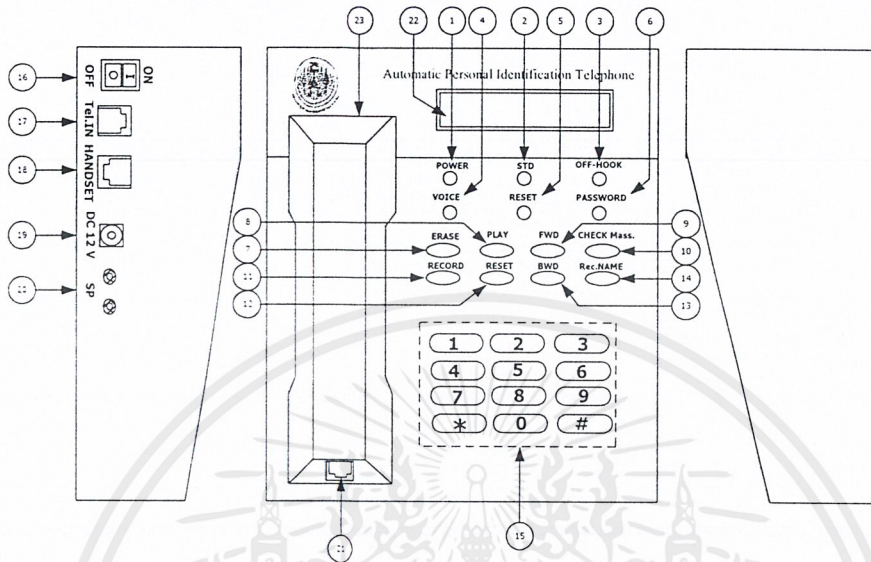


รูปที่ ๑.1 เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ

#### 1. สิ่งที่ต้องรู้เกี่ยวกับเครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัติ

เครื่องโทรศัพท์ระบบผู้รับอัตโนมัตินี้ จะมีวงจรประกอบเสร็จภายในตัวอยู่แล้ว การนำไปใช้งานจึงสะดวก เพียงแต่ต่อคู่สายโทรศัพท์ที่มีอยู่แล้วเข้ากับเครื่องโดยมีวิธีการต่อใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก

## 2. ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ



รูปที่ ๑.2 ตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่างๆ

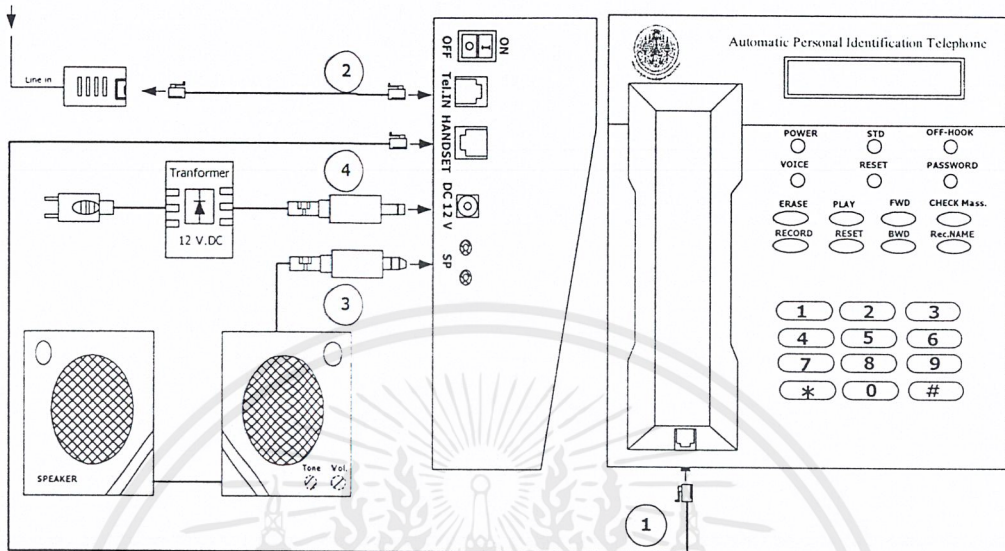
หมายเลข	หน้าที่
1	ไฟแสดงผลการทำงาน เมื่อเปิดสวิตซ์การทำงาน(หมายเลข 16 ) ของเครื่องไปที่ตำแหน่ง ON
2	ไฟแสดงผลการกดคีย์โทรศัพท์ โดยจะแสดงทุกครั้งที่เกิดคีย์โทรศัพท์ (ปุ่ม โทรออกเหมือน โทรศัพท์ปกติ)
3	ไฟแสดงผลการรับสาย โดยจะสว่างเมื่อมีผู้โทรเข้าและระบบตอบรับอัตโนมัติเริ่มทำงาน
4	ไฟแสดงผลเสียงพูด จะแสดงเมื่อใช้เสียงจากภาคเก็บเสียงภายในเครื่อง
5	ไฟแสดงผลการ RESET จะสว่างเมื่อทำการRESET เครื่อง
6	ไฟแสดงผลการเข้าตรวจสอบข้อความเมื่อมีการ โทรเข้ามาสู่ระบบตรวจสอบข้อความ ในระบบรับฝากข้อความอัตโนมัติ
7	ปุ่มลบข้อความที่บันทึกไว้ในระบบฝากข้อความอัตโนมัติ
8	ปุ่มเล่นข้อความที่บันทึกไว้ในระบบฝากข้อความอัตโนมัติ
9	ปุ่มเลื่อนข้อความที่ต้องการตรวจสอบไปยังหน้าที่ละ 1 ข้อความ
10	ปุ่มตรวจสอบข้อความหน้าเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข	หน้าที่
11	ปุ่มบันทึกข้อความในระบบตอบรับอัตโนมัติของผู้ใช้แต่ละคน
12	ปุ่ม RESET วงจรบันทึกข้อความ โดยเมื่อกด 1 ครั้งจะเป็นการกลับสู่ข้อความแรก ถ้ากดค้างเกิน 2 วินาทีจะเป็นการลบข้อความทั้งหมด
13	ปุ่มเลื่อนข้อความที่ต้องการตรวจสอบถอยหลังทีละหนึ่งข้อความ
14	ปุ่มที่ทำหน้าที่บันทึกเสียงตอบรับใหม่
15	KEY TONE ทำหน้าที่ในการป้อนเลขหมายที่ต้องการติดต่อในกรณีโทรออก
16	สวิทช์ ปิด/เปิด เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ
17	เป็นขั้วต่อสายโทรศัพท์ที่ปกติเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ
18	เป็นขั้วต่อสายสัญญาณเข้ากับ HAND SET (หมายเลข 22)
19	ขั้วต่อไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์
20	ขั้วต่อเข้ากับลำโพงหรือวงจรรขยายเสียง
21	ขั้วต่อซึ่งจะต่อเข้ากับหมายเลข 18 โดยมีสายสัญญาณเป็นตัวเชื่อมต่อ
22	จอแสดงการทำงานของวงจรที่สผ่าน
23	HAND SET คือส่วนปากพูดและหูฟังของเครื่องโทรศัพท์ เหมือนเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ



รูปที่ ๓.3 การต่ออุปกรณ์ร่วมกับเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

- 1) ต่อสายจาก HAND SET เข้ากับช่องเสียบคังรูป
- 2) ต่อคู่สายโทรศัพท์เข้าที่ช่อง Tel.IN
- 3) ต่อลำโพงเข้าที่ช่อง SP
- 4) ต่อไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เข้าที่ช่อง DC 12 V

### 4. การใช้งานในกรณีต่าง ๆ ที่ควรทราบของเครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ

#### 4.1 กรณีตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

1) กดหมายเลขโทรศัพท์มายังเครื่องรับโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ เครื่องจะทำการยกหูอัตโนมัติ เมื่อตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งได้เท่ากับค่าที่ตั้งไว้ในโปรแกรมจะมีเสียงตอบรับเป็นข้อความว่า

“สวัสดีครับที่นี่ ศูนย์ สอง เจ็ด สาม เก้า สอง หนึ่ง หก เก้า กรุณากดหมายเลขของบุคคลที่ท่านต้องการติดต่อ”

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ จิรศักดิ์ กรุณากดหมายเลข หนึ่ง”

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ ธีระ กรุณากดหมายเลข สอง”

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ วิชิต กรุณากดหมายเลข สาม”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ อภิลล กรุณาจดหมายเลข สี”

“ถ้าต้องการติดต่อคุณ พรเทพ กรุณาจดหมายเลข ห้า”

“ถ้าต้องการฟังข่าวกรุณาจดหมายเลข ศูนย์”

“และถ้าต้องการตรวจสอบข้อความกรุณาจดหมายเลข หก”

2) เครื่องโทรศัพท์ที่ระบุรับอัตโนมัติจะตรวจสอบสัญญาณความถี่ที่กดเข้ามา และทำการประกาศเรียกผู้รับตามหมายเลขที่ผู้เรียกกดเข้ามา

3) ถ้าสายไม่ว่างหรือไม่มีผู้รับสาย จะเข้าสู่การฝากข้อความ

#### 4.2 การฝากข้อความเมื่อไม่มีผู้รับสาย

1) โทรเข้ามายังคู่สายของผู้สาขาที่เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับต่ออยู่

2) เมื่อประกาศเรียกแล้วไม่มีผู้รับสายจะเข้าสู่การฝากข้อความ

3) รอฟังข้อความ

4) กดหมายเลข 1 และพูดฝากข้อความ

5) กดหมายเลข 0 เมื่อต้องการฟังซ้ำ

6) กดหมายเลข 2 เพื่อสิ้นสุดการติดต่อ

7) วางหู

#### 4.3 การฟังข้อความที่มีผู้ฝากไว้

การฟังข้อความสามารถที่บันทึกไว้ได้ 2 วิธีคือ ฟังข้อความที่หน้าเครื่อง และโทรศัพท์เข้ามาฟังข้อความ

1) การฟังข้อความที่หน้าเครื่อง

1.1) ยกหูโทรศัพท์

1.2) กดสวิทช์ตรวจสอบข้อความ

1.3) กดรหัสผ่าน แล้วรอฟังข้อความตอบรับ

1.4) ใช้ปุ่มควบคุมการฟังข้อความต่างๆ ได้แก่ เล่น(PLAY) เลื่อนไปข้างหน้า(FWD) เลื่อนถอยหลัง(BWD) รีเซ็ตการทำงาน(RESET)

1.5) วางหูเมื่อไม่ต้องการฟังข้อความแล้ว

2) การโทรศัพท์เข้ามาฟังข้อความ

2.1) โทรเข้ามายังคู่สายที่เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับต่ออยู่

2.2) รอรับฟังข้อความ

2.3) กดหมายเลข 6 เพื่อเข้าสู่การฟังข้อความ

2.4) รอรับฟังข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.5) กด \* ตามด้วยรหัสผ่าน
- 2.6) กดหมายเลข 3 เพื่อฟังข้อความ
- 2.7) กดหมายเลข 4 เพื่อเลื่อนข้อความไปข้างหน้า
- 2.8) กดหมายเลข 5 เพื่อเลื่อนข้อความไปด้านหลัง
- 2.9) วางหูเมื่อไม่ต้องการฟังข้อความแล้ว

#### 4.4 การลบข้อความ

การลบข้อความสามารถทำได้ 2 วิธี คือการลบข้อความที่หน้าเครื่อง และโทรเข้ามาเพื่อลบข้อความ

- 1) การลบข้อความที่หน้าเครื่อง
  - 1.1) ยกหูโทรศัพท์
  - 1.2) กดสวิตช์ตรวจสอบข้อความ
  - 1.3) กดรหัสผ่าน แล้วรอรับฟังข้อความ
  - 1.4) กด PLAY เพื่อฟังข้อความที่ต้องการลบ
  - 1.5) กด FWD และ BWD เพื่อเลื่อนข้อความไปข้างหน้าหรือถอยหลัง
  - 1.6) กด ERASE เพื่อลบข้อความ
  - 1.7) วางหู
- 2) การโทรศัพท์เข้ามาเพื่อลบข้อความ
  - 2.1) โทรเข้ามายังคู่สายที่เครื่องโทรศัพท์ที่ระบุผู้รับอัตโนมัติต่ออยู่
  - 2.2) กดหมายเลข 6 เพื่อเข้าสู่การลบข้อความ
  - 2.3) รอรับฟังข้อความ
  - 2.4) กด \* ตามด้วยรหัสผ่าน
  - 2.5) กดหมายเลข 3 เพื่อฟังข้อความที่ต้องการลบ
  - 2.6) กดหมายเลข 4 เพื่อเลื่อนข้อความไปข้างหน้า
  - 2.7) กดหมายเลข 5 เพื่อเลื่อนข้อความไปด้านหลัง
  - 2.8) กด 1 เพื่อลบข้อความ
  - 2.9) วางหู

#### 4.5 การบันทึกเสียงตอบรับเมื่อไม่มีผู้รับสาย

สามารถทำได้ 2 วิธี คือบันทึกที่หน้าเครื่อง และโทรศัพท์เข้ามาเพื่อบันทึก

##### 1) การบันทึกข้อความที่หน้าเครื่อง

- 1.1) ยกหูโทรศัพท์
- 1.2) กดสวิทช์ตรวจสอบข้อความ
- 1.3) กดรหัสผ่าน แล้วรอฟังข้อความ
- 1.4) กดปุ่ม RECORD ค้างไว้แล้วพูดข้อความที่ต้องการบันทึก
- 1.5) วางหู

##### 2) การโทรเข้ามาเพื่อบันทึกข้อความ

- 2.1) โทรเข้ามายังคู่สายที่เครื่อง โทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติต่ออยู่
- 2.2) กดหมายเลข 6
- 2.3) รอฟังข้อความ
- 2.4) กด \* ตามด้วยรหัสผ่าน
- 2.5) กดหมายเลข 2 ค้างไว้แล้วพูดข้อความที่ต้องการบันทึก
- 2.6) วางหู

#### 4.6 การบันทึกข้อความตอบรับ

- 1) ยกหูโทรศัพท์
- 2) กดสวิทช์บันทึกชื่อผู้รับ REC\_NAME
- 3) กดรหัสผ่าน แล้วรอฟังข้อความ
- 4) กดปุ่ม RECORD ค้างไว้แล้วพูดข้อความที่ต้องการบันทึก
- 5) วางหู

#### 4.7 การเปลี่ยนรหัสผ่าน

- 1) ยกหูโทรศัพท์
- 2) กดสวิทช์ตรวจสอบข้อความ
- 3) กด # และดูผลที่หน้าจอ
- 4) กดรหัสผ่านเดิม
- 5) กดรหัสผ่านใหม่ที่ต้องการเปลี่ยน
- 6) วางหู

## บรรณานุกรม

- กิตติ องค์คุณารักษ์, “แอดวานซ์เอสเซมบลี”, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2521
- โกศล เพ็ชรสุวรรณ, “เทคโนโลยีโทรคมนาคม”, บริษัทสำนักพิมพ์ดวงกมล, 2535.
- จ้านง ดีแท้, จุฬา อินทรยานยศ, นเรศ กรุตรา, หาญ ชัยภักดี, “เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ” ปรินิพนธ์ ปีการศึกษา 2537, สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชา  
 วิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม
- ทิวากร อิมสะอาด, นันทรัตน์ ศรีน้อย, ปรินิพนธ์ สุนทรวงษ์, สุภัทร เพ็งโตวงษ์, “โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา” ปรินิพนธ์ ปีการศึกษา 2542, สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชา  
 วิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม
- ผศ. สุชิน จำจด, “วิศวกรรมโทรศัพท์”, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- เสกสิทธิ์ คำขมพู่, “รวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์โทรศัพท์และอินเทอร์เน็ต”, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น  
 จำกัด (มหาชน), 2539
- Telecommunication Device Data, Motorola Inc., 1987

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายจรัสศักดิ์ เมืองจีน
วันเดือนปีเกิด	24 เมษายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ภูมิลำเนาเดิม	95 หมู่ 7 ถนนทุ่งสง-นาบอน ตำบลชะมาย อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110
ที่อยู่ปัจจุบัน	82/3 ซอย ลาดกระบัง 46 ถนนอ่อนนุช แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	0-2739-2169
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเทศบาลวัด โศกสะท้อน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนทุ่งสง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ของทุกอย่างถ้าใจสู้ ตัวก็จะสู้ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายธีระ สือหงวน
วันเดือนปีเกิด	2 สิงหาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ภูมิลำเนาเดิม	29/1 หมู่ 1 ถนนราษฎร์อุทิศ ตำบลบางคล้า อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา 24110
ที่อยู่ปัจจุบัน	82/3 ซอยลาดกระบัง 46 ถนนอ่อนนุช แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	0-2739-2169
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนคาราจรัส
ประถมศึกษา	โรงเรียนบางคล้าพิทยาคม
มัธยมศึกษาตอนต้น	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมวิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ดูเขาทำในวันนี้ แล้วจะทำได้ดีในวันหน้า

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายวิจิต จิตรพินิจ
วันเดือนปีเกิด	30 เมษายน พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดพิษณุโลก
ภูมิลำเนาเดิม	136-138 หมู่ 10 ตำบลกง อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย 64170
ที่อยู่ปัจจุบัน	111/26 หมู่ 3 ซอยลาดกระบัง 48 ถนนอ่อนนุช แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	0-2327-0516, 0-1515-9593
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านกงราชภู่อุทิศ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ทำสิ่งดีๆ ในวันนี้ แล้วจะได้สิ่งที่ดีในวันข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายอภิพล ทงมี
วันเดือนปีเกิด	16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม
ภูมิลำเนาเดิม	91 หมู่ 1 ตำบลพะเนียด อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม 73120
ที่อยู่ปัจจุบัน	82/3 หมู่ 1 ซอยลาดกระบัง 46 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	0-3433-8531, 0-1582-3845
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดไผ่ล้อม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ปริญญาตรี	สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	รางวัลชมเชยสิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่ ระดับภาคกลาง พ.ศ. 2541
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ขอมเป็นควายห่านาที่ ดีกว่าเป็นควายตลอดชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้