ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

Telephone for The Deaf

ชื่อนักศึกษา

1. นางสาวศิโรรัตน์	อดุลศิริ	รหัสประจำตัว	43035271
2. นายเอกชัย	ราชพิทักษ์	รหัสประจำตัว	43035283
3. นายนพพร	พลายระหาร	รหัสประจำตัว	43035594
4. นายกิติภูมิ	กาญจนา	รหัสประจำตัว	43035595

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....
2. อาจารย์สุชิน	อาจหาญ	.....
3. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
4. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....
5. อาจารย์โกศล	ตราชู	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2545 เวลา 13.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.317 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 21 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2545

<BT4401242>

เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

TELEPHONE FOR THE DEAF

นางสาวศิโรรัตน์ อดุลศิริ
นายเอกชัย ราชพิทักษ์
นายนพพร พลายระหาร
นายกิติภูมิ กาญจนา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 43195
วัน, เดือน, ปี 26 ก.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T143148

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

Telephone for The Deaf

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของวงจรโทรศัพท์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจร FSK และภาคแสดงผลผลึกเหลว
2. เพื่อออกแบบวงจรโทรศัพท์ วงจรควบคุม วงจรแสดงผล และวงจร FSK
3. เพื่อสร้างเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู
4. เพื่อทดสอบเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู
5. เพื่อนำเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูไปใช้งานได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เรื่องการทำงานของวงจรโทรศัพท์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจร FSK และภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว
2. ได้วงจรโทรศัพท์ วงจรควบคุม วงจรแสดงผล และวงจร FSK
3. ได้เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู
4. ได้ผลการทดลองเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู
5. ได้เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู
ชื่อนักศึกษา	นางสาวศิโรรัตน์ อดุลศิริ
	นายเอกชัย ราชพิทักษ์
	นายนพพร พลายระหาร
	นายกิติภูมิ กาญจนา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุชิน อาจหาญ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอ เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู เพื่อให้ผู้พิการทางหูสามารถติดต่อสื่อสารกันได้เหมือนกับบุคคลปกติ โดยจะสื่อสารโต้ตอบได้พร้อมกันทั้ง 2 ฝ่าย ด้วยการพิมพ์และอ่านข้อความทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษผ่านระบบโครงข่ายโทรศัพท์ใช้สายในปัจจุบัน ซึ่งจะแสดงผลบนจอแสดงผลแบบผลึกเหลว มีอุปกรณ์ช่วยเตือนเมื่อมีสายเรียกเข้า สามารถหมุนทวนเลขหมายสุดท้ายที่โทรออกได้ บันทึกข้อความที่ใช้บ่อยได้ 12 ข้อความ และมีระบบเสียงตอบกลับอัตโนมัติในกรณีที่ไม่สามารถสนทนาได้ จากการทดลองใช้งานจริง พบว่ามีความสะดวก และสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ตามวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Telephone for The Deaf
Students	Miss Sirorath Adoolsiri
	Mr.Ekkachai Ratpitak
	Mr.Nopporn Plairaharn
	Mr.Kitipoom Karnjana
Advisor	Mr.Piya Supavarasuwat
Co-Advisor	Mr.Suchin Adhan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2001

ABSTRACT

This thesis presents a telephone for the deaf which is useful for the deaf to communicate with the normal people to help them and also useful for both deaf to communicate with each other in same time.

They can type and read messages in both Thai and English languages through telephony net work system. All messages will show on LCD screen. In addition, there are several useful function contain in this communication tool such as an alert equipment that will tell the deaf when someone calling, redial function, memory unit up to 12 frequently use messages and automatic answering machine.

The result shows that this communication tool can be use practically in daily life according to our objective.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากได้รับความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบพระคุณอาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ และอาจารย์สุชิน อาจหาญ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในทุกๆ ด้าน คณาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน รวมไปถึงบุคคลทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานนี้ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำ และคำปรึกษาปัญหาในด้านต่างๆ ตลอดจนได้รับการเอื้อเฟื้อข้อมูล อุปกรณ์ และสถานที่ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงงานด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณบิดา คุณมารดาที่ได้มอบทุกสิ่งทุกอย่างทั้งในด้านกำลังกาย กำลังใจ และกำลังทรัพย์มาโดยตลอด อนึ่งประโยชน์ และคุณงามความดีที่บังเกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ คุณบิดา คุณมารดา ที่ให้การสนับสนุนในด้านการศึกษาตลอดมา และคุณครูบาอาจารย์ที่ประสิทธิประสาทวิชาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน รวมไปถึงเพื่อนๆ ที่ได้ให้กำลังใจ และให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์เสมอมาจนสามารถทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	3
2.2.1 หลักการเบื้องต้นของเครื่องโทรศัพท์	3
2.2.2 เครื่องรับโทรศัพท์	4
2.2.3 หลักการเบื้องต้นของระบบโทรศัพท์	5
2.2.4 สัญญาณต่างๆ ในระบบโทรศัพท์	5
2.3 วงจรพื้นฐานของเครื่องรับส่งวิทยุ	7
2.3.1 วงจรขยายความถี่วิทยุ	8
2.3.2 วงจรผสมสัญญาณ	8
2.3.3 วงจรขยายความถี่กลาง	9
2.4 การรับส่งข้อมูลดิจิตอล FSK และแนวทางการออกแบบใช้งาน	15
2.4.1 ตัวกำเนิดสัญญาณ FSK	16
2.4.2 ความกว้างของสัญญาณ FSK	17
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	19
2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	20
2.5.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	22
2.6.1 ข้อดี และข้อเสียของแอลซีดีเมื่อเปรียบเทียบกับแอลอีดี	22
2.6.2 ขาสัญญาณของแอลซีดี	23
2.6.3 ชุดคำสั่งควบคุม และการแสดงข้อความ	23
2.7 การเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ด	24
2.7.1 การทำงานของคีย์บอร์ด	24
2.7.2 รูปแบบสัญญาณ	24
2.7.3 การรับส่งข้อมูลของคีย์บอร์ด	26
2.7.4 การส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ดไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์	26
2.7.5 การส่งค่าควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์มายังคีย์บอร์ด	26
2.8 ไอซีบันทึกเสียง	27
2.8.1 คุณสมบัติของ ISD25xx	28
2.8.2 การทำงานเบื้องต้น	29
2.8.3 การประยุกต์ใช้งาน	32
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน	33
3.1 การสร้างเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู	33
3.2 ภาคผลิตสัญญาณความถี่คู่	34
3.3 ภาควงจรโทรศัพท์	35
3.4 ภาคตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์	36
3.5 ภาคผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ	38
3.6 ภาคตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	39
3.7 ภาคตรวจสอบการยกหู และวางหู	40
3.8 ภาคมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม	41
3.9 ภาคแสดงผล	42
3.10 ภาควงจรควบคุม	44
3.11 ภาควงจรส่งสัญญาณเตือน	44
3.12 ภาครับสัญญาณเตือน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.13 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์	46
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	49
4.1 กล่าวนำ	49
4.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	49
4.2.1 การทดลอง	49
4.2.2 ผลการทดลอง	50
4.3 วงจรโทรศัพท์	50
4.3.1 การทดลอง	50
4.3.2 ผลการทดลอง	51
4.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์	51
4.4.1 การทดลอง	51
4.4.2 ผลการทดลอง	52
4.5 วงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ	52
4.5.1 การทดลอง	52
4.5.2 ผลการทดลอง	52
4.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	53
4.6.1 การทดลอง	53
4.6.2 ผลการทดลอง	53
4.7 วงจรตรวจสอบการยกหู และวางหู	54
4.7.1 การทดลอง	54
4.7.2 ผลการทดลอง	54
4.8 วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม	55
4.8.1 การทดลอง	55
4.8.2 ผลการทดลอง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.9 วงจรส่งสัญญาณเตือน	58
4.9.1 การทดลอง	58
4.9.2 ผลการทดลอง	59
4.10 วงจรรับสัญญาณเตือน	59
4.10.1 การทดลอง	59
4.10.2 ผลการทดลอง	60
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา	61
5.1 บทสรุป	61
5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข	61
5.3 แนวทางการพัฒนา	62
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	63
ภาคผนวก ข วงจรพิมพ์ และแผ่นวงจรพิมพ์	70
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรม	84
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	117
ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	125
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	169
บรรณานุกรม	176
ประวัติผู้แต่ง	177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ขาสัญญาณต่างๆ ของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	23
ตารางที่ 2.2 ชุดคำสั่งควบคุม และการแสดงข้อความ	23
ตารางที่ 3.1 การเลือกอัตราการส่งข้อมูล	43
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	50
ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าผลการทดสอบระดับลอจิกกับค่าความถี่ที่ได้รับ	58
ตารางที่ ฉ.1 ข้อความที่เก็บไว้ในปุ่ม F1-F12	175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 หน้าปัทม์โทรศัพท์แบบกดปุ่ม และความถี่ที่ใช้	4
รูปที่ 2.2 สัญญาณให้หมุน	5
รูปที่ 2.3 สัญญาณไม่ว่าง	6
รูปที่ 2.4 สัญญาณเรียกกลับ	6
รูปที่ 2.5 สัญญาณไม่มีเลขหมาย	7
รูปที่ 2.6 สัญญาณกระดิ่ง	7
รูปที่ 2.7 วงจรขยายความถี่วิทยุที่ใช้ทรานซิสเตอร์	8
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างผสมสัญญาณของภาคเครื่องรับ และเครื่องส่ง	9
รูปที่ 2.9 วงจรขยายความถี่กลางที่ใช้หม้อแปลงจูนระหว่างภาค	10
รูปที่ 2.10 วงจรขยายความถี่กลางแบบคริสตอลฟิลเตอร์ควบคุมคุณสมบัติการเลือกรับสัญญาณ	10
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างวงจรออสซิลเลเตอร์	11
รูปที่ 2.12 วงจรผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ	12
รูปที่ 2.13 การเปลี่ยนแปลงอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ที่กระแสอิมิตเตอร์ในค่าต่างๆ	13
รูปที่ 2.14 วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติต่างๆ ในเครื่องรับชนิดซูเปอร์เฮดเทอร์โรดายน์	14
รูปที่ 2.15 ลักษณะการควบคุมอัตราขยายของเครื่องรับโดยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ	15
รูปที่ 2.16 การส่งสัญญาณดิจิตอล	16
รูปที่ 2.17 การมอดูเลตสัญญาณแบบ FSK	17
รูปที่ 2.18 มอดูเลตแบบ FSK	18
รูปที่ 2.19 การเบี่ยงเบนความถี่	18
รูปที่ 2.20 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	21
รูปที่ 2.21 หัวต่อของคีย์บอร์ด	25
รูปที่ 2.22 ค่า Scan Code ของปุ่มต่างๆ บนคีย์บอร์ด	25
รูปที่ 2.23 การส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ด	26
รูปที่ 2.24 การส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังคีย์บอร์ด	26
รูปที่ 2.25 ลักษณะการจัดขาใช้งานของ ISD25XX	27
รูปที่ 2.26 แผนผังการทำงานภายในไอซีของ ISD25XX	30
รูปที่ 2.27 วงจรประยุกต์ใช้งาน ISD25XX	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู	34
รูปที่ 3.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	34
รูปที่ 3.3 วงจรโทรศัพท์	35
รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์	36
รูปที่ 3.5 แผนผังเวลาของสัญญาณความถี่เสียง	38
รูปที่ 3.6 วงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ	38
รูปที่ 3.7 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์	40
รูปที่ 3.8 วงจรตรวจสอบการยกหู และวางหูโทรศัพท์	41
รูปที่ 3.9 วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม	42
รูปที่ 3.10 สวิตช์โหมดการทำงาน	43
รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	44
รูปที่ 3.12 วงจรส่งสัญญาณเตือน	45
รูปที่ 3.13 วงจรรับสัญญาณเตือน	46
รูปที่ 3.14 โครงสร้างซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงาน	47
รูปที่ 3.15 ผังงานของโปรแกรมย่อยโทรออก	47
รูปที่ 3.16 ผังงานของโปรแกรมย่อยรับสาย	48
รูปที่ 4.1 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	49
รูปที่ 4.2 วงจรโทรศัพท์	51
รูปที่ 4.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์	52
รูปที่ 4.4 วงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ	53
รูปที่ 4.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	54
รูปที่ 4.6 วงจรตรวจสอบการยกหู และวางหู	55
รูปที่ 4.7 ลักษณะของสัญญาณการมอดูเลตแบบ FSK ที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์	56
รูปที่ 4.8 ลักษณะของสัญญาณการมอดูเลตแบบ FSK ที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์	57
รูปที่ 4.9 ลักษณะของสัญญาณที่ถูกมอดูเลตจากสัญญาณดิจิตอล เป็นสัญญาณแอนะลอก ที่ความถี่ 1,300 เฮิรตซ์ และ 2,100 เฮิรตซ์	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.10 วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม	58
รูปที่ 4.11 วงจรส่งสัญญาณเตือน	59
รูปที่ 4.12 วงจรรับสัญญาณเตือน	60
รูปที่ ก.1 รูปด้านหน้าเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู	64
รูปที่ ก.2 รูปด้านหลังเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู	64
รูปที่ ก.3 การต่อใช้งานเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู	65
รูปที่ ก.4 คีย์บอร์ดสำหรับใช้พิมพ์ข้อความในการสนทนา	65
รูปที่ ก.5 วงจรภายในเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู	66
รูปที่ ก.6 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	66
รูปที่ ก.7 วงจรชุดควบคุม	67
รูปที่ ก.8 วงจรรวมเครื่องรับโทรศัพท์	67
รูปที่ ก.9 วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม	68
รูปที่ ก.10 วงจรส่งสัญญาณเตือน	68
รูปที่ ก.11 วงจรรับสัญญาณเตือน	69
รูปที่ ก.12 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์ และ 9 โวลต์	69
รูปที่ ข.1 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่	71
รูปที่ ข.2 วงจรโทรศัพท์	71
รูปที่ ข.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์	72
รูปที่ ข.4 วงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ	72
รูปที่ ข.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	73
รูปที่ ข.6 วงจรตรวจสอบการยกหู – วางหูโทรศัพท์	73
รูปที่ ข.7 วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม	74
รูปที่ ข.8 วงจรควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	74
รูปที่ ข.9 วงจรรับสัญญาณเตือน	75
รูปที่ ข.10 วงจรส่งสัญญาณเตือน	76
รูปที่ ข.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	76
รูปที่ ข.12 ลายทองวงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.13 การวางอุปกรณ์วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม	77
รูปที่ ข.14 ลายทองแดงวงจรเครื่องส่ง	77
รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์วงจรเครื่องส่ง	78
รูปที่ ข.16 ลายทองแดงวงจรเครื่องรับ	78
รูปที่ ข.17 การวางอุปกรณ์วงจรเครื่องรับ	78
รูปที่ ข.18 ลายทองวงจรแหล่งจ่ายไฟ	79
รูปที่ ข.19 การวางอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ	79
รูปที่ ข.20 ลายทองแดงวงจรรวมชุดโทรศัพท์	80
รูปที่ ข.21 การวางอุปกรณ์วงจรรวมโทรศัพท์	81
รูปที่ ข.22 ลายทองแดงวงจรชุดควบคุม	82
รูปที่ ข.23 การวางอุปกรณ์วงจรรวมชุดควบคุม	83
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานหลักของโปรแกรม	85
รูปที่ ค.2 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยโทรออก	85
รูปที่ ค.3 ผังการทำงานรับค่าเลขหมาย	86
รูปที่ ค.4 ผังการทำงานติดต่อเลขหมายปลายทาง	87
รูปที่ ค.5 ผังการทำงานตรวจสอบสถานะ	88
รูปที่ ค.6 ผังการทำงานการสนทนา	89
รูปที่ ค.7 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยรับสาย	90
รูปที่ ค.8 โปรแกรมควบคุมเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู	116
รูปที่ ฉ.1 ด้านหน้าเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู	170
รูปที่ ฉ.2 ด้านหลังเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู	170
รูปที่ ฉ.3 หน้าจอของเครื่องพร้อมทำงาน	171
รูปที่ ฉ.4 หน้าจอแสดงการรับเลขหมายปลายทาง	172
รูปที่ ฉ.5 หน้าจอแสดงเมื่อทำการโทรออก	172
รูปที่ ฉ.6 หน้าจอแสดงการสนทนา	173
รูปที่ ฉ.7 หน้าจอแสดงการติดต่อเลขหมายซ้ำ	173
รูปที่ ฉ.8 หน้าจอแสดงเมื่อกดปุ่ม Esc	173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ฉ.9 หน้าจอแสดงเมื่อมีสายเรียกเข้า	174
รูปที่ ฉ.10 หน้าจอแสดงการสนทนา	174
รูปที่ ฉ.11 หน้าจอแสดงเมื่อเครื่องโทรศัพท์ต่อใช้งานอยู่	175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารมีบทบาทกับชีวิตประจำวันมากขึ้น โทรศัพท์ก็เป็นเครื่องมือสื่อสารอีกรูปแบบหนึ่งที่มีกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีความรวดเร็ว และสะดวกมากในการใช้ติดต่อสื่อสาร แต่โทรศัพท์นั้นมีข้อจำกัดในการใช้งานกับผู้ใช้ที่สามารถพูด และฟังเสียงได้เท่านั้น ในแง่หนึ่งของสังคมยังคงมีผู้ที่ต้องการใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารแต่ไม่สามารถจะใช้ได้เนื่องจากมีความผิดปกติทางด้านร่างกาย คือ เป็นใบ้ หูหนวก อยู่ด้วยเช่นกัน ถ้าเราสามารถนำระบบโทรศัพท์ที่มีอยู่ในปัจจุบันมาดัดแปลงให้ผู้ที่มีความพิการเหล่านี้ได้มีโอกาสติดต่อสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์ได้นั้นจะเป็นการใช้งานระบบโทรศัพท์ได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น และเป็นการเพิ่มโอกาสให้กับผู้พิการเหล่านี้ได้สามารถติดต่อสื่อสารกันในระยะทางไกลได้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1) สามารถใช้เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู ส่งและรับข้อความสนทนาผ่านระบบโทรศัพท์ได้

2) สามารถแสดงข้อความสนทนาได้ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษบนจอแสดงผลขนาด 30 ตัวอักษร 4 บรรทัดได้

3) สามารถใช้เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู ร่วมกับระบบโทรศัพท์ได้

4) สามารถใช้งานได้กับคนปกติ

5) มีอุปกรณ์ช่วยเตือนเมื่อมีสายเรียกเข้าในรัศมีไม่น้อยกว่า 10 เมตร

6) สามารถหมุนทวนหมายเลขสุดท้ายที่โทรออกได้

7) สามารถบันทึกข้อความที่ใช้บ่อยได้อย่างน้อย 12 ข้อความ

8) มีระบบเสียงตอบกลับอัตโนมัติ ในกรณีที่มีคนปกติโทรมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ประกอบด้วยเนื้อหาในส่วนต่างๆ ดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ กล่าวถึง องค์ประกอบที่สำคัญของปริญญานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ วงจรพื้นฐานของเครื่องรับส่งวิทยุ การรับส่งข้อมูลดิจิตอลแบบ FSK ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว การทำงานของคีย์บอร์ด และไอซีบันทึกเสียง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน กล่าวถึง การออกแบบ และการสร้างวงจร แบ่งออกเป็น การสร้างเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู ภาคตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ ภาคผลิตสัญญาณความถี่คู่ ภาคผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ ภาคการรับส่งข้อมูลดิจิตอลแบบ FSK โมเด็ม ภาคแสดงผลึกเหลว ภาควงจรควบคุม ภาควงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง กล่าวถึง การทดลอง และผลการทดลองของวงจรภาคต่างๆ ได้แก่ วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ วงจรบันทึกเสียงตอบรับวงจร FSK โมเด็ม วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว วงจรควบคุม วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา กล่าวถึง สมรรถภาพการทำงาน ความผิดพลาด และจุดบกพร่องที่พบในวงจร หรือโปรแกรมที่จัดทำขึ้น รวมถึงที่มาของปัญหา แนวทางแก้ไข และแนวทางในการพัฒนาต่อ

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข ผังการทำงาน และโปรแกรมการทำงาน

ภาคผนวก ค วงจรพิมพ์ และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่นำมาใช้ประกอบในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งเนื้อหาต่างๆ จะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

2.2.1 หลักการเบื้องต้นของเครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ปลายทางชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปในสาย และในทางกลับกันทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงตามเดิม

เครื่องโทรศัพท์ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญดังนี้

1) ปากพูด และหูฟัง (Handset) ประกอบด้วย ปากพูด และหูฟังรวมอยู่ด้วยกัน

1.1) ปากพูด คือ เครื่องส่ง

1.2) หูฟัง คือ เครื่องรับ

2) กระดิ่ง (Ringing) คือ อุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณที่บอกว่ามีคนเรียกเข้ามา

3) สวิตซ์ตัดต่อ (Hook Switch) ทำหน้าที่ตัดต่อวงจร

4) หน้าปัทม์ มีทั้งแบบหมุน และแบบกดปุ่ม

2.2.2 เครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์แบบธรรมดา คือ เครื่องโทรศัพท์ที่ติดตั้งตามบ้านที่พักอาศัยหรือที่ทำงานขนาด โดยจะขอกล่าวถึงเฉพาะเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มเท่านั้น

เครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าปัทม์เป็นแบบกดปุ่ม ใช้สัญญาณความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency : DTMF) ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์นั้น โดยทั่วไปหน้าปัทม์จะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 แถว 3 หลัก บางแบบอาจจะมีถึง 16 ปุ่ม โดยเพิ่มหลักที่ 4 ขึ้นมา ความถี่ที่ใช้งานแต่ละแถวและหลักจะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ของทั้ง 4 แถวเรียกว่า เป็นกลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group Frequency) ความถี่ของทั้ง 3 หรือ 4 หลัก เรียกว่า เป็นกลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

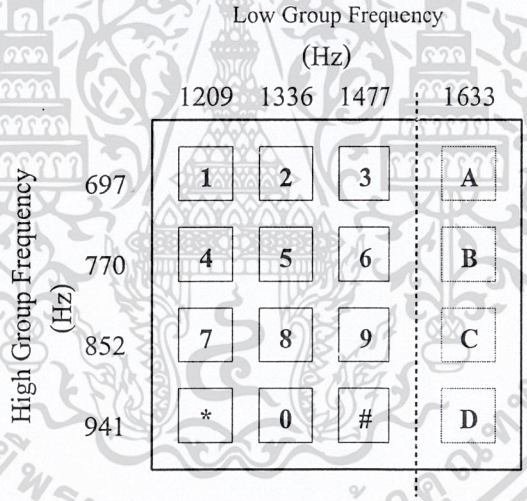
การกดปุ่มที่เลขหมายใดๆ ที่จะทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่ เช่น เมื่อกดเลข 5 ความถี่ที่ออกมา คือ 770 เฮิรตซ์ และ 1,336 เฮิรตซ์ ความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้จะเป็น $\pm$1.5 % สำหรับการผลิตความถี่ และ $\pm$2 % สำหรับการรับเลขหมาย ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม

1) สามารถลดเวลาในการหมุนเลขหมายลง ทำให้เวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้งลดลง ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับทราฟฟิกได้มากขึ้น

2) สามารถใช้วงจรโซลิดสเตทอิเล็กทรอนิกส์ แทนอุปกรณ์ทางด้านกลไกจึงทำให้มีความรวดเร็วและความแม่นยำในการส่งเลขหมายไปยังชุมสายปลายทาง

3) สามารถเพิ่มปุ่มกดได้อีก 4 ปุ่ม (แถวที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณบริการประเภทอื่นๆ

4) มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบดิจิตอล



รูปที่ 2.1 หน้าปัทม์ของโทรศัพท์แบบกดปุ่มและความถี่ที่ใช้

ความเร็วของหน้าปัทม์ ของเครื่องโทรศัพท์มีความสำคัญที่ต้องกำหนดให้อยู่ในมาตรฐาน ซึ่งประกอบไปด้วยความเร็วของกระแสอิมพัลซ์ อัตราส่วนการตัด-ต่อ (Break Make Ratio) ของหน้าสัมผัส และช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย (Interdigit Interval) ตามปกติแล้ว ความเร็วของกระแสอิมพัลซ์จะใช้อยู่ 2 ค่า คือ 10 และ 20 IPS (Impulse Per Second) ส่วนค่ามาตรฐานสำหรับอัตราส่วนการตัด - ต่อ จะมีค่าเท่ากับ 2 : 1 ซึ่งหมายความว่าหน้าสัมผัสจะต้องตัดวงจรเป็นเวลา 2 หน่วยเวลา และต้องต่อวงจรเป็นเวลา 1 หน่วยเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ความเร็วของอิมพัลซ์เป็น 10 IPS ก็จะทำให้ค่าของคาบเวลาของพัลซ์เป็น 100 มิลลิวินาที นั่นคือ

ช่วงเวลาของการตัดวงจร = 100 มิลลิวินาที × 2/3 = 66.6 มิลลิวินาที

ช่วงเวลาของการต่อวงจร = 100 มิลลิวินาที × 1/3 = 33.3 มิลลิวินาที

ส่วนช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย โดยทั่วไปมีค่าเป็น 700 มิลลิวินาที อาจใช้ได้ในช่วงตั้งแต่ 600 มิลลิวินาที ถึง 900 มิลลิวินาที

2.2.3 หลักการเบื้องต้นของระบบโทรศัพท์

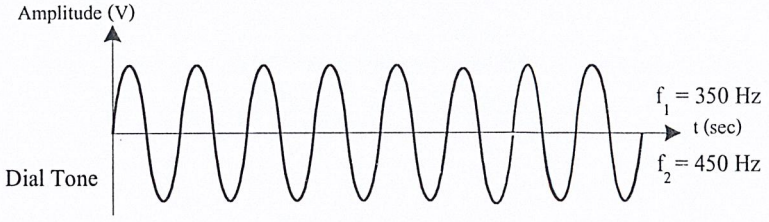
ในระบบชุมสายโทรศัพท์ สายที่มาจากองค์การโทรศัพท์หรือสายนอก เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Co-line จะมีแรงดันต่างกันระหว่างกรณีวางหูโทรศัพท์ (เปิดวงจร) ประมาณ 48 โวลต์และกรณียกหูโทรศัพท์ (ปิดวงจร) มีค่าประมาณ 12 โวลต์ สาย Co-line เมื่อลัดวงจร จะมีกระแสไหลผ่านไม่เกินค่าๆ หนึ่ง ประมาณไม่เกิน 45 มิลลิแอมป์ กรณีทั่วไปค่ากระแสจะอยู่ระหว่าง 18 – 45 มิลลิแอมป์ ค่าความต้านทานภายในสายจะอยู่ในช่วง 200 – 1,500 โอห์ม และมีการใช้สัญญาณต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบสถานะการทำงานในขณะนั้นได้ ซึ่งรายละเอียดของสัญญาณต่างๆ มีดังนี้

2.2.4 สัญญาณต่างๆ ในระบบโทรศัพท์

สัญญาณสมาชิก (Subscriber Signal) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งสภาวะต่างๆ ไว้ให้ ประกอบด้วยสัญญาณให้หมุน (Dial Tone), สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone), สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone), สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) และสัญญาณบอกช่องทางไม่ว่าง (Engaged Tone) โดยสัญญาณต่างๆ ดังที่กล่าวมาจะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันตามลักษณะเฉพาะแต่ละสัญญาณ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) สัญญาณให้หมุน (Dial Tone หรือ DT)

สัญญาณให้หมุน ใช้เพื่อให้สมาชิกผู้เรียกทราบว่าหมุนเลขหมายได้แล้ว เป็นสัญญาณเสียงต่อเนื่อง เกิดจากการรวมความถี่ระหว่าง f_1 = 350 เฮิรตซ์ และ f_2 = 450 เฮิรตซ์

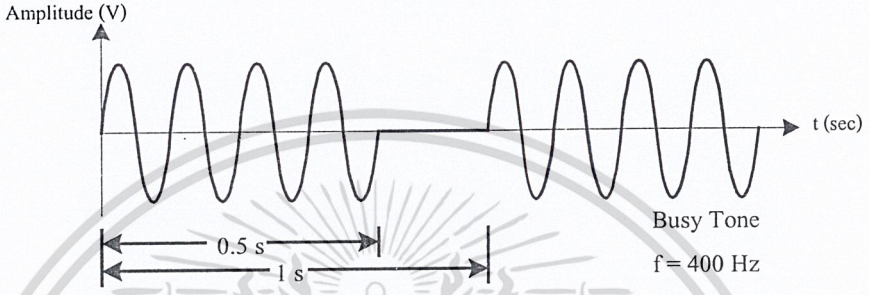


รูปที่ 2.2 สัญญาณให้หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สัญญาณบอกช่องทางไม่ว่าง (Engaged Tone หรือ ET)

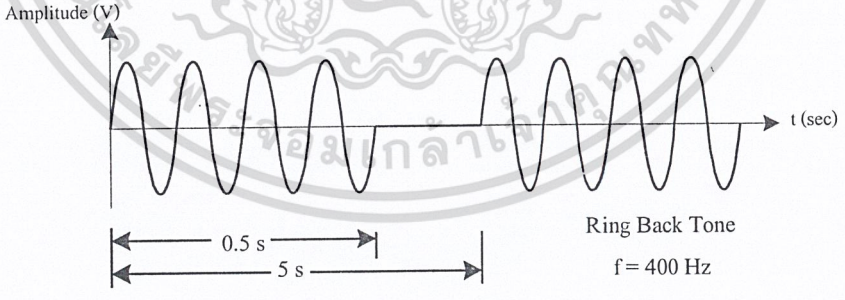
สัญญาณบอกช่องทางไม่ว่าง ใช้เพื่อเตือนสมาชิกผู้เรียกว่า ตอนที่เรียกนี้ชุมสายไม่ว่าง ควรวางหูก่อนสักระยะหนึ่งจึงเริ่มต่อใหม่ เป็นสัญญาณขนาด 400 เฮิรตซ์มีจังหวะการส่ง 0.5 วินาที และหยุดส่ง 0.5 วินาที



รูปที่ 2.3 สัญญาณไม่ว่าง

3) สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone หรือ RBT)

สัญญาณเรียกกลับ ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนสำเร็จ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งให้ผู้เรียกทราบเป็นสัญญาณ 16 เฮิรตซ์ ควบคู่ไปกับสัญญาณขนาด 400 เฮิรตซ์ แบบเอเอ็มมีสัญญาณ 0.67 ถึง 1.5 วินาที ไม่มีสัญญาณ 2 ถึง 4 วินาที

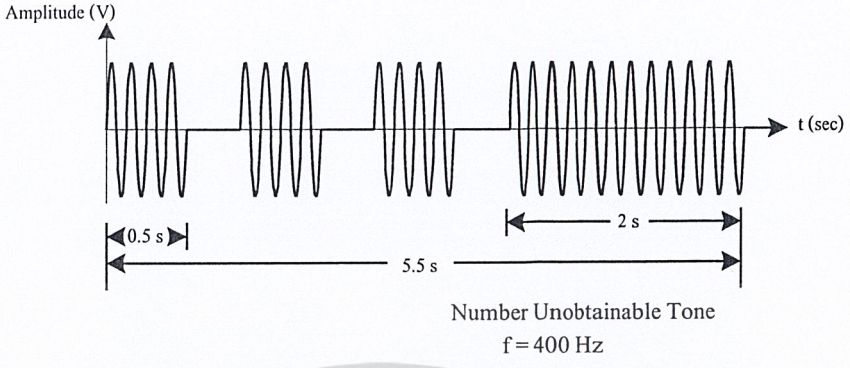


รูปที่ 2.4 สัญญาณเรียกกลับ

4) สัญญาณไม่มีเลขหมาย (Number Unobtainable Tone หรือ NU Tone)

เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้ใช้ทราบว่าเลขหมายที่ผู้ใช้หมุนมาไม่มีใช้งานอยู่ ซึ่งสร้างมาจากสัญญาณที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ทำการส่งออกไปเป็นจังหวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

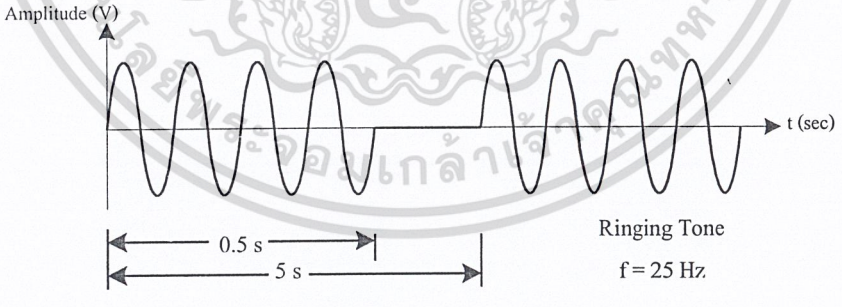


รูปที่ 2.5 สัญญาณไม่มีเลขหมาย

5) สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone หรือ RGT)

สัญญาณกระดิ่ง ใช้เมื่อการต่อของผู้เรียกสำเร็จ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์รับทราบเป็นสัญญาณ 16 เฮิรตซ์ ควบคู่ไปกับสัญญาณขนาด 400 เฮิรตซ์ แบบเอเอ็ม ซึ่งมีลักษณะที่เหมือนกันกับสัญญาณกระดิ่ง คือ เวลาที่ส่งสัญญาณ และช่วงเวลาที่ไม่ส่งสัญญาณจะมีลักษณะที่เหมือนกัน สัญญาณดังกล่าวจะใช้ในการสั่นกระดิ่งของผู้ใช้โทรศัพท์ มีแรงดันประมาณ 75 – 110 โวลต์พีค

สัญญาณที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำเพื่อให้ได้เป็นสัญญาณไซน์



รูปที่ 2.6 สัญญาณกระดิ่ง

2.3 วงจรพื้นฐานเครื่องรับส่งวิทยุ

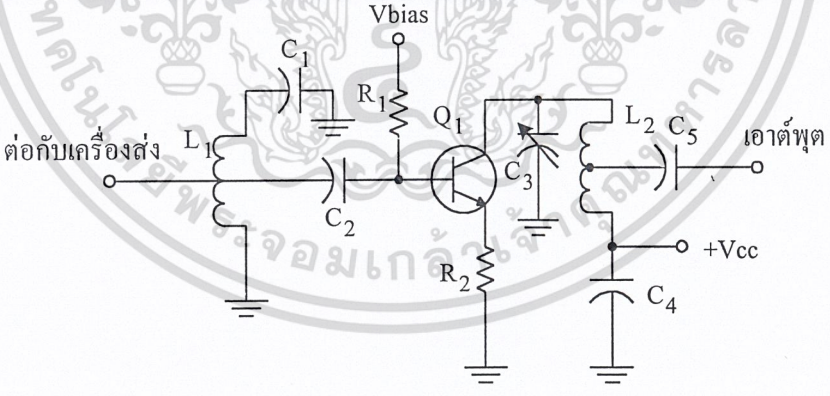
ถึงแม้ว่าภายในแผนผังของเครื่องส่งวิทยุจะมีความแตกต่างกัน แต่ความจริงแล้วมีวงจรพื้นฐานเหมือนกับที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ เครื่องรับ และเครื่องส่งวิทยุแต่ละวงจรมีข้อดีข้อเสียประจำตัวมันเองซึ่งไม่ได้หมายความว่าวงจรหนึ่งจะดีกว่าอีกวงจรหนึ่งเสมอไป นอกจากวงจรมอดูเลตและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรดีมอดูเลตแล้วยังมีวงจรหลักๆ ที่สำคัญอีกหลายวงจร เช่น วงจรขยายทำหน้าที่ขยายสัญญาณในช่วงความถี่ที่ต้องการ เช่น วงจรขยายความถี่วิทยุ วงจรขยายความถี่กลาง และวงจรขยายเสียง เป็นต้น วงจรผสมสัญญาณทำหน้าที่ผสมคลื่นสัญญาณ 2 คลื่น คือ คลื่นที่ต้องการผสม และคลื่นออสซิลเลเตอร์โดยวงจรออสซิลเลเตอร์จะทำหน้าที่กำเนิดคลื่นที่มีความถี่ที่พอเหมาะในการผสมคลื่น วงจรคูณทำหน้าที่คูณความถี่ความถี่วิทยุ วงจรขยายกำลังสัญญาณความถี่สูงที่นิยมเรียกว่า PA โดยย่อมาจาก Power Amplifier วงจรจ่ายไฟ และวงจรด้านอื่นๆ เช่นวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ และวงจรกำจัดสัญญาณรบกวน เป็นต้น

2.3.1 วงจรขยายความถี่วิทยุ

วงจรขยายความถี่วิทยุที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 แบบ คือ วงจรขยายอิมิเตอร์ร่วม วงจรขยายเบสร่วม และวงจรขยายแบบคาสเคด ในรูปที่ 2.7 แสดงวงจรขยายอิมิเตอร์ร่วม ซึ่งจะไบอัสให้ทำงานอยู่ในคลาส A โดยตัวต้านทาน R_1 และ R_2 โดยมีวงจรจูนทั้งทางด้านอินพุต และทางเอาต์พุตเพื่อที่จะขยายสัญญาณที่มีความถี่อยู่ในย่านความถี่เรโซแนนซ์ของวงจรจูน วงจรขยายความถี่วิทยุประเภทนี้ ต้องการประสิทธิภาพมากเพื่อมิให้วงจรขยายเกิดการออสซิลเลตจากการป้อนกลับแบบบวกระหว่างอุปกรณ์ที่ไม่ต้องการทำให้วงจรขยายเกิดการออสซิลเลตที่ความถี่สูงได้ วิธีการทำได้โดยการป้อนกลับแบบลบ เพื่อไปหักล้างกับการป้อนกลับแบบบวก



รูปที่ 2.7 วงจรขยายความถี่วิทยุที่ใช้ทรานซิสเตอร์

2.3.2 วงจรผสมสัญญาณ

วงจรผสมสัญญาณทำหน้าที่นำสัญญาณ 2 ความถี่มาทำการผสมกัน และได้ความถี่ผลต่างของสัญญาณทั้งสองความถี่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแอกทีฟ โดยใช้ทรานซิสเตอร์หรือไอซีรวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่ให้อัตราการขยายต่อวงจรผสมสัญญาณ ซึ่งใช้ในการผสมคลื่นความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอีกประเภทหนึ่ง คือ ประเภทพาสซีพ โดยใช้ไดโอดซึ่งไม่มีการขยายสัญญาณ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งวงจรผสมสัญญาณได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบสมดุลย์ กับแบบไม่สมดุลย์ วงจรผสมสัญญาณจะไม่เกิดปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน คือ สัญญาณไม่เล็ดลอดระหว่างขั้ว คุณสมบัตินี้เรียกว่าการแยกระหว่างขั้ว หรือการแยกโดดเดี่ยว ดูรูปที่ 2.8 ลองพิจารณาในกรณีของภาคเครื่องรับจะเห็นว่าการแยกระหว่างขั้วความถี่วิทยุ และขั้วออสซิลเลเตอร์จะช่วยมิให้สัญญาณออสซิลเลเตอร์กลับไปสู่อากาศทำให้เกิดการแพร่กระจายคลื่นออกไปได้ และการแยกระหว่างขั้วความถี่วิทยุกับขั้วความถี่กลางจะช่วยมิให้สัญญาณที่มีความถี่พอดีตรงกับความถี่ความถี่กลางเข้าไปสู่วงจรขยายความถี่กลาง ในกรณีของภาคส่งจะมีการพิจารณาในทำนองเดียวกัน

สำหรับวงจรผสมสัญญาณแบบไม่สมดุลย์นั้นจะมีคุณสมบัติในการแยกระหว่างขั้วได้ไม่ดีเหมือนกับวงจรผสมสัญญาณแบบสมดุลย์ ดังนั้นถ้าหากต้องการให้มีการแยกสัญญาณได้ดีจะต้องเลือกใช้วงจรฟิลเตอร์ช่วยในการกรองสัญญาณ

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างผสมสัญญาณของภาคเครื่องรับ และภาคเครื่องส่ง

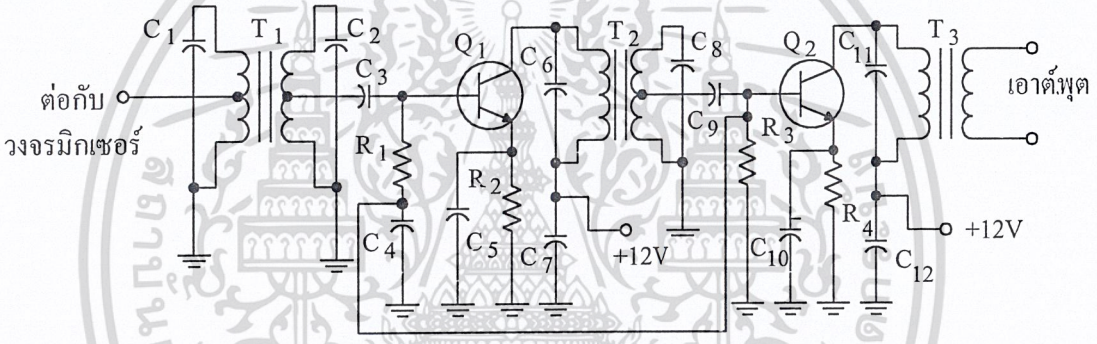
2.3.3 วงจรขยายความถี่กลาง

วงจรขยายความถี่กลางของภาคเครื่องรับเหมือนกับวงจรขยายความถี่วิทยุเพียงแต่มีหน้าที่การทำงานแตกต่างกัน กล่าวคือ วงจรขยายความถี่วิทยุทำหน้าที่ขยายสัญญาณ โดยให้มีสัญญาณรบกวนต่ำความเพี้ยนต่ำ และจะทำการขยายสัญญาณให้มีความแรงมาก หรือน้อยก็ได้ คือ จะมีช่วงไดนามิกกว้าง ซึ่งวงจรขยายความถี่กลางจะทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณ โดยคำนึงถึงการเลือกรับสัญญาณเป็นหลัก และทำให้มีคุณสมบัติสัญญาณรบกวนที่ต่ำ ความเพี้ยนต่ำ ส่วนใหญ่แล้วอัตราขยายของวงจรขยายความถี่วิทยุจะมีค่า 10 ถึง 15 เดซิเบล ส่วนอัตราขยายของวงจรขยายความถี่กลางจะมีค่ามากกว่า 60 เดซิเบล

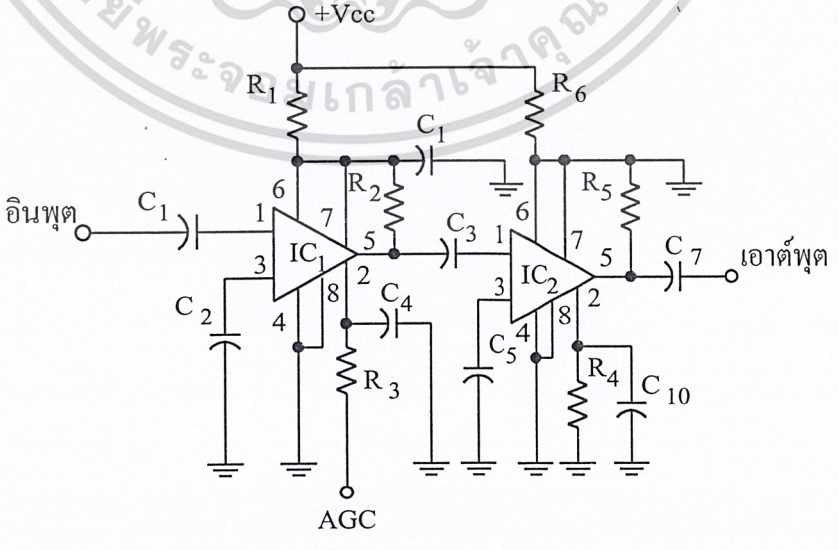
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขยายความถี่กลางแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ใช้วงจรขยายหลายภาคร่วมกันเพื่อเสริมกันให้ได้อัตราขยาย และการเลือกรับสัญญาณได้ตามที่ต้องการ ซึ่งจะเรียกวงจรประเภทนี้ว่าประเภทอัตราขยายแบบเฉลี่ย อีกประเภทหนึ่ง คือ ใช้วงจรชุดเดียวทำหน้าที่ขยาย และใช้วงจรอีกชุดหนึ่งทำการเลือกรับสัญญาณโดยเฉพาะ เช่น วงจรกรองไม่ต้องอาศัยการเสริมกันของการเลือกรับสัญญาณ เรียกวงจรประเภทนี้ว่าประเภทอัตราขยายเป็นก้อน

ในรูปที่ 2.9 แสดงวงจรขยายความถี่กลางประเภทแบ่งเฉลี่ยจะเห็นว่าจะใช้หม้อแปลงดับเบิลจูน (จูน 2 ด้าน คือ การจูนทั้งด้านปฐมภูมิ และทุติยภูมิ) ต่อเชื่อมระหว่างภาค คุณสมบัติของการเลือกรับสัญญาณจึงขึ้นอยู่กับวงจรจูนทั้ง 3 ชุด วงจรประเภทนี้ถ้าทำงานในย่านความถี่ต่ำๆ จะมีคุณสมบัติของการเลือกรับสัญญาณได้ดีกว่าประเภทที่ใช้คริสตอลฟิลเตอร์



รูปที่ 2.9 วงจรขยายความถี่กลางที่ใช้หม้อแปลงจูนระหว่างภาค



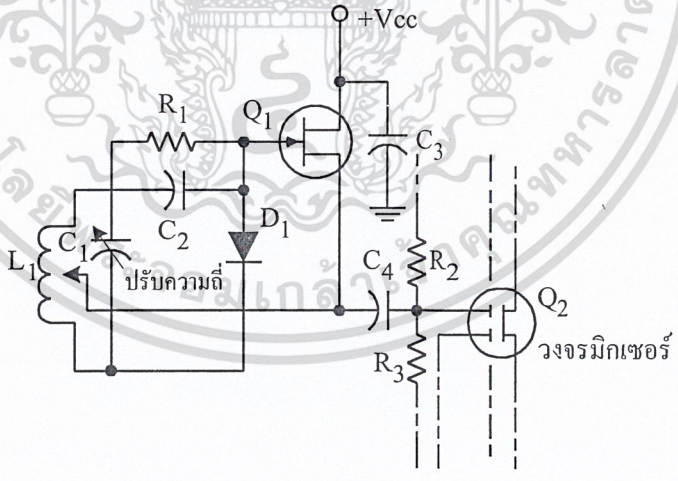
รูปที่ 2.10 วงจรขยายความถี่กลางแบบคริสตอลฟิลเตอร์ควบคุมคุณสมบัติการเลือกรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของซิงเกิลคอนเวอร์ชันจะมีวงจรคริสตอลฟิลเตอร์ และวงจรความถี่กลางต่อจากวงจรผสมสัญญาณ แต่ถ้าในกรณีของดับเบิลคอนเวอร์ชันจากผสมสัญญาณที่หนึ่ง จะเป็นคริสตอลฟิลเตอร์ผ่าน วงจรความถี่กลางค่าสูง และเข้าสู่วงจรผสมสัญญาณที่สอง และผ่านเข้าเซรามิกฟิลเตอร์กับวงจรความถี่กลางค่าต่ำตามลำดับ

ในระบบซูเปอร์เฮดเทอโรดายน์ อัตราขยายส่วนใหญ่มักจะมาจากภาคความถี่กลาง ในยุคแรกๆ เครื่องรับมักใช้หลอด หรือทรานซิสเตอร์ ซึ่งมีหม้อแปลงต่อระหว่างภาค แต่ยุคหลังนี้ภาคความถี่กลางจะมีค่าต่ำจึงนิยมใช้ไอซีเพียงตัวเดียวทำหน้าที่เป็นความถี่กลาง และดีมอดูเลเตอร์

วงจรออสซิลเลเตอร์ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณความถี่สูง เพื่อใช้ในการทำงานร่วมกับวงจรอื่นๆ ภายในเครื่อง เช่น ในการมอดูเลต การผสมคลื่นรวมทั้งใช้เป็นสัญญาณอ้างอิง ออสซิลเตอร์แต่ละวงจรต่างก็มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปตามหน้าที่ ในเครื่องรับวิทยุติดตามตัว การออสซิลเลตของวงจรออสซิลเลเตอร์จะอาศัยหลักการของการของการป้อนกลับแบบบวก วงจรที่เป็นตัวกำเนิดความถี่อาจเป็นวงจรจูน LC หรือใช้คริสตอลก็ได้โดยค่าตัวประกอบคุณภาพ ของวงจรยิ่งมากความถี่ที่วงจรจะออสซิลเลตก็จะยิ่งคงที่ไม่มีการเลื่อนไปได้ง่าย สำหรับวงจร LC มีค่าตัวประกอบคุณภาพน้อยกว่าคริสตอล ดังนั้นเสถียรภาพทางความถี่ของวงจรคริสตอลออสซิลเลเตอร์จึงดีกว่าวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ LC



รูปที่ 2.11 วงจรออสซิลเลเตอร์

เครื่องรับส่วนใหญ่มักมีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติเพื่อรักษาอัตราขยายเครื่องรับให้คงที่ ไม่ว่าจะรับคลื่นได้แรงหรืออ่อนก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

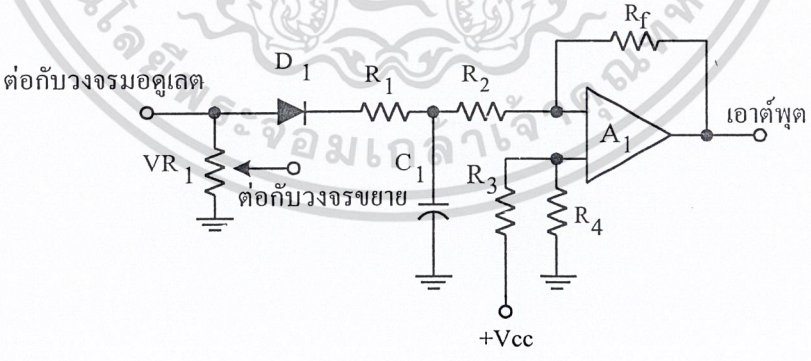
หลักการผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

1) วิธีผลิตจากสัญญาณพาหะ

2) วิธีผลิตจากสัญญาณเสียง

เครื่องรับส่วนใหญ่จะใช้วิธีผลิตจากสัญญาณพาหะ ซึ่งเหมาะสมกับการรับสัญญาณ AM เพราะสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแรงของสัญญาณพาหะ แต่ในกรณีของการมอดูเลตแถบข้างเดียว คลื่นที่ส่งมาจะไม่มีพาหะ เพราะได้ถูกกำจัดพาหะออกไปที่เครื่องส่งแล้ว ดังนั้น ถ้าสัญญาณที่ได้เล็ดลอดเข้าไปยังวงจรขยายความถี่กลาง หรือวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติได้ อัตราขยายของเครื่องรับก็จะลดลงไปทั้งๆ ที่เครื่องรับอาจรับสัญญาณได้ต่ำ ในขณะนั้น ทำให้วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติได้ทำงานตามความแรงของสัญญาณที่รับได้ เครื่องรับบางชนิดอาจใช้วิธีหยุดการทำงานวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ ในกรณีที่วงจรกรองความถี่ทำงาน ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้สัญญาณที่ไม่ต้องการเข้าไปทำให้วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติเกิดการทำงานผิดพลาดได้ ในกรณีจะใช้วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติแบบปรับด้วยมือแทนปุ่มปรับ

ในรูปที่ 2.12 เป็นวงจรผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ ที่ผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจากสัญญาณเสียง วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติชนิดนี้จะมีการทำงานเหมือนกับวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติแรก แต่ใช้สัญญาณเสียงเป็นอินพุตแทน ส่วนค่าคงตัวเวลาที่เลือกใช้ก็อาศัยหลักการเดียวกัน



รูปที่ 2.12 วงจรผลิตสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ

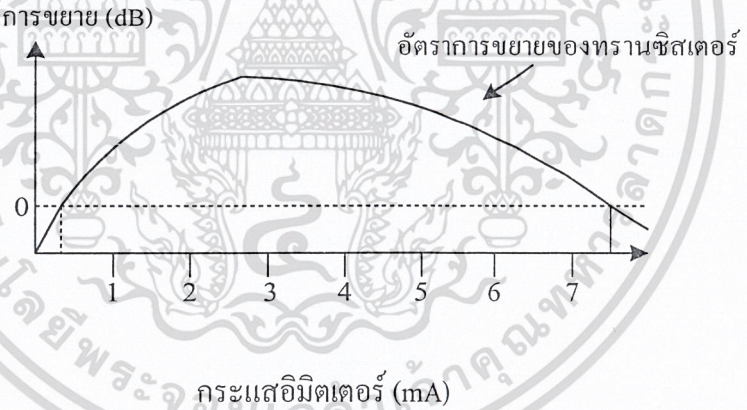
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากไม่มีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ การรับสัญญาณจะเกิดปัญหาดังนี้

1) การรับสัญญาณบางสถานีจะรับได้แรง หรือบางสถานีจะรับได้อ่อน เป็นผลทำต้องปรับความดังให้เข้ากับสัญญาณที่รับเข้ามา แต่ถ้ามีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติความดังจะคงที่แม้เปลี่ยนไปรับสถานีอื่นๆ ที่มีความแรงของสัญญาณต่างกัน

2) สัญญาณที่รับได้บางครั้งมีการจางหาย หรือบางครั้งแรงขึ้นมาเอง ทั้งนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพบรรยากาศที่คลื่นเดินทางมายังเครื่องรับ วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติสามารถช่วยรักษาระดับความดังให้คงที่ ถึงแม้ในบางกรณีจะมีการจางหายของสัญญาณ

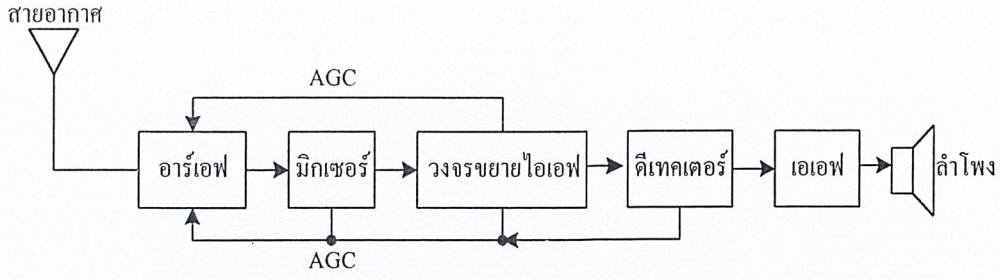
ในกรณีที่เป็นวิทยุติดรถยนต์ซึ่งเคลื่อนที่ไปมา สัญญาณที่รับได้จะมีความแรงของสัญญาณไม่เท่ากัน วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจะช่วยชดเชยระดับความดังเท่าเดิม การควบคุมอัตราการขยายของวงจรจะใช้วิธีป้อนไฟไบอัส ซึ่งอาจจะใช้วิธีไบอัสตรง ซึ่งเรียกว่าวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติกลับทางสังเกตว่าอัตราการขยายของทรานซิสเตอร์นั้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามจุดทำงาน หรือกระแสอิมิเตอร์ ดูรูปที่ 2.13 ถ้าลดกระแสไบอัสลง หรือเพิ่มกระแสไบอัสขึ้นอัตราการขยายของทรานซิสเตอร์ก็จะลดลง



รูปที่ 2.13 การเปลี่ยนแปลงอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ที่กระแสอิมิตเตอร์ในค่าต่างๆ

ในระบบ FM วงจรกำจัดค่าจะทำหน้าที่เป็นตัวจำกัดขนาดของสัญญาณอยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องมีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติอีก เว้นแต่ต้องการป้องกันการโหลดเกินวงจรส่วนหน้า เช่น ทำการลดทอนสัญญาณอินพุตที่เข้าสู่วงจรขยายความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



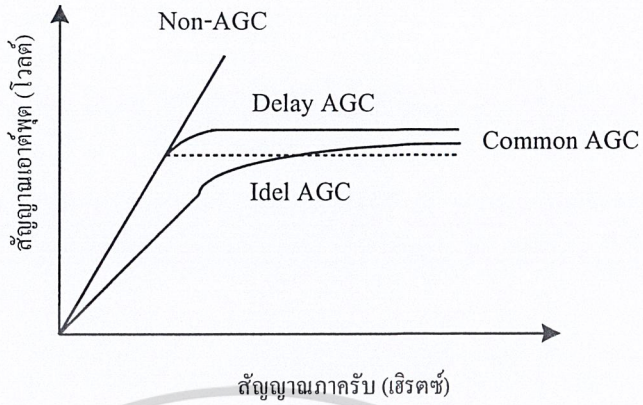
รูปที่ 2.14 วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติต่างๆ ในเครื่องรับชนิดซูเปอร์เฮดเทอโรดายน์

รูปที่ 2.14 วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติต่างๆ ในเครื่องรับชนิดซูเปอร์เฮดเทอโรดายน์ จากรูปจะเห็นได้ว่าสัญญาณควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติกำเนิดได้โดยวิธีการดีเทค แล้วส่งไบอัสไปควบคุมอัตราขยายของวงจรความถี่วิทยุ และความถี่กลางแต่ละภาค วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติส่วนนี้เป็นวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติหลักของเครื่องรับ แต่ยังมีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติส่วนหนึ่งเป็นวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติเสริมจากวงจรขยายความถี่กลาง ย้อนไปควบคุมอัตราขยายของวงจรขยายความถี่วิทยุเพื่อป้องกันการโหลดเกินของภาคความถี่วิทยุ

วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติที่ดีควรมีคุณสมบัติในการทำงานดังนี้ เมื่อสัญญาณอินพุตของเครื่องรับแรงขึ้นระดับความดังของเสียงจะมากขึ้นจนกระทั่งถึงจุดๆ หนึ่ง ซึ่งถ้าสัญญาณ อินพุตแรงถึงจุดนี้จะเกิดโหลดเกิน วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจะควบคุมอัตราการขยายของเครื่องรับไว้มิให้ระดับความดังของเสียงมีค่าเพิ่มขึ้นอีก

จากรูปที่ 2.15 เป็นกราฟแสดงลักษณะการควบคุมอัตราขยายของเครื่องรับ โดยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติชนิดต่างๆ กัน เช่น เส้นแสดงวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติอุดมคติ วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติแบบประวิง กล่าวคือ วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติจะถูกหน่วงเอาไว้จนกว่าระดับสัญญาณอินพุตจะแรงขึ้นถึงระดับหนึ่ง สำหรับวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติแบบง่าย หลักการทำงานจะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอินพุตกับความดัง โดยจะเป็นสัดส่วนโดยตรงไม่มีการหน่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ลักษณะการควบคุมอัตราขยายของเครื่องรับโดยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ

2.4 การรับส่งข้อมูลดิจิตอล FSK และแนวทางออกแบบการใช้งาน

การรับ - ส่งข้อมูลในรูปของสัญญาณดิจิตอล สามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีการทางไบนารี คือ สัญญาณดิจิตอลจะถูกส่งไปยังปลายทางได้ทันที โดยไม่ต้องผ่านขบวนการแปลงสัญญาณอย่างใด ดังรูปที่ 2.16 (ก) และวิธีการทางแอนะลอก คือ สัญญาณดิจิตอลจะถูกแปลงเป็นสัญญาณแอนะลอกก่อนแล้วจึงส่งออกไปยังปลายทางดังรูปที่ 2.16 (ข)

วิธีการในลักษณะแรกจะกระทำในลักษณะที่มีการติดต่อในระยะทางสั้นๆ และให้ความรวดเร็วมากว่า ส่วนวิธีการในลักษณะหลังจะเกี่ยวข้องไปถึงลักษณะการเชื่อมโยง สัญญาณเข้ากับระบบสื่อสารทั่วๆ ไป ลักษณะทั้ง 2 วิธีแสดงในรูปที่ 2.16

การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก ในการสร้างสัญญาณแอนะลอกที่มีผลมาจากสัญญาณดิจิตอล หรือสัญญาณข่าวสารในรูปอื่นจะได้มาจากหลักการพื้นฐานของวิธีการ 3 แบบ คือ

1) หลักการของการมอดูเลตทางขนาด (Amplitude Modulation)

2) หลักการของการมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation)

3) หลักการของการมอดูเลตทางเฟส (Phase Modulation)

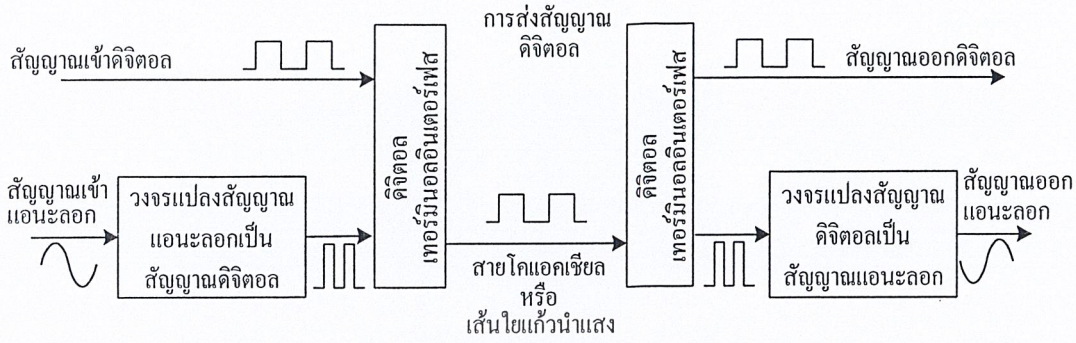
โดยสัญญาณที่ส่งออกไป (สัญญาณดิจิตอล หรือสัญญาณข่าวสารต่างๆ) จะถูกมอดูเลตทางด้านส่ง และดีมอดูเลตทางด้านรับ เพื่อแยกสัญญาณข่าวสารเดิมที่ส่งออกมาจากสัญญาณพาห์ เทคนิคการรวมสัญญาณทางดิจิตอล ที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางคือ

1) แบบ Frequency Shift Keying หรือ FSK

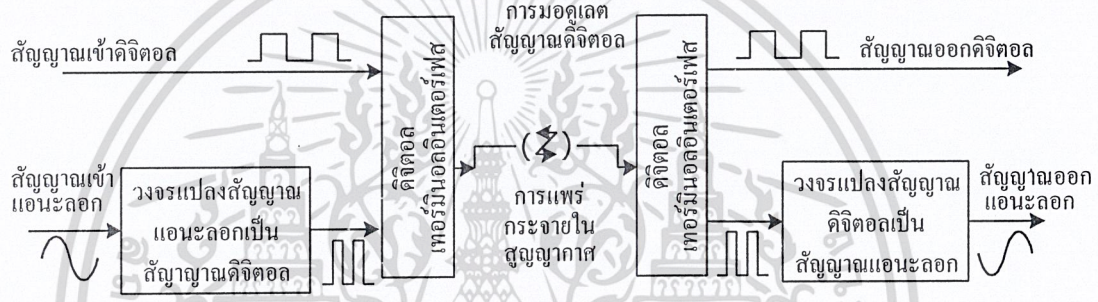
2) แบบ Phase Shift Keying หรือ PSK

3) แบบ Quadrature Amplitude Modulation หรือ QAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) วิธีการทางไบนารี



(ข) วิธีการทางแอนะลอก

รูปที่ 2.16 การส่งสัญญาณดิจิตอล

2.4.1 ตัวกำเนิดสัญญาณ FSK

ตัวกำเนิดสัญญาณ FSK มีหลักการคือ เมื่อข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิตอลที่มีลักษณะเป็นข้อมูลเลขฐานสอง ทำให้ความถี่เลื่อนหรือเบี่ยงเบนไปตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเลขฐานสองที่เข้ามา ดังนั้น สัญญาณเอาต์พุตของตัวกำเนิด FSK จะอยู่ในรูปของความถี่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อข้อมูลเลขฐานสองด้านอินพุตเปลี่ยนแปลงจากสถานะลอจิก 1 เป็นลอจิก 0 (หรือในทางกลับกัน คือ ลอจิก 0 เป็นลอจิก 1) สัญญาณเอาต์พุตจาก FSK จะเลื่อนความถี่ระหว่าง 2 ความถี่ด้วยกัน คือ ความถี่ที่ลอจิก 1 คือ Mark Frequency (Fm) และความถี่ที่ลอจิก 0 คือ Space Frequency (Fs)

การเปลี่ยนแปลง (หรือการเลื่อน) ของความถี่แต่ละครั้งจะเกิดขึ้นเมื่อสถานะของลอจิกด้านสัญญาณเข้าเปลี่ยนแปลง นั่นคือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณออกจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงสัญญาณขาเข้า ซึ่งในการมอดูเลตแบบดิจิตอลนั้น อัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อินพุตของตัวกำเนิดสัญญาณ FSK เรียกว่า อัตราบิต (Bit Rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second : bps) ส่วนอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณด้านเอาต์พุตของตัวกำเนิดสัญญาณ FSK เรียกว่า อัตราบอด (Baud Rate) ดังนั้นในการส่งข้อมูลด้วยเทคนิค FSK อัตราบิตจะเท่ากับอัตราบอดเสมอ

2.4.2 ความกว้างของสัญญาณ FSK

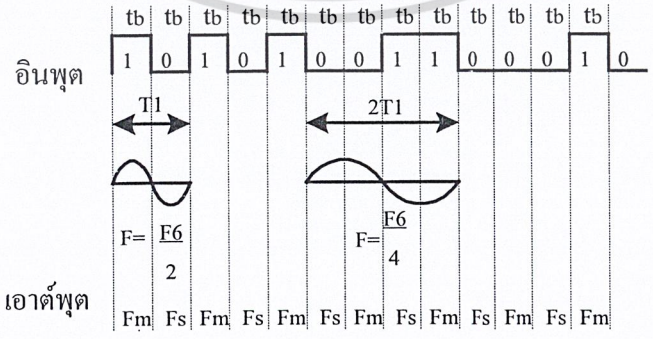
ในระบบการสื่อสารข้อมูลด้วยสัญญาณแอนะลอก หรือสัญญาณความถี่นั้น แบนด์วิดท์เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก เนื่องจากวิธีการของ FSK อยู่บนพื้นฐานเดียวกันกับวิธีการของ FM ดังนั้นการอธิบายถึงสูตรต่างๆ จะใช้หลักการของ FM ทุกอย่าง

จากรูปที่ 2.17 แสดงถึงตัวมอดูเลตแบบ FSK ซึ่งใช้หลักการเดียวกับเอฟเอ็มมอดูเลเตอร์ คือ จะเห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เร็วที่สุดของสัญญาณอินพุตจะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลเลขฐานสองมีลักษณะเป็น 1 และ 0 สลับกัน ซึ่งคือ สัญญาณสี่เหลี่ยมนั่นเอง ตามตัวอย่างในรูปที่ 2.17 เป็นสัญญาณในช่วง T_1

ความถี่หลักของคลื่นสี่เหลี่ยมจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราบิต ดังนั้นถ้าพิจารณาเฉพาะความถี่หลักเพียงอย่างเดียวแล้วความถี่สูงสุดของสัญญาณดิจิตอลที่ต้องการนำมามอดูเลตแบบ FSK จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราบิตคือ

$$Fa_{\max} = \frac{Bit\ Rate}{2} \qquad (2.1)$$

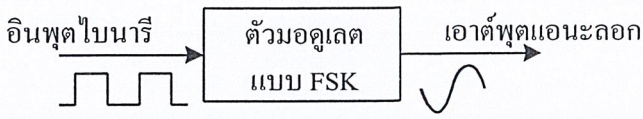
เมื่อกำหนดให้ $Fa_{\max}$ คือ ความถี่สูงสุดของสัญญาณดิจิตอลที่จะนำมามอดูเลต ความถี่กลางของ VCO จะอยู่ในตำแหน่งกลางระหว่าง Fm กับ Fs ดังรูปที่ 2.17



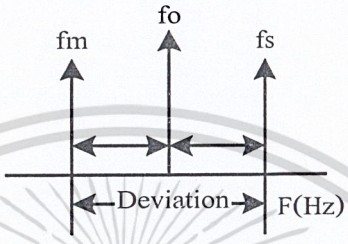
รูปที่ 2.17 การมอดูเลตสัญญาณแบบ FSK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

43195



รูปที่ 2.18 มอดูเลตแบบ FSK



รูปที่ 2.19 การเบี่ยงเบนความถี่

ลอจิก 1 ด้านอินพุตจะเลื่อนความถี่ของ VCO จาก *fo* ไปเป็น *fs* จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเลขฐานสองด้านอินพุตจาก 1 ไป 0 หรือ 0 ไป 1 จะทำให้ความถี่เอาต์พุตของ VCO เลื่อนหรือเบี่ยงเบนกลับไปมาระหว่าง *Fm* กับ *Fs* เนื่องจากได้กล่าวมาแล้วว่า FSK นั้น คือ การ มอดูเลตแบบ FM ดังนั้นดัชนีการมอดูเลต (Modulate Index : *MI*) ใน FSK ได้จาก FM คือ

$$MI = \frac{\Delta F}{Fa} \; MI \tag{2.2}$$

โดยที่ ΔF คือ การเบี่ยงเบนของความถี่ใดๆ จากความถี่กลาง (Hz)

Fa คือ ความถี่ของสัญญาณที่นำมามอดูเลต (Hz)

ค่า *MI* ที่ยอมให้มีได้สูงสุด คือ *MI* ที่ทำให้แบนด์วิดท์กว้างที่สุด ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อการเบี่ยงเบนของความถี่ถูกมอดูเลตแล้วความถี่ของสัญญาณที่นำมามอดูเลตมีค่าสูงสุด

ในการมอดูเลตแบบ FSK ค่า ΔF เป็นการเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุดครึ่งหนึ่งของความแตกต่างระหว่าง *fm* กับ *fs* นั่นคือ

$$\Delta F = \frac{Fs - Fm}{2} \tag{2.3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุดขึ้นอยู่กับขนาดของสัญญาณที่นำเข้ามามอดูเลต (สัญญาณดิจิตอล) เมื่อสถานะทางลอจิกเป็น 1 จะทำให้แรงดันออกมามีค่าคงที่ตามสถานะ (เช่น 5 โวลต์) หรือถ้าเป็นลอจิก 0 แรงดันออกมาคงที่ในระดับลอจิก 0 เช่นกัน เช่น 0 โวลต์ ดังนั้นความถี่เบี่ยงเบนของ FSK มอดูเลตเบี่ยงเบนคงที่ และอยู่ในระดับการเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุดเสมอ

Fa เป็นความถี่หลักของข้อมูลเลขฐานสองด้านอินพุต ซึ่งทำให้แบนด์วิดท์กว้างที่สุดเมื่อ

$$Fa = \frac{Bit\ Rate}{2} \tag{2.4}$$

ดังนั้นสามารถหาค่า MI ได้จาก

$$MI = \frac{\left(fs - \frac{fm}{2}\right)}{\left(\frac{fb}{2}\right)} \tag{2.5}$$

$$MI = \frac{fs - fm}{fb} \tag{2.6}$$

เมื่อกำหนดให้ $fs - fm$ คือ ความถี่เบี่ยงเบนสูงสุด

fb คือ อัตราบิตของเลขฐานสองอินพุต

ในการส่งสัญญาณ FM โดยทั่วไป ความกว้างของแบนด์วิดท์จะแปรผันตรงกับค่า MI เช่นเดียวกับ FSK ที่ค่า MI โดยทั่วไปจะต้องมีค่าต่ำกว่า 1.0 เพื่อให้เป็นเอฟเอ็มแบบแคบ ค่าแบนด์วิดท์ที่แคบที่สุดเรียกว่า Minimum Nyquist Bandwidth (Fn)

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลในตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้นพัฒนาและผลิตออกสู่ตลาดโดยบริษัทอินเทล เพื่อใช้ในงานควบคุมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานควบคุมขนาดเล็ก งานควบคุมขนาดกลางจนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนพอสมควร เช่น การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป เป็นต้น จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการนำวงจรพื้นฐานต่างๆ มารวมไว้ภายในชิปตัวเดียวกันทำให้วงจรที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก มีความสะดวกและคล่องตัวสูงจึงเป็นที่นิยม และแพร่หลายอย่างมาก ผู้ผลิตชิปหลายบริษัทได้ติดต่อขอซื้อลิขสิทธิ์การผลิตชิปจากบริษัทอินเทล เพื่อไปผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำหน่าย โดยได้มีการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น ทำให้ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีมาตรฐานเดียวกับ MCS-51 ของบริษัทอินเทลออกจำหน่ายหลายรุ่น

2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1) ต้องการแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ชุดเดียว

2) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

3) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) มีหลายขนาดขึ้นกับเบอร์ไอซี มีทั้งแบบรอม, อีพรอม และแบบแฟลช

4) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) เป็นแบบแรม ในบางเบอร์มีหน่วยความจำอีอีพรอมเพิ่มเติม

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

7) หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลนั้นจะทำงานแยกออกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์

8) มีพอร์ตรับส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต หรือใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิต รวมทั้งหมด 32 บิต ทำงานแยกกันอย่างอิสระ

9) มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 รูปแบบ

10) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม

11) รับส่งสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

12) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายใน

13) ประมวลผลข้อมูลได้ทั้งแบบ 1 บิต และ 8 บิต

2.5.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

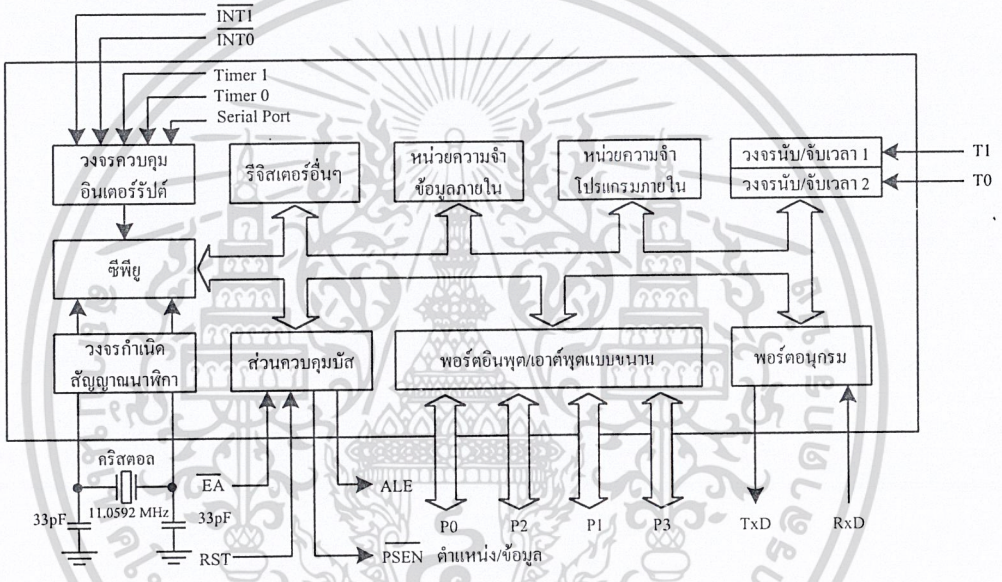
ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรบวกเลข วงจรเลื่อนข้อมูล วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

ในรูปที่ 2.20 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Logic Unit : ALU) และส่วนควบคุม (Control Unit : CU) ในส่วนของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ และส่วนควบคุมจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก รวมทั้งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสด้วย ซึ่งซีพียูจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมโดยการถอดรหัสคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง



รูปที่ 2.20 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2) หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้า และออกจากหน่วยความจำ จำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียนข้อมูล และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามรถเก็บข้อมูลซึ่งมีค่าระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่งทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำ ในตำแหน่งที่ต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำ ข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้แก่

3.1) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนาน มีทั้งหมด 4 พอร์ต ใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจาก MCS-51 โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 หน้าที่

3.2) วงจรนับ/จับเวลา ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือ ใช้เป็นวงจรนับหรือจับเวลา เมื่อเป็นวงจรนับจะทำการนับจำนวนรอบของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู เมื่อเป็นวงจรจับเวลาจะใช้หลักการเดียวกับวงจรนับเพียงแต่จะกำหนดค่าสูงสุดของการนับไว้ ซึ่งค่าสูงสุดของการนับจะคำนวณมาจากค่าเวลาที่ต้องการจับเวลานั่นเอง

3.3) พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่าน และเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ละข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TxD และในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาที่ละบิตทางขา RxD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไป

2.6 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

จอแสดงผลแบบผลึกเหลว (Liquid Crystal Display : LCD) เป็นจอแสดงผลที่สามารถแสดงข้อความและภาพได้ ซึ่งแผงแสดงผลจะประกอบด้วยเซกเมนต์ (จุดเล็กๆ ที่ประกอบกันเป็นตัวอักษรหรือภาพ) ภายในเซกเมนต์จะบรรจุชั้นของๆ เหลวเป็นแผ่นบางๆ อยู่ระหว่างชั้นของแก้ว ถ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปที่เซกเมนต์ใดๆ เซกเมนต์นั้นก็จะเกิดสีดำหรือทึบแสงและถ้าหยุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปที่เซกเมนต์ จะทำให้เซกเมนต์นั้นสว่างหรือโปร่งแสง

2.6.1 ข้อดีและข้อเสียของแอลซีดีเมื่อเปรียบเทียบกับแอลอีดี

1) แอลซีดีใช้กระแสไฟฟ้าและกำลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าแอลอีดี

2) แอลซีดีวงจรควบคุมซับซ้อนกว่าวงจรควบคุมของแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ขาสัญญาณของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

ขาสัญญาณของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวนั้นมีอยู่ 14 ขา ซึ่งแต่ละขาสัญญาณมีหน้าที่การทำงานที่ต่างๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ขาสัญญาณต่างๆ ของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวแอลซีดี

PIN	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION
1	Vss	-	0 V GND
2	Vcc	-	+ 5 V POWER SUPPLY
3	Vee	-	+ V FOR LIQUID CRYSTAL DRIVE
4	RS	H/L	REGISTER SELECT H: DATA INPUT L: INSTRUCTION INPUT
5	R/W	H/L	H: DATA READ L: DATA WRITE
6	E	H	ENABLE SIGNAL (L->H)
7	DB 0	H/L	DATA BUS BIT 0
8	DB 1	H/L	DATA BUS BIT 1
9	DB 2	H/L	DATA BUS BIT 2
10	DB 3	H/L	DATA BUS BIT 3
11	DB 4	H/L	DATA BUS BIT 4
12	DB 5	H/L	DATA BUS BIT 5
13	DB 6	H/L	DATA BUS BIT 6
14	DB 7	H/L	DATA BUS BIT 7

2.6.3 ชุดคำสั่งควบคุมและการแสดงข้อความ

การเขียนหรืออ่านข้อมูลกับแอลซีดี คือ การกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ในการใช้งานของแอลซีดีตามชุดคำสั่งควบคุม และรวมถึงการเขียนข้อมูลที่เป็นข้อความ เพื่อให้ปรากฏบนแผงแสดงผลด้วย โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ชุดคำสั่งควบคุมและการแสดงข้อความ

INSTRUCTION	RS	R/W	DATA BIT								EXE.TIME (µsec)
			7	6	5	4	3	2	1	0	
CLEAR DISPLAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1640
CURSOR AT HOME	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	1640
ENTRY MODE SET	0	0	0	0	0	0	0	10	I/D	S	40
DISPLAY ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	40
DISPLAY SHIFT	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	40
FUNCTION SET	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	40
SET CGRAM ADD	0	0	0	1	CGRAM ADDRESS						40
SET DDRAM ADD	0	0	1	DDRAM ADDRESS							0
BUSY,ADD, READ	0	0	BF	ADDRESS							40
CGRAM,ADD, WR	1	0	WRITE DATA								40
CGRAM,DDRD,RD	1	1	READ DATA								40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ด

การเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องเข้าใจการทำงาน และลักษณะสัญญาณที่คีย์บอร์ดส่งให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นลักษณะของค่า Scan Code เพื่อบอกว่าคีย์ใดถูกกด และจะเป็นหน้าที่ของระบบปฏิบัติการที่จะต้องทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าค่า Scan Code นี้ให้อยู่ในรูป ASCII Code อีกทีหนึ่ง

ในด้านลักษณะสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างคีย์บอร์ดกับเครื่องคอมพิวเตอร์ จะมีทั้งการส่งและรับข้อมูลเพื่อควบคุมการทำงานให้สัมพันธ์กัน

2.7.1 การทำงานของคีย์บอร์ด

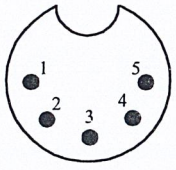
รูปแบบการส่งข้อมูลของคีย์บอร์ด ได้วางข้อตกลงสำหรับการส่งข้อมูล ให้ส่งในลักษณะค่า Scan Code ซึ่งจะเป็นรหัสที่แสดงว่ามีการกดคีย์หรือปล่อยคีย์ซึ่งค่า Scan Code จะเป็นค่าที่กำหนดขึ้นตั้งแต่แรกโดยไม่เหมือนกับค่า ASCII ระบบปฏิบัติการ จะเปลี่ยนค่า Scan Code ที่ได้รับให้อยู่ในรูปของรหัส ASCII แล้วจึงนำไปแสดงผล เช่น เมื่อคีย์ ‘A’ ถูกกดจะส่งค่า Scan Code เป็น 1CH ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการจะแปลงรหัส 1CH ให้อยู่ในรูปรหัส ASCII ซึ่ง เท่ากับ 41H และทำหน้าที่จัดลำดับการแสดงผลพร้อมตรวจสอบการปล่อยคีย์ด้วย ถ้ามีการกดคีย์ค้างจะมีค่า Scan Code ส่งมาอีก ต่อเมื่อมีการปล่อยก็จะมีการส่งค่า Scan Code อีกค่าหนึ่งที่แสดงถึงการปล่อยคีย์นั้น เช่น เมื่อปล่อยคีย์ ‘A’ แล้วคีย์บอร์ดจะส่งค่า Scan Code เป็น F0H ออกมา เป็นต้น

โดยปกติแล้วคีย์บอร์ดทั่วไปจะมีอยู่ทั้งหมด 101 คีย์ ถ้ามีการส่งข้อมูล 8 บิต จะสามารถแทนได้ทั้งหมด 256 รูปแบบ ซึ่งเพียงพอต่อการสร้าง Scan Code สำหรับทุกคีย์ ทั้งเมื่อมีการกดและการปล่อย แต่ในความเป็นจริง การส่งข้อมูลไม่ได้เป็นแค่ไบต์เดียว มีหลายๆ คีย์ที่ต้องใช้ถึงสองไบต์ในการส่งข้อมูล ดังรูปที่ 2.22

2.7.2 รูปแบบสัญญาณ

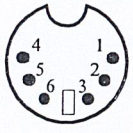
ลักษณะสัญญาณการรับและส่งข้อมูลของคีย์บอร์ดจะเป็นลักษณะของซิงโครนัส คือ มีสัญญาณนาฬิกา ส่งไปให้ด้วยเพื่อให้การส่งข้อมูลเป็นไปในจังหวะเดียวกัน ทำให้ฝ่ายรับสามารถแยกข้อมูลที่ส่งมาได้ สายสัญญาณที่ใช้จึงใช้สายสัญญาณ 4 เส้น คือ Clock Data Gnd และ Vcc โดยทั่วไปแล้วเราจะเห็นคีย์บอร์ดต่อในสองลักษณะ คือ แบบ DIN และแบบ PS2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. KB clock
2. KB Data
3. N/C
4. GND
5. +5 v Vcc

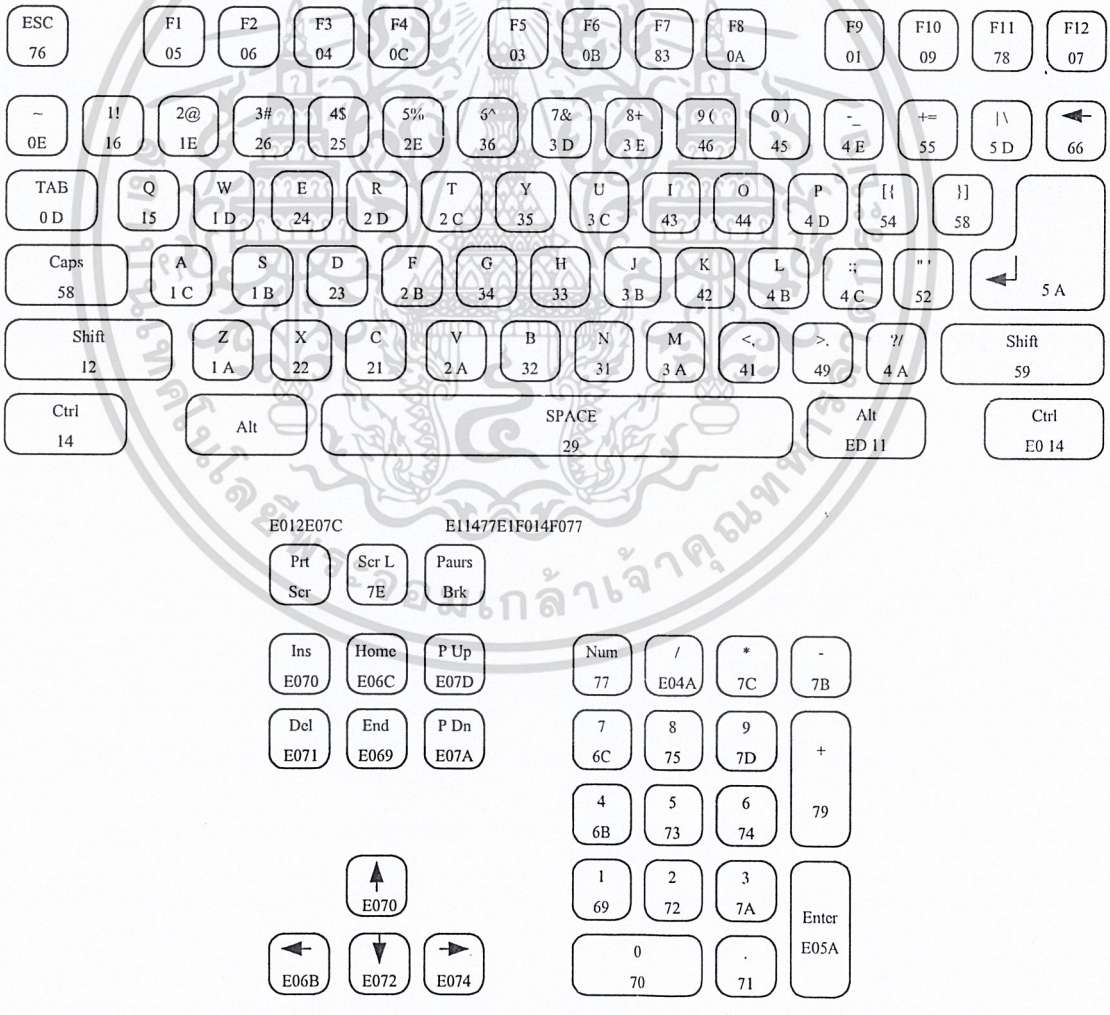
ก) แบบ DIN



1. KB Clock
2. KB GND
3. KB Data
4. K/B NC
5. +5 v Vcc
6. N/C

ข) แบบ PS2

รูปที่ 2.21 หัวต่อของคีย์บอร์ด



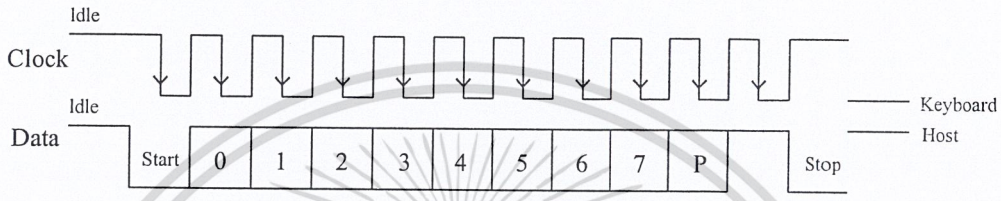
รูปที่ 2.22 ค่า Scan Code ของปุ่มต่างๆ บนคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 การรับส่งข้อมูลของคีย์บอร์ด

การรับส่งข้อมูลจะมีทั้งการส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ดไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ และจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่งมาควบคุมที่คีย์บอร์ดโดยใช้วิธีการจับจองสัญญาณ KB Clock ให้ได้ก่อนเพื่อที่จะได้เป็นตัวส่ง

2.7.4 การส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ดไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์



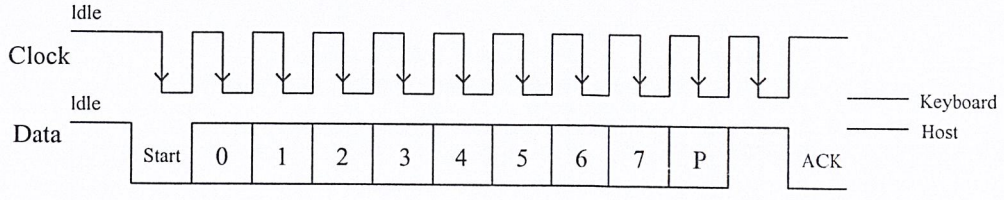
รูปที่ 2.23 การส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ด

โดยปกติแล้วสัญญาณนาฬิกา และข้อมูลจะมีสภาวะเป็นลอจิกสูง เมื่อมีการส่งข้อมูลคีย์บอร์ดจะส่งสัญญาณทำให้สัญญาณนาฬิกามีสภาวะเป็นลอจิกต่ำ เพื่อเป็นการจับจองการใช้งานว่าจะมีการส่งข้อมูล หลังจากนั้นจึงส่งข้อมูล ซึ่งสามารถแยกบิตโดยการเปรียบเทียบเมื่อสัญญาณนาฬิกาเป็นขอบขาลงดังรูปที่ 2.23 ซึ่งข้อมูลที่ส่งมาจะประกอบไปด้วย

1) Start Bit มีสภาวะเป็นลอจิกต่ำ
2) Data 8 Bits
3) Parity (Odd Parity)
4) Stop Bits มีสภาวะเป็นลอจิกสูง

โดยค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้จะอยู่ในช่วง 20-30 กิโลเฮิรตซ์

2.7.5 การส่งค่าควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์มายังคีย์บอร์ด



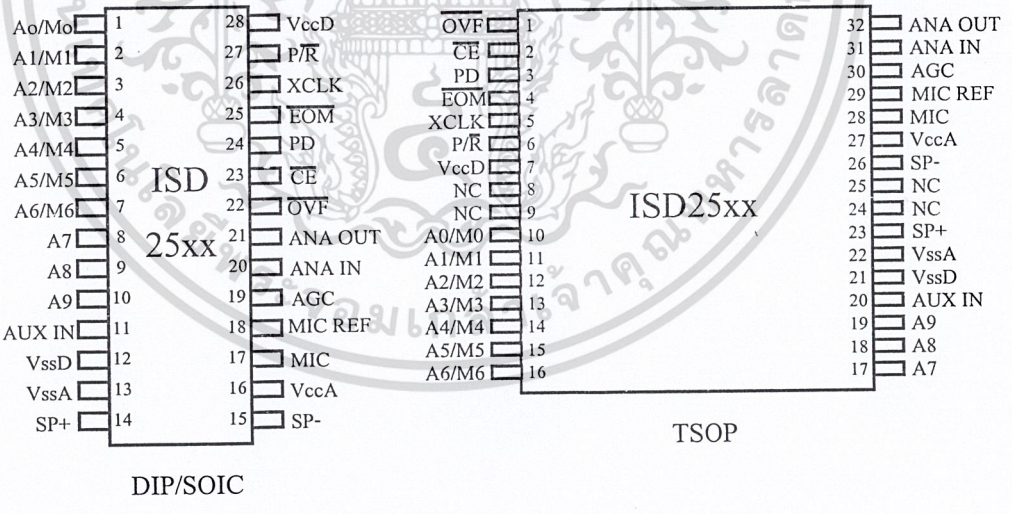
รูปที่ 2.24 การส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นเรื่องที่ซับซ้อนกว่าการส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ดไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่งออกมาให้นี้จะเป็นค่าควบคุมที่คีย์บอร์ดจะต้องนำไปตรวจสอบว่าต้องทำอย่างไร เช่น เปิดปิดไฟสถานะของปุ่มควบคุมต่างๆ เป็นต้น รูปแบบของข้อมูลจะมีลักษณะเหมือนกับที่คีย์บอร์ดส่งไปให้ เพียงแต่การจับจองสัญญาณจะต้องทำสัญญาณนาฬิกา และสัญญาณข้อมูลก่อนแล้วจึงค่อยส่งข้อมูลไปซึ่งจะไม่มี Start Bit และ Stop Bit ซึ่งเมื่อส่งข้อมูลไปครบแล้วคีย์บอร์ดจะต้องส่ง Acknowledgment กลับมาด้วยดังรูปที่ 2.24

2.8 ไอซีบันทึกเสียง

ไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD12xx และ ISD14xx นี้ สามารถใช้ในการบันทึกเสียงได้นาน 20 วินาที และมีองค์ประกอบภายนอกที่ง่ายกว่าไอซีบันทึกเสียงตระกูลอื่นที่ต้องอาศัยหน่วยความจำแรมภายนอก เพื่อขยายเวลาในการบันทึกเสียงให้ได้นานขึ้น โครงสร้างของวงจรจึงยุ่งยาก จากคุณสมบัติ พอจะกล่าวได้ว่าไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD12xx และ ISD14xx ที่เป็นรุ่นแรกๆ นั้นเมื่อเปรียบเทียบกับตระกูล ISD25xx แล้ว ISD25xx มีระยะเวลาในการบันทึกเสียงได้ยาวกว่า คือ 45, 60, 75 และ 90 วินาที และมีโครงสร้างการใช้งานแสดงในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ลักษณะการจัดขาใช้งานของ ISD25xx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 คุณสมบัติของ ISD25xx

คุณสมบัติหลักๆ ที่สำคัญของ ISD25xx มีดังต่อไปนี้

1) เพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึก และเล่นกลับอย่างง่ายดาย

2) ไม่มีอุปกรณ์ไอซีอื่นๆ ประกอบร่วมภายนอก

3) ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้

4) มีประสิทธิภาพในการบันทึก และเล่นกลับที่ให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง

5) ควบคุมการบันทึก และเล่นกลับได้ด้วยสวิตซ์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์

6) ระยะเวลาในการบันทึก และเล่นกลับเลือกได้ คือ 45, 60, 75, 90 วินาที ตามแต่ละเบอร์ในตระกูล ISD25xx

7) ต่อแบบคาสเคดกันโดยตรง เพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวมากขึ้น

8) สามารถเก็บความจำไว้ได้นาน 100 ปี โดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง

9) มีวงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง

10)สามารถตั้งโปรแกรมการควบคุมการเล่นกลับอย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบการใช้งานได้

จากคุณสมบัติต่างๆ ที่รวมกันอยู่ในไอซีตัวเดียว จึงทำให้ง่ายแก่การใช้งาน ตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟนจนถึงหน่วยเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพงถูกรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียว ในลักษณะการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลแบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไว้ไม่ให้สูญหาย (Non-Voltage Memory Cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปสัญญาณแอนะลอกจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำโดยตรง โดยต้องอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และจัดเก็บความจำจะต้องจัดเก็บไว้ในลักษณะที่เป็นสัญญาณแอนะลอกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้เสียงที่เหมือนกับต้นกำเนิดเสียง เพราะไม่มีการเปลี่ยนสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง ในรูปที่ 2.25 แสดงผังการทำงานภายในของ ISD25xx เพื่อพิจารณาดูแผนผังการทำงานภายในแล้วมีลักษณะคล้ายคลึงกับตระกูล ISD12xx/ISD14xx มาก หากแต่มีความแตกต่างกันอยู่ในส่วนของส่วนบัฟเฟอร์ตำแหน่งและส่วนรับการควบคุม นอกจากนี้ยังมีภาคสัญญาณมัลติเพล็กซ์สัญญาณอินพุตของเพาเวอร์แอมป์ภายในตัวไอซี เพื่อทำการเลือกที่จะขยายสัญญาณจากภายนอกที่ขา AUX IN ดังกล่าวนี้ เป็นข้อแตกต่างของ ISD25xx ที่ไม่เหมือนกันกับ ISD12xx/ISD14xx นอกจากนั้น อัตราการสุ่มสัญญาณทางอินพุตของไอซีตระกูล ISD25xx ก็แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 การทำงานเบื้องต้น

การทำงานโดยเบื้องต้นต้องมีความเข้าใจ หรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตระกูลนี้ จะมีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งาน และการทำงานเบื้องต้น

ในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด เพราะหากกล่าวถึงการใช้งานโดยรวม คือ ไอซีบันทึกเสียงนั้นเอง แต่การศึกษาวิธีการใช้งาน และหน้าที่ของขาแต่ละขามีความสำคัญมาก เพราะจะสามารถนำไอซีไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย

1) Address/Mode Input (A0-A9/M0-M6) ขา 1-10 ขาตำแหน่งและลักษณะการทำงานของอินพุต จะมีอยู่สองหน้าที่ที่จะขึ้นอยู่ระดับแรงดันของขา MSB ทั้งสองของตำแหน่ง ถ้าตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของสองขา MSB นี้เป็น 0 อินพุตจะปรากฏที่ตำแหน่งบิตทั้งหมด และใช้เป็นตำแหน่งเริ่มต้นของวงรอบการบันทึก และเล่นกลับ และขาตำแหน่งจะเกิดการค้างสภาวะ โดยขอบขาลงของพัลซ์ที่ขา $\overline{CE}$ และถ้า MSB เป็น 1 ขาแอดเดรสต่อโหมดอินพุตจะมาขึ้นอยู่กับลักษณะบิตทั้งหมด และเกิดการค้างสภาวะเมื่อพัลซ์ขาลงปรากฏที่โหมด $\overline{CE}$

2) Auxilliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นขารับอินพุตจากภายนอกซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุตของลำโพงโดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา $\overline{CE}$ มีสถานะเป็น 1 วงรอบการเล่นกลับจึงสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่ถูกบันทึกไว้ถูกบันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมด แล้วมีการเล่นต่อแบบคาสเคด ISD25xx กันหลายๆ ตัวขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากเอาต์พุตของลำโพงของตัวก่อนหน้านี้ หรือจากตัวแรก

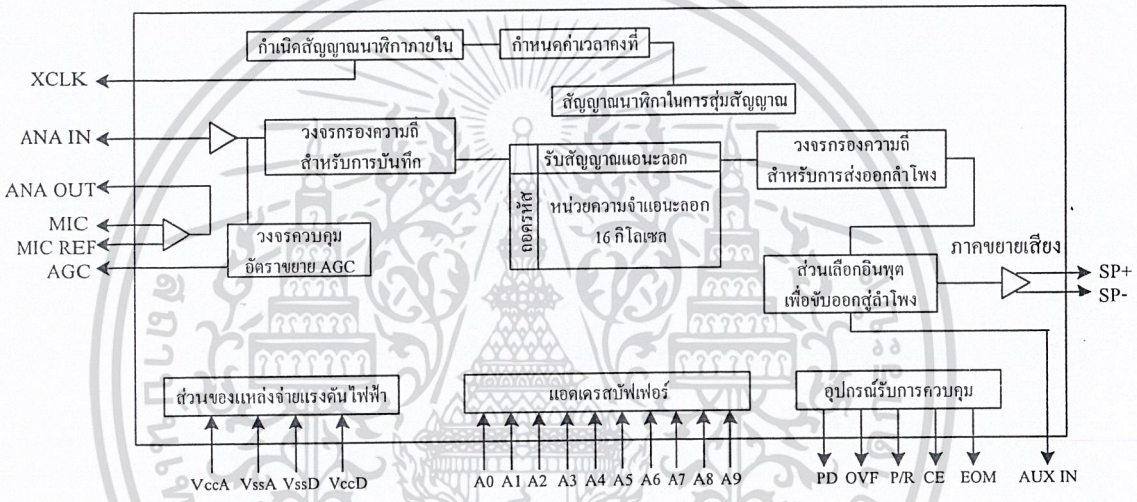
3) Ground Input (VssD, VssA) ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอซีตระกูล ISD25xx นี้ จะมีการแยกกันระหว่างขากราวด์ของสัญญาณแอนะลอก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล โดยกราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อ และปิดไว้ภายในตัวถังไอซี

4) Speaker Output (SP+, SP-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพง ในตระกูล ISD25xx นี้ จะมีวงจรนับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่ลำโพงขนาด 16 โอห์ม ขาต่อลำโพงเอาต์พุตนี้ จะไม่ต่อถึงกันโดยตรงเด็ดขาด

5) Voltage Input (VccA, VccD) ขา 16 และ 28 เป็นขาที่รับแรงดัน ที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขาที่รับแรงดันของวงจรแอนะลอก และวงจรดิจิตอล ที่ประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว ขาที่รับแรงดันต้องการไฟป้อน +5 โวลต์ และต้องเป็นไฟป้อนที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟน แล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ ที่ประกอบอยู่ในตัวไอซีภายในซึ่งประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้ จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคับปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 ซึ่งมีค่าควบคุมความจุของตัวเก็บประจุคับปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่อภายในกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดขีดจำกัดที่ความถี่ต่ำ



รูปที่ 2.26 แผนผังการทำงานภายในไอซีของ ISD25xx

7) Microphone Referenced Input (MIC REF) ขา 18 ซึ่งจะต่อกับกราวด์แอนะลอก (Vcca) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

8) Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 จะเป็นขาอินพุตทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อจะให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณทางอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อจะให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขา AGC นี้ จะต้องต่อร่วมกับตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่ โดยจะมีความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวผ่านลงกราวด์แอนะลอก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุมีค่า 4.7 ไมโครฟารัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) Analog Input (ANA IN) ขา 20 รับสัญญาณที่ผ่านจากวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยภายตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอก โดยคับปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้ เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปบันทึกในตัวไอซี ตัวเก็บประจุภายนอกจะต้องสัมพันธ์กับค่าความต้านทานภายใน 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุตอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

10) Analog Output (ANA OUT) ขา 21 เป็นขาเอาท์ของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

11) Overflow Output ($\overline{\text{OVF}}$) ขา 22 นี้สัญญาณพัลซ์ 0 จะปรากฏออกมาทางขาเอาต์พุตนี้ เพื่อเป็นการแสดงค่าว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในไอซี ได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้ว และแสดงเป็นสภาวะการหยุดเล่นกลับพัลซ์เอาต์พุตจากขา $\overline{\text{OVF}}$ นี้ จะถูกจ่ายให้กับขาอินพุต $\overline{\text{CE}}$ จนกว่าขา PD จะได้รับพัลซ์ เพื่อทำการยกเลิก และเริ่มวงรอบการเล่นกลับอีกครั้ง พัลซ์ที่ขา $\overline{\text{OVF}}$ นี้ สามารถใช้เริ่มต้นทำงานของ ISD25xx ในตัวถัดไปได้ เมื่อมีการเล่นต่อแบบคาสเคดกันหลายๆ ตัว

12) Chip Enable Input ($\overline{\text{CE}}$) ขา 23 ขา $\overline{\text{CE}}$ นี้ จะต้องได้รับสัญญาณพัลซ์ 0 เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับ และการบันทึกที่ขาอินพุตตำแหน่ง P/$\overline{\text{R}}$ และขา P/$\overline{\text{R}}$ จะถูกค้างสภาวะจากพัลซ์ขอบขาลงของพัลซ์ที่ขา $\overline{\text{CE}}$

13) Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึก และการเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น 1 ซึ่งจะทำให้มีการใช้กำลังงานในลักษณะต่ำมากแต่เมื่อขา $\overline{\text{OVF}}$ มีสภาวะเป็น 0 ซึ่งจะแสดงถึงเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้นขา PD ซึ่งปกติจะเป็น 1 อยู่ในขณะนั้น จะถูกยกเลิก และจะเริ่มขบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้งหนึ่ง

14) End – Of – Message/Run Output ($\overline{\text{EOM}}$) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ Non-Voltage ภายในตัวไอซี ที่จะใช้กำหนดระบบการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกขา $\overline{\text{EOM}}$ นี้ จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น 0 เมื่อข้อมูลที่บันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมด

15) External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอก เพื่อกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ โดยปกติทั่วไปนั้นได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณนั้นถูกกำหนดภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นอยู่กับสัญญาณนาฬิกาภายนอกหรือย่านแรงดันที่ป้อนไม่คงที่ การใช้งานปกติจะต่อขา 25 กับกราวด์ของแหล่งจ่าย

16) Play Back/Record Input (P/$\overline{\text{R}}$) ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการบันทึก และเล่นกลับได้รับพัลซ์ 1จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และเป็นพัลซ์ 0 จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลซ์ที่ขอบขาลงของ $\overline{\text{CE}}$ จะเป็นการค้างสภาวะที่ขา P/$\overline{\text{R}}$

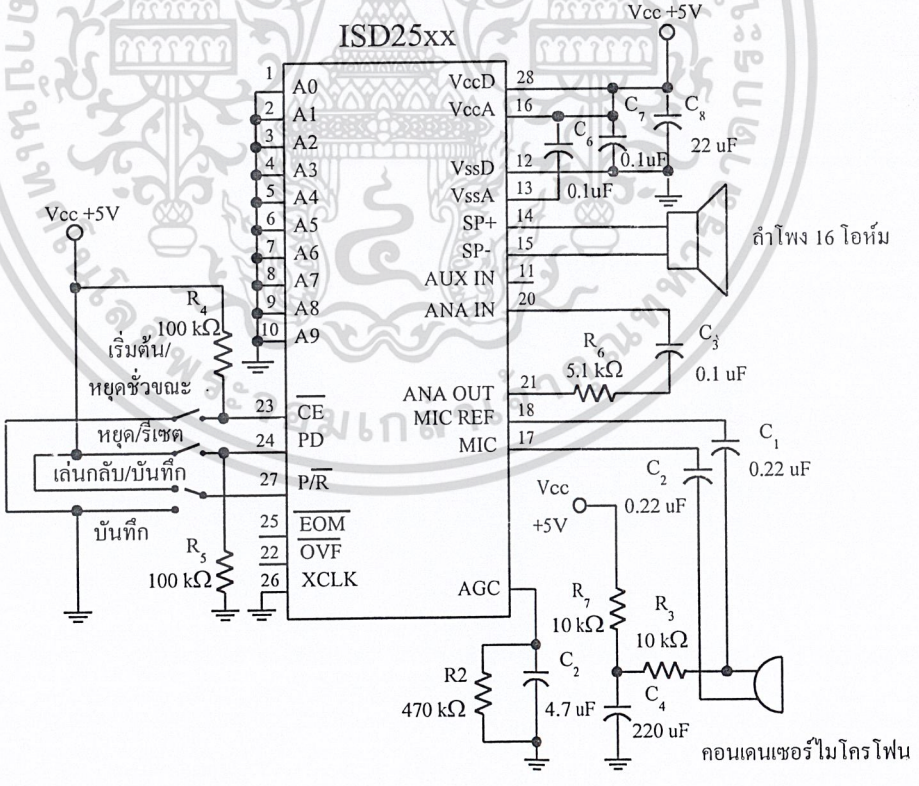
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการทำงานทุกอย่างเชื่อมโยงกันอยู่เพียงภายในไอซีเพียงอย่างเดียว จะมีการต่ออุปกรณ์ภายนอกร่วมน้อยมาก ก็เป็นการง่ายที่จะประยุกต์ใช้เอาไอซีตระกูลนี้ไปใช้งาน

2.8.3 การประยุกต์ใช้งาน

การประยุกต์ใช้งานไอซีตระกูล ISD25xx ทำได้ง่ายมาก ดังการทำงานของแต่ละขาใช้งานของไอซีที่ได้อธิบายกันมาแล้ว และวงจรประยุกต์ใช้งาน ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.27 จะสังเกตเห็นวงจรที่ไม่ยุ่งยาก และอุปกรณ์การประกอบร่วมน้อยมาก สังเกตวงจรตั้งแต่ลำโพงที่สามารถต่อโดยตรงเข้ากับไอซีได้เลย ไมโครโฟนหากใช้แบบไดนามิก ไมโครโฟนก็สามารถต่อเข้ากับอินพุตไมโครโฟน หรือไอซีได้โดยตรง แต่หากเป็นแบบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน จะต้องมีการไบอัสให้กับคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนอย่างเหมาะสม ดังที่แสดงในรูปที่ 2.27

การประยุกต์ใช้งานไอซีตระกูล ISD25xx นอกเหนือจากนี้ คือ การประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถที่จะทำให้ ISD25xx ทำการบันทึกหรือเล่นกลับได้อย่างหลากหลายหน้าที่การทำงาน โดยขึ้นอยู่กับความสามารถ และประสิทธิภาพของโปรแกรมควบคุม



รูปที่ 2.27 วงจรการประยุกต์ใช้งาน ISD25xx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้างและการทำงาน

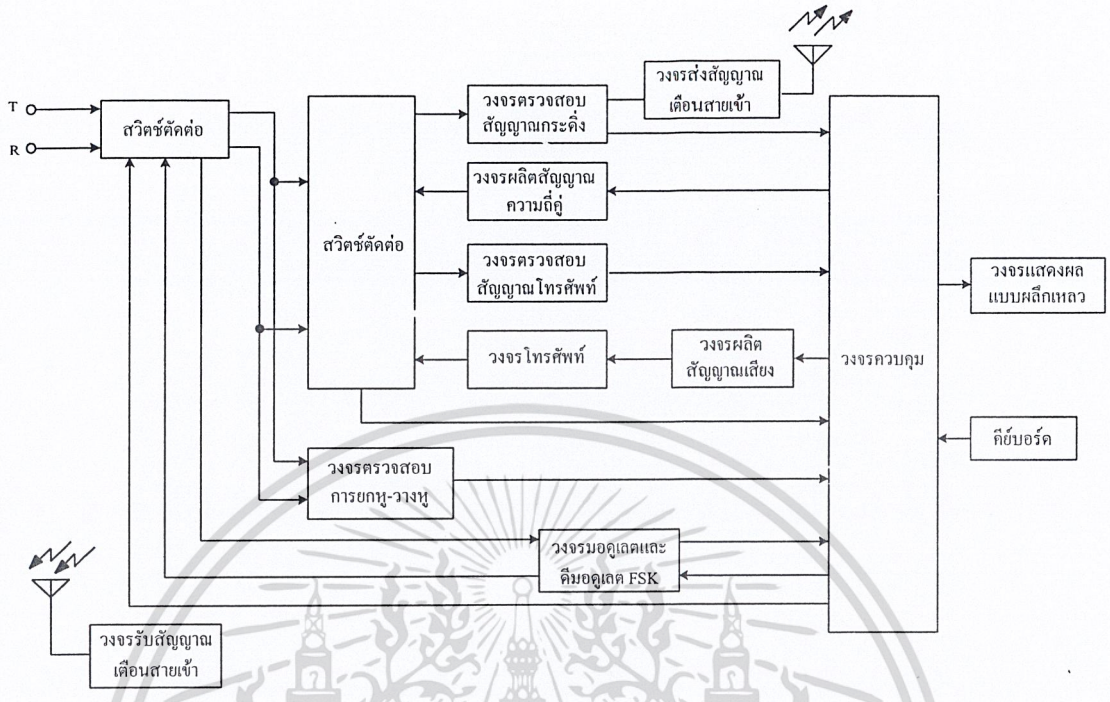
3.1 การสร้างเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูใช้หลักการทำงานเหมือนกับโทรศัพท์ทั่วไป แต่จะแตกต่างกันตรงที่จะสนทนาเป็นข้อความแทนการใช้เสียง ซึ่งในการสนทนาจะต้องใช้เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูทั้งทางด้านผู้ส่ง และผู้รับ โดยใช้คีย์บอร์ดเป็นตัวรับข้อความที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ ใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวเป็นตัวแสดงข้อความสนทนา ซึ่งในการรับส่งข้อความจะใช้วงจร FSK โมเด็ม เป็นตัวเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอก และเปลี่ยนจากสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

3.1.1 การทำงานของเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

การทำงานในแต่ละภาคของเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูอธิบายได้ดังนี้ ภาคแรก คือ คีย์บอร์ด มีหน้าที่รับข้อมูลที่ใช้ติดต่อสื่อสารเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ, ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว ใช้แสดงข้อความที่สนทนาระหว่างผู้ส่ง และผู้รับเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ ภาคผลิตสัญญาณความถี่คู่ ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณความถี่คู่ซึ่งรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ ภาคผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ มีหน้าที่ส่งสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ในกรณีที่ไม่ใช้เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูในการติดต่อ ภาคตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ ใช้ตรวจสอบสัญญาณสายว่าง (Dial Tone), สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) และสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone), ภาควงจรควบคุม มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจร ภาควงจรโทรศัพท์ มีหน้าที่รับสัญญาณความถี่เสียง ภาค FSK โมเด็ม มีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก และเปลี่ยนจากสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล, ภาควงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง มีหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า เพื่อให้เครื่องรับวิทยุสั่นเตือนเมื่อมีสายเรียกเข้าและภาคตรวจสอบการยกหู และวางหูโทรศัพท์ ทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะการยกหู และการวางหูของเครื่องโทรศัพท์

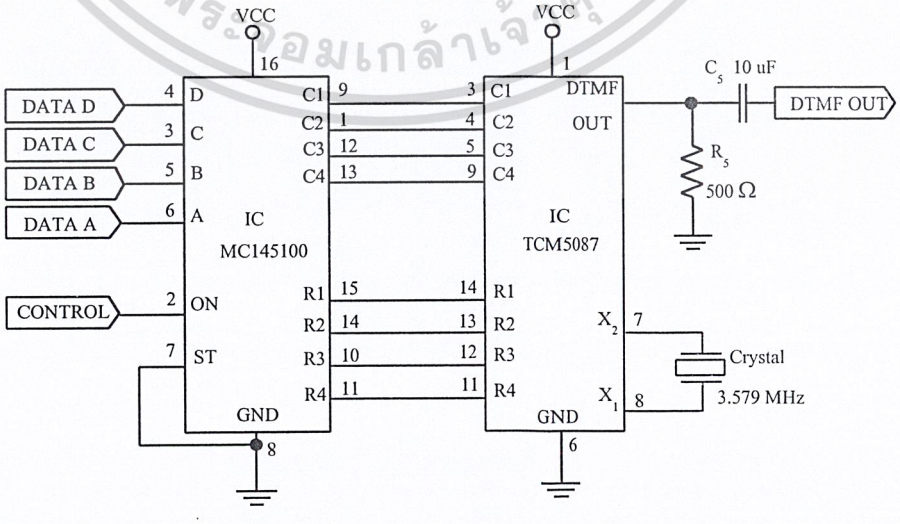
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

3.2 ภาคผลิตสัญญาณความถี่คู่

วงจรภาคผลิตสัญญาณความถี่คู่ ประกอบด้วยไอซี TCM5087 ซึ่งทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณความถี่คู่ และไอซี MC145100 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นตำแหน่งหมายเลขทางด้านแนวนอน และแนวตั้ง



รูปที่ 3.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

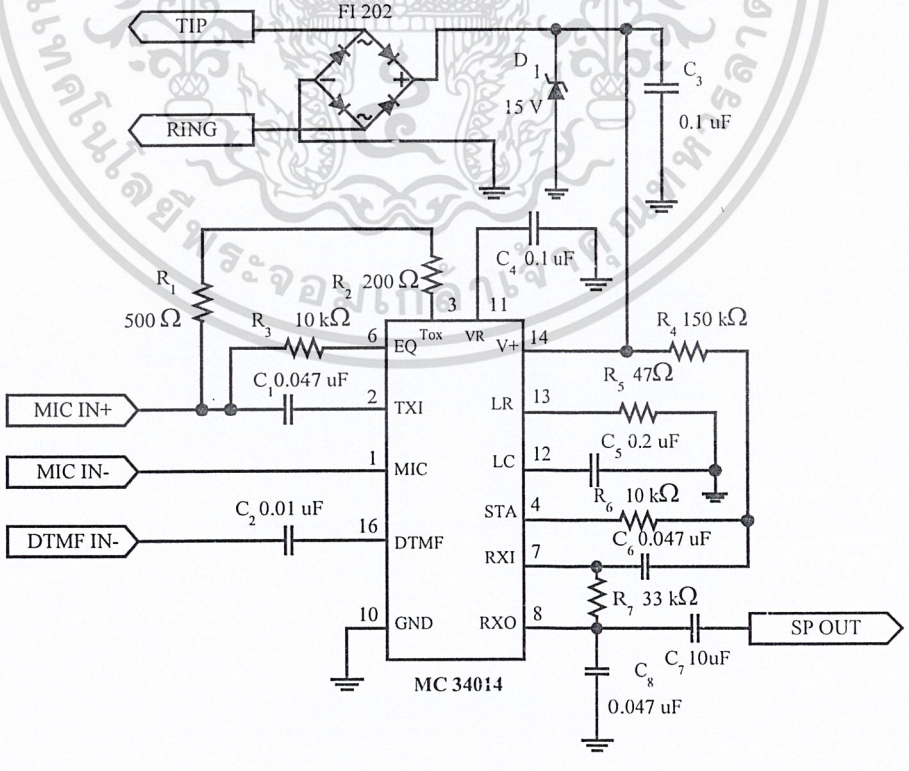
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้เรียกกดเลขหมายโทรศัพท์ สัญญาณเลขหมายจะถูกส่งออกไปยังอินพุตของไอซี MC145100 เพื่อแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณกำหนดตำแหน่งหมายเลขส่งต่อให้ไอซี TCM5087 ทำการผลิตสัญญาณความถี่คู่ตามตำแหน่งเลขหมายที่กำหนดออกไปยังคู่สายโทรศัพท์

3.3 ภาควงจรเครื่องรับโทรศัพท์

วงจรเครื่องรับโทรศัพท์ ทำหน้าที่ส่งสัญญาณจากวงจรภาคผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ ไปยังคู่สายโทรศัพท์ และส่งสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ไปยังวงจรเครื่องรับโทรศัพท์

จากรูปที่ 3.3 ใช้ไอซี MC34014P โดยจะรับสัญญาณอินพุตจากวงจรภาคผลิตสัญญาณเสียงตอบรับที่ขา 1 (MIC) มีแรงดัน 1.2 โวลต์ จากขา 2 (VR) ทำการไบอัสให้กับไมโครโฟน เพื่อขยายสัญญาณจากไมโครโฟน จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งเข้าไปทำการขยายแล้วส่งกลับไปยังชุดปรับแต่งสัญญาณ (Equalization) เพื่อจัดระดับของสัญญาณ และป้อนสัญญาณกลับมาที่ขาอินพุต TXI ทำการขยายสัญญาณแล้วส่งสัญญาณไปให้ชุดไซด์โทน (Sidetone Amp) เพื่อส่งสัญญาณออกยังขา 4 (STA) แล้วป้อนสัญญาณมาที่ขา 7 (RXI) จากนั้นทำการขยายสัญญาณส่งออกทางขา 8 (RXO) ผ่าน C_{10} คับปลิ้งออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ ทำให้ผู้รับได้ยินเสียงที่ออกจากวงจรภาคผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ



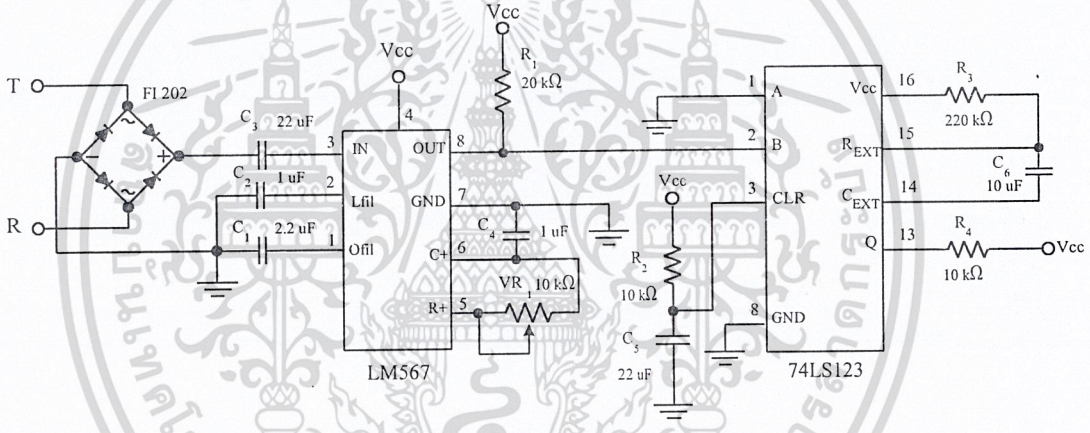
รูปที่ 3.3 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ภาคตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ ทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณเสียงภายในคู่สาย เพื่อให้ทราบว่าเป็นสัญญาณให้หมุนเลขหมาย (Dial Tone), สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) หรือสัญญาณตอบกลับ (Ring Back Tone)

จากรูปที่ 3.4 ไอซี LM567 ทำหน้าที่เป็นวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่เสียง ในกรณีที่ไม่มีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามาทางอินพุตขา 3 เอาต์พุตที่ขา 8 จะเป็นสภาวะ 1 แต่หากมีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามาทางด้านอินพุต จะทำให้ทางด้านเอาต์พุตมีค่าเป็นสภาวะ 0 ส่วนไอซี 74LS123 เป็นวงจรโมโน สเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่มีขาอินพุต 3 ขา ซึ่งสัญญาณอินพุตจะส่งเข้ามาที่ ขา 1 และ ขา 2 ที่อยู่ภายในตัวไอซี จากนั้นก็จะส่งค่าเอาต์พุตออกไปที่ขา Q (ขา 13) ของไอซี



รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

เมื่อมีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามา C_3 จะทำหน้าที่กับปลิ้งสัญญาณความถี่เสียง ไปยังขา 3 ของไอซี LM567 และสัญญาณจะถูกส่งไปยังภาคเฟสล็อคลูปที่อยู่ภายในตัวไอซี โดยมี VR_1 และ C_4 เป็นตัวกำหนดความถี่ของวงจร ซึ่งสามารถกำหนดได้จากสมการที่ 3.1 และ C_2 ทำหน้าที่กรองความถี่แบบความถี่ต่ำผ่าน ในขณะเดียวกันสัญญาณความถี่เสียงอีกส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปยังภาคแยกเฟส 90 องศา (Quadrature Phase Detector) ทำการเปรียบเทียบความถี่และเฟสของสัญญาณอินพุต แล้วจึงนำสัญญาณไปขยาย และส่งออกเป็นสภาวะ 0 ทางขาเอาต์พุตที่ขา 8 จากนั้นต่อเข้ายังวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ โดยที่ขา 1 จะมีสภาวะเป็น 0 เมื่อเทียบกับกราวด์ และที่ขา 3 สภาวะเป็น 0 จากชุดปรับแต่งแรงดันใหม่ (ขณะจ่ายไฟให้กับวงจร) สภาวะที่ได้ทั้ง 2 ขานี้จะผ่านน็อตเกตภายในตัวไอซี เปลี่ยนจากสภาวะ 0 เป็นสภาวะ 1 อินพุตของแอนเกตจะมีสภาวะเป็น 101 ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุตของแอนเกตมีสภาวะเป็น 0 ส่งไปยังเอาต์พุตขา Q (ขา 13) โดยปกติแล้ววงจรนี้ที่ขา 1 และขา 3 ของแอนเกตจะเป็นสภาวะ 1 อยู่ตลอดเวลา ดังนั้น มีเพียงขา 2 เท่านั้นที่จะเป็นตัวเปลี่ยนแปลง และมีผลต่อเอาต์พุตของวงจร ซึ่งลักษณะการทำงานของวงจรจะแตกต่างกันไปตามสัญญาณความถี่เสียงที่เข้ามา

การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่เสียง หรือวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง จะใช้ไอซี LM567 เป็นตัวถอดรหัสสัญญาณ ซึ่งสามารถกำหนดค่าที่ใช้ได้ตั้งแต่ 0.1 เฮิรตซ์ ถึง 500 กิโลเฮิรตซ์ ความถี่กลางที่ใช้สามารถหาได้จากสมการ

$$f_0 = \frac{1.1}{(VR_4 \times C_4)} \tag{3.1}$$

โดยกำหนดใช้ความถี่กลาง $f_0 = 400$ Hz และ $C = 1$ μF

ค่าความต้านทานที่ใช้ในวงจร

$$R = \frac{1.1}{(f_0 \times C_4)}$$

$$R = \frac{1.1}{(400 \times 1 \times 10^{-6})}$$

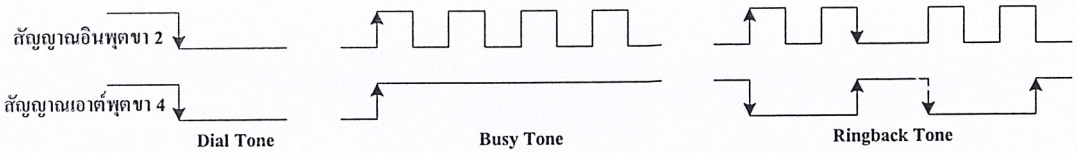
$$R = 2.75 \text{ k}\Omega$$

เมื่อมีสัญญาณให้หมุนไอซี LM567 จะเริ่มทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ตามที่กล่าวข้างต้น เอาต์พุตที่ได้จากขา 8 จะมีสภาวะเป็น 0 และเข้ามาที่อินพุตของไอซี 74LS123 ที่ขา 2 ทำให้วงจรโมโนสเตบิลมัลติไวเบรเตอร์ทำงาน ส่งสัญญาณเอาต์พุตออกที่ขา Q (ขา 13) ดังรูปที่ 3.4

เมื่อมีสัญญาณไม่ว่างเข้ามา ไอซี LM567 จะส่งสัญญาณสภาวะ 0 และสภาวะ 1 ออกทางเอาต์พุตสลับกันไปตามอินพุตที่เข้ามา เมื่อวงจรโมโนสเตบิลมัลติไวเบรเตอร์ได้รับสัญญาณเข้ามาก็จะทำให้วงจรเริ่มทำงาน โดย R_3 และ C_6 ที่ขา 14 และ 15 ทำหน้าที่หน่วงเวลาของอินพุต ให้สัญญาณออกทางเอาต์พุตช้าไปประมาณ 1.646 วินาที ดังนั้นขา Q (ขา 13) จะมีสภาวะเป็น 1 ดังรูปที่ 3.5

เมื่อมีสัญญาณตอบกลับเข้ามายังวงจร ทำให้ LM567 ส่งสัญญาณออกทางเอาต์พุต สัญญาณที่ได้นี้จะเข้าไปยังอินพุตของวงจรโมโนสเตบิลมัลติไวเบรเตอร์ R_3 และ C_6 ที่ขา 14 และขา 15 จะเริ่มหน่วงเวลาอินพุตที่เป็นสภาวะ 1 และสภาวะ 0 สลับกันและส่งสัญญาณนี้ออกทางเอาต์พุตที่ขา 13 โดยเอาต์พุตจะเป็นสภาวะ 1 เมื่อมีสัญญาณตอบกลับเข้ามา เอาต์พุตก็จะเป็นสภาวะ 1 ทันที (ทำงานที่ขอบขาลง) และยังคงเป็นสภาวะ 1 จนกว่าสัญญาณตอบกลับลูกใหม่จะเข้ามาก็จะดับ (ทำงานที่ขอบขาขึ้น) เป็นเช่นนี้ตลอดไป ดังรูปที่ 3.5

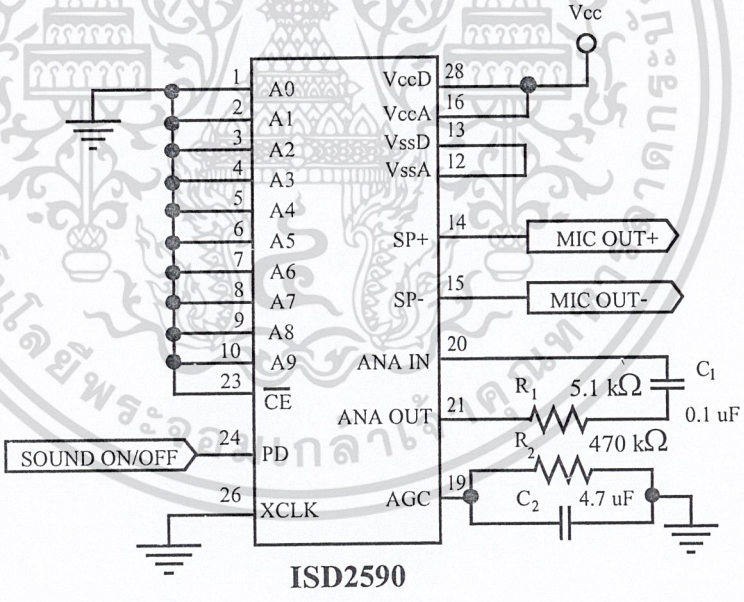
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แผนผังเวลาของสัญญาณความถี่เสียง

3.5 ภาคผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ

วงจรในส่วนนี้ใช้ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD2590 ซึ่งสามารถที่จะบันทึกเสียงพูดได้ 90 นาที และสามารถเก็บเสียงที่บันทึกได้โดยไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง วงจรภายในจะมีวงจรกำเนิดความถี่ฐานเวลาชนิดซีมอส วงจรขยายสัญญาณไมโครโฟน วงจรควบคุมอัตราการขยายสัญญาณไมโครโฟน วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ วงจรกรองความถี่ และวงจรขยายสัญญาณออกสู่ลำโพง



รูปที่ 3.6 วงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ

การออกแบบวงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ จะทำการบันทึกเสียงลงไปก่อนที่จะนำมาใช้ในวงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ โดยที่ขา 19 (AGC) จะเป็นขาอินพุต ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก จะต้องต่อร่วมกับตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดค่าเวลาคงที่ โดยจะมีความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวผ่านลงกราวด์ ค่าที่เหมาะสมกำหนดไว้ที่ 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุที่มีค่า 4.7 ไมโครฟารัด เพื่อจะให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขาที่ 20 (ANA IN) รับสัญญาณที่ผ่านจากวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 (ANA OUT) โดยตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอก โดยจะคับปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้ เพื่อส่งสัญญาณเข้าไปบันทึกในไอซี ตัวเก็บประจุภายนอกจะต้องสัมพันธ์กับค่าความต้านทานภายใน 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุตอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ขาที่ 24 (PD) จะทำการต่อเข้ากับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิด - เปิด การทำงานของภาคผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ และที่ขา 14 และ ขาที่ 15 จะต่อออกไปยังไมโครโฟนของวงจรโทรศัพท์ เพื่อส่งเสียงที่บันทึกไว้ตอบกลับออกไป

3.6 ภาควงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งใช้ออปโต้ทรานซิสเตอร์เป็นหลัก สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์จะต่อเข้าวงจรโดยผ่านตัวต้านทาน R_1 และ C_1 ไปยังไดโอดบริด เพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันของสัญญาณกระดิ่งให้เป็นแรงดันไฟตรงโดยมี C_2 และ ZD_1 ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันให้คงที่ ในส่วนของวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์จะใช้ไอซี 74LS123

จากรูปที่ 3.7 เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา ไดโอดบริดจะทำการเปลี่ยนระดับแรงดันของสัญญาณกระดิ่งให้เป็นระดับแรงดันไฟตรง เมื่อแรงดันซีกบวกเข้ามาทำให้ออปโต้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เปลี่ยนระดับแรงดันที่ตัวออปโต้ทรานซิสเตอร์จาก 5 โวลต์ เป็น 0.3 โวลต์ (ขอบขาลง) ส่งผลให้วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ทำงาน เมื่อแรงดันซีกลบเข้ามา จะทำให้ออปโต้ทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน เปลี่ยนระดับแรงดันที่ตัวออปโต้ทรานซิสเตอร์เป็น 5 โวลต์ และจะทำงานสลับกันไปตามสัญญาณกระดิ่ง

ในวงจรมีไอซี 74LS123 เป็นวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ทำหน้าที่หน่วงเวลาสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามาเป็นเวลา 6 วินาที ซึ่งเท่ากับจำนวนคาบเวลาที่เกิดขึ้นของสัญญาณ โดยคำนวณช่วงเวลาการหน่วงได้จากสมการ (3.2)

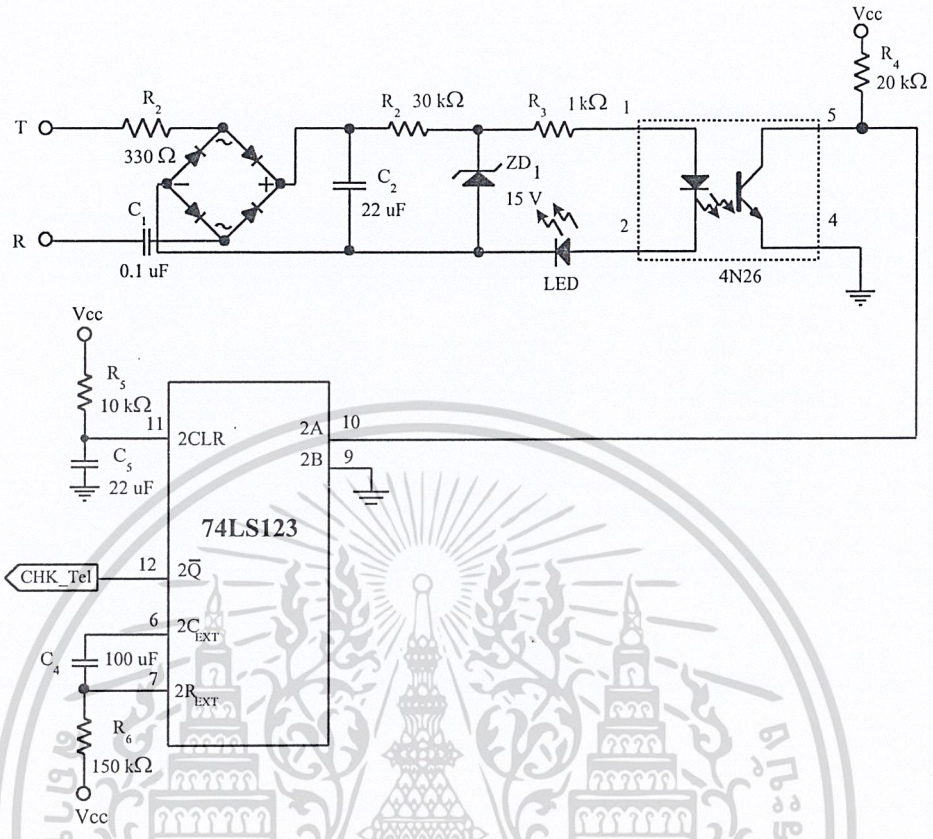
$$T = 0.69 \times R \times C \qquad (3.2)$$

โดยเลือกใช้ $R = 150\ \text{k}\Omega$ และ $C = 100\ \mu\text{F}$

จะได้ค่าเวลา $T = 0.69 \times (150 \times 10^{3}) \times (100 \times 10^{-6})$

$= 10.35$ วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

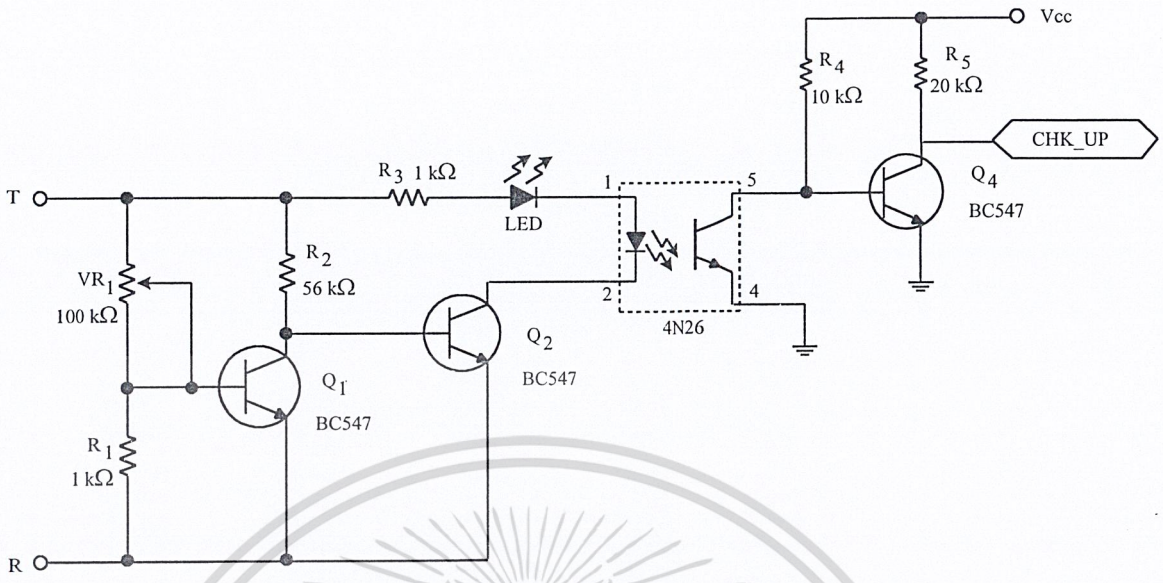


รูปที่ 3.7 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

3.7 วงจรตรวจสอบการยกหู - วางหูโทรศัพท์

จากรูปที่ 3.8 ในกรณีที่มีการยกหูโทรศัพท์ คู่สายโทรศัพท์จะมีค่าแรงดันตกคร่อมเท่ากับ 6.4 โวลต์ ทำให้เกิดการแบ่งแรงดันที่ VR และ R_1 ทำให้มีกระแสไหลเข้าที่ขาเบสของ Q_1 มีน้อยจึงทำให้แรงดันที่ขาคอลเลคเตอร์ของ Q_1 มีค่าแรงดันเท่ากับค่าแรงดันที่ตกคร่อมที่คู่สายโทรศัพท์จึงทำให้มีกระแสไหลเข้าที่ขาเบสของ Q_2 เป็นผลให้มีกระแสไหลผ่าน R_3 ทำให้แอลอีดีสว่างออปโต้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เปลี่ยนระดับแรงดันจาก 5 โวลต์เป็น 3 โวลต์ (ขอบขาลง) เพื่อส่งไปขยายสัญญาณที่ Q_4 และนำเอาต์พุตที่ได้ส่งไปควบคุมโดยตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ หากมีการวางหูโทรศัพท์ จะมีแรงดันตกคร่อมที่คู่สายโทรศัพท์เท่ากับ 23 โวลต์ เกิดการแบ่งแรงดันโดย VR_1 และ R_1 เช่นเดียวกับในกรณีที่มีการยกหู ทำให้แอลอีดีดับ และส่งผลให้ออปโต้ทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน เปลี่ยนระดับแรงดันกลับเป็น 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรตรวจสอบการยกหู - วางหูโทรศัพท์

3.8 ภาคมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม

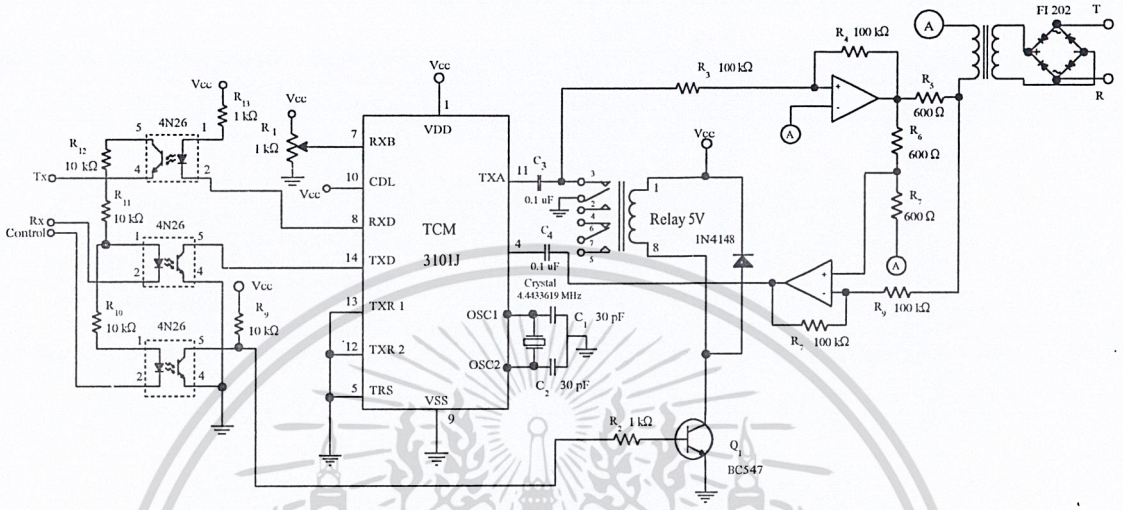
การรับส่งข้อมูลในรูปแบบของสัญญาณดิจิตอลนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง ดังนั้นจึงเลือกที่จะใช้การมอดูเลตโดยการเปลี่ยนความถี่ของคลื่นพาห์ (FSK)

ในการออกแบบวงจรมอดูเลต และวงจรดีมอดูเลต โดยการเปลี่ยนความถี่คลื่นพาห์ (FSK) สัญญาณที่ถูกส่งออกมาจะเป็นสัญญาณข่าวสารผสมกับสัญญาณคลื่นพาห์ เมื่อมาถึงด้านรับวงจรจะทำหน้าที่แยกสัญญาณข่าวสารออกจากสัญญาณคลื่นพาห์ สำหรับการออกแบบวงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตโดยการเปลี่ยนความถี่คลื่นพาห์ (FSK) ใช้ไอซี TCM3101J

จากรูปที่ 3.9 เป็นวงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โดยใช้ไอซี TCM3101J ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณแอนะลอก และแปลงสัญญาณแอนะลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านคู่สายโทรศัพท์ ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณแอนะลอก โดยรับสัญญาณดิจิตอลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ขา TXD ของไอซี TCM3101J แปลงเป็นสัญญาณแอนะลอกส่งออกที่ขา 11 ตามระดับสัญญาณที่ได้รับเข้ามา สำหรับการแปลงสัญญาณแอนะลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ทำได้โดยรับสัญญาณแอนะลอกที่ส่งมาทางคู่สายที่เป็นสัญญาณเสียงเข้าที่ขา 4 ของ ไอซี TCM3101J ทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลตามระดับของสัญญาณเสียงที่รับเข้ามาออกส่งไปที่ขา 8 หรือ ขา RXD และส่งไปยังวงจรควบคุมต่อไป ซึ่งในการส่งสัญญาณนั้นจะใช้รีเลย์เป็นสวิตช์ตัดต่อ โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้รับสัญญาณแอนะลอกอยู่ตลอดเวลา สำหรับความเร็วในการรับส่งข้อมูลกำหนดไว้ที่ 1,200 บอด



รูปที่ 3.9 วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม

3.9 ภาคแสดงผล

ในส่วนของภาคแสดงผลจะใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวรุ่น ET-LCDG240 ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานและมีขีดความสามารถในการทำงานสูง โดยจะมีคุณสมบัติดังนี้

1) สามารถแสดงผลได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2) สามารถติดต่อสื่อสารได้ทั้งแบบ RS 232 แบบ 485 หรือแบบ 422 ในระบบเครือข่าย

3) มีอัตราการรับส่งข้อมูล 2,400 ถึง 19,200 บิตต่อวินาที

4) สามารถเลือกโหมดการทำงานได้ 2 โหมด คือ โหมดภาพ และโหมดตัวอักษร

3.9.1 คุณลักษณะของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว รุ่น ET-LCDG 240

1) มีขนาดกว้าง 75 มิลลิเมตร ยาว 180 มิลลิเมตร หนา 35 มิลลิเมตร

2) ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 9 โวลต์ ถึง 15 โวลต์

3) รูปแบบของการส่งข้อมูล คือ ส่งข้อมูลขนาด 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบบิตผิดพลาด และส่งข้อมูลหยุด 1 บิต

4) หน้าจอแสดงผลมีความละเอียด 15,360 จุด (ด้านกว้าง 65 จุด ด้านยาว 240 จุด)

5) จุดหนึ่งจุดมีขนาดกว้าง 0.48 มิลลิเมตร ยาว 0.48 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 การเลือกการใช้งานในโหมดตัวอักษร

1) เลือกโหมดการทำงานให้เป็นโหมดการทำงานของตัวอักษร โดยเลือกได้จากชุดสวิตช์เลือกโหมดการทำงาน จากนั้นทำการเลือกอัตราการรับส่งข้อมูลตามต้องการ และทำการรีเซตเพื่อเริ่มการทำงานในโหมดอักษรดังรูปที่ 3.10

2) ใช้โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการรับ และส่งข้อมูลไปยังหน้าจอแสดงผล

3.9.3 การตั้งค่าการทำงานของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวด้วยสวิตช์

การเลือกดิปสวิตช์จะมีผลหลังจากรีเซตแอลซีดี

สวิตช์หมายเลข 1 โหมดการทำงาน

OFF = Character type

ON = Graphic Mode

สวิตช์หมายเลข 2 Demo Mode ใช้สำหรับทดสอบการแสดงผลของแอลซีดี

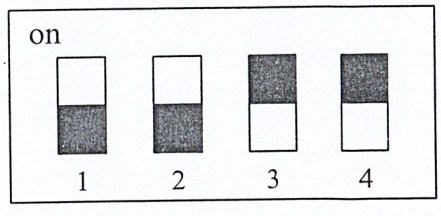
OFF = Demo Mode Off

ON = Demo Mode On

สวิตช์ 3–4 อัตราการส่งข้อมูล

ตารางที่ 3.1 การเลือกอัตราการส่งข้อมูล

สวิตช์		อัตราการส่งข้อมูล	
3	4	Baud rate (Character)	Baud rate (Graphic)
OFF	OFF	1,200	1,200
OFF	ON	2,400	2,400
ON	OFF	4,800	9,600
ON	ON	9,600	19,200

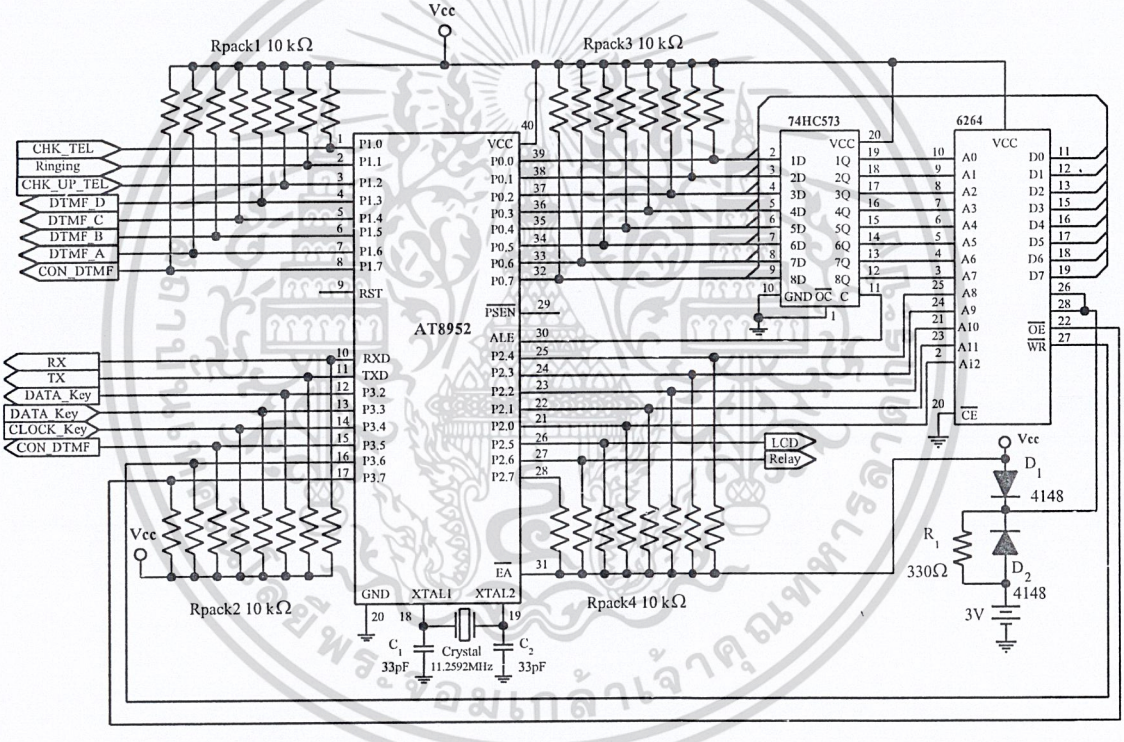


รูปที่ 3.10 สวิตช์โหมดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 วงจรควบคุม

จากรูปที่ 3.11 เป็นวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู โดยจะใช้ไอซ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 เป็นไอซีหลักของวงจร ที่พอร์ต 1 ของตัวไอซีนั้นใช้รับ และส่งสัญญาณต่างๆ ขาที่ 1, 2 และ 3 ตรวจเช็คสัญญาณโทรศัพท์ การยกหู และวางหูโทรศัพท์ ขา 4 ถึง ขา 8 ทำการส่งสัญญาณความถี่คู่ออกไปให้กับวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ ส่วนขาที่ 10 นั้นทำการรับสัญญาณ FSK จากวงจรภาค FSK โมเด็ม มาทำการควบคุม ส่วนขาที่ 13 และ 14 ทำหน้าที่ควบคุมข้อมูลที่มาจากคีย์บอร์ด สำหรับพอร์ตที่ 3 ทำการส่งเอาต์พุตออกโดยจะต่ออยู่กับแลตซ์ ซึ่งจะนำไปติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกต่อไป



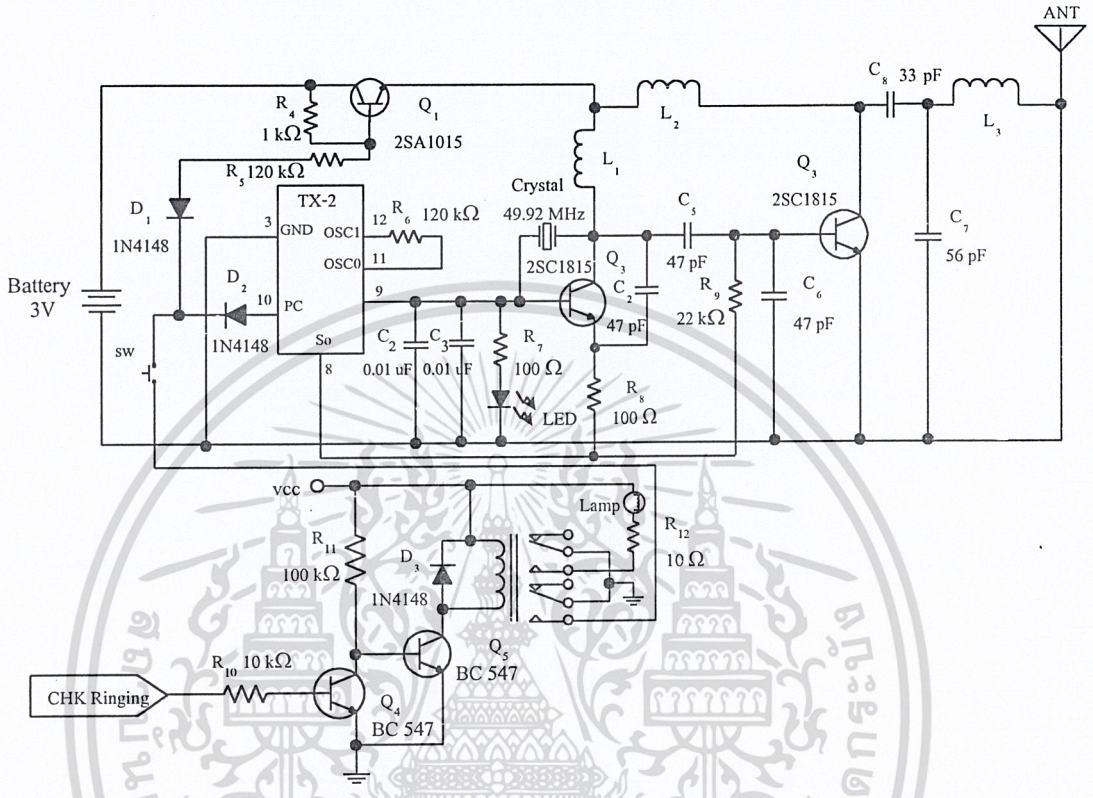
รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

3.11 วงจรส่งสัญญาณเตือน

จากรูปที่ 3.12 เป็นวงจรส่งสัญญาณเตือน เมื่อมีสายเรียกเข้า และมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามามีแรงดันประมาณ 25 โวลต์ ไดโอดบริดจะทำการเปลี่ยนไฟระแสสลับเป็นกระแสตรงไปกระตุ้นที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_1 ให้ทำงานโดยมีซีเนอร์ไดโอด 15 โวลต์ทำน้าที่รักษาระดับแรงดันให้คงที่ในกรณีที่มีแรงดันไฟสูง เมื่อทรานซิสเตอร์ Q_1 นำกระแสก็เปรียบเสมือนสวิตช์ปิดวงจรทำให้กระแสจากวงจรส่งสัญญาณเตือนไหลครบวงจร ซึ่งจะตัดต่อวงจรส่งสัญญาณเตือนให้ส่งความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไปโดยมีไอซี TX-2 เป็นตัวควบคุมหลักส่งแรงดันออกที่ขา 9 ไปยังวงจรผลิตความถี่ และส่งไปที่ทรานซิสเตอร์ Q_3 เพื่อขยายกำลังส่งเพื่อส่งออกไปที่สายอากาศ

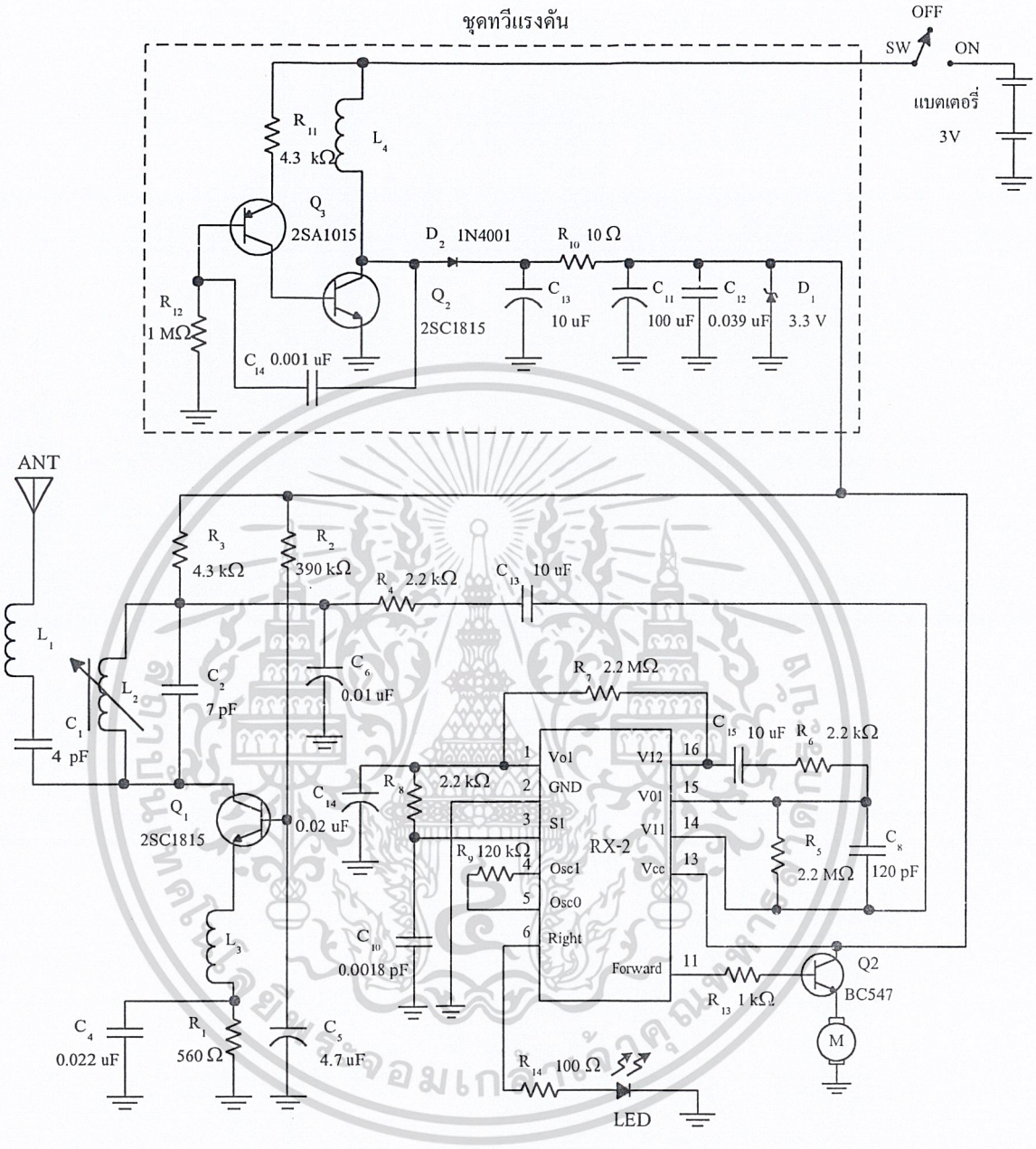


รูปที่ 3.12 วงจรส่งสัญญาณเตือน

3.12 วงจรรับสัญญาณเตือน

จากรูปที่ 3.13 เป็นวงจรรับสัญญาณเตือน ใช้ไอซี RX-2 เป็นตัวควบคุมหลักซึ่งจะรับสัญญาณเตือนที่รับได้จากสายอากาศผ่านการขยายสัญญาณจากทรานซิสเตอร์ Q_1 เข้ามายังขา 14 ซึ่งเป็นขาอินพุต ในการทำงานไอซี RX-2 จะทำการเปลี่ยนสัญญาณความถี่เป็นสัญญาณไฟฟ้าไปควบคุมการขับมอเตอร์เพื่อให้หมุนสั่นเตือนผู้ใช้ทราบว่าขณะนี้มีสายเรียกเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

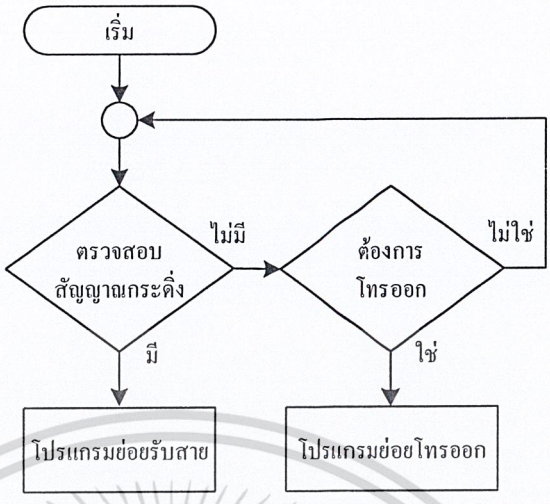


รูปที่ 3.13 วงจรรับสัญญาณเตือน

3.13 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์

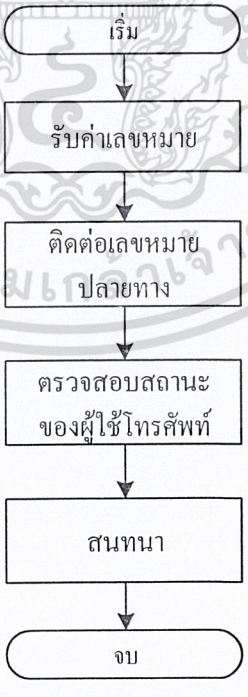
เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู ทำงานโดยมีซอฟต์แวร์ควบคุมในการทำงาน ซึ่งมีโครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 โครงสร้างซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงาน

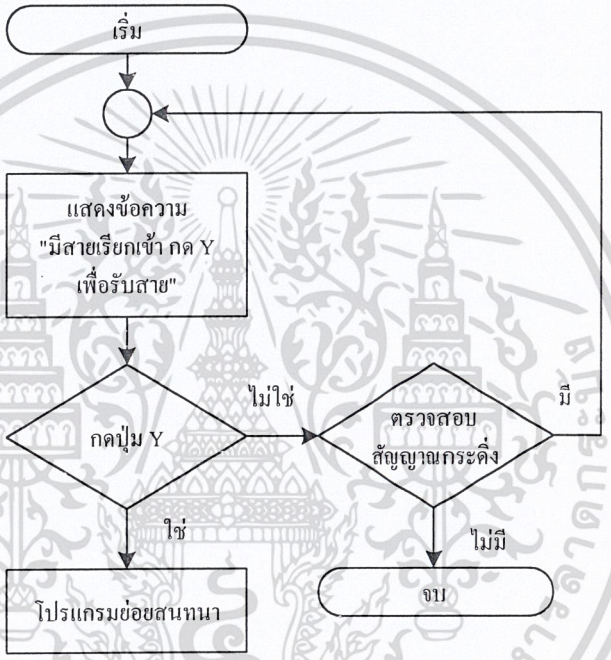
จากโครงสร้างการทำงานทางด้านซอฟต์แวร์ แบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีรับสาย และกรณีโทรออก โดยในกรณีของการรับสายจะทำการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง ถ้าหากมีสัญญาณกระดิ่งเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูจะทำงานในส่วนของโปรแกรมย่อยรับสาย และในกรณีที่ต้องการโทรออกจะเข้าสู่โปรแกรมย่อยโทรออก



รูปที่ 3.15 ผังงานของโปรแกรมย่อยโทรออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีโทรออก โปรแกรมจะทำงานในส่วนของการรับค่าเลขหมายปลายทาง โดยจะให้ผู้ใช้ใส่หมายเลขที่ต้องการ เมื่อใส่เรียบร้อยแล้วผู้ใช้จะกดปุ่ม Enter จากนั้นโปรแกรมจะทำการตัดต่อสัญญาณ และติดต่อเลขหมายปลายทางให้ ถ้าสายไม่ว่าง หรือไม่มีผู้รับสายจะมีข้อความแสดงให้ผู้ใช้ทราบ ถ้ามีผู้รับสายโปรแกรมจะตรวจสอบว่าเป็นบุคคลปกติ หรือผู้พิการทางหูรับสาย ถ้าเป็นบุคคลปกติรับสาย เครื่องจะมีเสียงส่งออกไปให้ทราบว่าต้องใช้เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูในการติดต่อ ถ้าเป็นผู้พิการรับสายเครื่องจะต่อเข้าสู่ระบบสนทนา



รูปที่ 3.16 ผังงานของโปรแกรมย่อยรับสาย

ในกรณีของรับสาย เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาจะมีสัญญาณเตือนแสดงที่ตัวเครื่อง และส่งสัญญาณไปให้ชุดรับสัญญาณเตือนสายเรียกเข้า พร้อมแสดงข้อความมีสายเรียกเข้ากด “Y” เพื่อรับสาย เมื่อผู้ใช้ทำการกด “Y” เพื่อรับสาย โปรแกรมจะต่อเข้าระบบสนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 4 นี้จะกล่าวถึงการทดลอง และผลการทดลองของวงจรต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู ซึ่งประกอบด้วยวงจรต่างๆดังต่อไปนี้

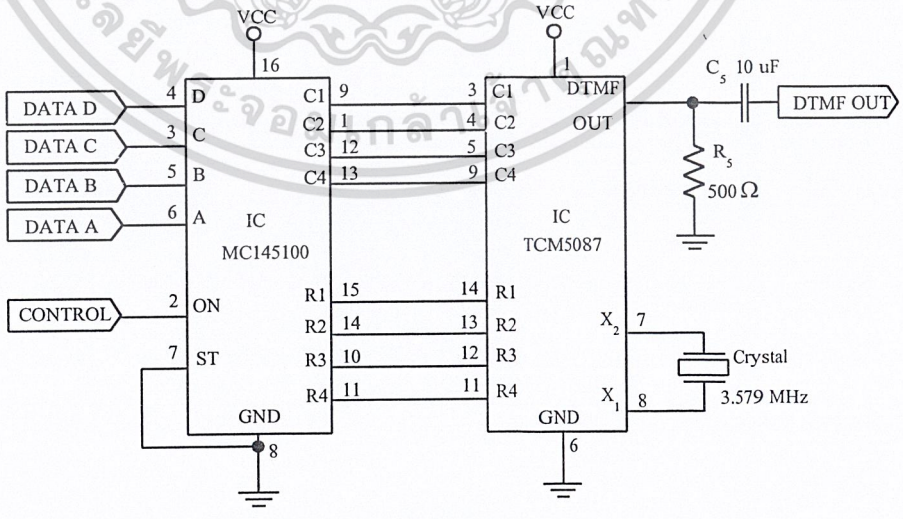
4.2 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

4.2.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.1

2) ตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นใช้สวิตช์ ON-OFF เพื่อป้อนสัญญาณดิจิตอลเข้าที่ขา A, B, C และ D ของไอซี MC145100 ต่อขา C_1-C_4, R_1-R_4 เข้ากับขา C_1-C_4 และ R_1-R_4 ของไอซี TCM5087 จากนั้นต่อเอาต์พุตของไอซีที่ขา 16 ไปยังวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ และต่อคู่สายโทรศัพท์

3) ป้อนสัญญาณดิจิตอลเข้าที่ขา A, B, C, และ D สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุตที่วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ว่าตรงกันหรือไม่



รูปที่ 4.1 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลอง

เมื่อป้อนสัญญาณดิจิตอล เข้าที่ขาอินพุตของไอซี MC145100 แอลอีดีที่วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่จะสว่างขึ้นเป็นระบบเลขฐานสอง ขนาด 4 บิต ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรผลิตสัญญาณ DTMF

สัญญาณอินพุต (D,C,B,A)	สัญญาณเอาต์พุต (Q3, Q2, Q1, Q0)	เลขหมายโทรศัพท์
0000	0001	1
0001	0010	2
0010	0011	3
0011	-	-
0100	0100	4
0101	0101	5
0110	0110	6
0111	-	-
1000	0111	7
1001	1000	8
1010	1001	9
1011	-	-
1100	-	-
1101	1010	0
1110	-	-
1111	-	-

4.3 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์

4.3.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.2

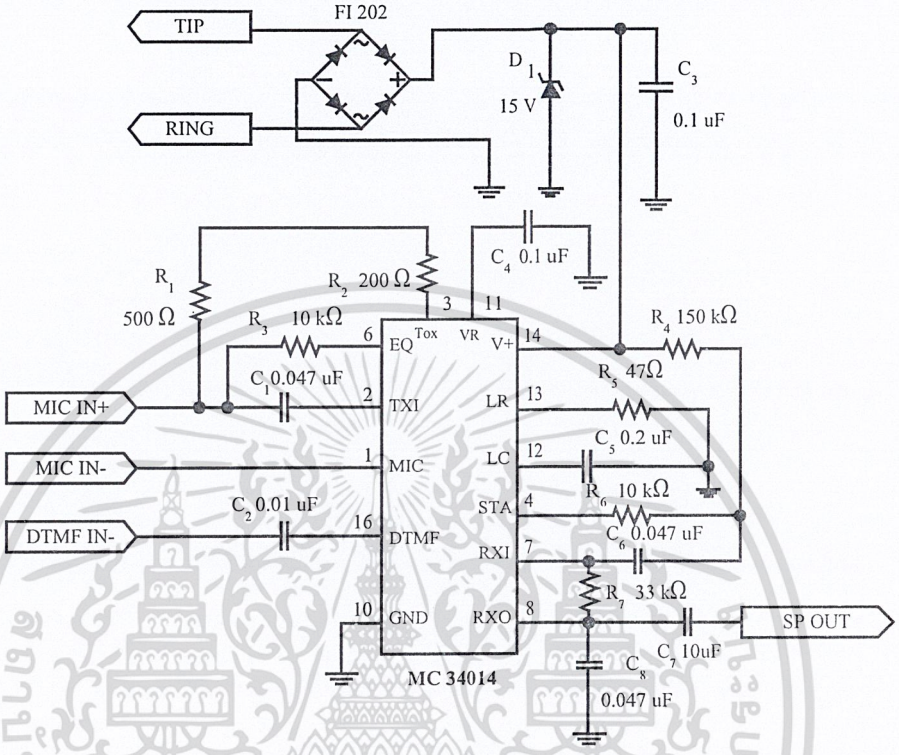
2) ตรวจสอบความถูกต้องจากการต่อไมโครโฟน และแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์

3) ทดลองออกเสียงกับไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) นำแหล่งจ่ายไฟออก ต่อแรงดันจากคู่สายโทรศัพท์ให้กับวงจรแทน

5) หมุนหมายเลขโทรศัพท์ ทำการยกหู และวางหูโทรศัพท์ สังเกตเสียงที่เกิดขึ้น



รูปที่ 4.2 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์

4.3.2 ผลการทดลอง

เมื่อทดลองออกเสียงที่ไมโครโฟนจะได้ยินเสียงของตนเองออกทางลำโพง และเมื่อต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรแล้วทดลองหมุนเลขหมายมายังคู่สายที่ต่อวงจร ทำการยกหูโทรศัพท์จะได้ยินเสียงของผู้เรียกออกทางลำโพง และเมื่อเราพูดเข้าทางไมโครโฟนจะได้ยินเสียงออกทางลำโพงพร้อมๆ กับที่มีเสียงออกทางหูฟังของผู้เรียก

4.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

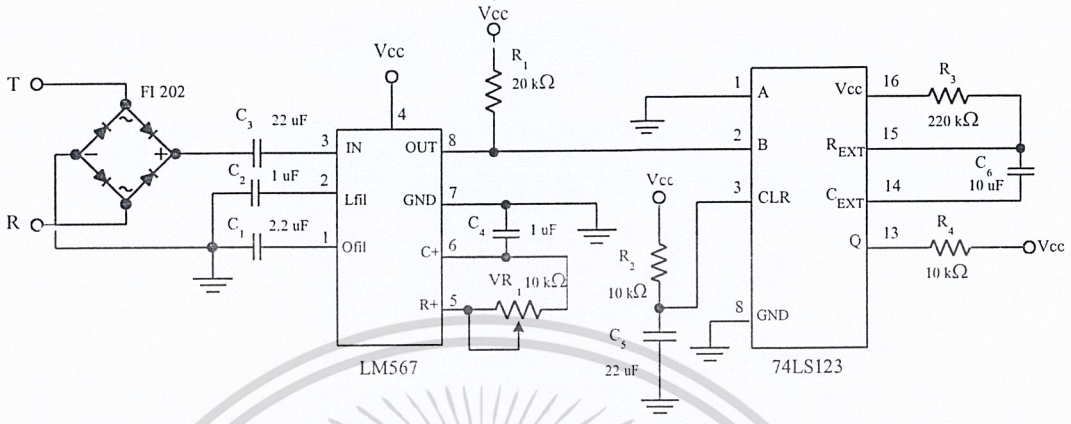
4.4.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.3

2) ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ และต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่แอลอีดีเมื่อสัญญาณความถี่เสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์



รูปที่ 4.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

4.4.2 ผลการทดลอง

เมื่อมีสัญญาณเข้ามาที่วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ แอลอีดีจะดับ หากว่าเป็นสัญญาณไม่ว่างเข้ามาเอาต์พุตที่ขา 8 ของไอซี LM567 จะมีสภาวะ 1 และสภาวะ 0 สลับกัน ตรงกันข้ามกับสัญญาณอินพุตที่เข้ามา เมื่อต่อเข้ากับไอซี 74LS123 จะได้สภาวะที่ขา Q เป็นสภาวะ 1 ตลอด เพราะค่าของเอาต์พุตจะถูกหน่วงเวลาไว้ 1.646 วินาที ซึ่งมีค่าเกินช่วงที่เป็นสภาวะ 1 และสภาวะ 0 ของสัญญาณพัลส์ที่เข้ามา สังเกตได้จากแอลอีดีจะสว่าง และหากเป็นสัญญาณตอบกลับเข้ามาจะทำให้เอาต์พุตที่ขา 8 ของไอซี คล้ายกับสัญญาณไม่ว่าง คือ แอลอีดีจะดับ และเมื่อสัญญาณชุดใหม่เข้ามาแอลอีดีก็จะสว่าง

4.5 วงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ

4.5.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.4

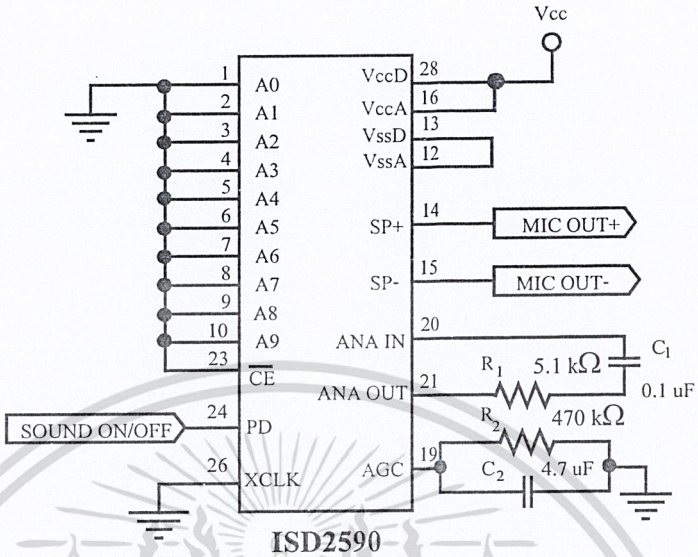
2) ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ ให้กับวงจร

3) ป้อนแรงดันที่อินพุตแทนสัญญาณเสียง สังเกตสัญญาณเสียงที่ออกจากลำโพง

4.5.2 ผลการทดลอง

เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ และอินพุตให้กับวงจรผลิตสัญญาณเสียงเสียงตอบรับอัตโนมัติซึ่งเป็นสัญญาณเสียงที่ถูกบันทึกไว้ดังออกลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 วงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ

4.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

4.6.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.5

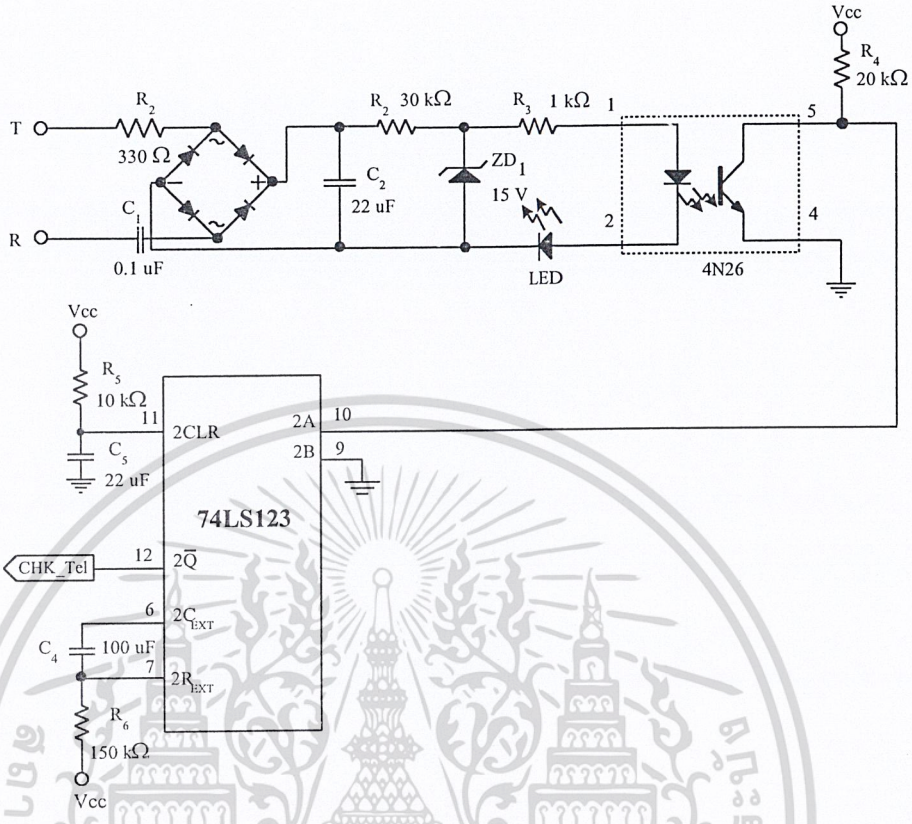
2) ตรวจสอบความถูกต้องในการต่อวงจร ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ และต่อคู่สายโทรศัพท์ให้กับวงจร

3) ทดลองหมุนเลขหมายโทรศัพท์สังเกตการทำงานของวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

4.6.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อต่อวงจร และหมุนเลขหมายโทรศัพท์ จะได้ยินสัญญาณกระดิ่งดังขึ้น และเงียบลงพร้อมทั้งแอลอีดีจะติด – ดับ ตามสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

4.7 วงจรตรวจสอบการยกหู และการวางหูโทรศัพท์

4.7.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.6

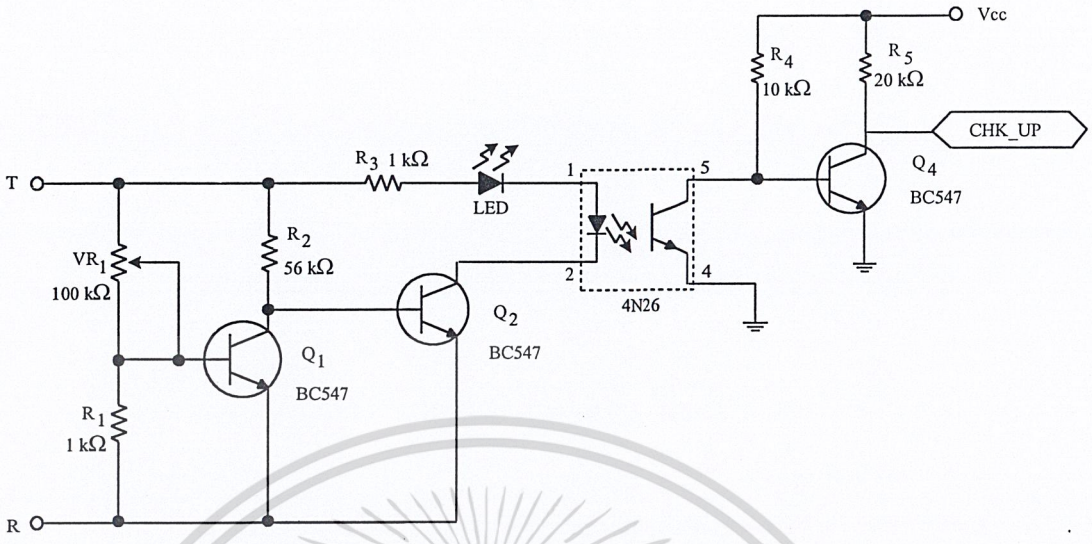
2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ และต่อคู่สายโทรศัพท์ให้กับวงจร

3) ทดลองยกหู และวางหูโทรศัพท์

4.7.2 ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อยกหูโทรศัพท์จะมีกระแสไหลผ่านแอลอีดีทำให้แอลอีดีสว่าง และเมื่อวัดสัญญาณเอาต์พุตลอจิกเป็น 0 และเมื่อวางหูโทรศัพท์แอลอีดีในวงจรจะดับ เอาต์พุตมีลอจิกเป็น 1 เนื่องจากออปโต้ทรานซิสเตอร์ทำงานที่ขอบขาลง และนำเอาต์พุตที่ได้ส่งไปยังตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 วงจรตรวจสอบการยกหูและวางหูโทรศัพท์

4.8 ภาคมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK

4.8.1 การทดลอง

พิจารณาการทดสอบของระบบการมอดูเลต และการดีมอดูเลตแบบ FSK ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสาร โดยการทำงานที่สำคัญจะอยู่ในส่วนของไอซี TCM3101 ซึ่งมีตำแหน่งขาใช้งานที่สำคัญคือ

1) ขา VDD (ขาที่ 1) เป็นขาที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ

2) ขา VSS (ขาที่ 9) เป็นขาที่ต่อกับกราวด์

3) ขา TXD (ขาที่ 14) เป็นขาที่รับข้อมูลดิจิตอล จากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 เพื่อทำการมอดูเลตแปลงเป็นสัญญาณแอนะลอก

4) ขา RXD (ขาที่ 8) เป็นขาที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณดิจิตอลที่ผ่านจากการดีมอดูเลตสัญญาณแอนะลอกของสัญญาณข่าวสารที่รับมาจากวงจรเครื่องรับโทรศัพท์ ส่งต่อให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผลเป็นตัวอักษรแสดงที่จอผลึกเหลว

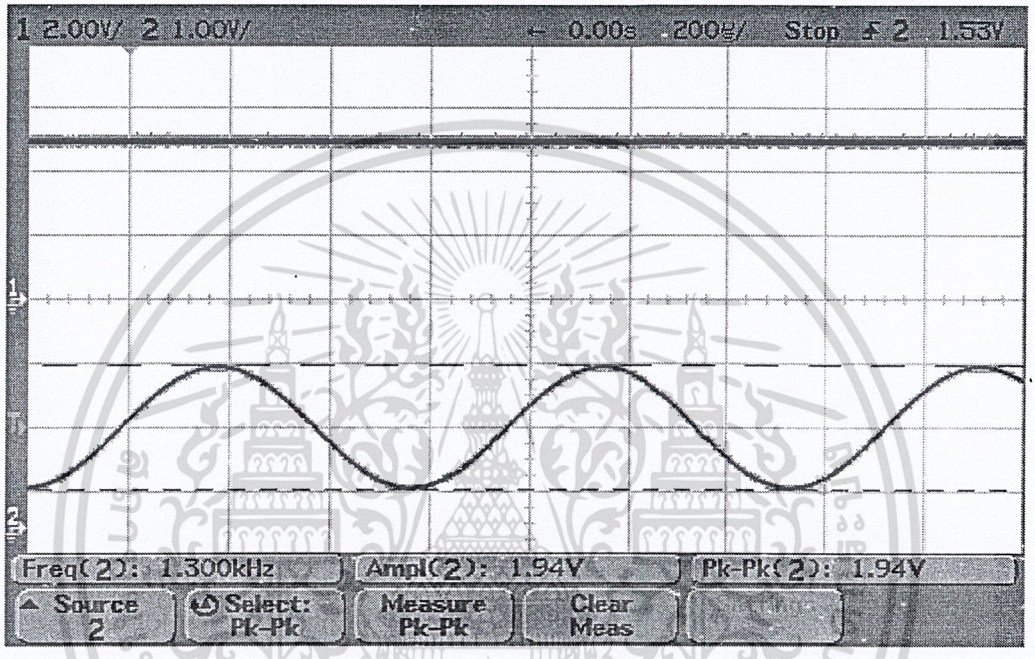
5) ขา RXA (ขาที่ 4) เป็นขาที่ทำหน้าที่รับสัญญาณแอนะลอกของวงจรเครื่องรับโทรศัพท์เข้ามา เพื่อจะทำการดีมอดูเลต

6) ขา TXA (ขาที่ 11) เป็นขาที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณแอนะลอกที่ผ่านการมอดูเลตแบบ FSK ไปยังวงจรเครื่องรับโทรศัพท์เพื่อส่งออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ หน้าที่และการทำงานต่างๆ ของไอซีเบอร์ TCM3101 สามารถศึกษาได้จากภาคผนวก จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.2 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของไอซี TCM3101

ทำการทดสอบโดยป้อนระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ เข้าที่ขา TXD (ขา 14) วัดค่าสัญญาณความถี่ที่ผลิตออกมายังขา TXA (ขา 11) ได้ค่าความถี่ประมาณ 1,300 เฮิรตซ์ ดังรูปที่ 4.7 ลักษณะของสัญญาณการมอดูเลตแบบ FSK และผลิตความถี่ออกมาในลักษณะสัญญาณดิจิตอล

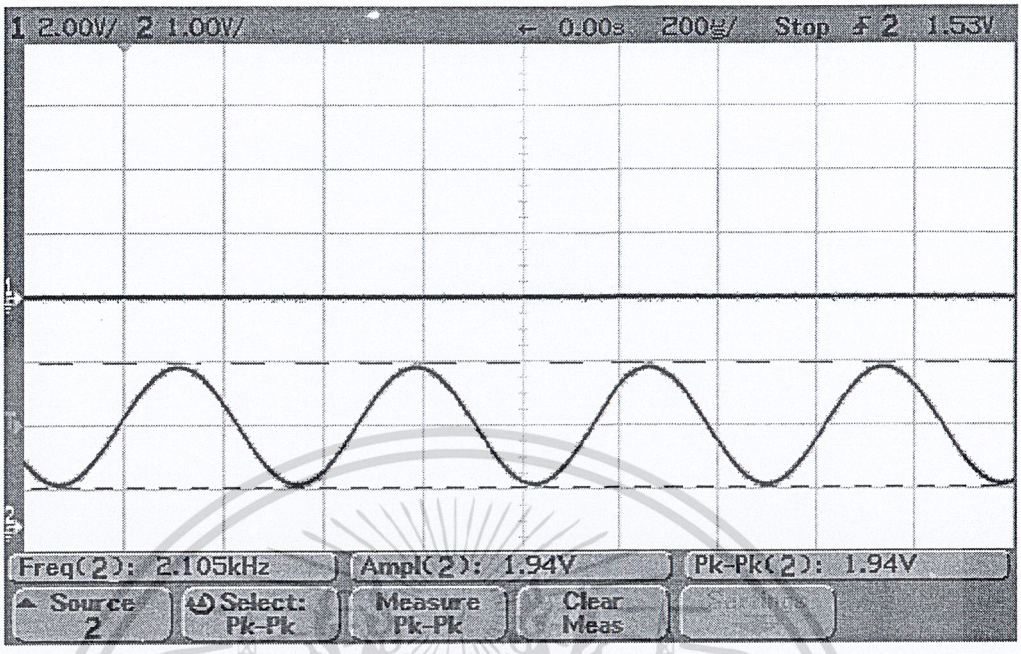


รูปที่ 4.7 ลักษณะของสัญญาณการมอดูเลตแบบ FSK ที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์

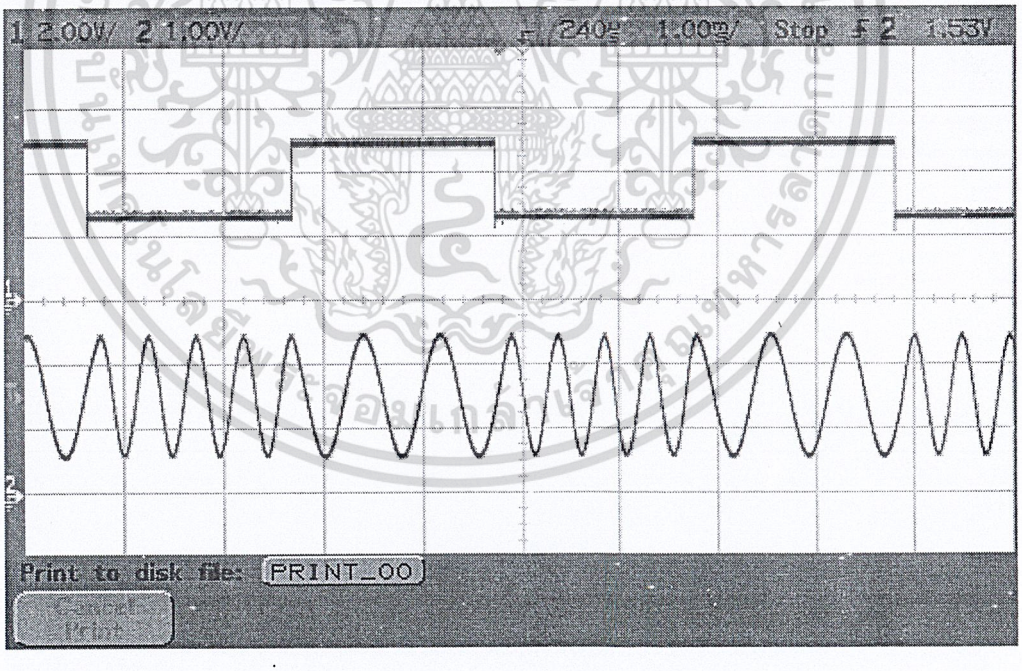
จากนั้นเปลี่ยนค่าระดับที่ป้อนเข้ามายังขา TXD (ขา 14) ใหม่ เป็นระดับแรงดันไฟกระแสตรง 0 โวลต์ วัดค่าสัญญาณความถี่ที่ผลิตออกมายังขา TXA (ขา 11) ได้ ค่าความถี่ 2,100 เฮิรตซ์ ดังรูปที่ 4.8

ทำการใช้ฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์ผลิตสัญญาณความถี่ไซน์ที่ความถี่ 1,300 เฮิรตซ์ และ 2,100 เฮิรตซ์ แอมปลิจูด 5 โวลต์ เข้าที่ขา RXA (ขา 4) ทำการวัดสัญญาณที่ได้จากขา RXD (ขา 8) เมื่อความถี่ที่ต่อกัน จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

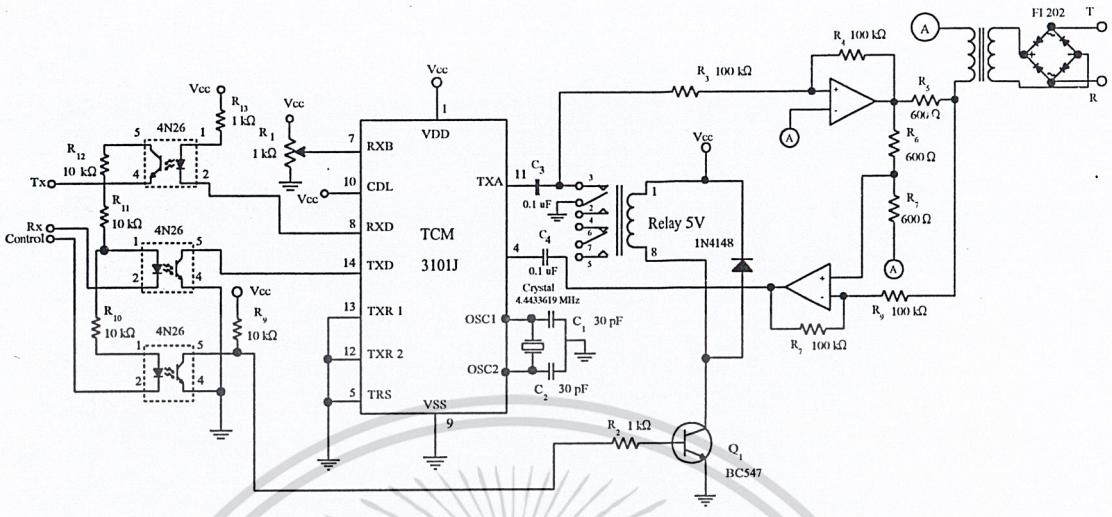


รูปที่ 4.8 ลักษณะของสัญญาณการมอดูเลตแบบ FSK ที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์



รูปที่ 4.9 ลักษณะของสัญญาณที่ถูกมอดูเลตจากสัญญาณดิจิตอล เป็นสัญญาณแอนะลอก ที่ความถี่ 1,300 เฮิรตซ์ และ 2,100 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม

จากการพิจารณาผลการทดสอบสามารถบันทึกผลการทดลองได้ดังนี้

การมอดูเลตแบบ FSK โดยใช้ไอซีเบอร์ TCM3101 ทำหน้าที่มอดูเลต และดีมอดูเลตสัญญาณจากสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล และจากสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอกที่ความถี่ 1,300 เฮิรตซ์ และความถี่ 2,100 เฮิรตซ์

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าผลการทดสอบระดับแรงดันลอจิกกับค่าความถี่ที่ระดับลอจิก " 0 " และระดับลอจิก " 1 "

ระดับลอจิก	ความถี่ที่มอดูเลตออกมาและความถี่ที่ดีมอดูเลตได้
0	2,100 Hz
1	1,300 Hz

4.9 วงจรส่งสัญญาณเตือน

4.9.1 การทดลอง

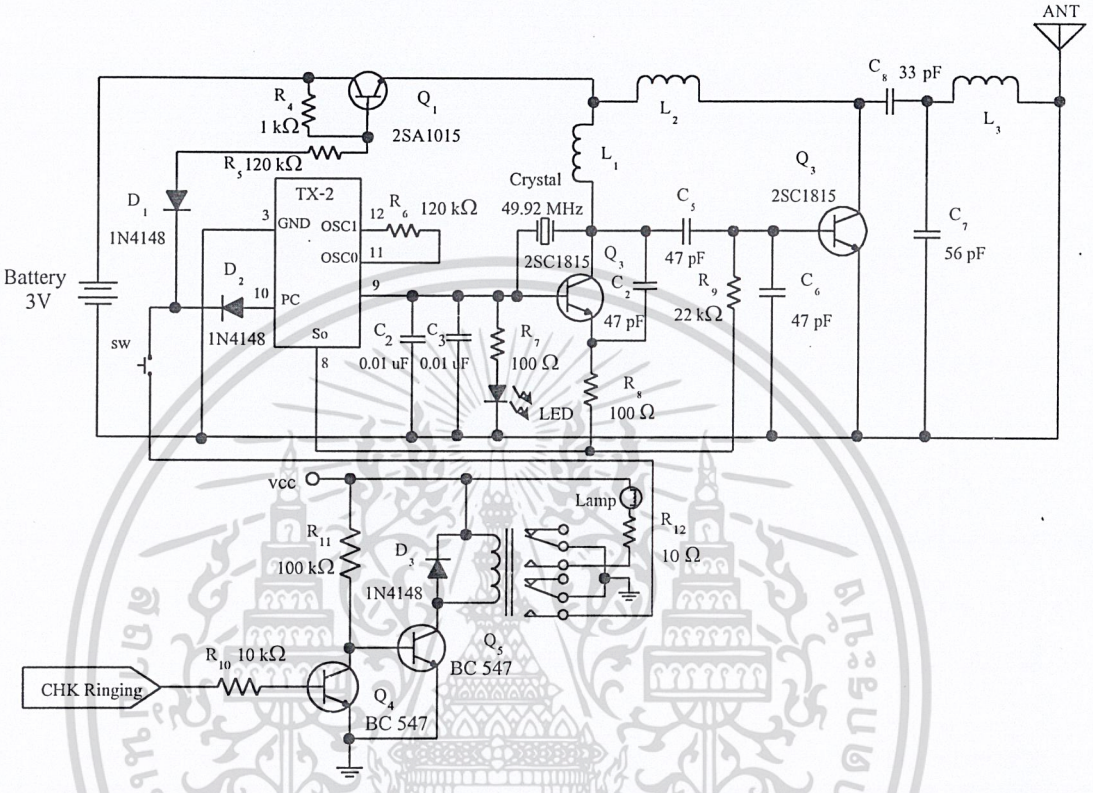
1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.11

2) ตรวจสอบความถูกต้อง จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 3 โวลต์ ให้แก่วงจร สังเกตไดโอดเปล่งแสงต้องไม่สว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทำการกดสวิตช์เพื่อให้ไดโอดเปล่งแสงสว่าง

4) กดสวิตช์ค้างไว้ใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่สายอากาศสังเกตสัญญาณที่เกิดขึ้น



รูปที่ 4.11 วงจรส่งสัญญาณเตือน

4.9.2 ผลการทดลอง

เมื่อกดสวิตช์ ไดโอดเปล่งแสงจะติดสว่าง และเมื่อกดสวิตช์ค้างไว้วัดสัญญาณที่สายอากาศด้วยออสซิลโลสโคปปรากฏว่ามีสัญญาณส่งออกที่สายอากาศแสดงว่าวงจรส่งสัญญาณเตือนทำงาน

4.10 วงจรชุดรับสัญญาณเตือน

4.10.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.12

2) ตรวจสอบความถูกต้อง จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 3 โวลต์ ให้แก่วงจร สังเกตไดโอดเปล่งแสงต้องไม่สว่าง

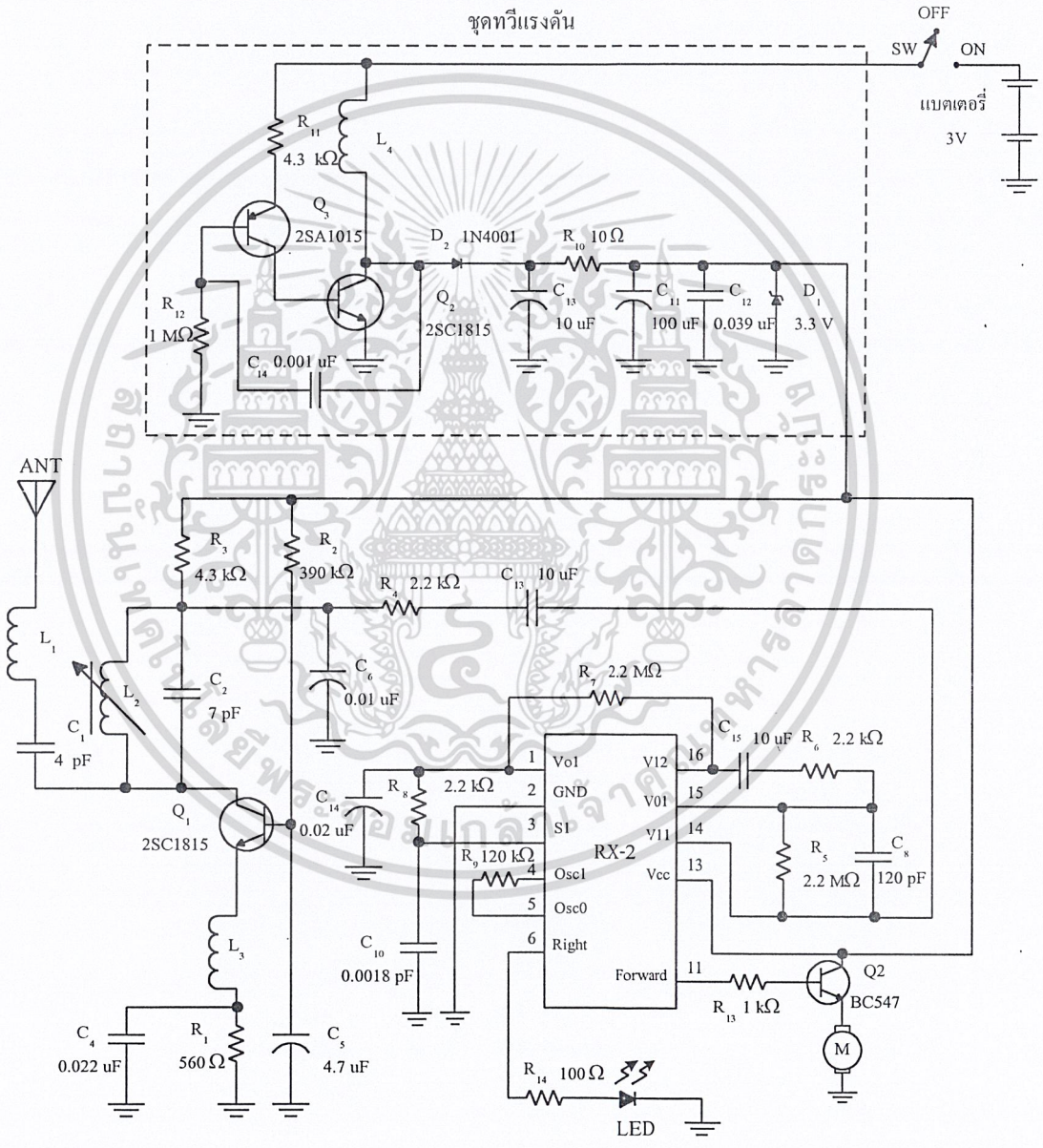
3) ทำการกดสวิตช์ที่เครื่องส่งเพื่อให้ไดโอดเปล่งแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) กดสวิตช์ค้าง ใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่สายอากาศของเครื่องรับสังเกตสัญญาณความถี่

4.10.2 ผลการทดลอง

เมื่อกดสวิตช์ที่เครื่องส่งไดโอดเปล่งแสงที่เครื่องรับสว่าง และเมื่อกดสวิตช์ค้างวัดสัญญาณที่สายอากาศรับ ด้วยออสซิลโลสโคปจะมีสัญญาณเข้ามาที่สายอากาศและมอเตอร์หมุนแสดงว่าวงจรทำงาน



รูปที่ 4.12 วงจรรับสัญญาณเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอผลงานเกี่ยวกับ เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู โดยเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูนี้ สามารถที่จะส่งและรับข้อความสนทนาผ่านระบบโทรศัพท์ แสดงข้อความสนทนาได้ทั้งข้อความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ มีอุปกรณ์ช่วยเตือนเมื่อมีสายเรียกเข้า หมุนทวนเลขหมายสุดท้ายที่โทรออกได้โดยใช้ฟังก์ชั่นที่กำหนด บันทึกข้อความที่ใช้บ่อยได้ 12 ข้อความ และมีระบบเสียงตอบกลับอัตโนมัติในกรณีที่ไม่มีผู้รับสายโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมระบบการทำงาน ดังนั้น จึงทำให้การทำงานของเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู เป็นไปโดยอัตโนมัติ สะดวกในการติดตั้งและเคลื่อนย้าย เพราะเครื่องสื่อสารมีขนาดที่เหมาะสม ทั้งยังเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้พิการทางหูทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกันผ่านระบบโทรศัพท์ได้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา

จากผลการทดลองการทำงานของเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู ผลปรากฏว่าสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์แต่จากการทดลอง ทำให้ทราบปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1) ปัญหา จากวงจร FSK โมเด็ม และวงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ ไม่สามารถปรับวงจรทั้ง 2 ให้มีความเสถียรได้

แนวทางแก้ไข ทำการเปลี่ยนตัวต้านทาน โดยใช้ตัวต้านทานที่มีความละเอียดสูง ทำให้สามารถปรับวงจรให้มีความเสถียรได้

2) ปัญหา เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นที่วงจร FSK โมเด็ม ทำให้ไม่สามารถส่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

แนวทางแก้ไข ทำการแยกวงจรแหล่งจ่ายไฟออก ทำให้วงจรสามารถรับ และส่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

3) ปัญหา มีการสลับขั้วกันของคู่สายโทรศัพท์ ทำให้วงจรไม่สามารถทำงานได้

แนวทางแก้ไข ทำการเพิ่มวงจรบริดจ์ก่อนเข้าวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ปัญหา เมื่อลงอุปกรณ์แล้ว วงจรบางส่วนไม่ทำงาน หรือทำงานไม่ตรงกับผลการทดลอง

แนวทางแก้ไข ตรวจสอบอุปกรณ์ทุกตัวที่จะนำมาใช้ว่าอยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่พร้อมทั้งต้องออกแบบวงจรพิมพ์ทุกวงจรอย่างรอบคอบ และตรวจสอบให้ดีก่อนที่จะทำเป็นแผ่นวงจรพิมพ์มาใช้งาน

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

โครงงานที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดแล้ว แต่สามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถของโครงงานได้อีก ดังต่อไปนี้

1) สามารถที่จะเพิ่มการบันทึกข้อความที่ใช้บ่อยได้มากกว่า 12 ข้อความ

2) พัฒนาส่วนแสดงผล และส่วนของคีย์บอร์ดให้มีขนาดเล็กกว่าเดิม

3) พัฒนาในส่วนของอุปกรณ์ช่วยเตือนเมื่อมีสายเรียกเข้าให้สามารถรับสัญญาณได้ไกลมากขึ้น

4) พัฒนารูปแบบของเครื่องให้มีขนาดเล็กสามารถพกพาได้

จากแนวความคิดที่กลุ่มผู้จัดทำเสนอให้พิจารณานี้ หากผู้ใดสนใจ และต้องการศึกษาระบบการทำงานของโครงงานต่อไป ทางกลุ่มผู้จัดทำจะยินดีมาก และหวังว่าโครงงานนี้คงเป็นชิ้นงานที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปหากได้รับการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 รูปด้านหน้าเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

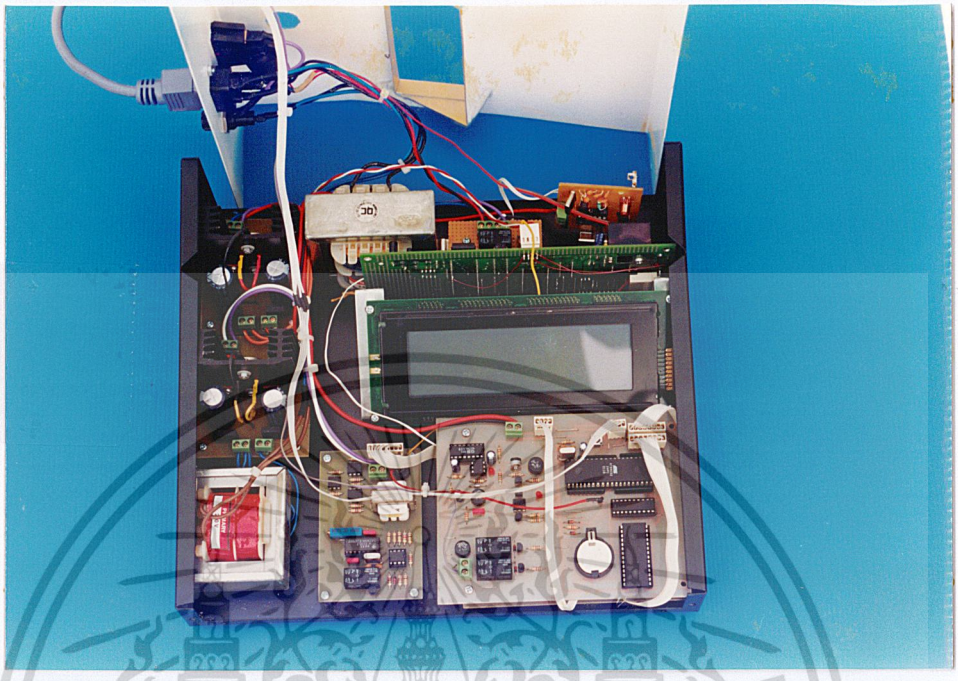
รูปที่ ก.2 รูปด้านหลังเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

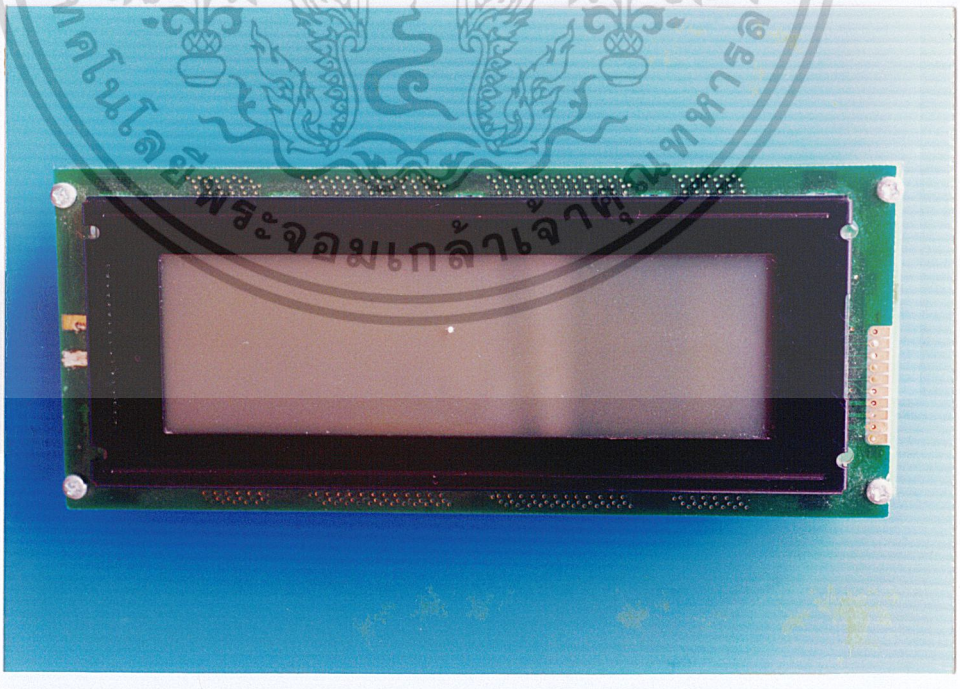
รูปที่ ก.3 การต่อใช้งานเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

รูปที่ ก.4 คีย์บอร์ดสำหรับใช้พิมพ์ข้อความในการสนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

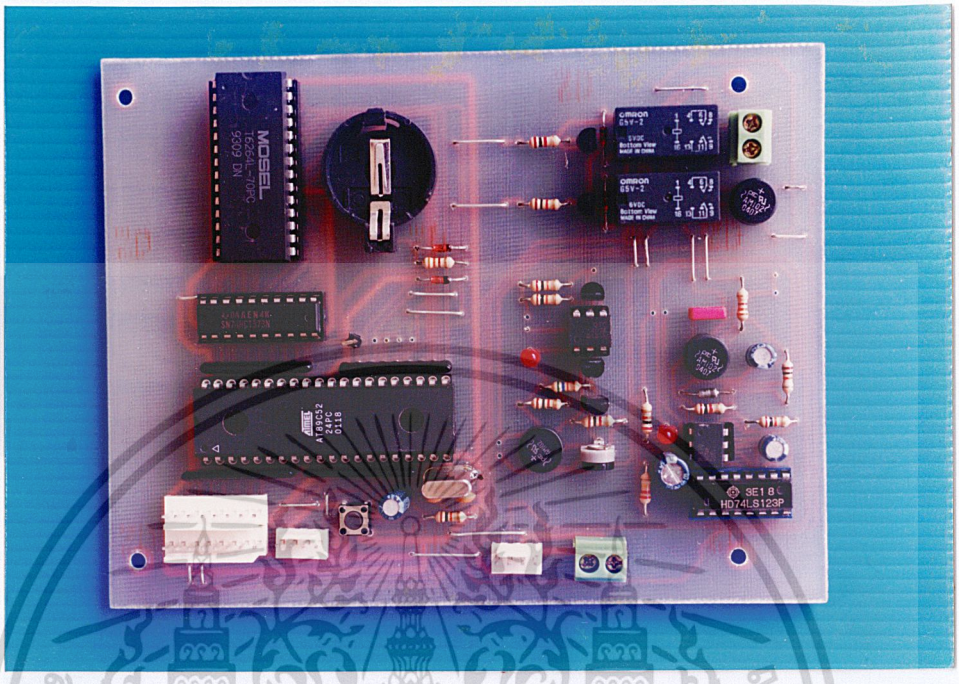


รูปที่ ก.5 วงจรภายในเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

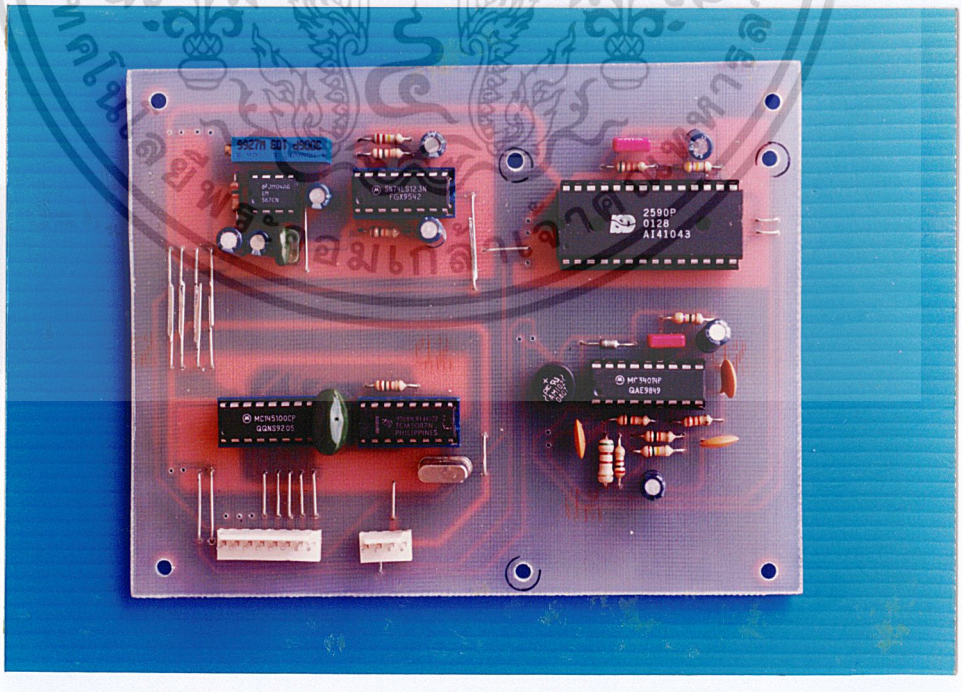


รูปที่ ก.6 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

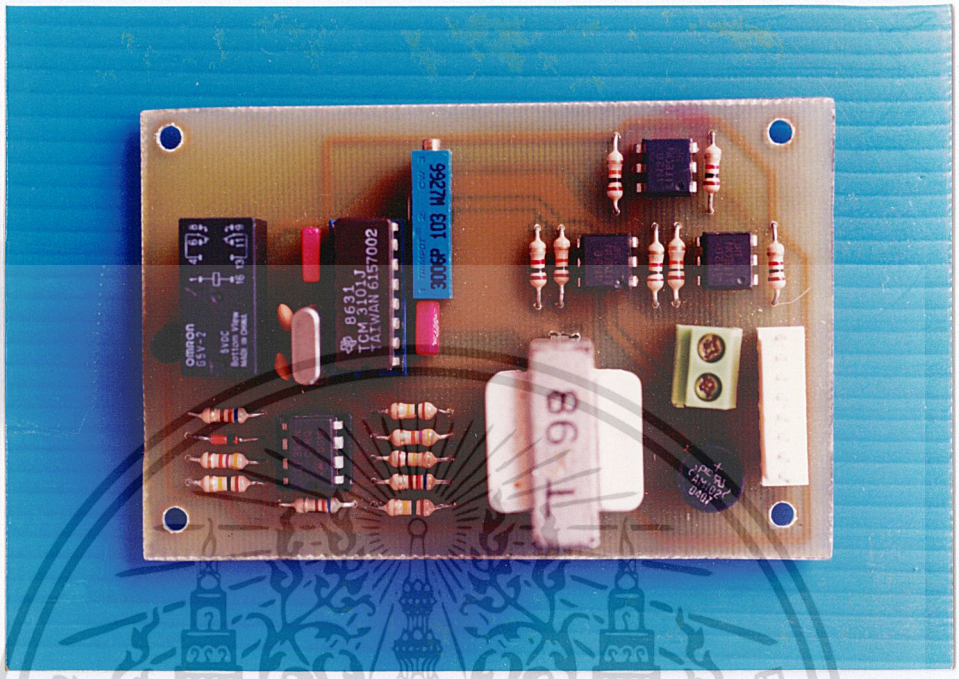


รูปที่ ก.7 วงจรชุดควบคุม

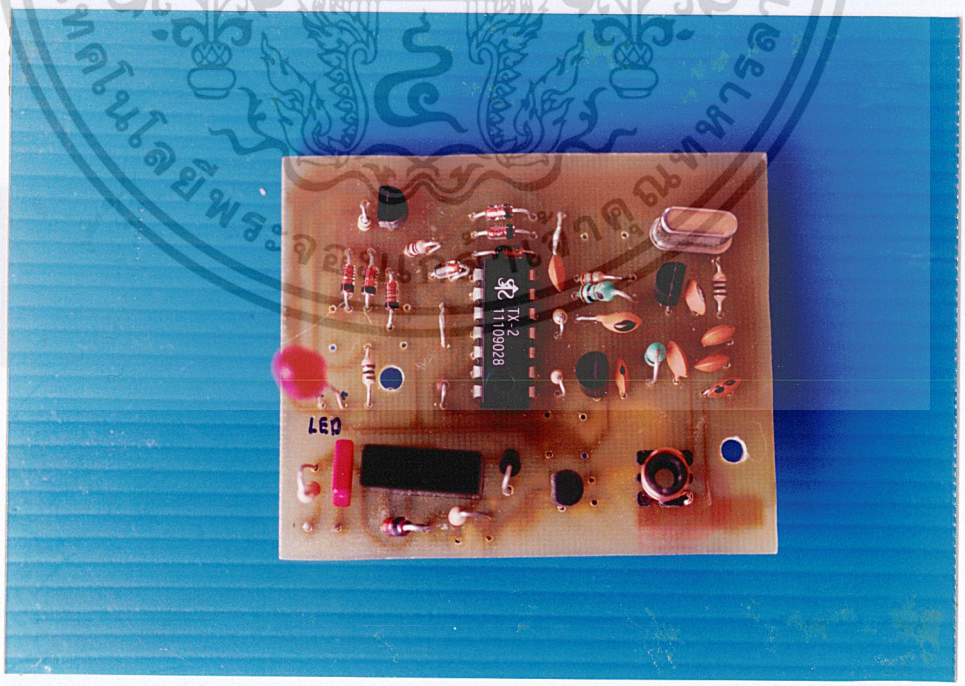


รูปที่ ก.8 วงจรรวมเครื่องรับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

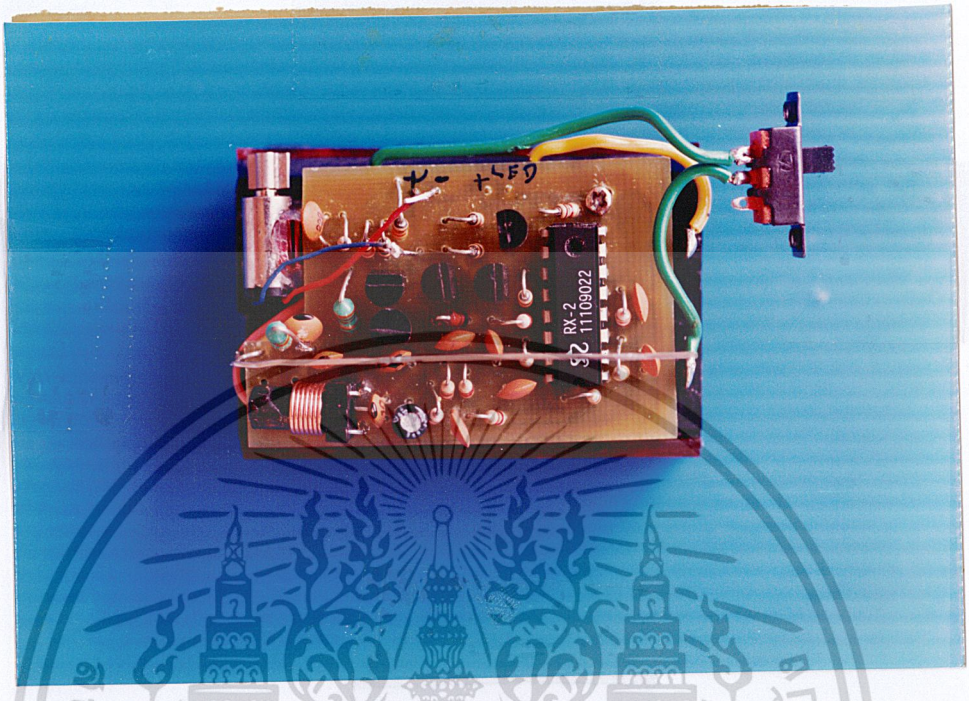


รูปที่ ก.9 วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม

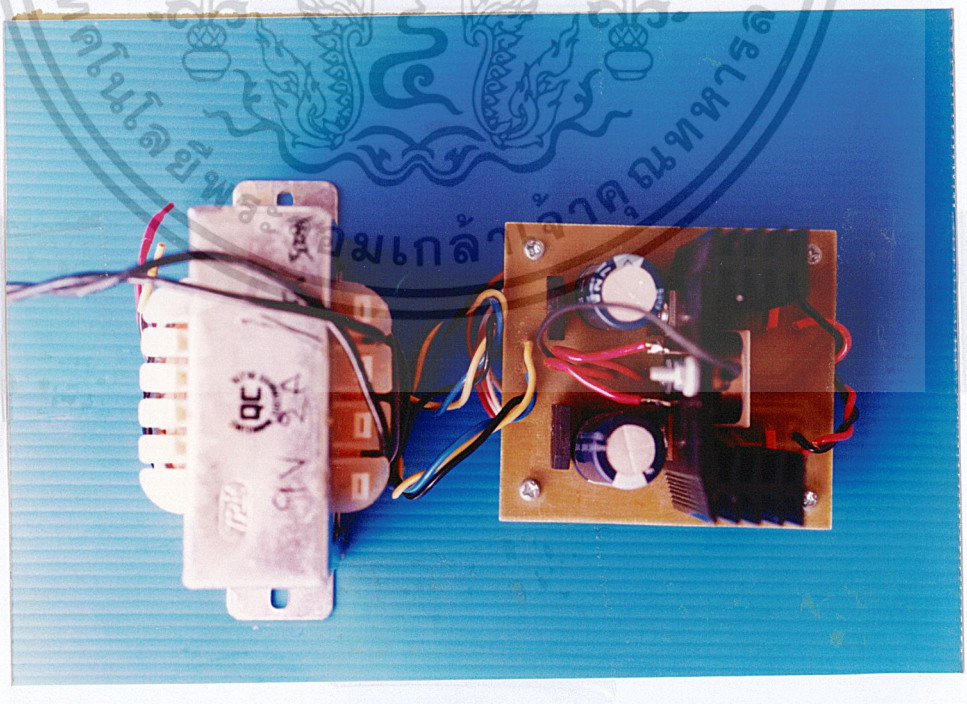


รูปที่ ก.10 วงจรส่งสัญญาณเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.11 วงจรรับสัญญาณเตือน



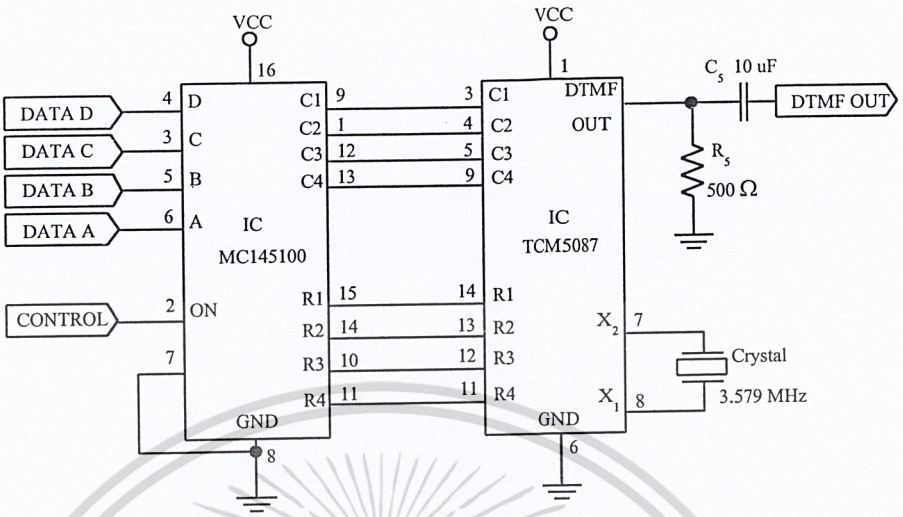
รูปที่ ก.12 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์ และ 9 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

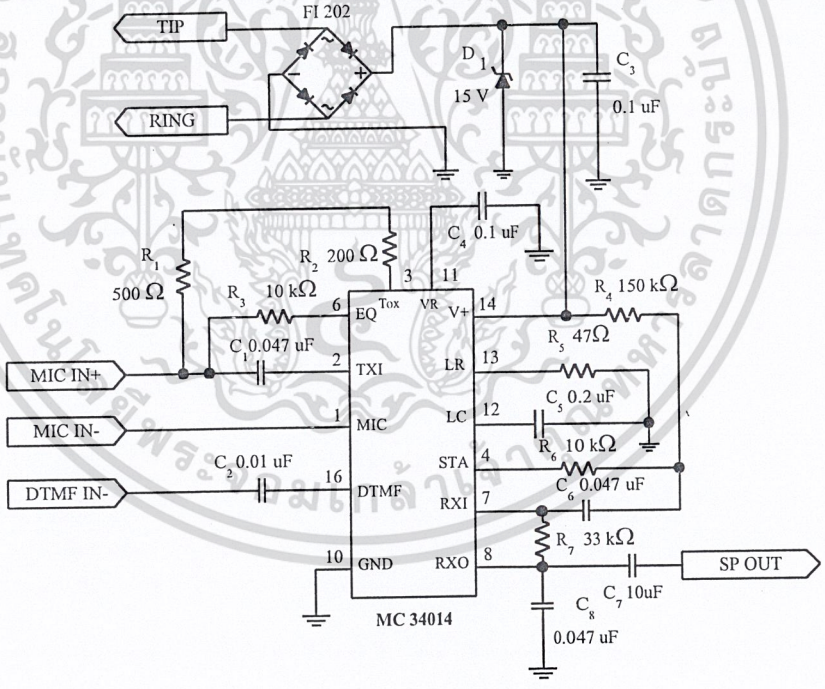
ภาคผนวก ข

วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

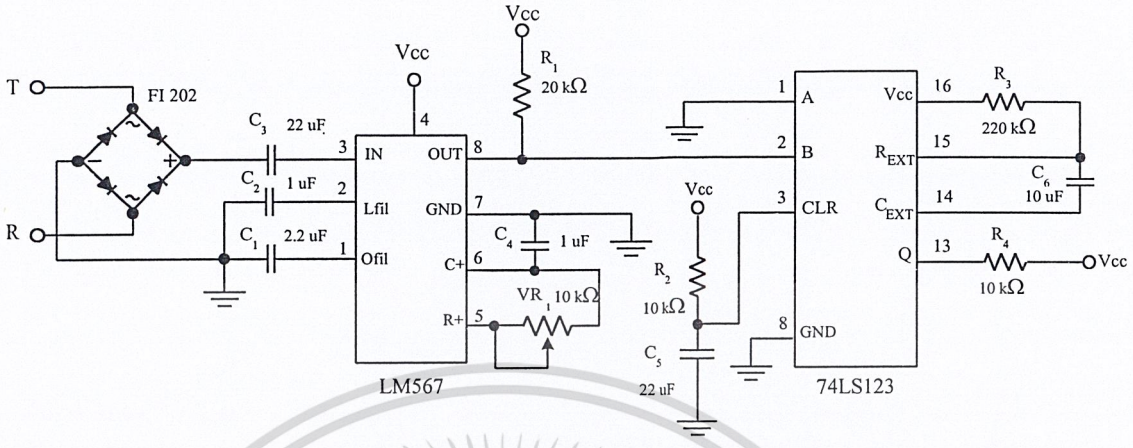


รูปที่ ข.1 วงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

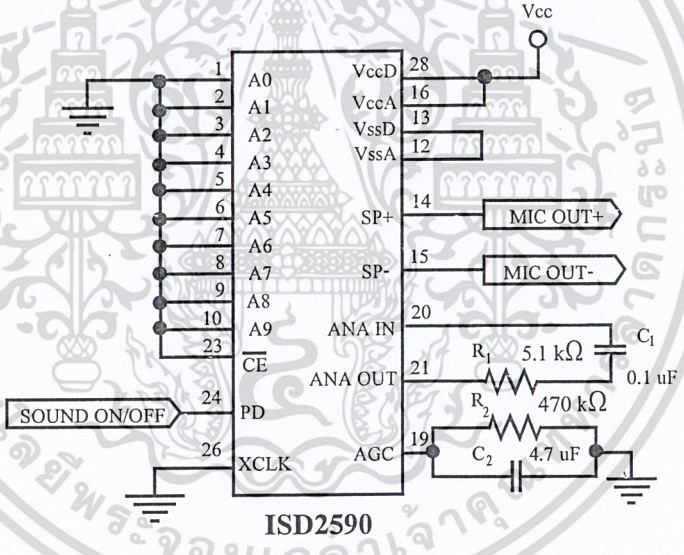


รูปที่ ข.2 วงจรโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

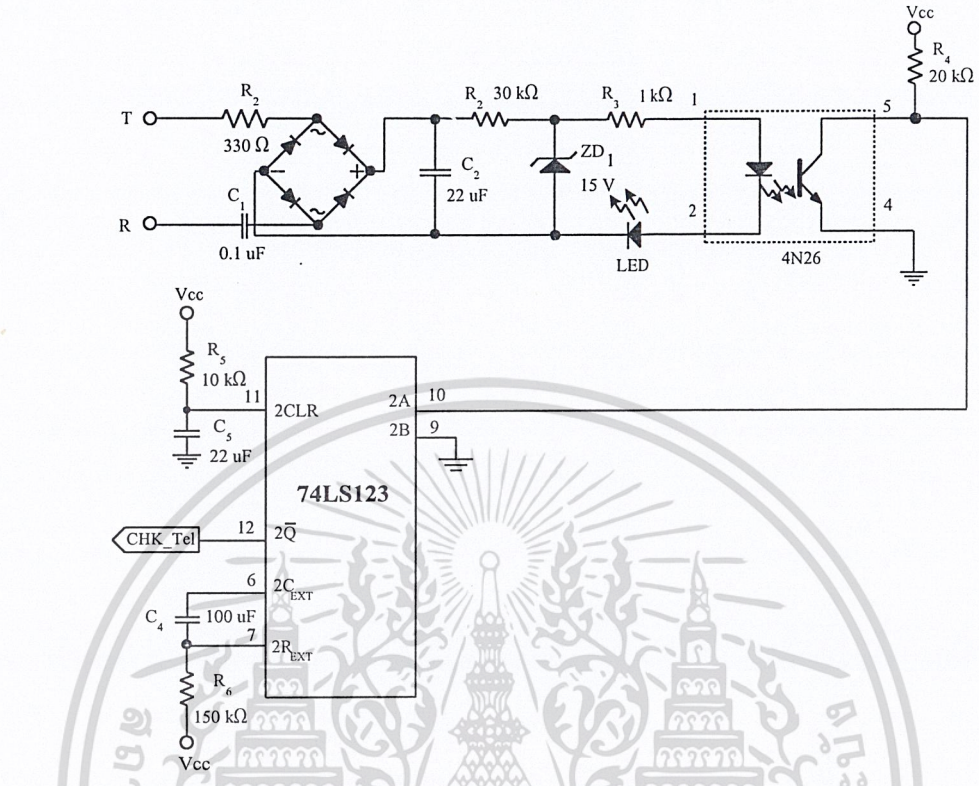


รูปที่ ข.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

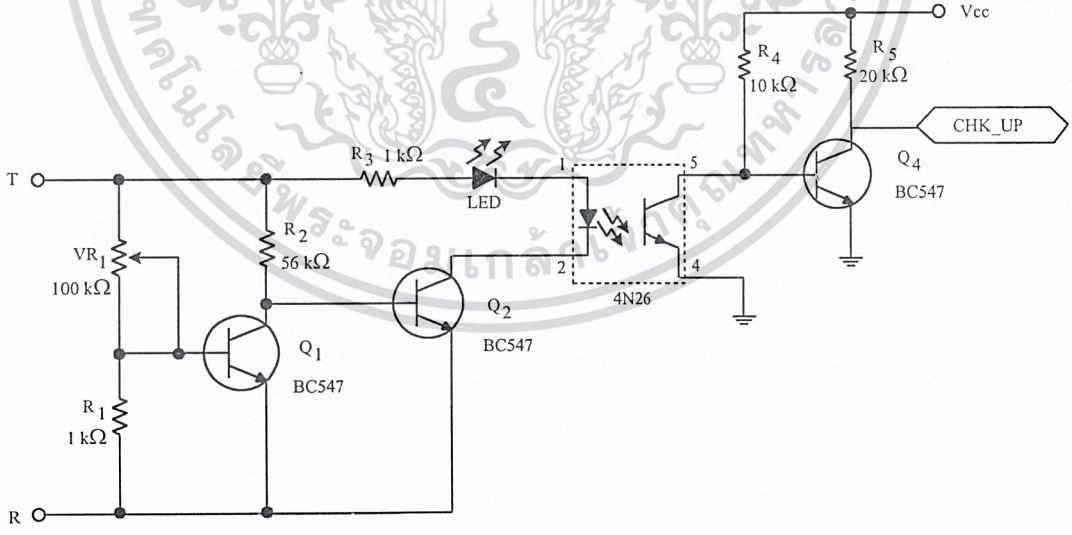


รูปที่ ข.4 วงจรผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

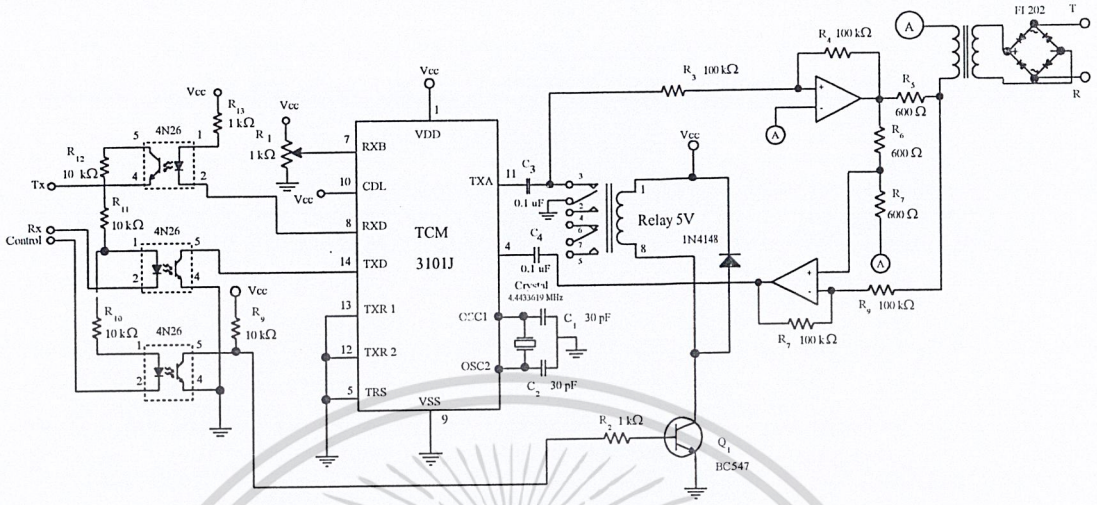


รูปที่ ข.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

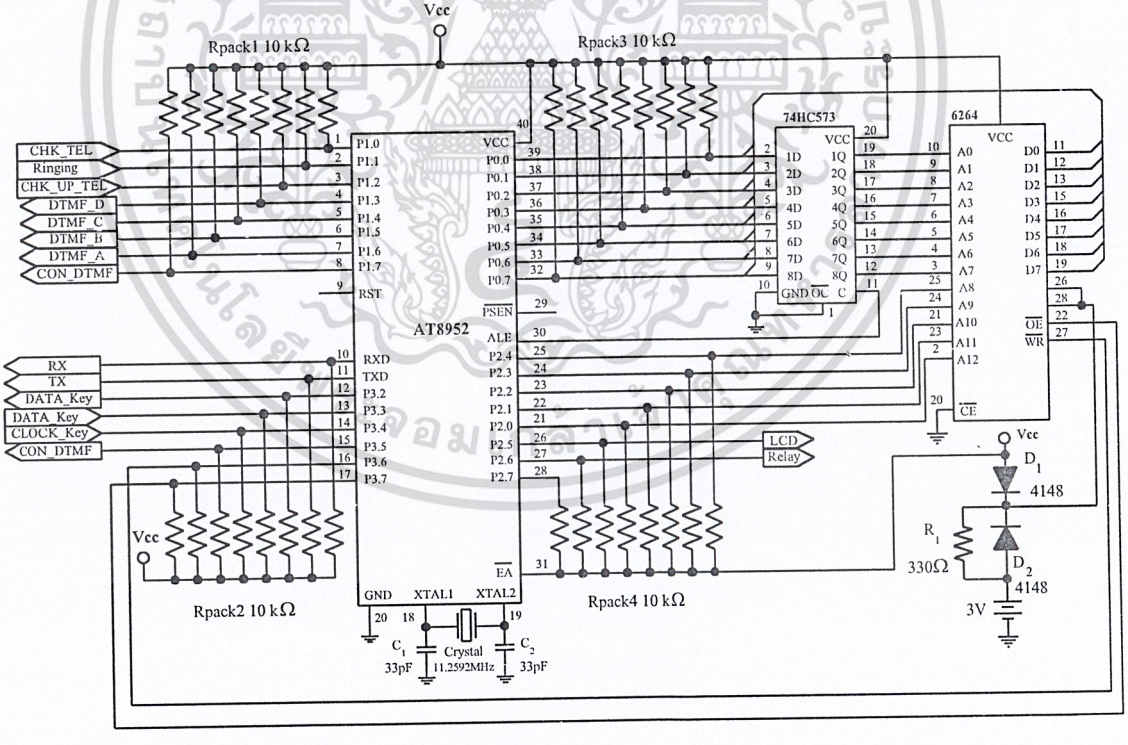


รูปที่ ข.6 วงจรตรวจสอบการยกหู - วางหูโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

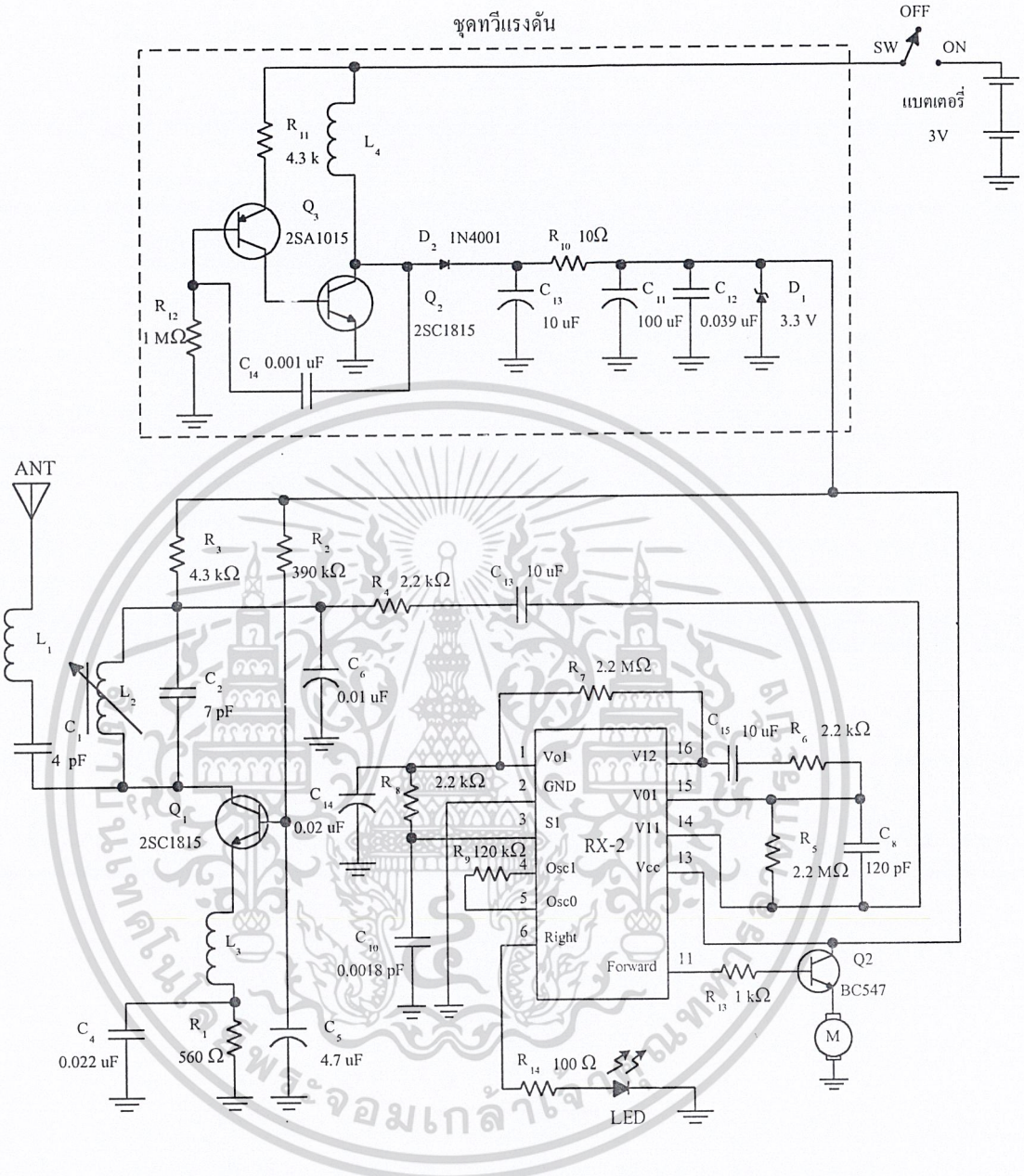


รูปที่ ข.7 วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม



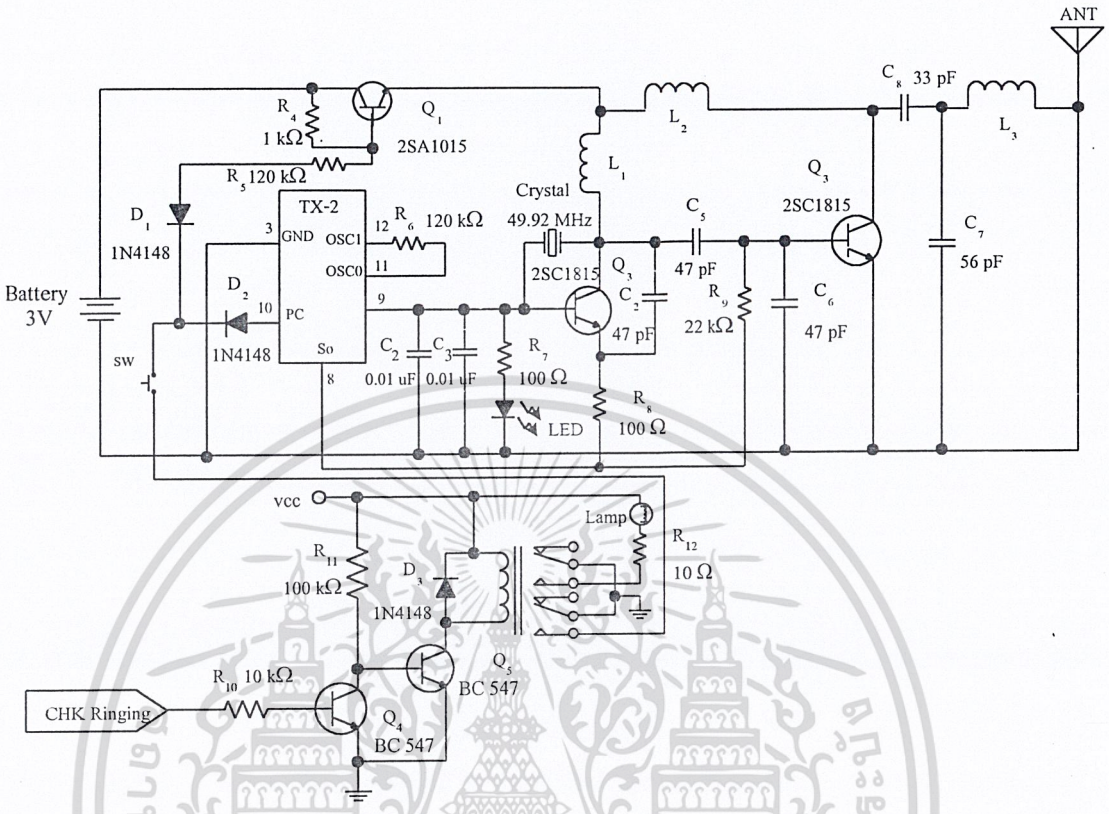
รูปที่ ข.8 วงจรควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

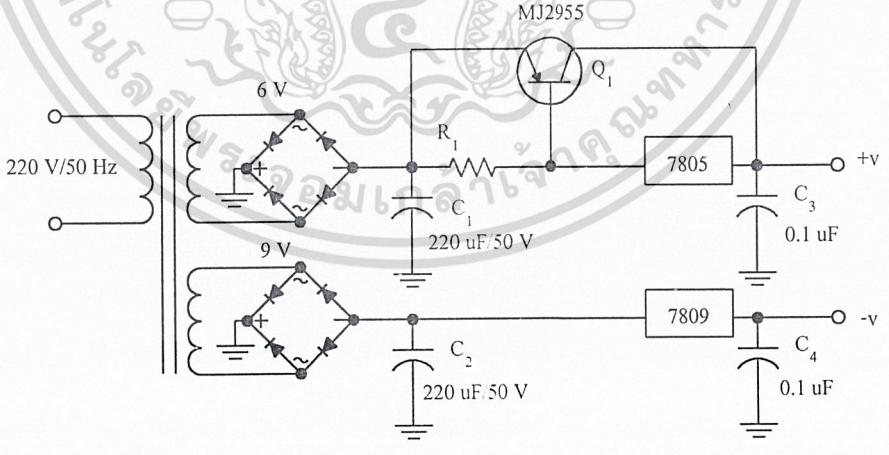


รูปที่ ข.9 วงจรรับสัญญาณเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

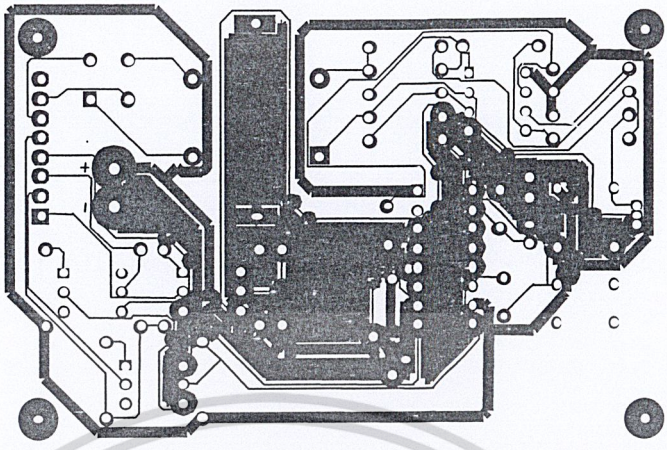


รูปที่ ข.10 วงจรส่งสัญญาณเตือน

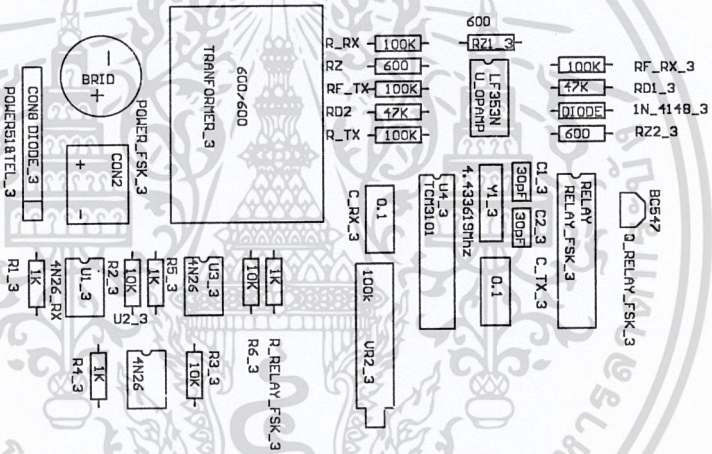


รูปที่ ข.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

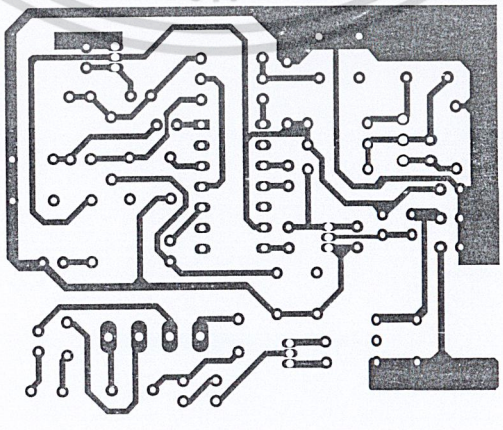
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.12 ลายทองวงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม

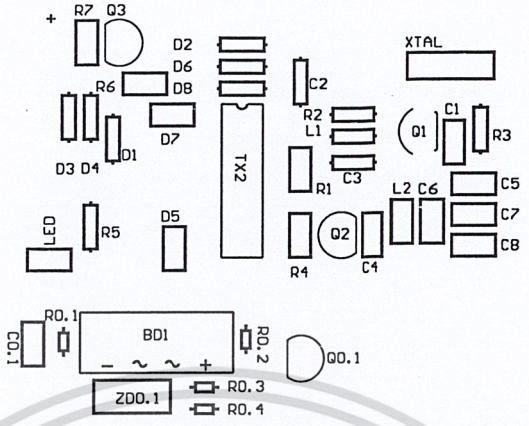


รูปที่ ข.13 การวางอุปกรณ์วงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม

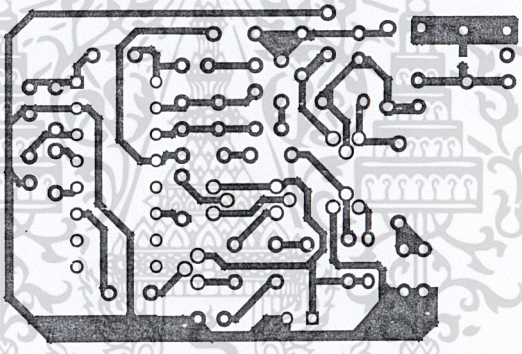


รูปที่ ข.14 ลายทองแดงวงจรเครื่องส่ง

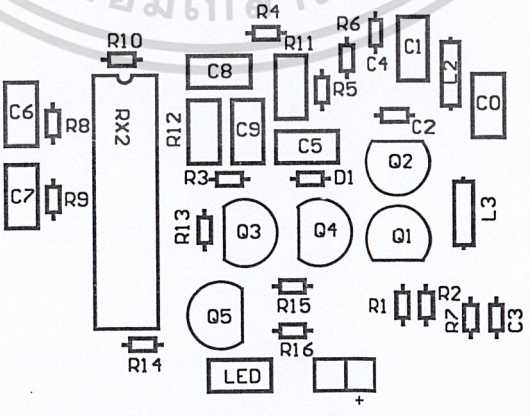
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์วงจรเครื่องส่ง

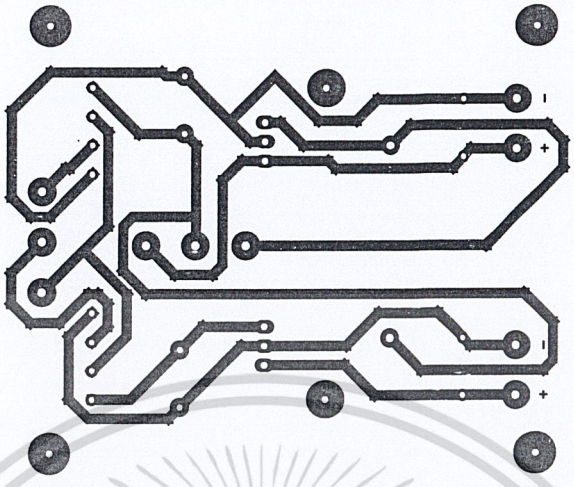


รูปที่ ข.16 ลายทองแดงวงจรเครื่องรับ

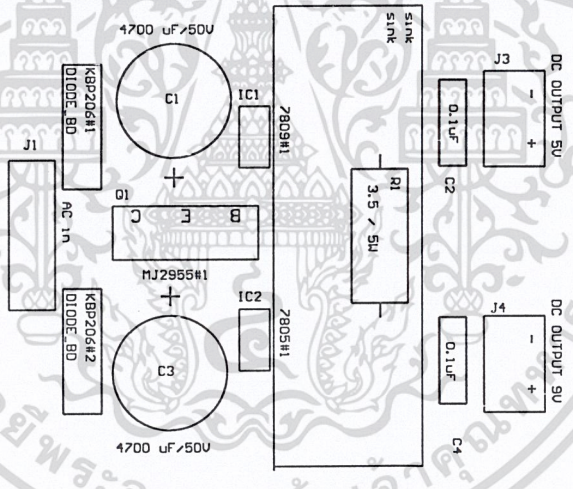


รูปที่ ข.17 การวางอุปกรณ์วงจรเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

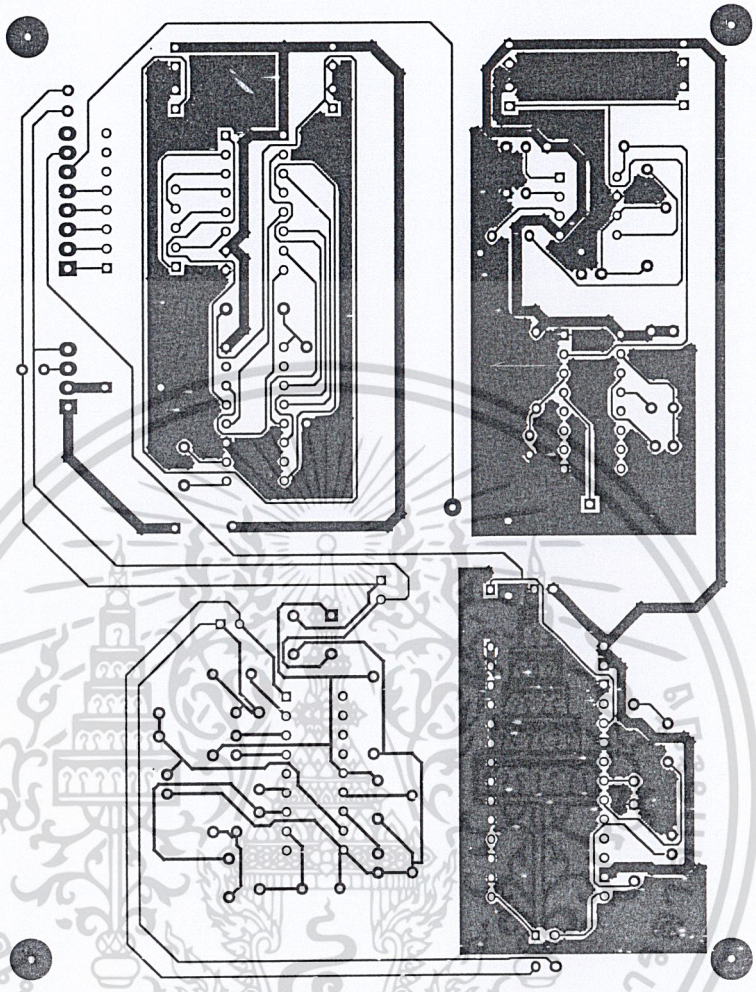


รูปที่ ข.18 ลายทองวงจรแหล่งจ่ายไฟ



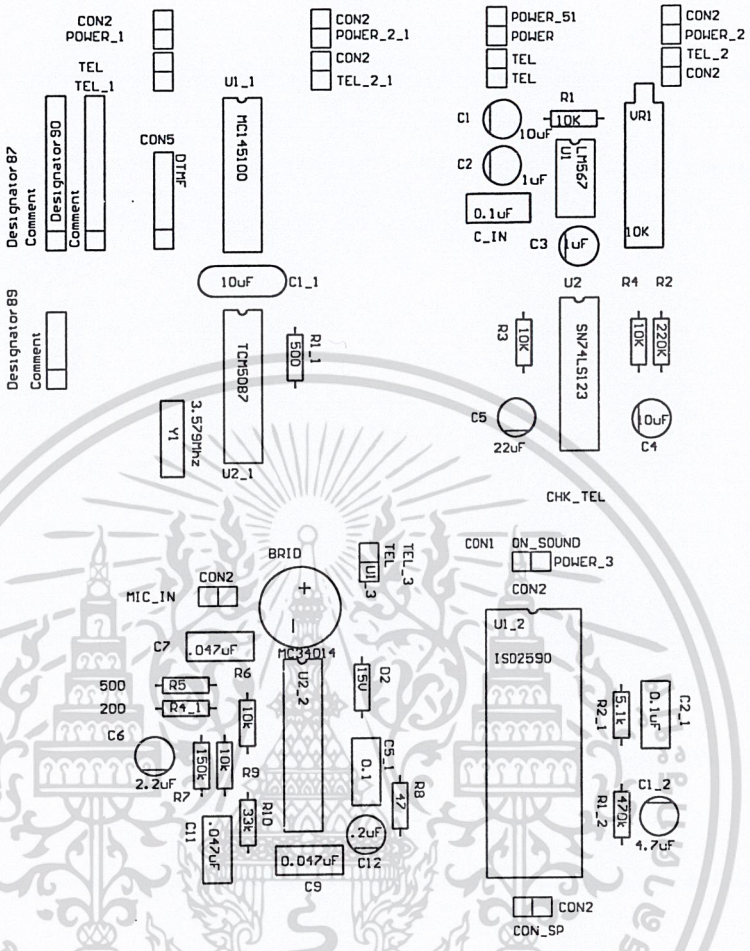
รูปที่ ข.19 การวางอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



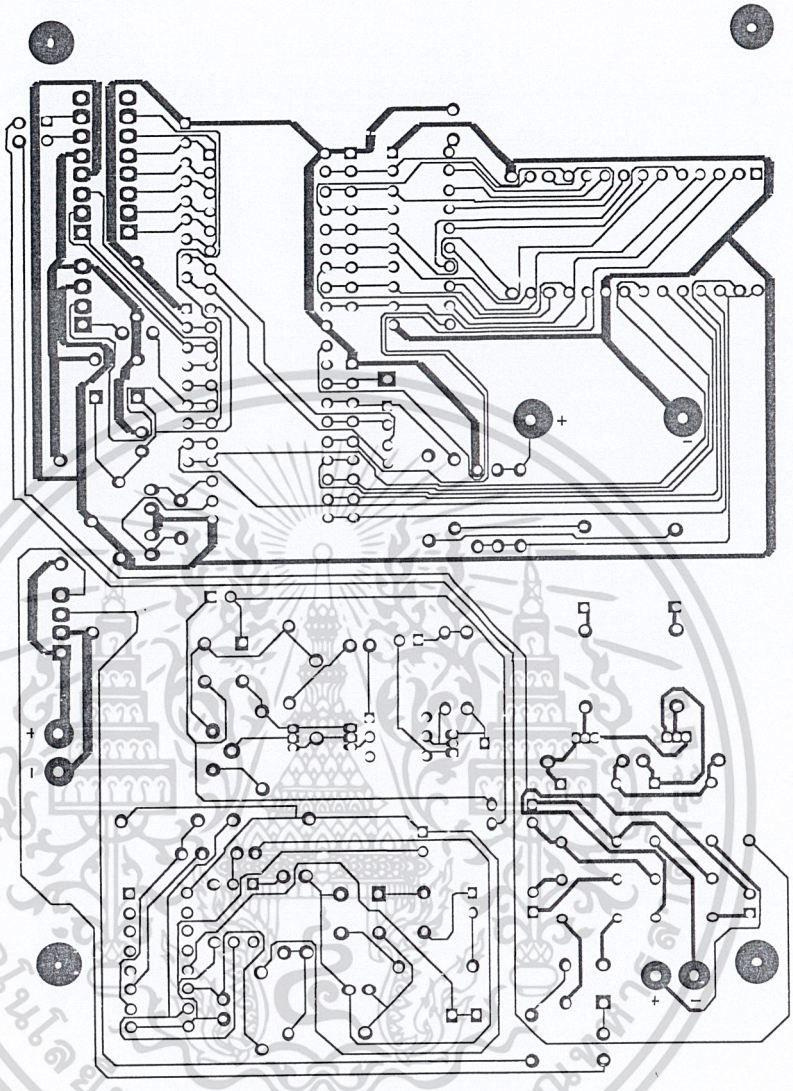
รูปที่ ข.20 ลายทองแดงวงจรรวมชุดโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



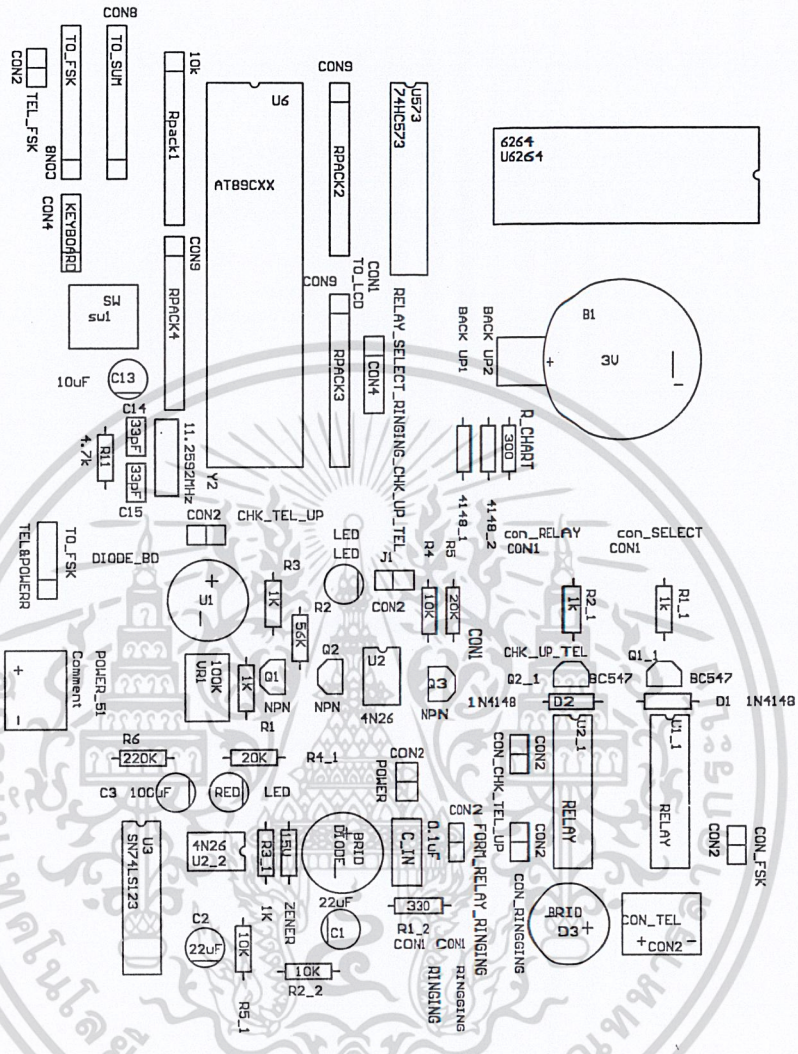
รูปที่ ข.21 การวางอุปกรณ์วงจรรวมโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.22 ลายทองแดงวงจรชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

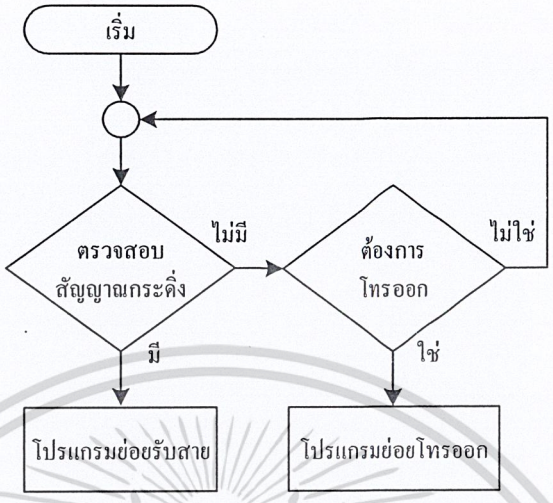


รูปที่ ข.23 การวางอุปกรณ์วงจรรวมชุดควบคุม

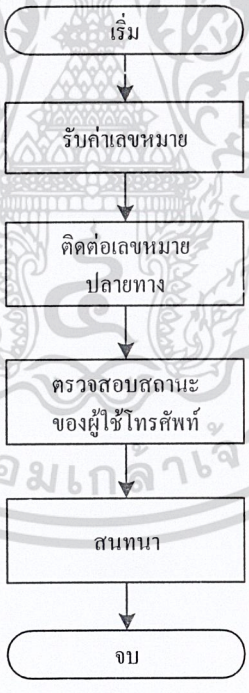
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ผังการทำงาน และโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

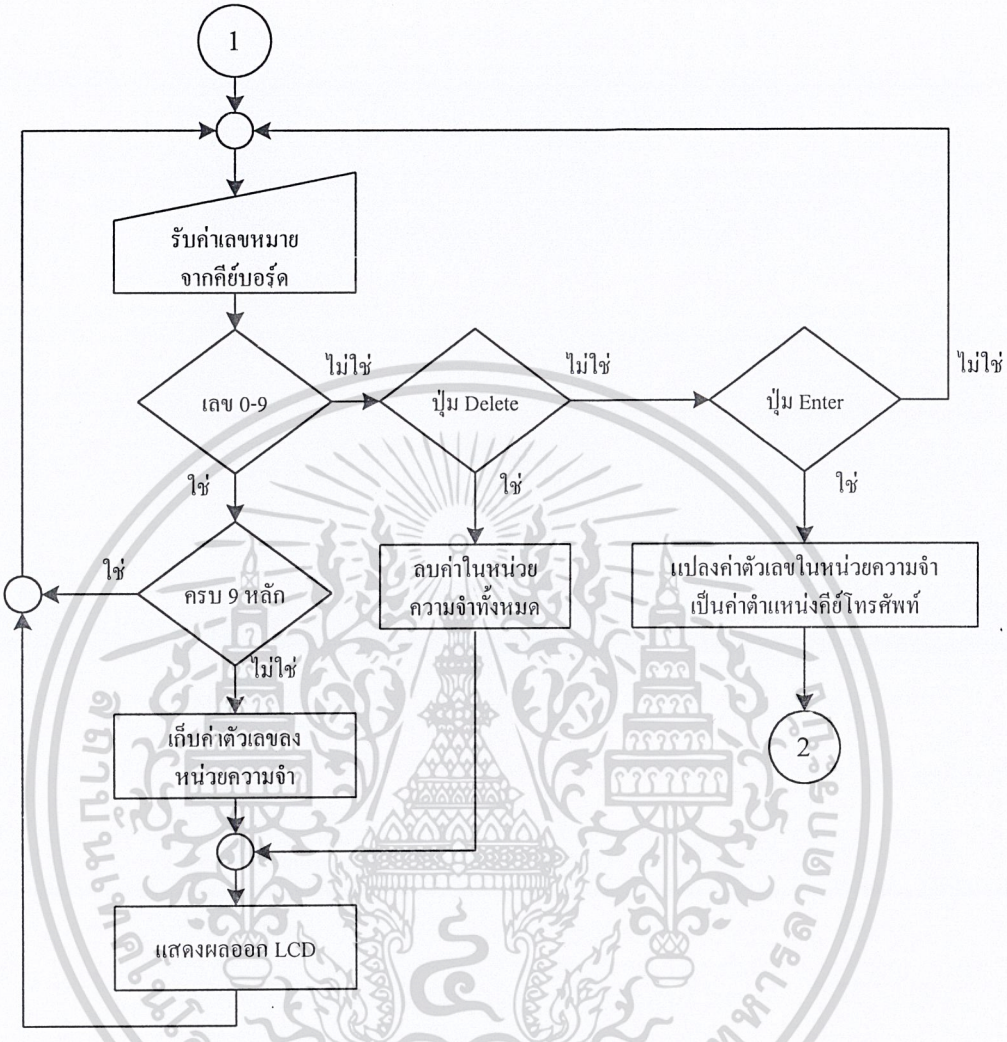


รูปที่ ค.1 ผังการทำงานหลักของโปรแกรม



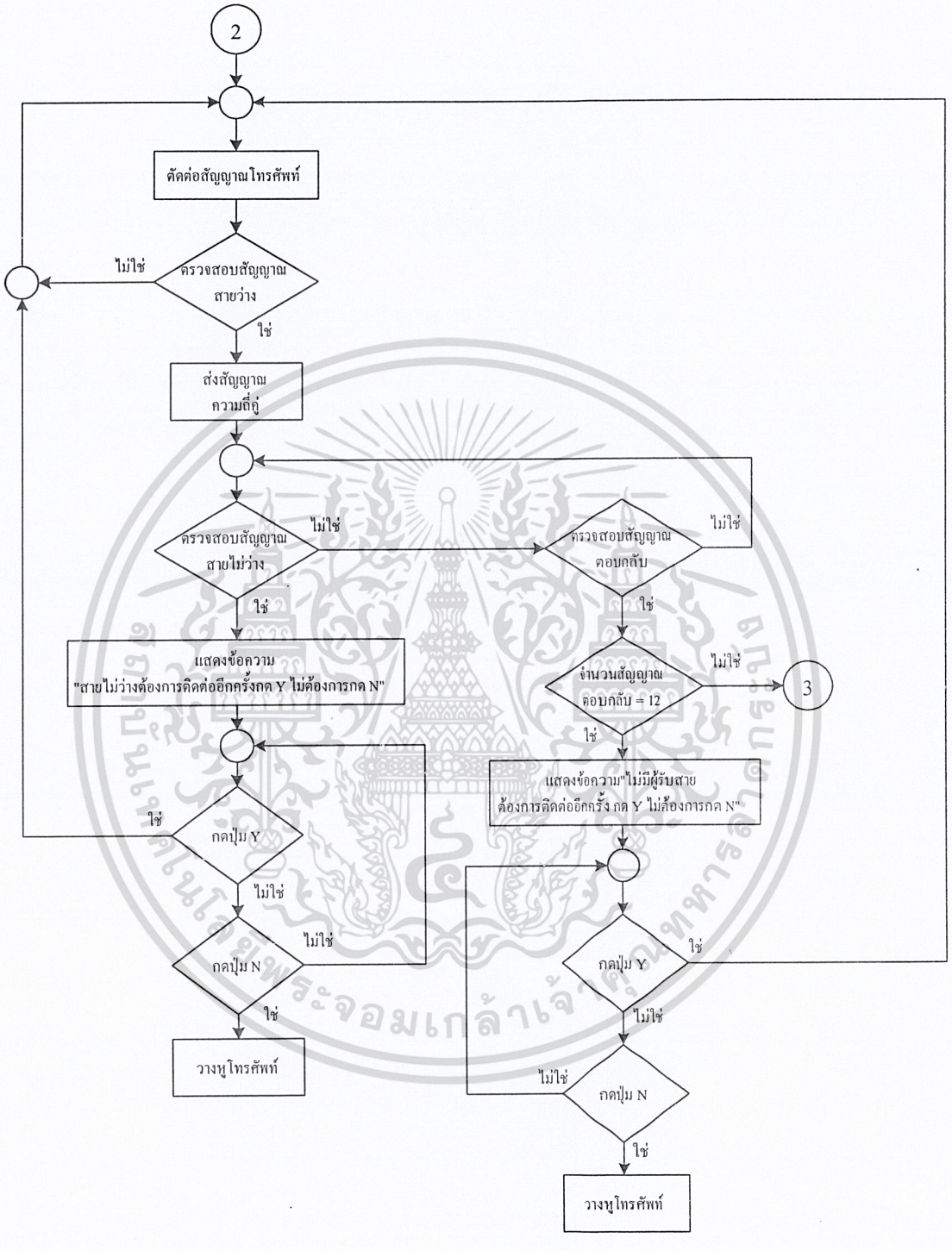
รูปที่ ค.2 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยโทรออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



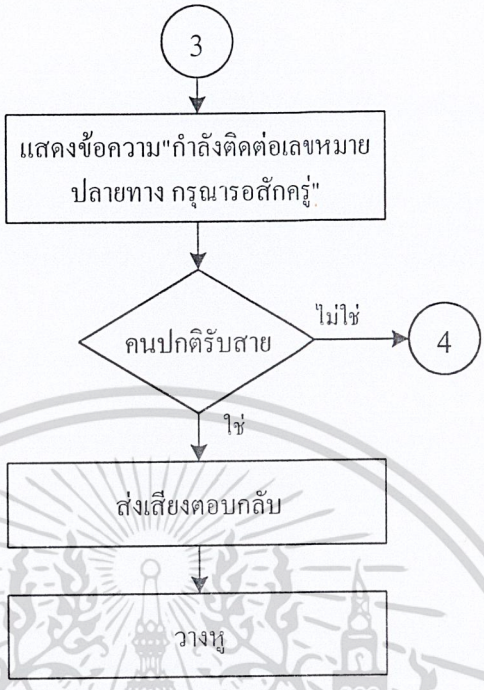
รูปที่ ค.3 ผังการทำงานรับค่าเลขหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



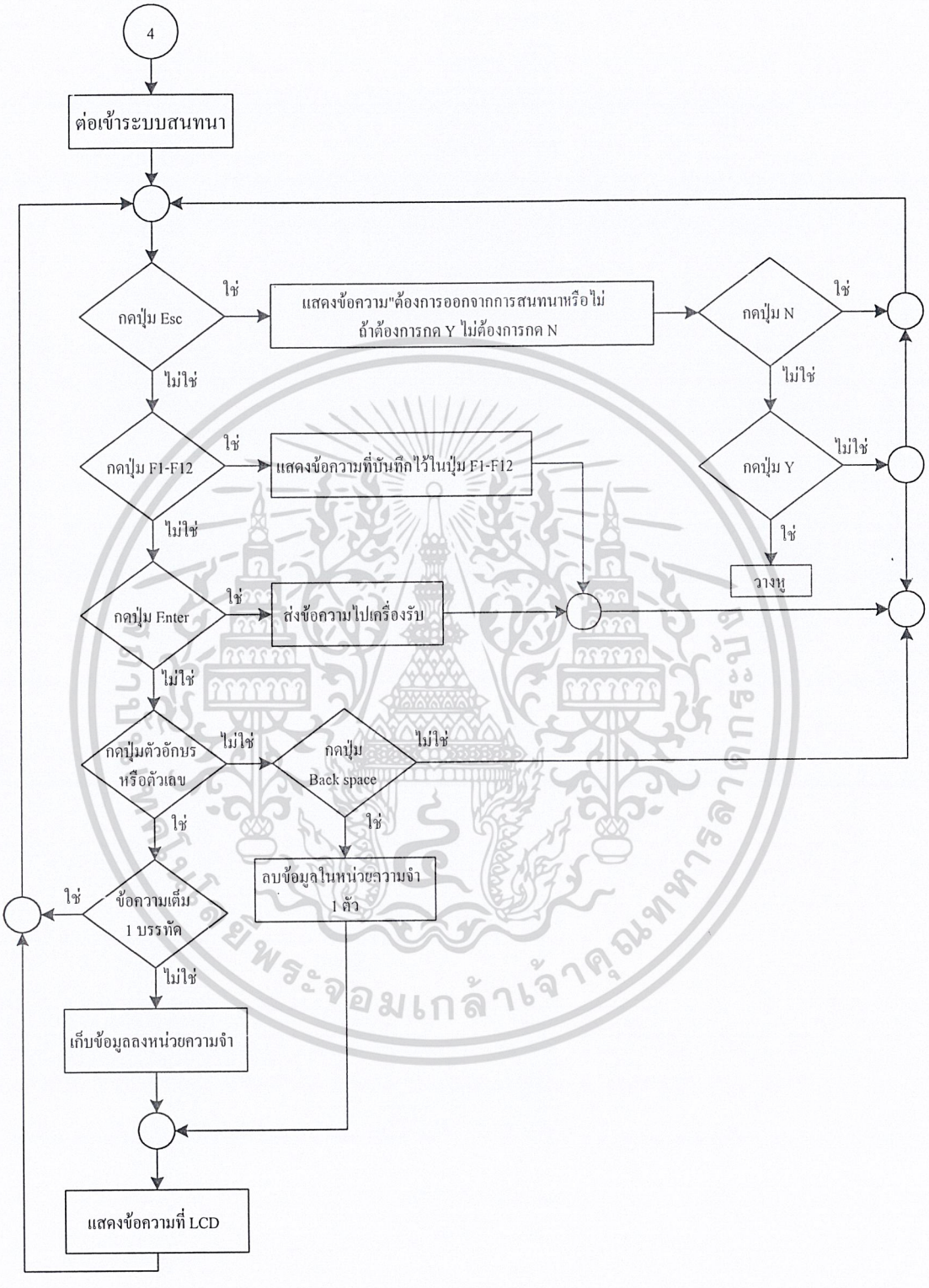
รูปที่ ค.4 ผังการทำงานติดต่อเลขหมายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



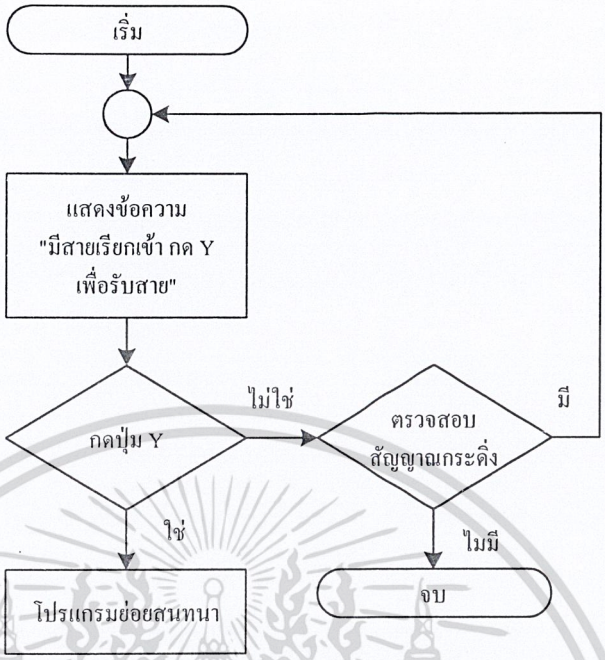
รูปที่ ค.5 ผังการทำงานตรวจสอบสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.6 ผังการทำงานการสนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.7 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยรับสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***********************************************
;         Telephone for The Deaf
;***********************************************
;-----          SET PORT        -----
        PORT_1              EQU         P1
        DTMF_DBIT           P1          0
        DTMF_C              BIT         P1.1
        DTMF_B              BIT         P1.2
        DTMF_A              BIT         P1.3
        CON_DTMF            BIT         P1.4
        CHK_TEL             BIT         P1.5
        RINGING             BIT         P1.6
        CHK_UP_TEL          BIT         P1.7
        CON_FSK             BIT         P3.2
        DATA_KEY            BIT         P3.3
        CLOCK_KEY           BIT         P3.4
        SOUND               BIT         P3.5
        LCD                 BIT         P2.7
        RELAY               BIT         P2.6
        SELECT              BIT         P2.5

                        ;-----          SET RAM ADDRESS        -----
        PLUSE               EQU         65D
        PLUSE_RINGING       EQU         66D
        TOGGLE_CAP          EQU         67D
        TOGGLE_FONT         EQU         68D
        BUF_KEY1            EQU         69D
        BUF_KEY2            EQU         70D
        BUF_KEY3            EQU         71D
        D_P_L               EQU         72D
        D_P_H               EQU         73D

;#########################################################################
                ORG 0000H
                JMP BEGIN_PROG

;-----          set begin data          -----
                ORG 100H
BEGIN_PROG:
                MOV     PCON,#00H
                MOV     SCON,#50H
                MOV     TMOD,#20H
                MOV     TH1,#0E8H
                SETB    TR1

                MOV     TOGGLE_CAP,#00H
                MOV     TOGGLE_FONT,#00H

                CLR     TI
                CLR     RI
                CLR     RELAY
                CLR     CON_FSK
                CLR     SELECT

;----------      TEST KEYBOARD  ---------------
                MOV     R0,#2D
START:          CALL    SE
                MOV     A,#01
                CALL    SE1
                CALL    SE
                MOV     A,#02
                CALL    SE1
                CALL    SE
                MOV     A,#04
                CALL    SE1
                DJNZ    R0,START
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-----------------------------------
;-----          MAIN           -----
;-----------------------------------

MAIN:           SETB    RINGING
                SETB    P1.5
                MOV     B,#05H
                CALL    TX
                CLR     CON_DTMF
                CLR     CON_FSK
                CLR     RELAY
                CLR     SELECT
                SETB    CHK_UP_TEL
                CALL    DISPLAY_NAME    ;DISPLAY NAME PROJECT

;-----          CHECK TEL OUT          -----

CHK_TEL_OUT:    CALL    KEY_T
                CJNE    A,#07H,CHK_TEL_OUT1     ;CHK    BOTTOM F12
                JMP     TEL_OUT
CHK_TEL_OUT1:   CJNE    A,#78H,CHK_TEL_OUT      ;CHK    REDIAL F11
                JMP     REDIAL

;-----                  CHK KEY TITLE          -----

KEY_T:          CALL    BYTE_T
                RET

BYTE_T:         CALL    INBIT_T
                JC      BYTE_T
                MOV     R0,#8

                IN_DATA_T:      CALL    INBIT_T
                RRC     A
                DJNZ    R0,IN_DATA_T
                MOV     R0,A
                MOV     C,P
                CLR     A
                MOV     ACC.0,C
                CALL    INBIT_T
                MOV     ACC.1,C
                MOV     C,P
                JNC     LOOP_T
                MOV     A,R0
                CALL    INBIT_T
LOOP_T:         RET

INBIT_T:        JB      CHK_UP_TEL,TEL_2_UP     ;CHK TEL 2 UP
                JNB     RINGING,TEL_IN          ;CHK RINGGING
                JNB     CLOCK_KEY,INBIT_T
INBIT_T1:       JB      CHK_UP_TEL,TEL_2_UP     ;CHK TEL 2 UP
                JNB     RINGING,TEL_IN          ;CHK RINGGING
                JB      CLOCK_KEY,INBIT_T1
                MOV     C,DATA_KEY
                RET

;-----                  REDIAL         -----
REDIAL:         MOV     R7,#09D
                MOV     R0,#50D
                MOV     DPTR,#378D

REDIAL1:        CLR     P2.0
                CLR     P2.1
                CLR     P2.2
                CLR     P2.3
                CLR     P2.4
                CLR     P2.5
                MOVX    A,@R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R7,REDIAL1
                JMP     DTMF_GEN

;-----          TEL 2 IN USE          -----
TEL_2_UP:       CALL    DISPLAY_TEL_2_UP
                JB      CHK_UP_TEL,$
                JMP     MAIN

;-----------------------------------
;>>>>>                  TEL IN                          <<<<<
;-----------------------------------

TEL_IN:         CALL    DELAY_2S
                CALL    DISPLAY_MENU_TEL_IN
TEL_IN_1:       CALL    KEY_I
                CJNE    A,#35H,TEL_IN_1
                JMP     USE_TEL_IN              ; USE TEL IN    (Y)

KEY_I:          CALL    BYTE_I
                RET
BYTE_I:         CALL    INBIT_I
                JC      BYTE_I
                MOV     R0,#8
IN_DATA_I:      CALL    INBIT_I
                RRC     A
                DJNZ    R0,IN_DATA_I
                MOV     R0,A
                MOV     C,P
                CLR     A
                MOV     ACC.0,C
                CALL    INBIT_I
                MOV     ACC.1,C
                MOV     C,P
                JNC     LOOP_I
                MOV     A,R0
                CALL    INBIT_I
LOOP_I:         RET
INBIT_I:        JB      RINGING,MAIN1           ;CHK RINGING
                JNB     CLOCK_KEY,INBIT_I
INBIT_I_1:      JB      RINGING,MAIN1           ;CHK RINGING
                JB      CLOCK_KEY,INBIT_I_1
                MOV     C,DATA_KEY
                RET
MAIN1:          LJMP    MAIN

;-------------------------------------------
;<<<<<          TEL OUT                >>>>>
;-------------------------------------------

TEL_OUT         CALL    IN_NUMBER       ;DISPLAY TEXT
                CALL    CLR_RAM4
                CALL    CLR_RAM4
IN_KEY_NEW_NUM: MOV     R3,#09
                MOV     DPTR,#378D      ;ADDRESS RAM NUMBER TEL

IN_KEY_NEW_NUM1: CALL   KEY
                CJNE    A,#07H,DEC_R3
                JMP     MAIN
DEC_R3:         CJNE    A,#5AH,DEL_KEY  ;CHK KEY ENTER
                JMP     DTMF_GEN        ;GO PROGRAM DTMF
DEL_KEY:        CJNE    A,#66H,DEC_R    ;CHK BACK SPC
                JMP     DEL_LINE4       ;DEL LINE 4
DEC_R:          CALL    CHK_NUMBER
                CALL    IN_RAM_ROW4
                CALL    DELAY_2MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CALL      DISPLAY4
                    DJNZ      R3,IN_KEY_NEW_NUM1

IN_KEY_NEW_NUM2:    CALL      KEY
                    CJNE      A,#5AH,DEC_R1
                    JMP       DTMF_GEN
DEC_R1:             CJNE      A,#66H,DEC_R2
                    JMP         DEL_LINE4
DEC_R2:             JMP         IN_KEY_NEW_NUM2

;-----              CLR_RAM4    ----- 00 - 30D
CLR_RAM4:           MOV         R0,#30D
                    MOV         DPTR,#370D
CLR_RAM4_1:         MOV         A,#32D
                    MOVX        @DPTR,A
                    INC         DPTR
                    DJNZ        R0,CLR_RAM4_1
                    RET

;-----              DEL_LINE4   -----
DEL_LINE4:          CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_ROW4
                    CALL        DISPLAY4
                    JMP         IN_KEY_NEW_NUM

;-----              CHK_NUMBER  -----
CHK_NUMBER:         CJNE        A,#70H,NUM1
                                                  MOV   A,#48D
                    RET
NUM1:               CJNE        A,#69H,NUM2
                    MOV         A,#49D
                    RET
NUM2:               CJNE        A,#72H,NUM3
                    MOV         A,#50D
                    RET
NUM3:               CJNE        A,#7AH,NUM4
                    MOV         A,#51D
                    RET
NUM4:               CJNE        A,#6BH,NUM5
                    MOV         A,#52D
                    RET
NUM5:               CJNE        A,#73H,NUM6
                    MOV         A,#53D
                    RET
NUM6:               CJNE        A,#74H,NUM7
                    MOV         A,#54D
                    RET
NUM7:               CJNE        A,#6CH,NUM8
                    MOV         A,#55D
                    RET
NUM8:               CJNE        A,#75H,NUM9
                    MOV         A,#56D
                    RET
NUM9:               CJNE        A,#7DH,IN_KEY_NEW_NUM3
                    MOV         A,#57D
                    RET
IN_KEY_NEW_NUM3:    LJMP        IN_KEY_NEW_NUM1

;-----              IN_RAM_ROW_4                          -----
IN_RAM_ROW4:        PUSH        DPH
                    PUSH        DPL
                    PUSH        ACC
                    MOV         A,#61D
                    MOV         DPTR,#376D
                    CALL        IN_RAM_ROW4_1
                    MOV         A,#62D
                    CALL        IN_RAM_ROW4_1
                    POP         ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP         DPL
                POP         DPH

IN_RAM_ROW4_1:  MOVX        @DPTR,A
                INC         DPTR
                RET

;-------------------------------------------
;-----          DTMF_GEN     ------
;-------------------------------------------
DTMF_GEN:       CALL        DISPLAY_CONNECT
                CALL        X_RAM
                SETB        RELAY
                CALL        DELAY_100mS

CHK_DIAL:       CALL        CHK_TONE

                MOV         A,B
                CJNE        A,#00H,CHK_BUSY
                JMP         GEN_SOUND_DTMF
CHK_BUSY:       CJNE        A,#0FFH,CHK_AGAIN
                JMP         TONE_BUSY
CHK_AGAIN:      JMP         CHK_DIAL

;-----          X_RAM       -----DATA RAM 380-389->50-59
X_RAM:          MOV         R7,#9D
                MOV         R0,#50D
                MOV         DPTR,#378D
X_RAM1:         CLR         P2.0
                CLR         P2.1
                CLR         P2.2
                CLR         P2.3
                CLR         P2.4
                CLR         P2.5

                MOVX        A,@DPTR
                MOVX        @R0,A

                INC         DPTR
                INC         R0
                DJNZ        R7,X_RAM1
                RET

;-----          COM_DTMF    -----
COM_DTMF:       CJNE        A,#48D, COM_DTMF1
                MOV         A,#00001011B
                RET
COM_DTMF1:      CJN         A,#49D, COM_DTMF2
                MOV         A,#00000000B
                RET
COM_DTMF2:      CJNE        A,#50D, COM_DTMF3
                MOV         A,#00001000B
                RET
COM_DTMF3:      CJNE        A,#51D, COM_DTMF4
                MOV         A,#00000100B
                RET
COM_DTMF4:      CJNE        A,#52D, COM_DTMF5
                MOV         A,#00000010B
                RET
COM_DTMF5:      CJNE        A,#53D, COM_DTMF6
                MOV         A,#00001010B
                RET
COM_DTMF6:      CJNE        A,#54D, COM_DTMF7
                MOV         A,#00000110B
                RET
COM_DTMF7:      CJNE        A,#55D, COM_DTMF8
                MOV         A,#00000001B
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COM_DTMF8:          CJNE        A,#56D, COM_DTMF9
                    MOV         A,#00001001B
                    RET
COM_DTMF9:          CJNE        A,#57D, COM_DTMF10
                    MOV         A,#00000101B
                    RET
COM_DTMF10:         CJNE        A,#32D, COM_DTMF11
                    JMP         GEN_SOUND_DTMF2
COM_DTMF11:         JMP         COM_DTMF

;-----              SET_TRIG    -----
SET_TRIG:           MOV         DTMF_D, ACC.0
                    MOV         DTMF_C, ACC.1
                    MOV         DTMF_B, ACC.2
                    MOV         DTMF_A, ACC.3
                    SETB        CON_DTMF
                    CALL        DELAY_DTMF
                    CLR         CON_DTMF
                    CALL        DELAY_DTMF
                    RET

;-----              GEN SOUND DTMF                  -----
GEN_SOUND_DTMF:     MOV         R4,#09D
                    MOV         DPTR,#50D

GEN_SOUND_DTMF1:    MOVX        A,@DPTR
                    CALL        COM_DTMF
                    CALL        SET_TRIG
GEN_SOUND_DTMF2:    INC         DPTR
                    DJNZ        R4,GEN_SOUND_DTMF1

; SEND DTMF OK

                    MOV         R0,#10D
                    MOV         B,#03H
                    CALL        TX

                    MOV         B,#46H
                    CALL        TX

IN_SIGNAL           CALL        DELAY_2S
                    CALL        DELAY_100MS
                    CALL        DELAY_100MS
                    CALL        DELAY_100MS
                    CALL        DELAY_100MS

                    CALL        CHK_TONE
                    MOV         A,B
                    CJNE        A,#0FH,CHK_TONE_BUSY
                    JMP         CHK_RING_BK
HK_TONE_BUSY:
                    CJNE        A,#0FFH,CHK_TONE_OK
                    JMP         TONE_BUSY
CHK_TONE_OK:        CJNE        A,#00H,IN_SIGNAL
                    JMP         LINE_OK

;-----------------------
CHK_RING_BK:        DJNZ        R0,S_V
                    JMP         NO_CONNECT

S_V:                MOV         B,#62D
                    CALL        TX
                    JMP         IN_SIGNAL

;-----              NO  CONNECT                     -----
NO_CONNECT:         CLR         RELAY
                    CALL        CLR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CALL        DISPLAY_BUSY
                    CALL        POSITION
                    MOV         B,#26H
                    CALL        TX
                    MOV         R0,#08D
NO_CONNECT_1:       CALL        DELL

                    DJNZ        R0,NO_CONNECT_1
                    CALL        DISPLAY_NO_CONNECT
                    JMP         BOTTOM_Y

;-----              TONE  BUSY          -----
TONE_BUSY:          CALL        DISPLAY_BUSY
                    CLR         RELAY

BOTTOM_Y            CALL        KEY
                    CJNE        A,#35H,BOTTOM_N
                    JMP         DTMF_GEN
BOTTOM_N:           CJNE        A,#31H,BOTTOM_Y
                    JMP         MAIN

;-----              LINE  OK            -----
LINE_OK             SETB        SELECT
                    CALL        DELAY_100MS

                    CLR         RELAY
                    CALL        DELAY_100MS

                    CALL        POSITION
                    MOV         B,#62H
                    CALL        TX
                    CLR         TI
                    MOV         R0,#130D
                    CALL        CLR_LCD
                    JMP         TALK    ;TEST

;-----              NOT CONNECT         -----
NOT_CONNECT:        SETB        RELAY
                    CALL        DELAY_2S
                    CLR         RELAY
                    CALL        DISPLAY_BUSY
                    CALL        POSITION
                    MOV         B,#26H
                    CALL        TX
                    MOV         R4,#08D
NOT_CONNECT1:       CALL        DELL
                    DJNZ        R4,NOT_CONNECT1
                    CALL        DISPLAY_NOT_CONNECT
                    JMP         BOTTOM_Y

;-------------------------------------------
;-----              USE_TEL_IN  -----
;-------------------------------------------
USE_TEL_IN:         SETB        SELECT
                    CALL        DELAY_100MS
                    CLR         RELAY
                    CALL        DELAY_100MS
                    CALL        CLR_LCD
                    CALL        POSITION
                    MOV         B,#27H
                    CALL        TX
                    CALL        DISPLAY_WAIT
                    CALL        DELAY_
                    CALL        CLR_LCD
                    CALL        CLR_RAM4
                    MOV         R0,#255D
                    MOV         DPTR,#100D
CLR_ALL:            MOV         A,#32D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                DJNZ    R0,CLR_ALL

                CALL    IN_RAM_PRINT    ; " <_>: "
                MOV     DPTR,#TABLE_TALK
                CALL    LOAD_ROM_TO_RAM
                CALL    DISPLAY1_4
                call    SHIFT_LINE
                JMP     TALK

ON_SOUND:       CALL    DISPLAY_WAIT
                SETB    RELAY
                CALL    DELAY_100MS
                CLR     SELECT
                CALL    DELAY_100MS
                CLR     SOUND
                CALL    DELAY_12S
                SETB    SOUND
                RET

;#####################################################################
;-----------------------------------
;-----           TALK        -----
;-----------------------------------
TALK            CALL    CLR_LCD
                CALL    DELAY_100MS
                MOV     DPTR,#100D
                CALL    IN_DEL_LINE
                MOV     DPTR,#191D
                CALL    IN_DEL_LINE
                MOV     DPTR,#281D
                CALL    IN_DEL_LINE
                MOV     DPTR,#370D
                CALL    IN_DEL_LINE

START_TALK:     MOV     SP,#07H
                CALL    DELAY_2MS
                CALL    IN_RAM_PRINT    ; " <_>: "
                CALL    DISPLAY4

                MOV     DPTR,#377D      ;DATA IN ADDRESS RAM
TALK1           CALL    KEYBOARD
                CALL    CHK_FX
                CALL    TOGGLE_SOUND

CHK_BACK_SPC    CJNE    A,#08H,CHK_ENTER
                JMP     START_TALK

CHK_ENTER       CALL    CHK_FX
                CALL    TOGGLE_SOUND
                CJNE    A,#5AH,CHK_ESC
                JMP     SHIFT_LINE


CHK_ESC:        CALL    CHK_FX
                CALL    TOGGLE_SOUND
                CJNE    A,#76H,TALK2
                JMP     CANCEL_TALK

TALK2:          MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                CALL    DISPLAY4

TALK_3:         CALL    KEYBOARD
                JMP     CHK_ENTER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-----              CANCEL PROGRAM TALK          -----
CANCEL_TALK:       MOV         SP,#07H
                   MOV         B,#1BH
                   CALL        TX
                   CALL        DELAY_100MS
                   CALL        POSITION
                   MOV         B,#21H
                   CALL        TX

CANCEL_TALK1:      CALL        DISPLAY_CANCEL_TALK
CANCEL_TALK2:      CALL        KEY
                   CJNE        A,#35H,CHK_CANCEL_TALK_N
                   JMP         LOOP_C_TALK

CHK_CANCEL_TALK_N: CJNE        A,#31H,CANCEL_TALK2
                   JMP         BACK_TALK

;-----             LOOP CANCEL TALK    ------
LOOP_C_TALK:       MOV         R0,#80D
                   MOV         DPTR,#TABLE_DUAL_OFF_LINE

LOOP_C_TALK1:      CLR         A
                   MOVC        A,@A+DPTR
                   INC         DPTR
                   CJNE        A,#0FFH,LOOP_C_TALK2
                   MOV         @R0,#0FH
                   JMP         LOOP_C_TALK_LOAD

LOOP_C_TALK2:                  MOV      @R0,A
                   INC         R0
                   JMP         LOOP_C_TALK1
LOOP_C_TALK_LOAD:  MOV         R0,#80D
                   MOV         DPTR,#377D

LOAD1:             MOV         A,@R0
                   CJNE        A,#0FH,LOAD
                   CALL        TX_DATA_RS232
                   CLR         SELECT
                   LJMP        MAIN

LOAD:              MOV         A,@R0
                   MOVX        @DPTR,A
                   INC         R0
                   INC         DPTR
                   JMP         LOAD1

BACK_TALK:         MOV         DPTR,#370D
                   CALL        IN_DEL_LINE
                   CALL        IN_RAM_PRINT    ; " <_>: "
                   CALL        DISPLAY1_4
                   LJMP        START_TALK

DISPLAY1_4:        CALL        DEL_H1
                   CALL        DISPLAY1
                   CALL        DEL_H2
                   CALL        DISPLAY2
                   CALL        DEL_H3
                   CALL        DISPLAY3
                   CALL        DISPLAY4
                   RET

;-----             TOGGLE_SOUND        -----
TOGGLE_SOUND:      CJNE        A,#77H,TOGGLE_SOUND_RET
                   SETB        RELAY
                   CALL        DELAY_100MS
                   CLR         SELECT
                   CALL        DELAY_100MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CALL        CLR_LCD
                    CALL        POSITION
                    MOV         B,#27H
                    CALL        TX
                    CALL        ON_SOUND
                    JMP         MAIN

TOGGLE_SOUND_RET:   RET

;-----              CHECK BOTTOM F1 - F12                -----
CHK_FX:             CJNE        A,#05H,F2
                    JMP         BOTTOM_F1
2:                  CJNE        A,#06H,F3
                    JMP         BOTTOM_F2
3:                  CJNE        A,#04H,F4
                    JMP         BOTTOM_F3
4:                  CJNE        A,#0CH,F5
                    JMP         BOTTOM_F4
5:                  CJNE        A,#03H,F6
                    JMP         BOTTOM_F5
6:                  CJNE        A,#0BH,F7
                    JMP         BOTTOM_F6
7:                  CJNE        A,#83H,F8
                    JMP         BOTTOM_F7
8:                  CJNE        A,#0AH,F9
                    JMP         BOTTOM_F8
9:                  CJNE        A,#01H,F10
                    JMP         BOTTOM_F9
10:                 CJNE        A,#09H,F11
                    JMP         BOTTOM_F10
11:                 CJNE        A,#78H,F12
                    JMP         BOTTOM_F11
12:                 CJNE        A,#07H,F_RET
                    JMP         BOTTOM_F12
_RET:               RET

;-----              F1           -----
BOTTOM_F1:          CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT     ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F1
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

;-----              F2           -----
BOTTOM_F2:          CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT     ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F2
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F3           -----
OTTOM_F3:           CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT     ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F3
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F4           -----
OTTOM_F4:           CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT     ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F4
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F5           -----
OTTOM_F5:           CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT     ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F6          -----
OTTOM_F6:           CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT    ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F6
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F7          -----
OTTOM_F7:           CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT    ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F7
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F8          -----
OTTOM_F8:           CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT    ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F8
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F9          -----
OTTOM_F9:           CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_   " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F9
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F10         -----
OTTOM_F10:          CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT    ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F10
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F11         -----
OTTOM_F11:          CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT    ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F11
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK

-----               F12         -----
OTTOM_F12:          CALL        CLR_RAM4
                    CALL        IN_RAM_PRINT    ; " <_>: "
                    MOV         DPTR,#TABLE_F12
                    CALL        CHECK_ENTER
                    LJMP        START_TALK


;-----              CHECK ENTER -----
CHECK_ENTER:        CALL        LOAD_ROM_TO_RAM
                    CALL        DISPLAY1_4
                    CALL        KEYBOARD
                    CJNE        A,#5AH,CHK_BOTTOM_X
                    JMP         SHIFT_LINE
CHK_BOTTOM_X:       CALL        DEL_H4
                    CALL        CLR_RAM4
                    RET

;-----              LOAD DATA ROM TO RAM                -----

LOAD_ROM_TO_RAM:    MOV         R0,#80D
LOAD_ROM_TO_RAM1:   CLR         A
                    MOVC        A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    INC         DPTR
                    CJNE        A,#0FFH,LOAD_ROM_TO_RAM2
                    MOV         @R0,#0FH
                    JMP         LOAD_ROM_TO_RAM3

LOAD_ROM_TO_RAM2:   MOV         @R0,A
                    INC         R0
                    JMP         LOAD_ROM_TO_RAM1

LOAD_ROM_TO_RAM3:   MOV         R0,#80D
                    MOV         DPTR,#377D

LOAD_RAM1:          MOV         A,@R0
                    CJNE        A,#0FH,LOAD_RAM
                    RET

LOAD_RAM:           MOV         A,@R0
                    MOVX        @DPTR,A
                    INC         R0
                    INC         DPTR
                    JMP         LOAD_RAM1

;-----              SHIFT_LINE  -----
SHIFT_LINE:          MOV        SP,#07H
                    CALL        TX_DATA_RS232
                    PUSH        DPH
                    PUSH        DPL
                    CALL        IN_TX

;----               191_281 -> 100_191          -----
                    MOV         R0,#80D         ;INTERNAL RAM
                    MOV         DPTR,#191D      ;START RAM
                    CALL        MOV_RAM_O_I
                    MOV         R0,#80D
                    MOV         DPTR,#100D
                    CALL        MOV_RAM_I_O

;-----              282_372 -> 191_281          -----
                    MOV         R0,#80D         ;INTERNAL RAM
                    MOV         DPTR,#282D      ;START RAM
                    CALL        MOV_RAM_O_I
                    MOV         R0,#80D
                    MOV         DPTR,#191D
                    CALL        MOV_RAM_I_O

;-----              373_423 -> 282_372          -----
                    MOV         R0,#80D         ;INTERNAL RAM
                    MOV         DPTR,#373D      ;START RAM
                    CALL        MOV_RAM_O_I
                    MOV         R0,#80D
                    MOV         DPTR,#282D
                    CALL        MOV_RAM_I_O

                    MOV         DPTR,#370D
                    CALL        IN_DEL_LINE

                    CALL        CLR_LCD

                    CALL        DEL_H1
                    CALL        DISPLAY1
                    CALL        DEL_H2
                    CALL        DISPLAY2
                    CALL        DEL_H3
                    CALL        DISPLAY3
                    CALL        DISPLAY4

                    POP         DPH
                    POP         DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JMP         START_TALK

;-----          IN  TX       -----
                IN_TX:      MOV      A,#202D
                MOV         DPTR,#373D
                CALL        IN_RAM_PRINT_1
                MOV         A,#232D
                CALL        IN_RAM_PRINT_1
                MOV         A,#167D
                CALL        IN_RAM_PRINT_1
                MOV         A,#58D
                CALL        IN_RAM_PRINT_1
                RET

;------         TX DATA RS232  ------------
TX_DATA_RS232:  SETB        CON_FSK

                CLR         TI
                MOV         R0,#90D

                MOV         A,#00000001B
                CALL        SBUF_TX

                MOV         DPTR,#377D
SEND_DATA:      MOVX        A,@DPTR
                CALL        SBUF_TX
                INC         DPTR
                DJNZ        R0,SEND_DATA

                MOV         A,#0BBH
                CALL        SBUF_TX
                CLR         RI
                CLR         CON_FSK
                CALL        DELAY_100MS
                RET

;-----          LOOP        SEND DATA TO SBUF          -----
SBUF_TX:        MOV         SBUF,A
                JNB         TI,$
                CLR         TI
                RET

;-----          RX DATA TO RS232    -----
RX_DATA_RS232:  MOV         D_P_H,DPH
                MOV         D_P_L,DPL
                JB          RI,RX_DATA_RS232_1
RX_DATA_RS232_2: MOV        DPH,D_P_H
                MOV         DPL,D_P_L
                RET

RX_DATA_RS232_1: MOV        DPTR,#500D      ;381
                MOV         R0,#90D
                CLR         RI
                MOV         A,SBUF
                CJNE        A,#00000001B,RX_DATA_RS232_2
                CALL        SBUF_RX
                CJNE        A,#0BBH,RX_DATA_RS232_4
                CALL        SHIFT_LINE_RX
                RET

RX_DATA_RS232_3: CALL       SBUF_RX
RX_DATA_RS232_4: MOVX       @DPTR,A
                INC         DPTR
                DJNZ        R0,RX_DATA_RS232_3
                CALL        SHIFT_LINE_RX
                MOV         DPH,D_P_H
                MOV         DPL,D_P_L
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-----              RX DATA FORM RS232  -----
SBUF_RX:           JNB         RI,$
                   CLR         RI
                   MOV         A,SBUF
                   RET

;-----                          SHIFT LINE RX           -----
SHIFT_LINE_RX:
;---               191_281 -> 100_191  ----
                   MOV         R0,#80D          ;INTERNAL RAM
                   MOV         DPTR,#191D       ;START RAM
                   CALL        MOV_RAM_O_I
                   MOV         R0,#80D
                   MOV         DPTR,#100D
                   CALL        MOV_RAM_I_O

;---               282_372 -> 191_281 ----
                   MOV         R0,#80D          ;INTERNAL RAM
                   MOV         DPTR,#282D       ;START RAM
                   CALL        MOV_RAM_O_I
                   MOV         R0,#80D
                   MOV         DPTR,#191D
                   CALL        MOV_RAM_I_O
                   CALL        IN_RX
                   MOV         R0,#80D
                   MOV         DPTR,#500D
                   CALL        MOV_RAM_O_I
                   MOV         R0,#80D
                   MOV         DPTR,#286D
                   CALL        MOV_RAM_I_O
                   CALL        IN_RAM_PRINT     ; " <_>: "
                   CALL        DEL_H1
                   CALL        DISPLAY1
                   CALL        DEL_H2
                   CALL        DISPLAY2
                   CALL        DEL_H3
                   CALL        DISPLAY3
                   CALL        DISPLAY4
                   RET

;-----              IN  RX      -----
                   IN_RX:      CALL    DEL_H3
                   MOV         A,#195D
                   MOV         DPTR,#282D
                   CALL        IN_RAM_PRINT_1
                   MOV         A,#209D
                   CALL        IN_RAM_PRINT_1
                   MOV         A,#186D
                   CALL        IN_RAM_PRINT_1
                   MOV         A,#58D
                   CALL        IN_RAM_PRINT_1
                   RET
;-----                          DEL HEAD         -----
DEL_H1:            MOV         R0,#30D
                   CALL        POSITION
                   MOV         B,#1DH
                   CALL        TX
                   CALL        DEL_HX
                   RET

DEL_H2:            MOV         R0,#30D
                   CALL        POSITION
                   MOV         B,#3BH
                   CALL        TX
                   CALL        DEL_HX
                   RET
DEL_H3:            MOV         R0,#30D
                   CALL        POSITION
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV         B,#59H
                CALL        TX
                CALL        DEL_HX
                RET

DEL_H4:         MOV         R0,#30D
                CALL        POSITION
                MOV         B,#77H
                CALL        TX
                CALL        DEL_HX
                RET

DEL_HX:         MOV         B,#08H
                CALL        TX
                DJNZ        R0,DEL_HX
                RET

;-----IN        RAM         PRINT    " <_>: "       -----
IN_RAM_PRINT    PUSHqDPH
                PUSH        DPL
                MOV         A,#60D
                MOV         DPTR,#373D
                CALL        IN_RAM_PRINT_1
                MOV         A,#95D
                CALL        IN_RAM_PRINT_1
                MOV         A,#62D
                CALL        IN_RAM_PRINT_1
                MOV         A,#58D
                CALL        IN_RAM_PRINT_1
                POP         DPL
                POP         DPH
                RET

IN_RAM_PRINT_1: MOVX        @DPTR,A
                INC         DPTR
                RET

;-----                      DEL LINE ----- CLR LINE
IN_DEL_LINE:    MOV         R7,#90D

IN_RAM_LINE2:   CALL        IN_RAM_LINE1
                DJNZ        R7,IN_RAM_LINE2
                RET
IN_RAM_LINE1:   MOV         A,#20H
                MOVX        @DPTR,A
                INC         DPTR
                RET
;---------------------------------
MOV_RAM_O_I:    MOV         R6,#03D
MOV_RAM_O_I1:   MOV         R7,#30D
MOV_RAM_O_I_1:  MOVX        A,@DPTR
                MOV         @R0,A
                INC         R0
                INC         DPTR
                DJNZ        R7,MOV_RAM_O_I_1
                DJNZ        R6,MOV_RAM_O_I1
                RET
MOV_RAM_I_O:    MOV         R6,#03D
MOV_RAM_I_O1:   MOV         R7,#30D
MOV_RAM_I_O_1:  MOV         A,@R0
                MOVX        @DPTR,A
                INC         R0
                INC         DPTR
                DJNZ        R7,MOV_RAM_I_O_1
                DJNZ        R6,MOV_RAM_I_O1
                RET
;-----                      KEYBOARD -----
KEYBOARD:       CALL        KEY_TALK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CJNE        A,#0EH,KEYBOARD_1
                    MOV         A,TOGGLE_FONT
                    CPL         A
                    MOV         TOGGLE_FONT,A
                    CALL        CHK_LAMP
                    JMP         KEYBOARD
KEYBOARD_1:         MOV         R7,TOGGLE_FONT
                    CJNE        R7,#0FFH,LOOP_ENG
LOOP_CAP:           CJNE        A,#58H,CHK_TOGGLE_CAP
                    MOV         A,TOGGLE_CAP
                    CPL         A
                    MOV         TOGGLE_CAP,A
                    CALL        CHK_LAMP        ;CHK CAPS LOCK
                    JMP         KEYBOARD
CHK_TOGGLE_CAP:     MOV         R7,TOGGLE_CAP
                    CJNE        R7,#0FFH,ASCII_THAI_DOWN
                    JMP         ASCII_THAI_UP
LOOP_ENG:           CJNE        A,#58H,CHK_TOGGLE_CAP_ENG
                    MOV         A,TOGGLE_CAP
                    CPL         A
                    MOV         TOGGLE_CAP,A
                    CALL        CHK_LAMP ;CHK CAPS LOCK
                    JMP         KEYBOARD

CHK_TOGGLE_CAP_ENG:
                    MOV         R7,TOGGLE_CAP
                    CJNE        R7,#0FFH,ASCII_ENG_SMALL
                    JMP         ASCII_ENG_BIG

;-----              SCAN CODE TO ASCII  ENG SMALL     -----
ASCII_ENG_SMALL:    PUSH        DPH
                    PUSH        DPL
                    MOV         DPTR,#TABLE_SMALL
                    MOVC        A,@A+DPTR
                    POP         DPL
                    POP         DPH
                    RET

;-----              SCAN CODE TO ASCII  ENG BIG       -----
ASCII_ENG_BIG:      PUSH        DPH
                    PUSH        DPL
                    MOV          DPTR,#TABLE_BIG
                    MOVC        A,@A+DPTR
                    POP         DPL
                    POP         DPH
                    RET

;-----              SCAN CODE TO ASCII  THAI  DOWN    -----
ASCII_THAI_DOWN:    PUSH        DPH
                    PUSH        DPL
                    MOV         DPTR,#TABLE_THAI
                    MOVC        A,@A+DPTR
                    POP         DPL
                    POP         DPH
                    RET
;-----              SCAN CODE TO ASCII  THAI    UP     -----
ASCII_THAI_UP;      PUSH        DPH
                    PUSH        DPL
                    MOV         DPTR,#TABLE_THAI_UP
                    MOVC        A,@A+DPTR
                    POP         DPL
                    POP         DPH
                    RET
;-----              SUB         -----
;-----              CHK LAMP     -----
CHK_LAMP:           MOV         A,TOGGLE_CAP
                    ANL         A,#04H
                    MOV         B,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    MOV         A,TOGGLE_FONT
                    ANL         A,#02H
                    ORL         A,B
                    CALL        SE
                    CALL        OUT_KEY
                    RET

;-----              KEY IN PROGRAM TALK -----
KEY_TALK:           CALL        IN_KEY
                    MOV         BUF_KEY1,A
CHK_0EH:            CJNE        A,#0EH,CHK_58H
                    RET
CHK_58H:            CJNE        A,#58H,KEY1
                    RET
KEY1:               CALL        IN_KEY
                    CJNE        A,#0F0H,KEY_TALK
                    CALL        IN_KEY
                    MOV         BUF_KEY3,A
                    MOV         A,BUF_KEY1
                    CJNE        A,BUF_KEY3,KEY_TALK
                    MOV         A,BUF_KEY1
                    RET
;-------------
IN_KEY:             CALL        BYTE_TALK
                    RET
BYTE_TALK:          CALL        INBIT_TALK
                    JC          BYTE_TALK
                    MOV         R0,#8
IN_DATA_TALK:       CALL        INBIT_TALK
                    RRC         A
                    DJNZ        R0,IN_DATA_TALK
                    MOV         R0,A
                    MOV         C,P
                    CLR         A
                    CALL        INBIT_TALK
                    MOV         ACC.1,C
                    MOV         C,P
                    JNC         LOOP_TALK
                    MOV         A,R0
                    CALL        INBIT_TALK
LOOP_TALK:          RET
INBIT_TALK:         JNB         CLOCK_KEY,INBIT1
                    JMP         INBIT2
INBIT1:             CALL        RX_DATA_RS232
                    JMP         INBIT_TALK
INBIT2:             JB          CLOCK_KEY,INBIT3
                    JMP         INBIT4
INBIT3:             CALL        RX_DATA_RS232
                    JMP         INBIT2
INBIT4:             MOV         C,DATA_KEY
                    RET
;-----              SEND DATA TO KEYBOARD       -----
OUT_KEY:            MOV         C,P
                    MOV         F0,C
                    CLR         CLOCK_KEY
                    MOV         R7,#60D
                    DJNZ        R7,$
                    SETB        CLOCK_KEY
                    CLR         C
                    CALL        OUT_KEY_BIT
                    MOV         R7,#8
OUT_KEY_LOGIC:      RRC         A
                    CALL        OUT_KEY_BIT
                    DJNZ        R7,OUT_KEY_LOGIC
                    MOV         C,F0
                    CPL         C
                    CALL        OUT_KEY_BIT
                    SETB        C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CALL        OUT_KEY_BIT
                    RET
;-----              SUB         OUT KEY          -----
OUT_KEY_BIT:        JNB         CLOCK_KEY,$
                    MOV         DATA_KEY,C
                    JB          CLOCK_KEY,$
                    RET
SE:                 PUSH        ACC
                    MOV         A,#0EDH
                    CALL        OUT_KEY
                    POP         ACC
                    RET
SE1:                CALL        OUT_KEY
                    CALL        DELAY_KEY
                    RET

;#####################################################################

;-----              DISPLAY DATA TO LCD          -----
DISPLAY_NAME:       CALL        CLR_LCD
                    MOV         DPTR,#TABLE_NAME_PROJECT
                    CALL        LOOK_TABLE
                    RET

DISPLAY_TEL_2_UP:   CALL        DEL_3LINE
                    MOV         DPTR,#TABLE_TEL_2_UP
                    CALL        LOOK_TABLE
                    RET

DISPLAY_MENU_TEL_IN:            CALLDEL_3LINE
                    MOV         DPTR,#TABLE_MENU_TEL_IN
                    CALL        LOOK_TABLE
                    RET

DISPLAY_CONNECT:    CALL        CLR_LCD
                    MOV         DPTR,#TABLE_DISPLAY_CONNECT
                    CALL        LOOK_TABLE
                    RET

IN_NUMBER:          CALL        CLR_LCD
                    MOV         DPTR,#TABLE_NUMBER_CALL
                    CALL        LOOK_TABLE
                    RET

DISPLAY_BUSY:       CALL        CLR_LCD
                    MOV         DPTR,#TABLE_DISPLAY_BUSY
                    CALL        LOOK_TABLE
                    RET

DISPLAY_NO_CONNECT:
                    MOV         DPTR,#TABLE_DIS_NO_CON
                    CALL        LOOK_TABLE
                    RET

DISPLAY_NOT_CONNECT:
                    MOV         DPTR,#TABLE_DIS_NOT_CON
                    CALL        LOOK_TABLE
                    RET

DISPLAY_CANCEL_TALK:
                    MOV         DPTR,#TABLE_DIS_CANCEL_TALK
                    CALL        LOOK_TABLE
                     RET
DISPLAY_WAIT:       MOV         DPTR,#TABLE_DISPLAY_WAIT
                    CALL        LOOK_TABLE
                    RET
;-----------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-----              LOOK TABLE => LCD   -----
;-----                          INPUT   DPTR    -----
;-----                          OUTPUT  LCD     -----
;-----------------------------------------------

LOOK_TABLE:        CALL        TX_TEXT
                   RET
                   TX_TEXT:    CLR      A
                   MOVC        A,@A+DPTR
                   INC         DPTR
                   CJNE        A,#0FFH,TX_CHAR
                   RET
TX_CHAR:           MOV         B,A
                   CALL        TX
                   JMP         TX_TEXT
;-----             DEL  3 LINE DOWN    -----
DEL_3LINE:         MOV         R0,#89D
                   CALL        POSITION
                   MOV         B,#77H
                   CALL        TX
DEL_3LINE_1:       MOV         B,#08H
                   CALL        TX
                   DJNZ        R0,DEL_3LINE_1
                   RET

;-----             POSITION    -----
POSITION           MOV         B,#03H
                   CALL        TX
                   RET

;-----             CLR  LCD    -----
CLR_LCD:           MOV         B,#1BH
                   CALL        TX
                   CALL        DELAY_100MS
                   RET

;-----             DEL         -----
DELL:              MOV         B,#08H
                   CALL        TX
                   RET
-----------------------------------------
;-----             SEND DATA TO LCD    -----
;-----             BORDRATE = 9600 BPS -----
;-----             INPUT       B               -----
;-----             OUTPUT      LCD             -----
;-----             USE         ACC,B,R1,R7     -----
;-----------------------------------------
TX:                PUSH        ACC
                   MOV         A,B
                   MOV         R1,#8H
                   CLR         LCD
                   CALL        DELAY_TX
LOOP_TX:           RRC         A
                   MOV         LCD,C
                   CALL        DELAY_TX
                   DJNZ        R1,LOOP_TX
                   CALL        DELAY_TX
                   POP         ACC
                   RET
DELAY_TX:          CALL        DELAY_LOGIC1
                   CALL        DELAY_BUARD
                   RET
DELAY_LOGIC1:      NOP
                   RET
DELAY_BUARD:       MOV         R7,#25
DEL:               NOP
                   DJNZ        R7,DEL
                   RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------
;-----          DATA INPUT FORM KEYBOARD          -----
;-----          INPUT      DATA_KEY, CLOCK_KEY    -----
;-----          OUTPUT                            -----
;-----          USE        A,R0,C,P               -----
;-------------------------------------------------
KEY:           CALL       DELAY_KEY
               CALL       BYTE
               RET
BYTE:          CALL       INBIT
               JC         BYTE
               MOV        R0,#8
IN_DATA:       CALL       INBIT
               RRC        A
               DJNZ       R0,IN_DATA
               MOV        R0,A
               MOV        C,P
               CLR        A
               MOV        ACC.0,C
               CALL       INBIT
               MOV        ACC.1,C
               MOV        C,P
               JNC        LOOP
               MOV        A,R0
               CALL       INBIT
LOOP:          RET
INBIT:         JNB        CLOCK_KEY,$
               JB         CLOCK_KEY,$
               MOV        C,DATA_KEY
               RET

;-------------------------------------------------
;-----          CHECK SINGNAL TELLOPHONE    -----
;-----          INPUT   PORT 1.5    -----
;-----          OUTPUT  B           -----
;-----          USE RAM ADDRESS  65D (PLUSE)      -----
;-----          ACC                 -----
;-----          B                   -----
;-------------------------------------------------

CHK_TONE:      CALL       CHK_SIG_IN
                MOV       PLUSE,A          ;BACKUP PLUSE_1
               CALL       DELAY_2S
               CALL       CHK_SIG_IN
               CJNE       A,PLUSE,RING_BK_TONE

DIAL_TONE:     CJNE       A,#00H,BUSY_TONE
               MOV        B,#00H   ;DIAL_TONE = "0" , (00H)
               RET
BUSY_TONE:     CJNE       A,#20H,CHK_TONE
               MOV        B,#0FFH          ;BUSY_TONE = "1" , (FFH)
               RET
RING_BK_TONE:  MOV        B,#0FH           ;RING_BK   = (0FH)
               RET

CHK_SIG_IN:    SETB       P1.5
               MOV        A,P1
               ANL        A,#20H
               SETB       P1.5
               RET
;-----          DISPLAY DATA INDEX ADDRESS TO LCD  -----
;-----          DISPLAY 1                          -----
DISPLAY1:      PUSH       DPL
               PUSH       DPH
               CALL       POSITION
               MOV        B,#00H             ;LINE 1
               CALL       TX
               MOV        DPTR,#100D         ;100-190
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    LCD_X
                POP     DPH
                POP     DPL
                RET
;-----          DISPLAY2  -----
DISPLAY2:       PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                CALL    POSITION
                MOV     B,#1EH              ;LINE 2
                CALL    TX
                MOV     DPTR,#191D          ;191-282
                CALL    LCD_X
                POP     DPH
                POP     DPL
                RET

;-----          DISPLAY3  -----
DISPLAY3:       PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                CALL    POSITION
                MOV     B,#3CH              ;LINE 3
                CALL    TX
                MOV     DPTR,#282D          ;283-373
                CALL    LCD_X
                POP     DPH
                POP     DPL
                RET
;-----          DISPLAY4  -----
DISPLAY4:       PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                CALL    POSITION
                MOV     B,#5AH              ;LINE 4
                CALL    TX
                MOV     DPTR,#373D          ;374-474
                CALL    LCD_X
                POP     DPH
                POP     DPL
                RET

;-----          LCD     X       -----
LCD_X:          MOV     R2,#40D
                CALL    DIS
                 RET

;-----          DIS      -----
DIS:            MOVX    A,@DPTR
                MOV     B,A
                CALL    TX
                INC     DPTR
                CJNE    A,#209D, L212
                JMP     DIS
L212:           CJNE    A,#212D, L213
                JMP     DIS
L213:           CJNE    A,#213D, L214
                JMP     DIS
L214:           CJNE    A,#214D, L215
                JMP     DIS
L215:           CJNE    A,#215D, L216
                JMP     DIS
L216:           CJNE    A,#216D, L217
                JMP     DIS
L217:           CJNE    A,#217D, L231
                JMP     DIS
L231:           CJNE    A,#231D, L232
                JMP     DIS
L232:           CJNE    A,#232D, L233
                JMP     DIS
L233:           CJNE    A,#233D, L234
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JMP         DIS
L234:           CJNE        A,#234D, L235
                JMP         DIS
L235:           CJNE        A,#235D, L08
                JMP         DIS
L08:            CJNE        A,#08H,L236
                JMP         DIS
L236:           CJNE        A,#236D,SUB_R2
                JMP         DIS
SUB_R2:         DJNZ        R2,DIS
                RET

;#########################################################################
;-----------------------------------
;-----           DELAY        -----
;-----------------------------------
;*****           DELAY KEY   ******
DELAY_KEY:       MOV         R4,#1D
DELAY_KEY_1:    CALL        DELAY_100MS
                DJNZ        R4,DELAY_KEY_1
                RET

;*****    DELAY DTMF    ********
DELAY_DTMF_1:   MOV         R7,#10
DELAY_DTMF_2:   MOV         R6,#0E6H
DELAY_DTMF_3:   NOP
                NOP
                DJNZ        R6,DELAY_DTMF_3
                DJNZ        R7,DELAY_DTMF_2
                RET
DELAY_DTMF:     MOV         R5,#30
DELAY_DTMF_4:   CALL        DELAY_DTMF_1
                DJNZ        R5,DELAY_DTMF_4
                RET

;*****           DTMF 2      *****
DELAY_DTMF2:    MOV         R4,#02D

DELAY_DTMF2_1:  CALL        DELAY_DTMF
                DJNZ        R4,DELAY_DTMF2_1
                RET

;*************************
;*****  DELAY 2MS    ******
;*************************
DELAY_2MS:      MOV         R7,#25D
DELAY_2MS_1:    MOV         R6,#18D
DELAY_2MS_2:    NOP
                NOP
                DJNZ        R6,DELAY_2MS_2
                DJNZ        R7,DELAY_2MS_1
                RET

;*************************
;*****  DELAY 16MS   ******
;*************************
DELAY_16MS:     MOV         R5,#08D
DELAY_16MS_1:   CALL        DELAY_2MS
                DJNZ        R5,DELAY_100MS_1
                RET

;*************************
;*****  DELAY 100MS   ******
;*************************
DELAY_100MS:    MOV         R5,#50D
DELAY_100MS_1:  CALL        DELAY_2MS
                DJNZ        R5,DELAY_100MS_1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************
;*****  DELAY 2 SEC ******
;*************************
DELAY3:             MOV         R7,#200D
DELAY4:                         MOV      R6,#0E8H
DELAY5:             NOP
                    DJNZ        R6,DELAY5
                    DJNZ        R7,DELAY4
                    RET
DELAY_2S:           MOV         R5,#13D;13D
DELAY1:             CALL        DELAY3
DELAY2:             DJNZ        R5,DELAY1
                    RET

;*************************
;******  DELAY 4 S  ******
;*************************
DELAY_4S:           MOV         R4,#2
DELAY_4S_1:         CALL        DELAY_2S
                    DJNZ        R4,DELAY_4S_1
                    RET

;*************************
;******  DELAY 6 S  ******
;*************************
DELAY_6S:           MOV         R4,#03D
DELAY_6S_1:         CALL        DELAY_2S
                    DJNZ        R4,DELAY_6S_1
                    RET

;*************************
;******  DELAY 12 S  ******
;*************************
DELAY_12S:          MOV         R4,#08D
DELAY_12S_1:        CALL        DELAY_2S
                    DJNZ        R4,DELAY_12S_1
                    RET

;************************************************
;******          TABLE DATA TO DISPLAY      *******
;************************************************

TABLE_NAME_PROJECT:

        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      42D,32D,32D,224D,164D,195D,215D,232D,205D,167D,202D,215D,232D,205D
        DB      202D,210D,195D
        DB      188D,232D,210D,185D,195D,208D,186D,186D,226D,183D,195D,200D,209D,190D
        DB      183D,236D,32D,32D,32D,42D
        DB      42D,32D,32D,32D,32D,32D,32D
        DB      202D,211D,203D,195D,209D,186D,188D,217D,233D,190D,212D,161D
        DB      210D,195D,183D,210D,167D,203D,217D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,42D
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,40D,226D,183D,195D,205D,205D,161D,161D,180D
        DB      32D,70D,49D,50D,41D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      0FFH

TABLE_TEL_2_UP:

        DB
        42D,32D,224D,164D,195D,215D,232D,205D,167D,226D,183D,195D,200D,209D,190D,
        183D,236D,183D,213D
        DB
        232D,181D,232D,205D,190D,232D,199D,167D,161D,211D,197D,209D,167D,227D,170D,233D
        DB      167D,210D,185D,32D,42D
        DB      42D,32D,32D,32D,32D,32D,32D
        DB      228D,193D,232D,202D,210D,193D,210D,195D,182D,226D,183D,195D,205D
        DB      205D,161D,228D,180D,233D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,42D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      0FFH

TABLE_MENU_TEL_IN:
        DB      42D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D
        DB      193D,213D,202D,210D,194D,224D,195D,213D,194D,161D,224D,162D,233D,210D
        DB      32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,42D
        DB      42D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D
        DB      195D,209D,186D,202D,210D,194D,161D,180D,32D,40D,89D,41D
        DB      32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,42D
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      0FFH

TABLE_NUMBER_CALL:
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,32D
        DB      227D,202D,232D,203D,193D,210D,194D,224D
        DB      197D,162D,187D,197D,210D,194D,183D,210D,167D
        DB      32D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      32D,32D,32D,35D,32D
        DB      226D,183D,195D,205D,205D,161D,161D,180D,32D
        DB      69D,110D,116D,101D,114D,32D,32D,32D,32D,32D,32D
        DB      32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,35D,32D
        DB      197D,186D,203D,193D,210D,194D,224D,197D,162D,161D,180D
        DB      32D,66D,97D,99D,107D,115D,112D,97D,99D,101D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D
        DB      61D,62D
        DB      0FFH

TABLE_DISPLAY_CONNECT:
        DB      42D,42D,42D,32D
        DB      161D,211D,197D,209D,167D,181D,212D,180D,181D,232D
        DB      205D,203D,193D,210D,194D,224D,197D,162D,187D,197D
        DB      210D,194D,183D,210D,167D,32D,42D,42D,42D
        DB      32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D
        DB      161D,195D,216D,179D,210D,195D,205D,202D,209D,161D,164D,195D,217D,232D
        DB      32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D,32D
        DB      0FFH

TABLE_DISPLAY_BUSY:
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      32D,202D,210D,194D,228D,193D,232D,199D,232D,210D,167D,32D
        DB      181D,233D,205D,167D,161D,210D,195D,181D,212D,180D,181D
        DB      232D,205D,205D,213D,161D,164D,195D,209D
        DB      233D,167D,203D,195D,215D,205D,228D,193D,232D
        DB      32D,32D,32D
        DB      181D,212D,180D,181D,232D,205D,161D,180D,32D,40D,89D,41D

        DB
        32D,32D,228D,193D,232D,181D,212D,180D,181D,232D,205D,161D,180D,32D,40D,78D,41D
        DB      32D,32D,32D
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D,42D
        DB      0FFH

TABLE_DIS_NO_CON:

        DB      228D,193D,232D,193D,213D,188D,217D,233D,195D,209D,186D,202D,210D,194D
        DB      0FFH

TABLE_DIS_NOT_CON:

        DB      181D,212D,180D,181D,232D,205D,228D,193D,232D,228D,180D,233D
        DB      0FFH
TABLE_DUAL_OFF_LINE:

        DB      34D,164D,217D,232D,202D,185D,183D,185D,210D,199D,210D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB      167D,202D,210D,194D,225D,197D,233D,199D,34D
        DB      0FFH

TABLE_DIS_CANCEL_TALK:
        DB
        181D,233D,205D,167D,161D,210D,195D,194D,161D,224D,197D,212D,161D,161D,210D,195D
        DB
        202D,185D,183D,185D,210D,203D,195D,215D,205D,228D,193D,232D,32D,32D,32D,32D,32D
        DB
        181D,233D,205D,167D,161D,210D,195D,161D,180D,32D,40D,89D,41D,32D,228D,193D,232D
        DB      181D,233D,205D,167D,161D,210D,195D,161D,180D,32D,40D,78D,41D
        DB      0FFH

TABLE_DISPLAY_WAIT:
        DB      161D,195D,216D,179D,210D,195D,205D,202D,209D,161D,164D,195D,217D,232D
        DB      0FFH

TABLE_F1:
        DB      202D,199D,209D,202D,180D,213D
        DB      0FFH

TABLE_F2:
        DB      202D,186D,210D,194D,180D,214D,228D,203D,193D
        DB      0FFH

TABLE_F3:
        DB      183D,210D,185D,162D,233D,210D,199D,203D,195D,214D,205D,194D,209D,167D
        DB      0FFH

TABLE_F4:
        DB      183D,211D,205D,208D,228D,195D,205D,194D,217D,232D
        DB      0FFH

TABLE_F5:
        DB
        205D,194D,217D,232D,183D,213D,232D,228D,203D,185D,181D,205D,185D,185D,213D,233D
        DB      0FFH

TABLE_F6:
        DB
        193D,213D,205D,208D,228D,195D,227D,203D,233D,170D,232D,199D,194D,228D,203D,193D
        DB      0FFH

TABLE_F7:
        DB      185D,205D,185D,203D,197D,209D,186D,189D,209D,185D,180D,213D,185D,208D
        DB      0FFH

TABLE_F8:
        DB      186D,234D,210D,194D,32D,186D,210D,194D
        DB      0FFH

TABLE_F9:
        DB      73D,32D,76D,111D,118D,101D,32D,89D,111D,117D
        DB      0FFH

TABLE_F10:
        DB      73D,32D,77D,105D,115D,115D,32D,89D,111D,117D
        DB      0FFH
TABLE_F11:
        DB
        181D,205D,185D,185D,213D,233D,224D,199D,197D,210D,224D,183D,210D,228D,203D,195D
,232D
        DB      0FFH
TABLE_F12:
        DB
        161D,211D,197D,209D,167D,168D,208D,224D,180D,212D,185D,183D,210D,167D,228D
        DB      187D,228D,203D,185D
        DB      0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TABLE_TALK:
        DB      34D,224D,162D,233D,210D,202D,217D,232D,226D,187D,195D,225D,161D,195D
        DB      193D,202D,185D,183D,185D,210D,34D
        DB      0FFH
;*********************************************************************
;*****************     TABLE ASCII CODE       ************************
;*********************************************************************
TABLE_BIG:
        DB      00H,01H,00H,03H,04H,05H,06H,07H,00H,09H
        DB      0AH,0BH,0CH,0DH,0EH,00H,00H,11H,12H,00H,14H
        DB      'Q', 33D,00H,00H,00H,'Z','S','A','W',64D,00H
        DB      00H,'C','X','D','E',36D,35D,00H,00H,32D
        DB      'V','F','T','R',37D,00H,00H,'N','B','H','G'
        DB      'Y',94D,00H,00H,00H,'M','J','U',38D,42D
        DB      00H,00H,'<','K','I','O',41D,40D,00H,00H,'>'
        DB      '?','L',58D,'P',95D,00H,00H,00H,44D,00H
        DB      123D,43D,00H,00H,00H,59H,5AH,125D,00H,124D
        DB      00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,08H,00H
        DB      00H,49D,00H,52D,55D,00H,00H,00H,48D,46D,50D,53D,54D,56D
        DB      76H,77H,78H,43D,51D,45D,42D,57D,00D,00D,00D,00D,00D,83H
TABLE_SMALL:
        DB      00H,01H,00H,03H,04H,05H,06H,07H,00H,09H
        DB      0AH,0BH,0CH,0DH,0EH,00H,00H,11H,12H,00H,14H
        DB      'q', 49D,00H,00H,00H,'z','s','a','w',50D,00H
        DB      00H,'c','x','d','e',52D,51D,00H,00H,32D
        DB      'V',102D,'t','r',53D,00H,00H,'n','b','h','g'
        DB      'y',54D,00H,00H,00H,'m','j','u',55D,56D
        DB      00H,00H,',','k','i','o',48D,57D,00H,00H,'.'
        DB      '/','l',58D,'p',45D,00H,00H,00H,34D,00H
        DB      91D,61D,00H,00H,00H,59H,5AH,93D,00H,124D
        DB      00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,08H,00H
        DB      00H,49D,00H,52D,55D,00H,00H,00H,48D,46D,50D,53D,54D,56D
        DB      76H,77H,78H,43D,51D,45D,42D,57D,00D,00D,00D,00D,00D,83H
TABLE_THAI:
        DB      00H,01H,00H,03H,04H,05H,06H,07H,00H,09H
        DB      0AH,0BH,0CH,0DH,0EH,00H,00H,11H,12H,00H,14H
        DB      230D,210D,00H,00H,00H,188D,203D,191D,228D,47D,00H
        DB      00H,225D,187D,161D,211D,192D,95D,00H,00H,32D
        DB      205D,180D,208D,190D,182D,00H,00H,215D,212D,233D,224D
        DB      209D,216D,00H,00H,00H,183D,232D,213D,214D,164D
        DB      00H,00H,193D,210D,195D,185D,168D,181D,00H,00H,227D
        DB      189D,202D,199D,194D,162D,00H,00H,00H,167D,00H
        DB      186D,170D,00H,00H,00H,59H,5AH,197D,00H,163D
        DB      00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,08H,00H
        DB      00H,49D,00H,52D,55D,00H,00H,00H,48D,46D,50D,53D,54D,56D
        DB      76H,77H,78H,43D,51D,45D,42D,57D,00D,00D,00D,00D,00D,83H
TABLE_THAI_UP:
        DB      00H,01H,00H,03H,04H,05H,06H,07H,00H,09H
        DB      0AH,0BH,0CH,0DH,0EH,00H,00H,11H,12H,00H,14H
        DB      48D,43D,00H,00H,00H,40D,166D,196D,34D,49D,00H
        DB      00H,169D,41D,175D,174D,51D,50D,00H,00H,32D
        DB      206D,226D,184D,177D,52D,00H,00H,236D,46D,231D,172D
        DB      211D,217D,00H,00H,00H,63D,235D,234D,209D,53D
        DB      00H,00H,178D,201D,179D,207D,55D,54D,00H,00H,204D
        DB      198D,200D,171D,173D,56D,00H,00H,00H,46D,00H
        DB      176D,57D,00H,00H,00H,59H,5AH,44D,00H,163D
        DB      00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,08H,00H
        DB      00H,49D,00H,52D,55D,00H,00H,00H,48D,46D,50D,53D,54D,56D
        DB      76H,77H,78H,43D,51D,45D,42D,57D,00D,00D,00D,00D,00D,83H
        END
```

รูปที่ ค.8 โปรแกรมควบคุมเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

1. ภาคผลิตสัญญาณความถี่คู่

ตัวความต้านทาน

500 Ω	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

10 μF	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ไอซี MC145100	1 ตัว
ไอซี TCM5087	1 ตัว

2. ภาควงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

ตัวความต้านทาน

20 kΩ	1 ตัว
10 kΩ	2 ตัว
220 kΩ	1 ตัว
ปรับค่า 10 kΩ	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

2.2 μF Electrolyte	1 ตัว
1 μF Electrolyte	1 ตัว
22 μF Electrolyte	2 ตัว
10 μF	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ไอซี LM567	1 ตัว
ไอซี 74LS123	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภาควงจรโทรศัพท์

ตัวความต้านทาน

500 Ω	1 ตัว
10 kΩ	2 ตัว
200 Ω	1 ตัว
150 kΩ	1 ตัว
47 Ω	1 ตัว
33 kΩ	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

0.047 µF Ceramic	3 ตัว
0.01 µF	1 ตัว
0.1 µF Wima	2 ตัว
0.2 µF Electrolyte	1 ตัว
10 µF	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ไอซี บริดจ์	1 ตัว
ไอซี MC 34014	1 ตัว
ซีเนอร์ไดโอด 15V	1 ตัว

4. ภาคผลิตสัญญาณเสียงตอบรับ

ตัวความต้านทาน

5.1 kΩ	1 ตัว
470 kΩ	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

0.1µF Wima	1 ตัว
4.7 µF Electrolyte	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ไอซี ISD2590	1 ตัว

5. ภาควงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

ตัวความต้านทาน

330 Ω	1 ตัว
30 kΩ	1 ตัว
1 kΩ	1 ตัว
20 kΩ	1 ตัว
10 kΩ	1 ตัว
150 kΩ	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

0.1 μF	1 ตัว
22 μF Electrolyte	2 ตัว
100 μF Electrolyte	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ซีเนอร์ไดโอด 15 V	1 ตัว
ไดโอดบริดจ์	1 ตัว
แอลอีดี	1 ตัว
ไอซี 74LS123	1 ตัว
ไอซี 4N26	1 ตัว

6. ภาควงจรมอดูเลต และดีมอดูเลตแบบ FSK โมเด็ม

ตัวความต้านทาน

10 kΩ	1 ตัว
1 kΩ	1 ตัว
100 kΩ	4 ตัว
600 Ω	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเก็บประจุ

30 pF	2 ตัว
0.1 μF	2 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ทรานซิสเตอร์ BC547	1 ตัว
ไดโอด 1N4148	1 ตัว
ไอซี TCM3101J	1 ตัว
ไอซี LF353N	1 ตัว

วัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ

รีเลย์ 5V	1 ตัว
แมทช์ชิ่งทรานฟอร์เมอร์	1 ตัว

7. ภาควงจรตรวจสอบการยกหู และวางหูโทรศัพท์

ตัวความต้านทาน

1 kΩ	2 ตัว
56 kΩ	1 ตัว
10 kΩ	1 ตัว
20 kΩ	1 ตัว
ปรับค่า 100 kΩ	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ทรานซิสเตอร์ BC547	1 ตัว
แอลอีดี	1 ตัว
ไอซี 4N26	1 ตัว

8. ภาควงจรแสดงผล

วัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ

ET-LCDG240	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.ภาควงจรควบคุม

ตัวความต้านทาน

330 Ω	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

33 pF	2 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52	1 ตัว
หน่วยความจำภายนอก	1 ตัว
ไดโอด 4148	2 ตัว

วัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ

แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 3 V	1 ตัว
คริสตอล 11.259 MHz	1 ตัว
แลตช์	1 ตัว

10. ภาควงจรส่งสัญญาณเตือน

ตัวความต้านทาน

330 Ω	1 ตัว
1 kΩ	3 ตัว
10 kΩ	1 ตัว
120 kΩ	1 ตัว
100 Ω	2 ตัว
22 kΩ	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

0.1 μF	1 ตัว
0.01 μF	2 ตัว
47 μF	3 ตัว
33 μF	1 ตัว
56 μF	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ทรานซิสเตอร์ 2SC1815	1 ตัว
ทรานซิสเตอร์ 2SA1015	1 ตัว
ทรานซิสเตอร์ BC547	2 ตัว
ซีเนอร์ไดโอด 15 V	1 ตัว
ไดโอด 1N4148	1 ตัว
แอลอีดี	2 ตัว
ขดลวด	3 ตัว
ไอซี TX-2	1 ตัว

วัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ

แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 3 V	1 ตัว
คริสตอล 49.920 MHz	1 ตัว

11. ภาควงจรรับสัญญาณเตือน

ตัวความต้านทาน

560 Ω	1 ตัว
390 kΩ	1 ตัว
4.3 kΩ	2 ตัว
2.2 kΩ	3 ตัว
2.2 MΩ	2 ตัว
120 kΩ	1 ตัว
10 Ω	1 ตัว
1 MΩ	1 ตัว
1 kΩ	1 ตัว
100 Ω	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเก็บประจุ

4 pF	1 ตัว
7 pF	1 ตัว
0.022 μF	1 ตัว
4.7 μF	1 ตัว
0.01 μF	1 ตัว
120 pF	1 ตัว
0.0018 pF	1 ตัว
100 μF	1 ตัว
0.039 μF	1 ตัว
10 μF	3 ตัว
0.001 μF	1 ตัว
0.02 μF	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ทรานซิสเตอร์ 2SC1815	1 ตัว
ทรานซิสเตอร์ 2SA1015	2 ตัว
ไดโอด 1N4001	1 ตัว
แอลอีดี	1 ตัว
ขดลวด	1 ตัว
ไอซี RX-2	ตัว

วัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ

มอเตอร์	1 ตัว
แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 3V	1 ตัว
สวิตช์	1ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

December 1991

TP5089 DTMF (TOUCH-TONE) Generator

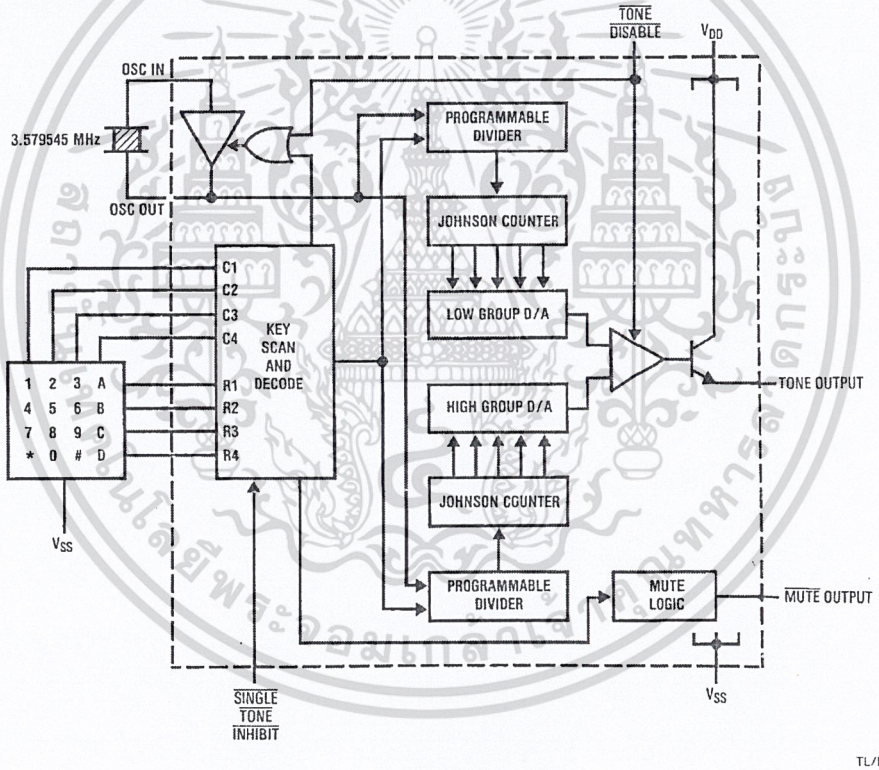
General Description

The TP5089 is a low threshold voltage, field-implanted, metal gate CMOS integrated circuit. It interfaces directly to a standard telephone keypad and generates all dual tone multi-frequency pairs required in tone-dialing systems. The tone synthesizers are locked to an on-chip reference oscillator using an inexpensive 3.579545 MHz crystal for high tone accuracy. The crystal and an output load resistor are the only external components required for tone generation. A $\overline{\text{MUTE}}$ OUT logic signal, which changes state when any key is depressed, is also provided.

Features

- 3.5V–10V operation when generating tones
- 2V operation of keyscan and $\overline{\text{MUTE}}$ logic
- Static sensing of key closures or logic inputs
- On-chip 3.579545 MHz crystal-controlled oscillator
- Output amplitudes proportional to supply voltage
- High group pre-emphasis
- Low harmonic distortion
- Open emitter-follower low-impedance output
- $\overline{\text{SINGLE TONE INHIBIT}}$ pin

Block Diagram



TL/H/5057–1

FIGURE 1

©1995 National Semiconductor Corporation

RRD-B30M115/Printed in U. S. A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

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

Supply Voltage ($V_{DD} - V_{SS}$)	15V
Maximum Voltage at Any Pin	$V_{DD} + 0.3V$ to $V_{SS} - 0.3V$
Operating Temperature	−30°C to +60°C
Storage Temperature	−55°C to + 150°C
Maximum Power Dissipation	500 mW

Electrical Characteristics

Unless otherwise noted, limits printed in **BOLD** characters are guaranteed for V_{DD} = 3.5V to 10V, T_A = 0°C to +60°C by correlation with 100% electrical testing at T_A = 25°C. All other limits are assured by correlation with other production tests and/or product design and characterization.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Minimum Supply Voltage for Keysense and $\overline{\text{MUTE}}$ Logic Functions		2			V
Minimum Operating Voltage for generating tones		**3.5**			V
Operating Current Idle Generating Tones	Mute open $R_L = \infty$ $V_{DD} = 3.5V$		2 1.1	**25** **2.5**	μA mA
Input Resistors COLUMN and ROW (Pull-Up) $\overline{\text{SINGLE TONE INHIBIT}}$ (Pull-Down) $\overline{\text{TONE DISABLE}}$ (Pull-Up)		 25 120	 50		 kΩ kΩ
Input Low Level				**$0.2 V_{DD}$**	V
Input High Level		**$0.8 V_{DD}$**			V
$\overline{\text{MUTE}}$ OUT Sink Current (COLUMN and ROW Active)	$V_{DD} = 3.5V$ $V_o = 0.5V$	**0.4**			mA
$\overline{\text{MUTE}}$ Out Leakage Current	$V_o = V_{DD}$		1		μA
Output Amplitude Low Group	$R_L = 240\ \Omega$ $V_{DD} = 3.5V$	**190**	250	**340**	mVrms
	$R_L = 240\Omega$ $V_{DD} = 10V$	**510**	700	**880**	mVrms
Output Amplitude High Group	$R_L = 240\Omega$ $V_{DD} = 3.5V$	**270**	340	**470**	mVrms
	$R_L = 240\Omega$ $V_{DD} = 10V$	**735**	955	**1265**	mVrms
Mean Output DC Offset	$V_{DD} = 3.5V$ $V_{DD} = 10V$		1.3 4.6		V V
High Group Pre-Emphasis		**2.2**	2.7	**3.2**	dB
Dual Tone/Total Harmonic Distortion Ratio	$V_{DD} = 4V$, $R_L = 240\Omega$ 1 MHz Bandwidth		−23	**−22**	dB
Start-Up Time (to 90% Amplitude)			3	5	mS

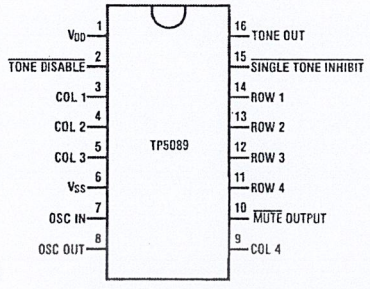
Note 1: R_L is the external load resistor connected from TONE OUT to V_{SS}.

Note 2: Crystal specification: Parallel resonant 3.579545 MHz, $R_S \leq 150\ \Omega$, L = 100 mH, C_O = 5 pF, C_I = 0.02 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



TL/H/5057–2

Top View

Order Number TP5089N
See NS Package N16A

Pin Descriptions

Symbol	Description
V_{DD}	This is the positive voltage supply to the device, referenced to V_{SS}. The collector of the TONE OUT transistor is connected to this pin.
V_{SS}	This is the negative voltage supply. All voltages are referenced to this pin.
OSC IN, OSC OUT	All tone generation timing is derived from the on-chip oscillator circuit. A low cost 3.579545 MHz A-cut crystal (NTSC TV color-burst) is needed between pins 7 and 8. Load capacitors and a feedback resistor are included on-chip for good start-up and stability. The oscillator stops when column inputs are sensed with no valid input having been detected. The oscillator is also stopped when the $\overline{\text{TONE DISABLE}}$ input is pulled to logic low.
Row and Column Inputs	When no key is pushed, pull-up resistors are active on row and column inputs. A key closure is recognized when a single row and a single column are connected to V_{SS}, which starts the oscillator and initiates tone generation. Negative-true logic signals simulating key closures can also be used.
$\overline{\text{TONE DISABLE}}$ Input	The $\overline{\text{TONE DISABLE}}$ input has an internal pull-up resistor. When this input is open or at logic high, the normal tone output mode will occur. When $\overline{\text{TONE DISABLE}}$ input is at logic low, the device will be in the inactive mode, TONE OUT will be at an open circuit state.
$\overline{\text{MUTE}}$ Output	The $\overline{\text{MUTE}}$ output is an open-drain N-channel device that sinks current to V_{SS} with any key input and is open when no key input is sensed. The $\overline{\text{MUTE}}$ output will switch regardless of the state of the $\overline{\text{SINGLE TONE INHIBIT}}$ input.
$\overline{\text{SINGLE TONE INHIBIT}}$ Input	The $\overline{\text{SINGLE TONE INHIBIT}}$ input is used to inhibit the generation of other than valid tone pairs due to multiple row-column closures. It has a pull-down resistor to V_{SS}, and when left open or tied to V_{SS} any input condition that would normally result in a single tone will now result in no tone, with all other functions operating normally. When tied to V_{DD}, single or dual tones may be generated, see Table II.
TONE OUT	This output is the open emitter of an NPN transistor, the collector of which is connected to V_{DD}. When an external load resistor is connected from TONE OUT to V_{SS}, the output voltage on this pin is the sum of the high and low group sine-waves superimposed on a DC offset. When not generating tones, this output transistor is turned OFF to minimize the device idle current. Adjustment of the emitter load resistor results in variation of the mean DC current during tone generation, the sinewave signal current through the output transistor, and the output distortion. Increasing values of load resistance decrease both the signal current and distortion.

Functional Description

With no key inputs to the device the oscillator is inhibited, the output transistor is pulled OFF and device current consumption is reduced to a minimum. Key closures are sensed statically. Any key closure activates the $\overline{\text{MUTE}}$ output, starts the oscillator and sets the high group and low group programmable counters to the appropriate divide ratio. These counters sequence two ratioed-capacitor D/A converters through a series of 28 equal duration steps per sine-wave cycle. The two tones are summed by a mixer amplifier, with pre-emphasis applied to the high group tone. The output is an NPN emitter-follower requiring the addition of an external load resistor to V_{SS}. This resistor facilitates adjustment of the signal current flowing from V_{DD} through the output transistor.

The amplitude of the output tones is directly proportional to the device supply voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

TABLE I. Output Frequency Accuracy

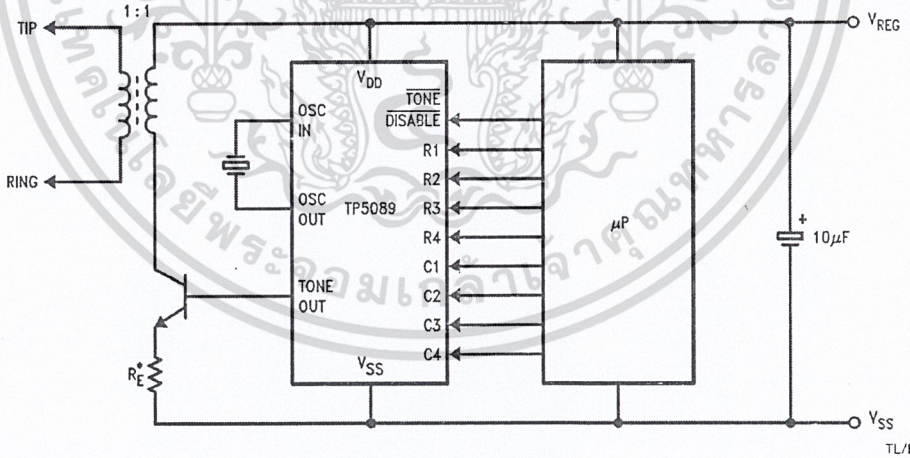
Tone Group	Valid Input	Standard DTMF (Hz)	Tone Output Frequency	% Deviation from Standard
Low Group f_L	R1	697	694.8	−0.32
	R2	770	770.1	+0.02
	R3	852	852.4	+0.03
	R4	941	940.0	−0.11
High Group f_H	C1	1209	1206.0	−0.24
	C2	1336	1331.7	−0.32
	C3	1477	1486.5	+0.64
	C4	1633	1639.0	+0.37

TABLE II. Functional Truth Table

$\overline{\text{SINGLE TONE}}$ $\overline{\text{INHIBIT}}$	$\overline{\text{TONE}}$ $\overline{\text{DISABLE}}$	ROW	COLUMN	TONE OUT		MUTE
				Low	High	
X	0	O/C	O/C	0V	0V	O/C
X	X	O/C	O/C	0V	0V	O/C
X	0	One	One	V_{OS}	V_{OS}	O
X	1	One	One	f_L	f_H	O
1	1	2 or More	One	—	f_H	O
1	1	One	2 or More	f_L	—	O
1	1	2 or More	2 or More	V_{OS}	V_{OS}	O
0	1	2 or More	One	V_{OS}	V_{OS}	O
0	1	One	2 or More	V_{OS}	V_{OS}	O
0	1	2 or More	2 or More	V_{OS}	V_{OS}	O

Note 1: X is don't care state.

Note 2: V_{OS} is the output offset voltage.



TL/H/5057–3

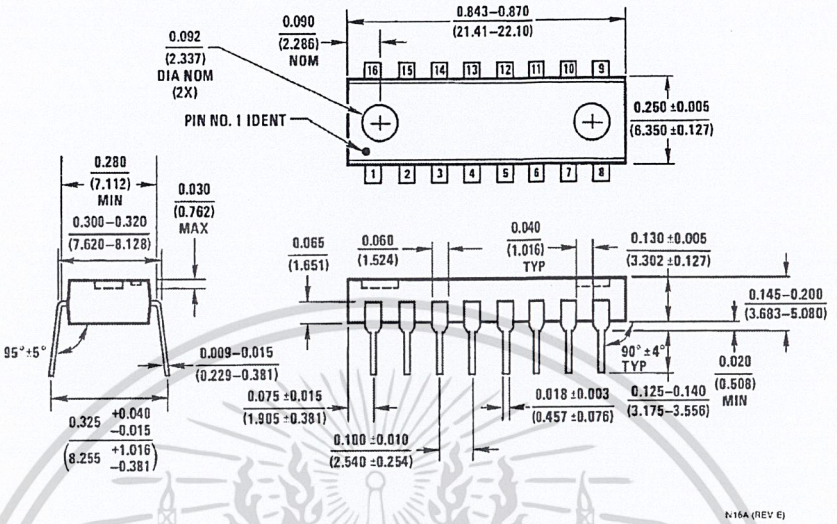
*Adjust R_E for desired tone amplitude.

FIGURE 2. Typical Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters)

Lit. # 113986



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number TP5089N
NS Package N16A

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OBSOLETE PRODUCT
NO RECOMMENDED REPLACEMENT
Call Central Applications 1-800-442-7747
or email: centapp@harris.com

HARRIS Semiconductor

CD22100

CMOS 4 x 4 Crosspoint Switch with Control Memory High-Voltage Type (20V Rating)

February 1999

Features

- Low ON Resistance . . . . . 75Ω (Typ) at V_{DD} = 12V
- "Built-In" Control Latches
- Large Analog Signal Capability . . . . . $\pm V_{DD}/2$
- 10MHz Switch Bandwidth
- Matched Switch Characteristics ΔR_{ON} = 18Ω (Typ) at V_{DD} = 12V
- High Linearity - 0.5% Distortion (Typ) at f = 1kHz, $V_{IN} = 5V_{P-P}$, V_{DD} = 10V, and R_L = 1kΩ
- Standard CMOS Noise Immunity
- 100% Tested for Maximum Quiescent Current at 20V

Description

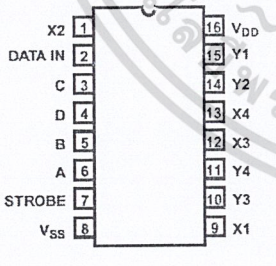
CD22100 combines a 4 x 4 array of crosspoints (transmission gates) with a 4-line to 16-line decoder and 16 latch circuits. Any one of the sixteen transmission gates (crosspoints) can be selected by applying the appropriate four line address. The selected transmission gate can be turned on or off by applying a logic one or zero, respectively, to the data input and strobing the strobe input to a logic one. Any number of the transmission gates can be ON simultaneously. When the required operating power is applied to the CD22100, the states of the 16 switches are indeterminate. Therefore, all switches must be turned off by putting the strobe high and data in low, and then addressing all switches in succession.

Ordering Information

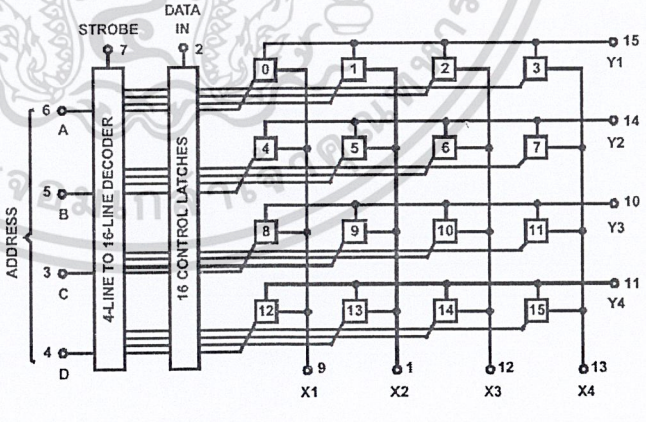
PART NUMBER	TEMP. RANGE (°C)	PACKAGE	PKG. NO.
CD22100E	-40 to 85	16 Ld PDIP	E16.3
CD22100F	-55 to 125	16 Ld CERDIP	F16.3

Pinout

CD22100
(PDIP, CERDIP)
TOP VIEW



Functional Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage (Referenced to VSS Terminal) . . . . . -0.5 to 20V
Input Voltage (All Inputs) . . . . . -0.5 to V_{DD} 0.5V
Input Current (Any one input (Note 1)) . . . . . ±10mA
Power Dissipation
For T_A = -40°C to 60°C (Package Type E) 500mW
For T_A = 60°C to 85°C
(Package Type E) . . . . . Derate Linearly 12mW/°C to 200mW
For T_A = -55°C to 100°C (Package Type F) 500mW
For T_A = 100°C to 125°C
(Package Type F) . . . . . Derate Linearly 12mW/°C to 200mW
Device Dissipation per Transmission Gate
For T_A = Full Package Temperature Range (All Types) 100mW

Thermal Information

Maximum Junction Temperature . . . . . 175°C
Maximum Junction Temperature (Plastic Package) . . . . . 150°C
Storage Temperature Range . . . . . -65°C ≤ T_A ≤ 150°C
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s) . . . . . 300°C

Operating Conditions

Temperature Range
Package Type F . . . . . -55°C ≤ T_A ≤ 125°C
Package Type E . . . . . -40°C ≤ T_A ≤ 85°C
Supply Voltage Range
For T_A = Full Package Temperature Range . . . . . 3V to 18V

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

Electrical Specifications

Values at -55°C, 25°C, 125°C Apply to F Package
Values at -40°C, 25°C, 85°C Apply to E Package

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	FIG.	V_{DD} (V)	-55°C MAX	-40°C MAX	85°C MAX	125°C MAX	25°C MIN	25°C TYP	25°C MAX	UNITS
STATIC CROSSPOINTS												
Quiescent Device Current	I_{DD} (Max)		1	5	5	5	150	150	-	0.04	5	µA
			1	10	10	10	300	300	-	0.04	10	µA
			1	15	20	20	600	600	-	0.04	20	µA
			1	20	100	100	3000	3000	-	0.08	100	µA
On Resistance	R_{ON} (Max)	Any Switch V_{IS} = 0 to V_{DD}	11	5	475	500	725	800	-	225	600	Ω
			12	10	135	145	205	230	-	85	180	Ω
			-	12	100	110	155	175	-	75	135	Ω
			13	15	70	75	110	125	-	65	95	Ω
ΔR_{ON} Resistance	ΔR_{ON}	Between any two switches	-	5	-	-	-	-	-	25	-	Ω
			-	10	-	-	-	-	-	10	-	Ω
			-	12	-	-	-	-	-	8	-	Ω
			-	15	-	-	-	-	-	5	-	Ω
OFF Switch Leakage Current	I_L (Max)	All switches OFF, V_{IS} = 18V	3	18	±100		±1000		-	±1	±100 (Note 2)	nA
STATIC CONTROLS												
Input Low Voltage	V_{IL} (Max)	OFF switch I_L < 0.2µA	-	5	1.5				-	-	1.5	V
			-	10	3				-	-	3	V
			-	15	4				-	-	4	V
Input High Voltage	V_{IH} (Min)	ON switch see R_{ON} characteristic	-	5	3.5				3.5	-	-	V
			-	10	7				7	-	-	V
			-	15	11				11	-	-	V
Input Current	I_{IN} (Max)	Any control V_{IN} = 0, 18V	2	18	±0.1	±0.1	±1	±1	-	$±10^{-5}$	±0.1	µA

NOTES:

1. Maximum current through transmission gates (switches) = 25mA.
2. Determined by minimum feasible leakage measurement for automatic testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

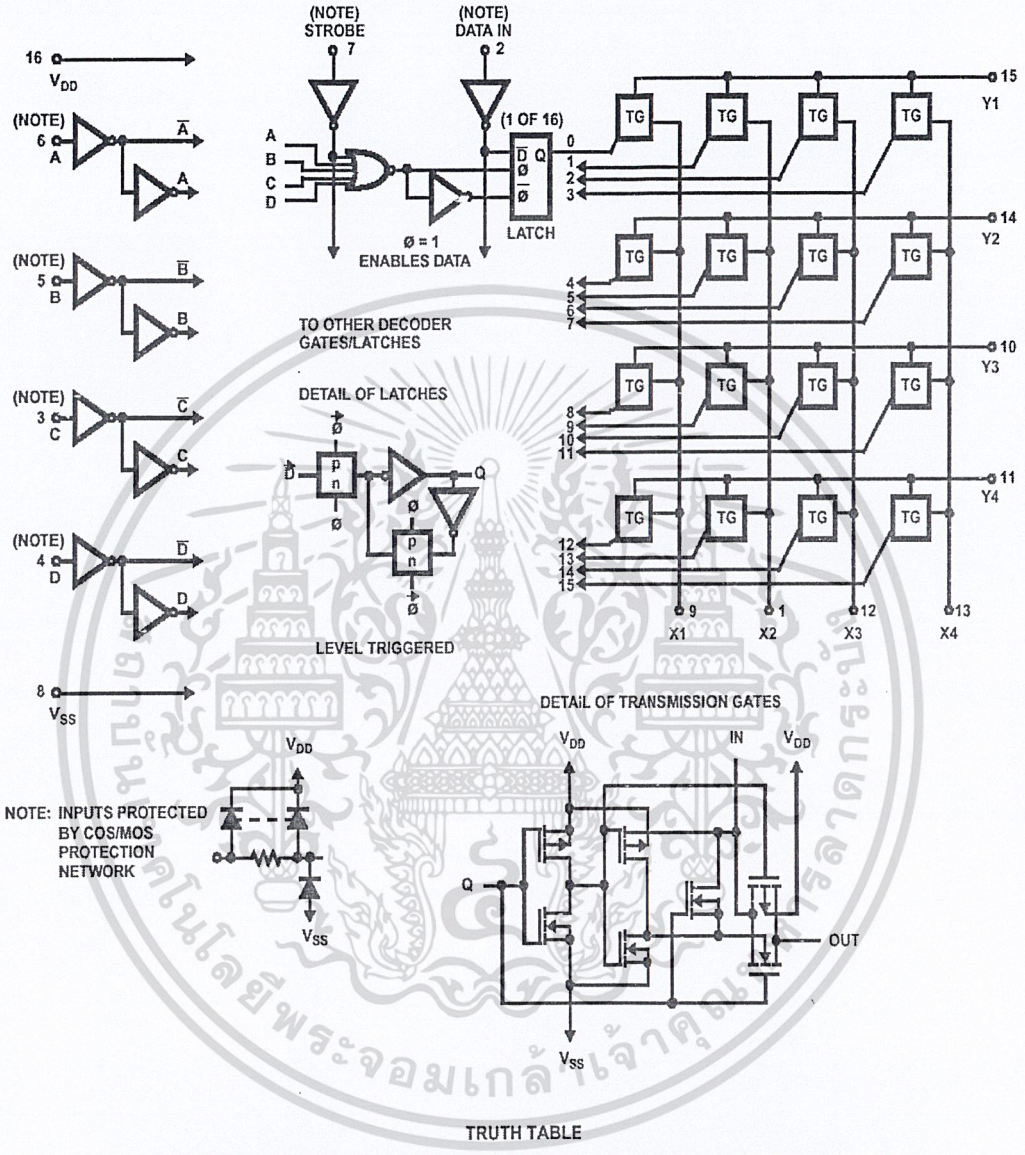
Electrical Specifications $T_A = 25^oC$

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS FIGURE	f_{IS} (kHz)	R_L (kΩ)	V_{IS} (V) (Note 3)	V_{DD} (V)	MIN	TYP	MAX	UNITS
DYNAMIC CROSSPOINTS										
Propagation Delay Time, (Switch ON) Signal Input to Output	t_{PHL}, t_{PLH}	5	-	10	5	5	-	30	60	ns
					10	10	-	15	30	ns
					15	15	-	10	20	ns
			C_L = 50pF; t_R , t_F = 20ns							
Frequency Response (Any Switch ON)	f_{3dB}	16	1	1	5	10	-	40	-	MHz
			Sine Wave Input, $20 \log \frac{V_{OS}}{V_{IS}} = -3dB$							
Sine Wave Response (Distortion)	THD		1	1	5	10	-	0.5	-	%
Feedthrough (All switches OFF)	F_{DT}		1.6	1	5	10	-	-80	-	dB
			Sine Wave Input							
Frequency for Signal Crosstalk	F_{CT}	7	-	1	10	10				
Attenuation of 40dB			Sine Wave Input				-	1.5	-	MHz
Attenuation of 110dB			-	-	-	-	-	0.1	-	kHz
Capacitance:	C_{IS}									
Xn to Ground			-	-	-	5 - 15	-	18	-	pF
Yn to Ground			-	-	-	5 - 15	-	30	-	pF
Feedthrough	C_{IOS}		-	-	-	-	-	0.4	-	pF
DYNAMIC CONTROLS										
Propagation Delay Time: Strobe to Output (Switch Turn-ON to High Level)	t_{PZH}	8	R_L = 1kΩ, C_L = 50pF, t_R , t_F = 20ns			5	-	300	600	ns
						10	-	125	250	ns
						15	-	80	160	ns
Propagation Delay Time: Data-In to Output (Turn-ON to High Level)	t_{PZH}	9	R_L = 1kΩ, C_L = 50pF, t_R , t_F = 20ns			5	-	110	220	ns
						10	-	40	80	ns
						15	-	25	50	ns
Propagation Delay Time: Address to Output (Turn-ON to High Level)	t_{PZH}	10	R_L = 1kΩ, C_L = 50pF, t_R , t_F = 20ns			5	-	350	700	ns
						10	-	135	270	ns
						15	-	90	180	ns
Propagation Delay Time: Strobe to Output (Switch Turn-OFF)	t_{PHZ}	8	R_L = 1kΩ, C_L = 50pF, t_R , t_F = 20ns			5	-	165	330	ns
						10	-	85	170	ns
						15	-	70	140	ns
Propagation Delay Time: Data-In to Output (Turn-ON to Low Level)	t_{PZL}	9	R_L = 1kΩ, C_L = 50pF, t_R , t_F = 20ns			5	-	210	420	ns
						10	-	110	220	ns
						15	-	100	200	ns
Propagation Delay Time: Address to Output (Turn-OFF)	t_{PHZ}	10	R_L = 1kΩ, C_L = 50pF, t_R , t_F = 20ns			5	-	435	870	ns
						10	-	210	420	ns
						15	-	160	320	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD22100

Schematic Diagram



TRUTH TABLE

ADDRESS				SELECT	ADDRESS				SELECT
A	B	C	D		A	B	C	D	
0	0	0	0	X1Y1	0	0	0	1	X1Y3
1	0	0	0	X2Y1	1	0	0	1	X2Y3
0	1	0	0	X3Y1	0	1	0	1	X3Y3
1	1	0	0	X4Y1	1	1	0	1	X4Y3
0	0	1	0	X1Y2	0	0	1	1	X1Y4
1	0	1	0	X2Y2	1	0	1	1	X2Y4
0	1	1	0	X3Y2	0	1	1	1	X3Y4
1	1	1	0	X4Y2	1	1	1	1	X4Y4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2500 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
32-, 40-*, 48-*, 64-**, 60-, 75-, 90-, and 120-Second Durations

FEATURES

- Easy-to-use single-chip voice Record/Playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Manual switch or microcontroller compatible Playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of *32*, 40*, 48*, 64**, 60, 75, 90, and 120 seconds
- Directly cascadable for longer durations
- Automatic Power-Down (Push-Button Mode)
  - Standby current 1 µA (typical)
- Zero-power message storage
  - Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100,000 record cycles (typical)
- On-chip clock source
- No algorithm development required
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, DIP, SOIC, and TSOP packaging
- Industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available

ISD2500 SERIES SUMMARY

Part Number	Duration (Seconds)	Input Sample Rate (KHz)	Typical Filter Pass Band (KHz)
ISD2560	60	8.0	3.4
ISD2575	75	6.4	2.7
ISD2590	90	5.3	2.3
ISD25120	120	4.0	1.7
*ISD2532**	*32*	*8.0*	*3.4*
*ISD2540**	*40*	*6.4*	*2.7*
*ISD2548**	*48*	*5.3*	*2.3*
*ISD2564**	*64*	*4.0*	*1.7*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD2500 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip Record/Playback solutions for 32- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier, and high density multi-level storage array. In addition, the ISD2500 is microcontroller compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved.

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

DETAILED DESCRIPTION

Speech/Sound Quality

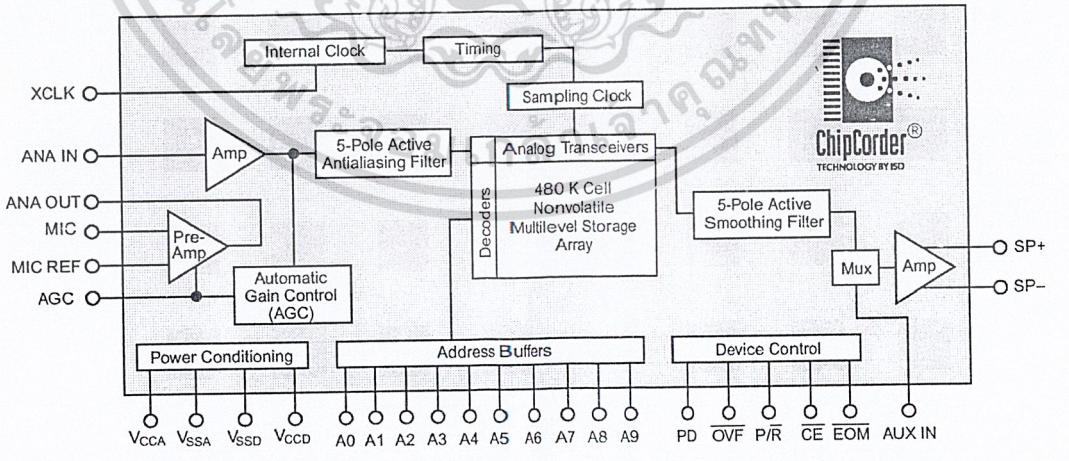
The ISD2500 Series includes devices offered at 4.0, 5.3, 6.4, and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. Increasing the duration within a product series decreases the sampling frequency and bandwidth, which affects sound quality. Please refer to the ISD2500 Series Summary table on page 1-79 to compare filter pass band and product durations.

The speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization and compression associated with other solutions. Direct analog storage provides a very true, natural sounding reproduction of voice, music, tones, and sound effects not available with most solid-state digital solutions.

Duration

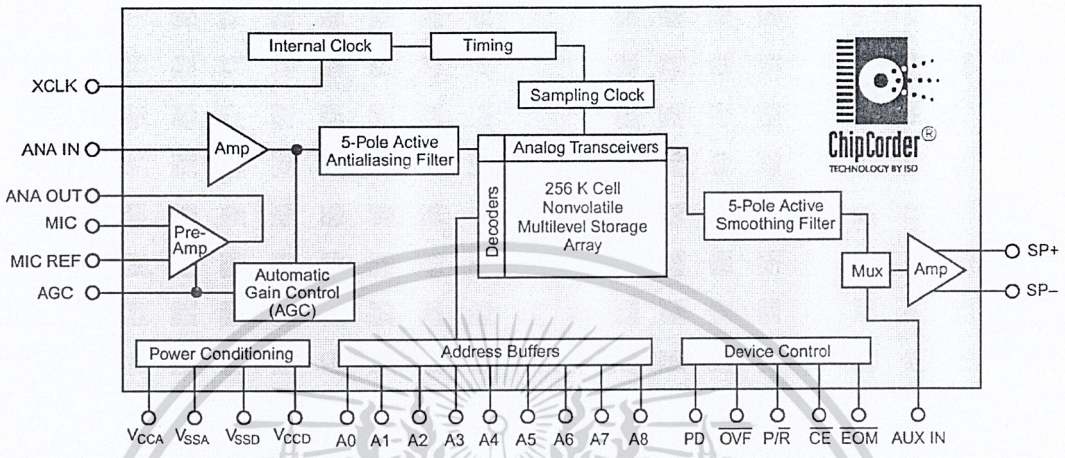
To meet end system requirements, the ISD2500 Series offers single-chip solutions at *32*, 40*, 48*, 64**, 60, 75, 90, and 120 seconds. Parts may also be cascaded together for longer durations.

ISD2560/75/90/120 DEVICE BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*ISD2532/40/48/64** DEVICE BLOCK DIAGRAM



EEPROM Storage

One of the benefits of ISD's ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, providing zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years typically without power. In addition, the device can be re-recorded typically over 100,000 times.

Microcontroller Interface

In addition to its simplicity and ease of use, the ISD2500 Series includes all the interfaces necessary for microcontroller-driven applications. The address and control lines can be interfaced to a microcontroller and manipulated to perform a variety of tasks, including message assembly, message concatenation, predefined fixed message segmentation, and message management.

Programming

The ISD2500 Series is also ideal for playback-only applications, where single or multiple messages are referenced through buttons, switches, or a microcontroller. Once the desired message configuration is created, duplicates can easily be generated via an ISD programmer.

PIN DESCRIPTIONS

Voltage Inputs (V_{CCA}, V_{CCD})

To minimize noise, the analog and digital circuits in the ISD2500 Series devices use separate power busses. These voltage busses are brought out to separate pins and should be tied together as close to the supply as possible. In addition, these supplies should be decoupled as close to the package as possible.

Ground Inputs (V_{SSA}, V_{SSD})

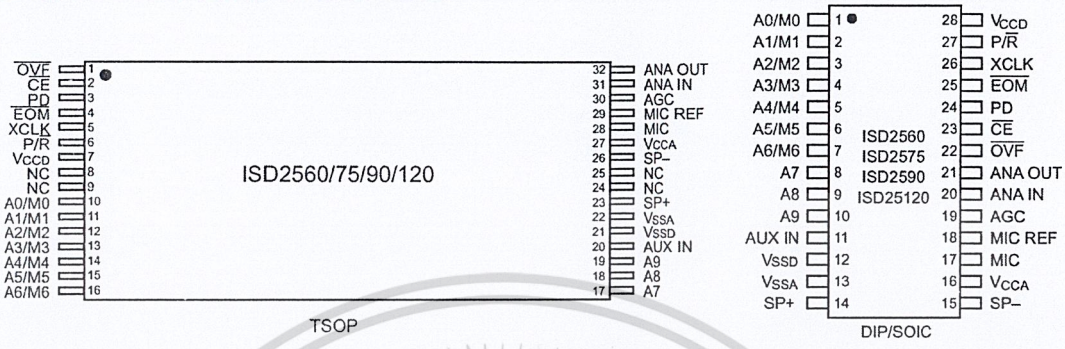
The ISD2500 Series of devices utilizes separate analog and digital ground busses. These pins should be connected separately through a low-impedance path to power supply ground.

Power Down Input (PD)

When not recording or playing back, the PD pin should be pulled HIGH to place the part in a very low power mode (see I_{SB} specification). When $\overline{OVF}$ pulses LOW for an overflow condition, PD should be brought HIGH to reset the address pointer back to the beginning of the Record/Playback space. The PD pin has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2560/75/90/120 DEVICE PINOUTS



Mode described later in the Operational Mode section.

Chip Enable Input ($\overline{CE}$)

The $\overline{CE}$ pin is taken LOW to enable all Playback and Record operations. The address inputs and Playback/Record input (P/$\overline{R}$) are latched by the falling edge of $\overline{CE}$. $\overline{CE}$ has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational Mode described later in the Operational Mode section.

Playback/Record Input (P/$\overline{R}$)

The P/$\overline{R}$ input is latched by the falling edge of the $\overline{CE}$ pin. A HIGH level selects a Playback cycle while a LOW level selects a Record cycle. For a Record cycle, the address inputs provide the starting address and recording continues until PD or $\overline{CE}$ is pulled HIGH or an overflow is detected (i.e. the chip is full). When a Record cycle is terminated by pulling PD or $\overline{CE}$ HIGH, an End-Of-Message (EOM) marker is stored at the current address in memory. For a Playback cycle, the address inputs provide the starting address and the device will play until an EOM marker is encountered. The device can continue past an EOM marker in an operational mode, or if $\overline{CE}$ is held LOW in address mode. (See page 1-85 for more Operational Modes).

End-Of-Message / RUN Output (EOM)

A nonvolatile marker is automatically inserted at the end of each recorded message. It remains there until the message is recorded over. The EOM output pulses LOW for a period of T_{EOM} at the end of each message.

In addition, the ISD2500 Series has an internal V_{CC} detect circuit to maintain message integrity should V_{CC} fall below 3.5V. In this case, EOM goes LOW and the device is fixed in Playback-only mode.

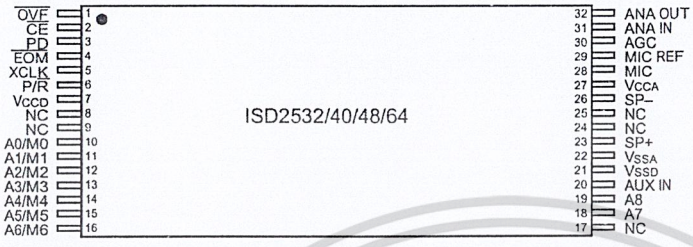
When the device is configured in Operational Mode M6 (Push-Button Mode), this pin provides an active-HIGH RUN signal, indicating the device is currently recording or playing. This signal can conveniently drive an LED for a visual indicator of a Record or Playback operation in process.

Overflow Output ($\overline{OVF}$)

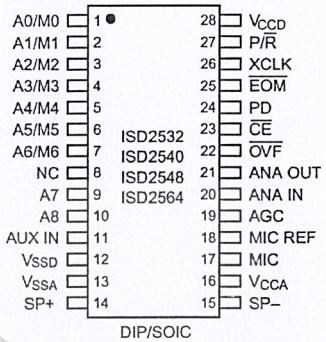
This signal pulses LOW at the end of memory space, indicating the device has been filled and the message has overflowed. The $\overline{OVF}$ output then follows the $\overline{CE}$ input until a PD pulse has reset the device. This pin can be used to cascade several ISD2500 devices together to increase Record/Playback durations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*ISD2532/40/48/64** DEVICE PINOUTS



TSOP



DIP/SOIC

Microphone Input (MIC)

The microphone input transfers its signal to the on-chip preamplifier. An on-chip Automatic Gain Control (AGC) circuit controls the gain of this preamplifier from -15 to 24 dB. An external microphone should be AC coupled to this pin via a series capacitor. The capacitor value, together with the internal 10 K ohm resistance on this pin, determines the low-frequency cutoff for the ISD2500 Series passband. See ISD's *Application Notes and Design Manual* in this book for additional information on low-frequency cutoff calculation.

Microphone Reference Input (MIC REF)

The MIC REF input is the inverting input to the microphone preamplifier. This provides a noise-canceling or common-mode rejection input to the device when connected to a differential microphone.

Automatic Gain Control Input (AGC)

The AGC dynamically adjusts the gain of the preamplifier to compensate for the wide range of microphone input levels. The AGC allows the full range of whispers to loud sounds to be recorded with minimal distortion. The "attack" time is determined by the time constant of a 5 KΩ internal resistance and an external capacitor (C2 on the schematic on page 1-100) connected from the AGC pin to V_{SSA} analog ground. The "release" time is determined by the time constant of an external resistor (R2) and an external capacitor (C2) connected in parallel between the AGC Pin and V_{SSA} analog ground. Nominal values of 470 KΩ and 4.7 µF give satisfactory results in most cases.

Analog Output (ANA OUT)

This pin provides the preamplifier output to the user. The voltage gain of the preamplifier is determined by the voltage level at the AGC pin.

Analog Input (ANA IN)

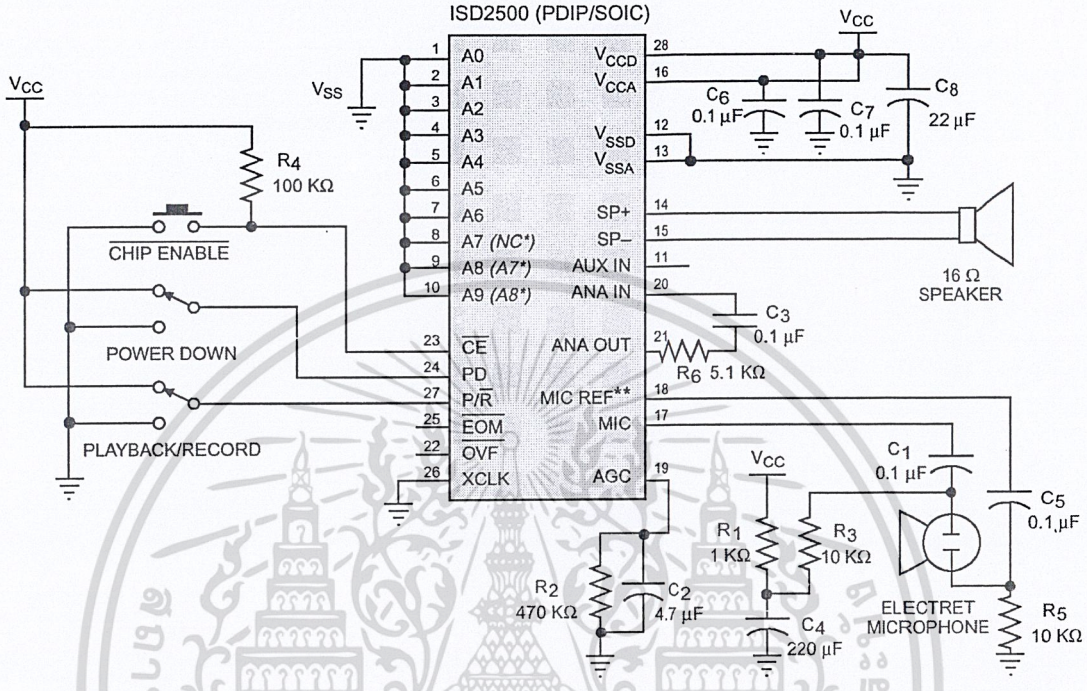
The analog input pin transfers its signal to the chip for recording. For microphone inputs, the ANA OUT pin should be connected via an external capacitor to the ANA IN pin. This capacitor value, together with the 3.0 KΩ input impedance of ANA IN, is selected to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. If the desired input is derived from a source other than a microphone, the signal can be fed, capacitively coupled, into the ANA IN pin directly.

External Clock Input (XCLK)

The external clock input for the ISD2500 devices has an internal pull-down device. These devices are configured at the factory with an internal sampling clock frequency centered to ±1% of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2500 APPLICATION EXAMPLE – DESIGN SCHEMATIC



NOTES: * *Pin identifications for the ISD2532/40/48/64 devices which differ from those of the ISD2560/75/90/120 devices are indicated.*

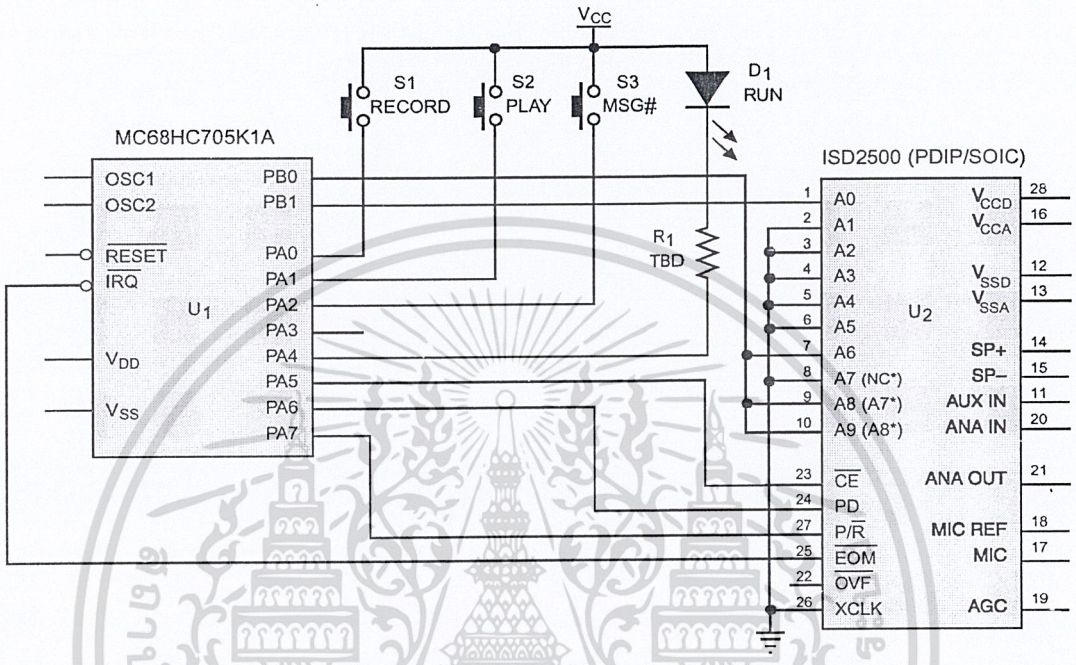
** *If desired, pin 18 (PDIP package) may be left unconnected (microphone preamplifier noise will be higher). In this case, pin 18 must not be tied to any other signal or voltage. Additional design example schematics are provided in the Application Notes and Design Manual in this book.*

APPLICATION EXAMPLE – BASIC DEVICE CONTROL

Control Step	Function	Action
1	Power up chip and select Record/Playback mode	1. PD = LOW, 2. P/$\overline{R}$ = As desired
2	Set message address for Record/Playback	Set addresses A0–A9
3A	Begin Playback	P/$\overline{R}$ = HIGH, $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3B	Begin Record	P/$\overline{R}$ = LOW, $\overline{CE}$ = LOW
4A 4B	End Playback End Record	Automatic PD or $\overline{CE}$ = HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

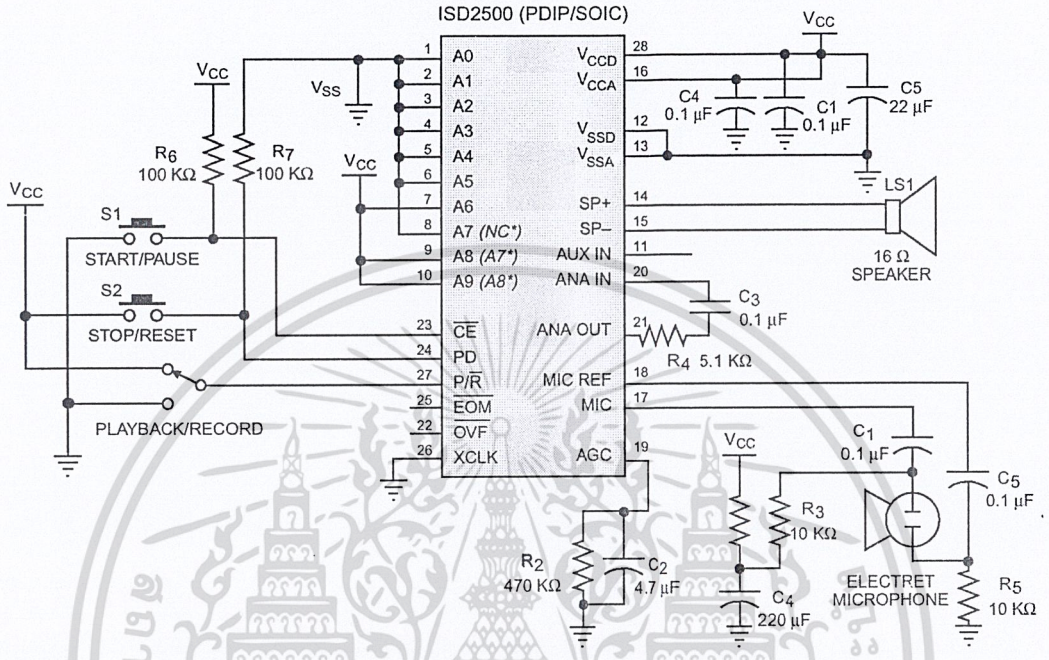
ISD2500 APPLICATION EXAMPLE – MICROCONTROLLER/ISD2500 INTERFACE



NOTES: * *Pin identifications for the ISD2532/40/48/64 devices which differ from those of the ISD2560/75/90/120 devices are indicated.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2500 APPLICATION EXAMPLE – PUSH-BUTTON



NOTES: * *Pin identifications for the ISD2532/40/48/64 devices which differ from those of the ISD2560/75/90/120 devices are indicated.*

** *For more details, please refer to the ISD Application Notes and Design Manual.*

APPLICATION EXAMPLE – PUSH-BUTTON CONTROL

Control Step	Function	Action
1	Select Record/Playback mode	P/$\overline{R}$ = As desired
2A	Begin Playback	P/$\overline{R}$ = HIGH $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
2B	Begin Record	P/$\overline{R}$ = LOW $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3	Pause Record or Playback	$\overline{CE}$ = Pulsed LOW
4A	End Payback	Automatic at EOM marker or PD = Pulsed HIGH
4B	End Record	PD = Pulsed HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

February 1995

LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

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

Features

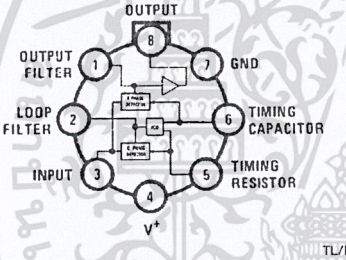
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

Applications

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

Connection Diagrams

Metal Can Package

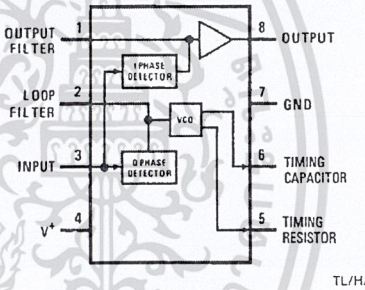


TL/H/6975–1

Top View

Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package Number H08C

Dual-In-Line and Small Outline Packages



TL/H/6975–2

Top View

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

©1995 National Semiconductor Corporation TL/H/6975

RRD-B30M115/Printed in U. S. A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

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

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 1)	1100 mW
V_8	15V
V_3	−10V
V_3	V_4 + 0.5V
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Operating Temperature Range	
LM567H	−55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0°C to +70°C

Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

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

Electrical Characteristics AC Test Circuit, T_A = 25°C, V^+ = 5V

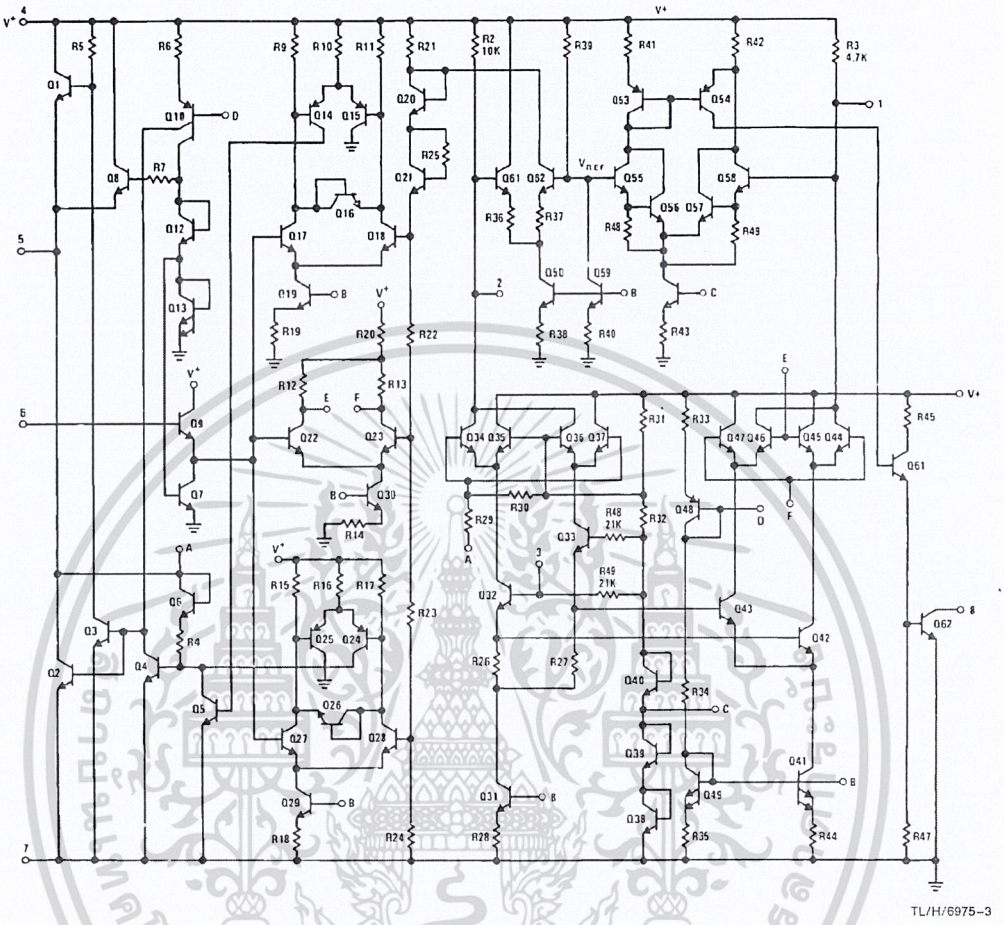
Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	R_L = 20k		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	R_L = 20k		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		kΩ
Smallest Detectable Input Voltage	I_L = 100 mA, $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	I_C = 100 mA, $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Cutband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	B_n = 140 kHz		−6			−6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			±0.1			±0.1		%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75 − 6.75V		±1	±2		±1	±5	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75–5.75V)	$0 < T_A < 70$ $-55 < T_A < +125$		35 ± 60 35 ± 140			35 ±60 35 ± 140		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V − 6.75V 4.75V − 9V		0.5	1.0 2.0		0.4	2.0 2.0	%/V %/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			f_o/20			f_o/20		
Output Leakage Current	V_8 = 15V		0.01	25		0.01	25	μA
Output Saturation Voltage	e_i = 25 mV, I_8 = 30 mA e_i = 25 mV, I_8 = 100 mA		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W, junction to ambient.

Note 2: Refer to RETS567X drawing for specifications of military LM567H version.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

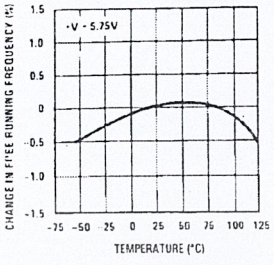
Schematic Diagram



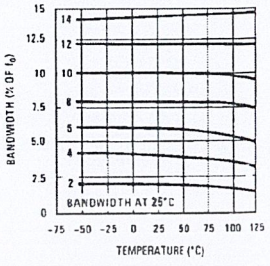
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

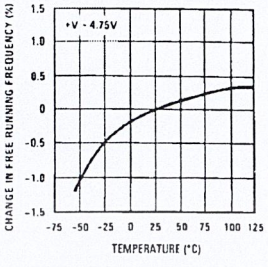
Typical Frequency Drift



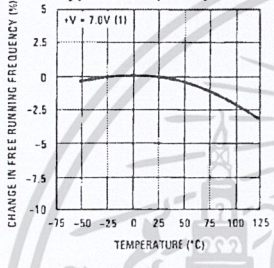
Typical Bandwidth Variation



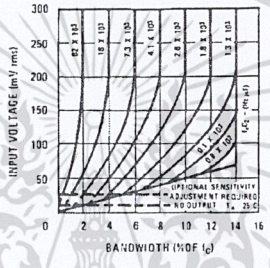
Typical Frequency Drift



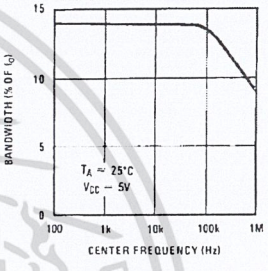
Typical Frequency Drift



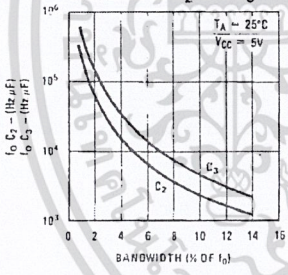
Bandwidth vs Input Signal Amplitude



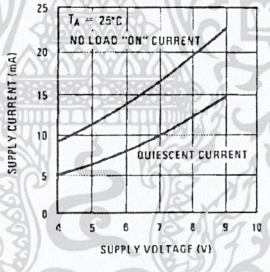
Largest Detection Bandwidth



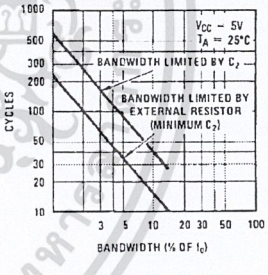
Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



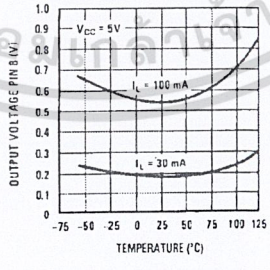
Typical Supply Current vs Supply Voltage



Greatest Number of Cycles Before Output



Typical Output Voltage vs Temperature

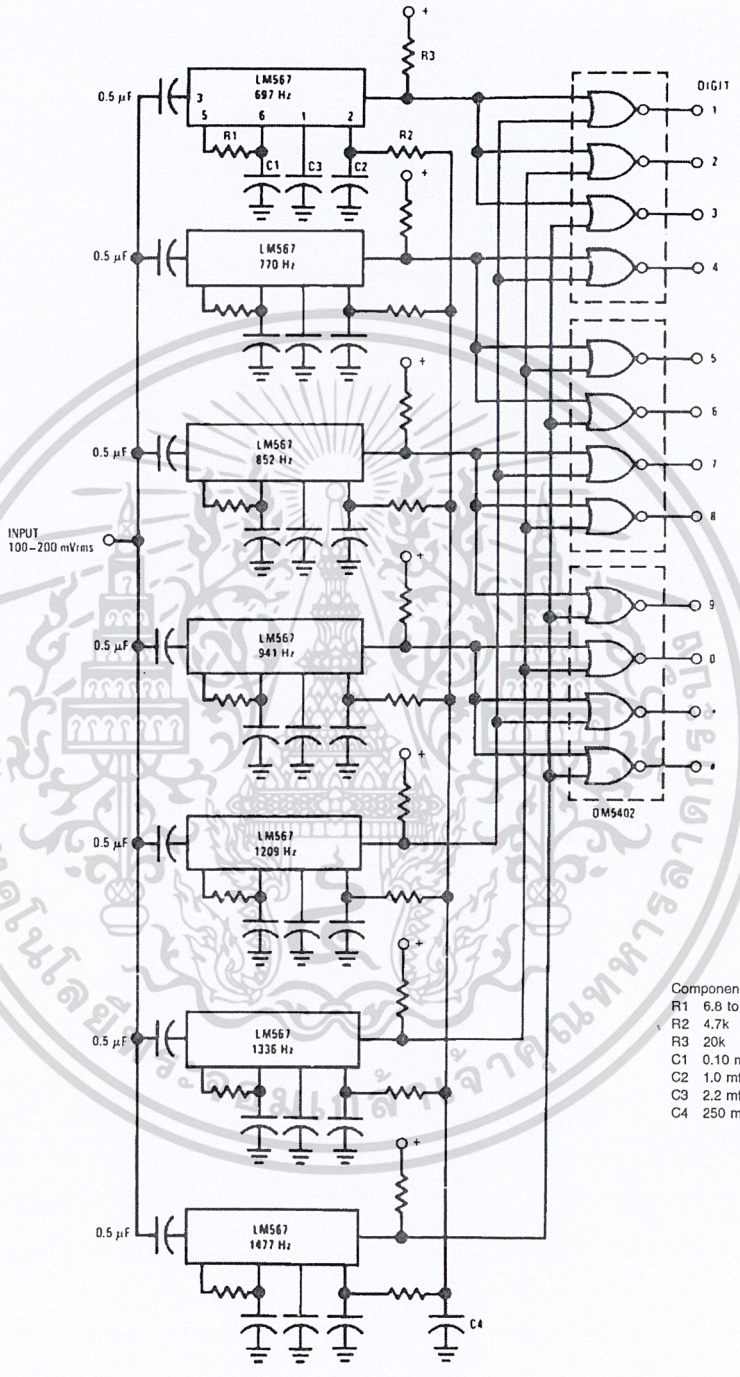


TL/H/6975–4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Touch-Tone Decoder



Component values (typ)

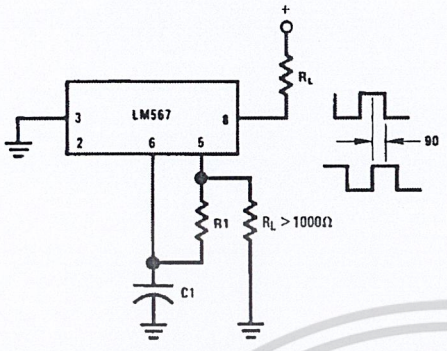
R1	6.8 to 15k
R2	4.7k
R3	20k
C1	0.10 mfd
C2	1.0 mfd 6V
C3	2.2 mfd 6V
C4	250 mfd 6V

TL/H/6975–5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

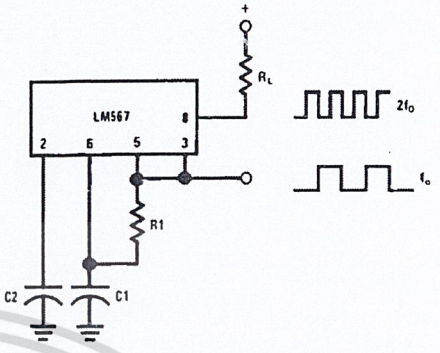
Oscillator with Quadrature Output



TL/H/6975–6

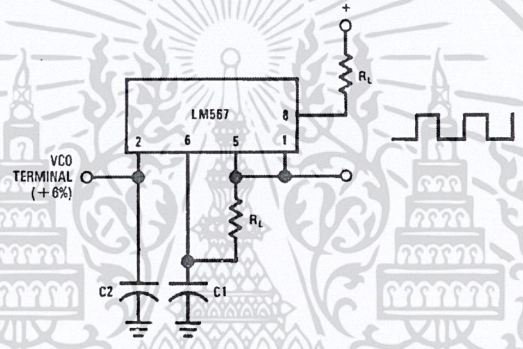
Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

Oscillator with Double Frequency Output



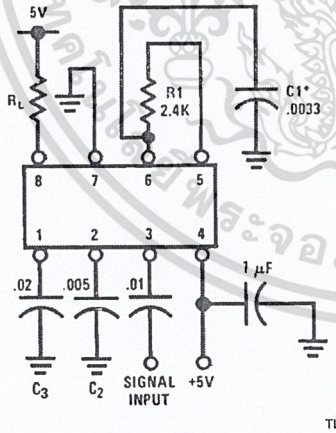
TL/H/6975–7

Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



TL/H/6975–8

AC Test Circuit



TL/H/6975–9

f_i = 100 kHz ± 5V

*Note: Adjust for f_o = 100 kHz.

Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_o \cong \frac{1}{1.1\ R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

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

Where:

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

C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- PT8A977P/977W works as encoder and PT8A978P/978LW works as decoder
- Five pins for five control functions
- Operating power-supply voltage: 2.5V to 5.0V (977P, 977W, 978P), 2.0V to 5.0V (978LW)
- Auto-power-off if no press on any button in 8s or continuously press on any button over 4 minues
- Press on any button as wake up (977P, 977W)
- Manual-power-off with OFF button
- One output pin used for external power control (977P, 977W)
- On-chip oscillator with an external resistor
- On-chip reversing amplifiers (978P, 978LW)
- Low operating current
- Few external components needed
- Package: 14-pin DIP, 14-pin SOIC, 16-pin DIP and 16-pin SOIC

Ordering Information

Part No.	Package
PT8A977P	14-pin DIP
PT8A977W	14-pin SOIC
PT8A978P	16-pin DIP
PT8A978LW	16-pin SOIC

General Description

The PTA977P (or 977W) and PT8A978P (or 978LW) provide a complete control functions to the remote-controlled toy. The PT8A977P/977W has five input pins corresponding with the five function buttons i.e, forward, backward, rightward, leftward and turbo. The encoding circuit in the PT8A977P/977W sends digital codes to the two output pins SO and SC. The digital codes correspond to the definite function buttons or their combinations. The SO and SC outputs are used in wireless and infra-red applications respectively.

The PT8A978P (or 978LW) has five output pins corresponding with the five actions. The received signals are amplified by the three-stage amplifier, and then the appropriate amplified signals are sampled, fault-tolerantly checked and decoded to control the actions of the remote-controlled toy.

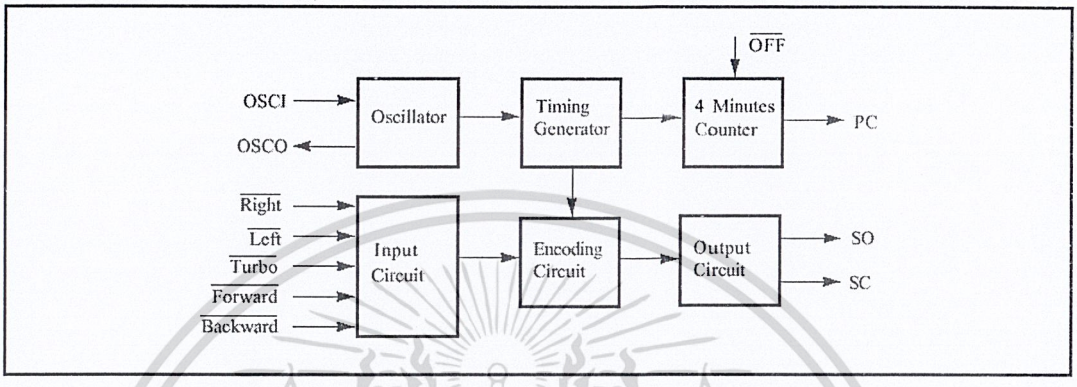
There is an internal oscillator in the PT8A977P/977W and 978P/978LW respectively. By adding an external resistor conveniently, the oscillator will be consiructed. The oscillator frequency can be adjusted by the external resistor. The relative error between the frequencies of the two on-chip oscillators in the PT8A977P/977W and PT8A978P/978LW must be less than ±25%.

The auto-power-off function is achieved by an internal counter. The PC output is used to control on/off state of the external power supply. Pressing OFF button can also shut down the power supply. Press on any function button will wake up the chip promptly.

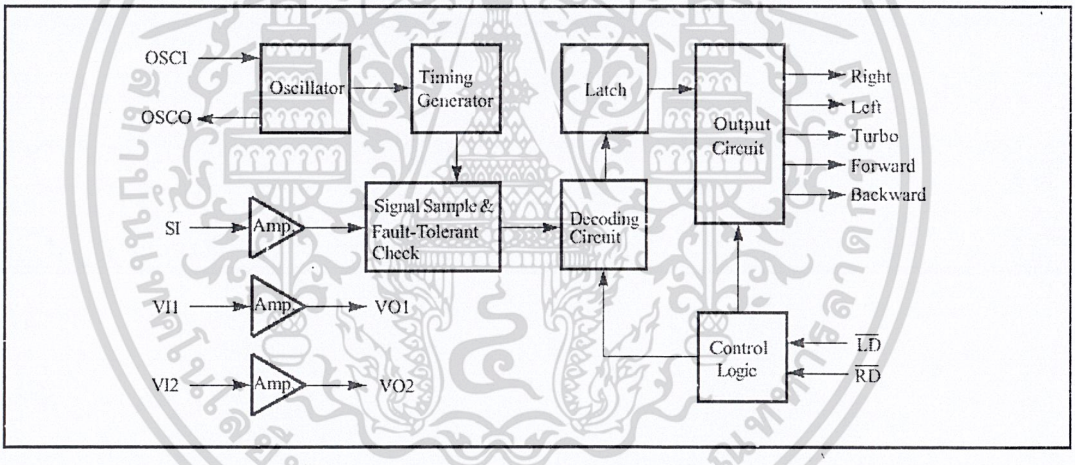
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram

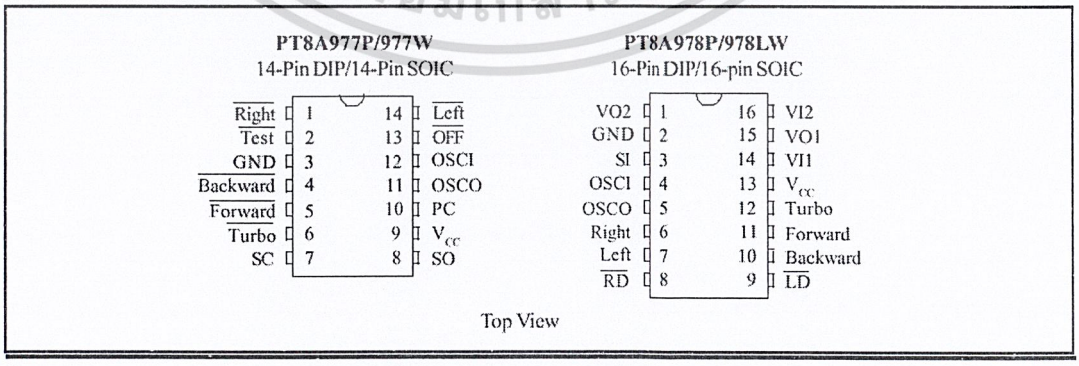
Block Diagram of 977P/977W



Block Diagram of 978P/978LW



Pin Configuration



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

Pin Description of 977P/977W

Pin No.	Pin Name	Description
1	$\overline{\text{Right}}$	With Pull-up resistor, rightward function selected if this pin connected to GND.
2	$\overline{\text{Test}}$	With Pull-up resistor, this pin is used for testing mode.
3	GND	Negative power supply
4	$\overline{\text{Backward}}$	With Pull-up resistor, backward function selected if this pin connected to GND.
5	$\overline{\text{Forward}}$	With Pull-up resistor, forward function selected if this pin connected to GND.
6	$\overline{\text{Turbo}}$	With Pull-up resistor, turbo function selected if this pin connected to GND.
7	SC	Output pin of the encoding signal with carrier frequency
8	SO	Output pin of the encoding signal without carrier frequency
9	V_{cc}	Positive power supply
10	PC	Power control output pin
11	OSCO	Oscillator output pin
12	OSCI	Oscillator input pin
13	$\overline{\text{OFF}}$	With Pull-up resistor, this pin is used to shut down the external power supply.
14	$\overline{\text{Left}}$	With Pull-up resistor, leftward function selected if this pin connected to GND.

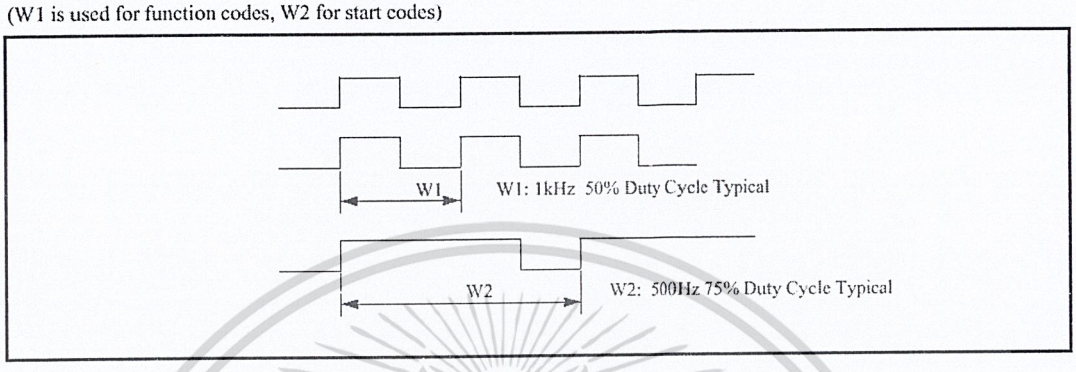
Pin Description of 978P/978LW

Pin No.	Pin Name	Description
1	VO2	Output pin for the amplifier 2
2	GND	Negative power supply
3	SI	Input pin of the encoding signal
4	OSCI	Oscillator input pin
5	OSCO	Oscillator output pin
6	Right	Rightward output pin
7	Left	Leftward output pin
8	$\overline{\text{RD}}$	With Pull-up resistor, rightward function disabled if this pin connected to GND.
9	$\overline{\text{LD}}$	With Pull-up resistor, leftward function disabled if this pin connected to GND.
10	Backward	Backward output pin
11	Forward	Forward output pin
12	Turbo	Turbo output pin
13	V_{cc}	Positive power supply
14	VI1	Input pin for the amplifier 1
15	VO1	Output pin for the amplifier 1
16	VI2	Input pin for the amplifier 2

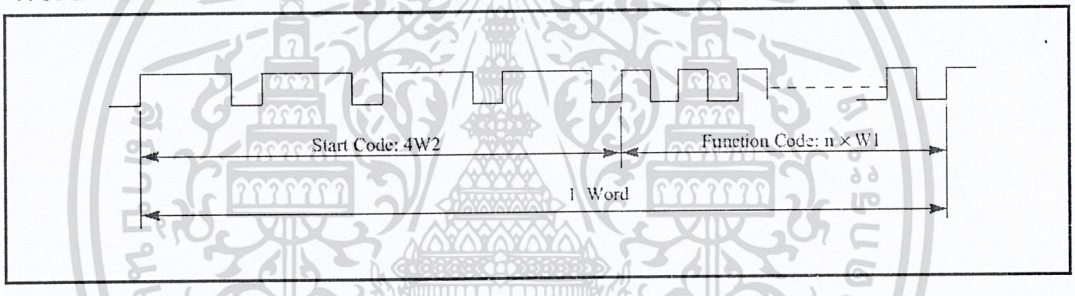
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code Format

(W1 is used for function codes, W2 for start codes)

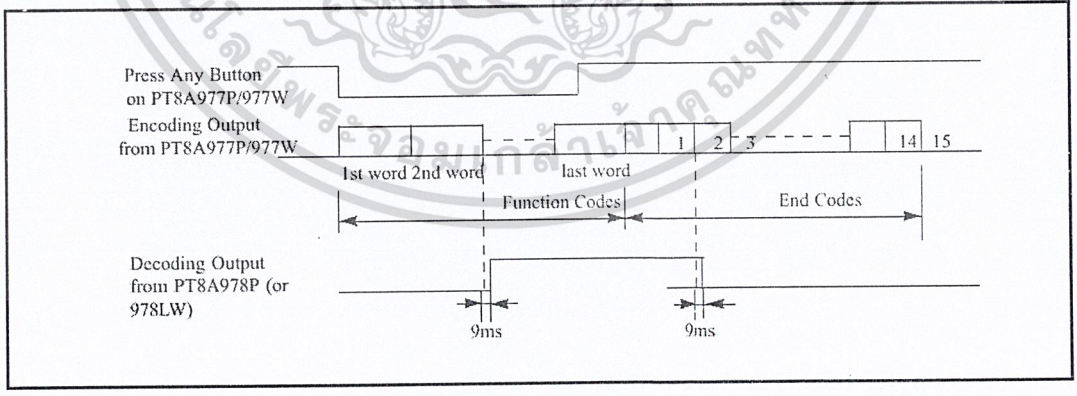


Word Format



Encoding and Decoding Timing

W2, W2, W2, W2, (n)xW1, W2, W2, W2, W2, (n)xW1, W2, W2, W2, W2, (n)xW1, W2, W2, W2, W2, (n)xW1,

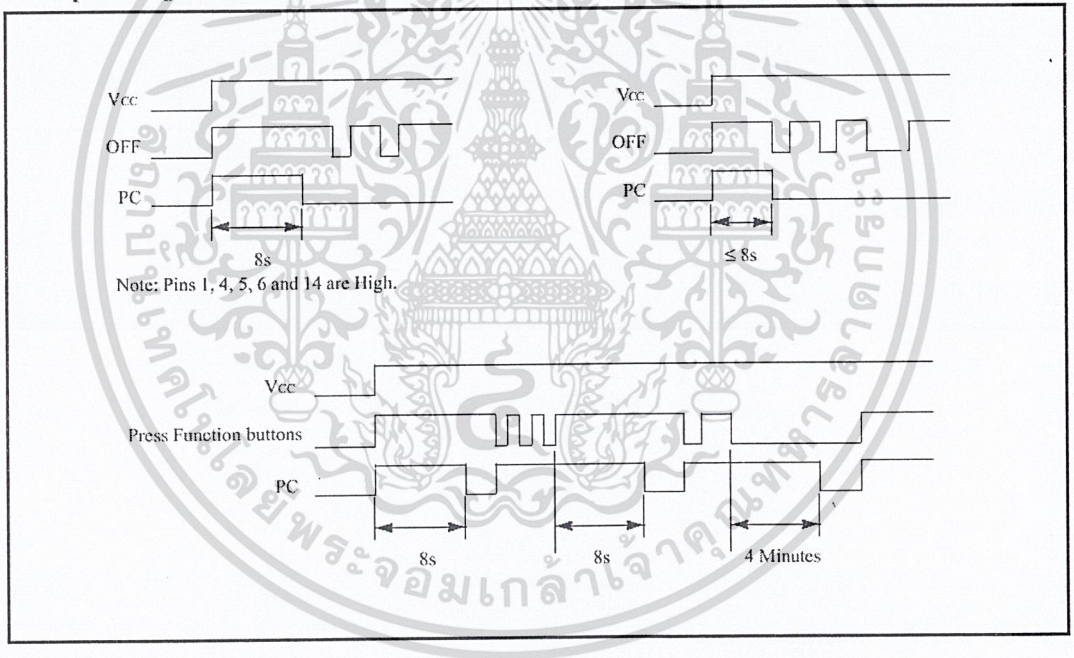


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Encoding Input and Decoding Result

Number of Function Codes (n) W1	Decoding Results
4	End Code
10	Forward (Pulse)
16	Forward (High level)
22	Turbo
28	Forward (High level) & Left
34	Forward (High level) & Right
40	Backward
46	Backward & Right
52	Backward & Left
58	Left
64	Right

PC Output Timing of 977P/977W



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maximum Ratings

(Above which the useful life may be impaired. For user guidelines, not tested)

Storage Temperature	-25°C to +85°C
Ambient Temperature with Power Applied	-10°C to +40°C
Supply Voltage to Ground Potential (Inputs & V_{CC} Only)	-0.5 to +6.0V
Supply Voltage to Ground Potential (Outputs & D/O Only)	-0.5 to +6.0V
DC Input Voltage	-0.5 to +6.0V
DC Output Current	20mA
Power Dissipation	500mW

Note:
Stresses greater than those listed under MAXIMUM RATINGS may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect reliability.

DC Electrical Charateristics

DC Electrical Charateristics of 977P/977W

Parameters	Description		Test Condition	Min.	Type	Max.	Units
V_{CC}	Operating Voltage			2.5	4.0	5.0	V
I_{CC}	Supply Current		Output unloaded			100	uA
I_{STB}	Stand-by Current		OFF State			5	uA
V_{IL}	Input Low Voltage		Guaranteed Logic LOW level			0.8	V
V_{IH}	Input High Voltage		Guaranteed Logic HIGH level	3.0			V
I_{IL}	Input Low Current	Pin 1, 4, 5, 6, 13, 14	V_{IL} = 0V, ON state			-60	uA
I_{IH}	Input High Current	Pin 1, 4, 5, 6, 13, 14	V_{IH} = 4V, ON state			10	uA
I_I	Input Current	Pin 12	V_{IH} = 0 ~ 4V, ON state			±10	uA
I_{OL}	Output Low Current		V_{OUT} = 0.5 V	150			uA
I_{OH}	Output High Current	Pin 7, 8, 10	V_{OUT} = 3.5 V	-1.0			mA
		Pin 11	V_{OUT} = 3.5 V	-200		- 800	uA

Note: Over the Operating Rating, 0°C ≤ T_A ≤ 70°C, V_{CC} = 4V

DC Electrical Charateristics of 978P/978LW

Parameters	Description		Test Condition	Min.	Type	Max.	Units
V_{CC}	Operating Voltage - 978P			2.5	4.0	5.0	V
	Operating Voltage - 978LW			2.0		5.0	V
I_{CC}	Supply Current		Output unloaded			1	mA
I_{STB}	Stand-by Current		OFF State			10	uA
V_{IL}	Input Low Voltage		Guaranteed Logic LOW level			0.8	V
V_{IH}	Input High Voltage		Guaranteed Logic HIGH level	3.0			V
I_{IL}	Input Low Current	Pin 3, 8, 9	V_{IL} = 0V, ON state			-60	uA
I_{IH}	Input High Current	Pin 3	V_{IH} = 4V, ON state			60	uA
	Input High Current	Pin 8, 9	V_{IH} = 4V, ON state			10	uA
I_I	Input Current	Pin 14, 16	V_{IH} = 0 ~ 4V, ON state			±10	uA
I_{OL}	Output Low Current	Pin 1, 5, 15	V_{OUT} = 0.5 V	200		850	uA
		Pin 6, 7, 10, 11, 12	V_{OUT} = 0.5 V	2			mA
I_{OH}	Output High Current	Pin 1, 5, 15	V_{OUT} = 3.5 V	-200		- 850	uA
		Pin 6, 7, 10, 11, 12	V_{OUT} = 3.5 V	-500			uA

Note: Over the Operating Rating, 0°C ≤ T_A ≤ 70°C, V_{CC} = 4V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics

AC Electrical Characteristics of 977P/977W

Parameters	Description	Test Condition	Min.	Type	Max.	Units
f_{OSC}	Oscillator Frequency *	T_A= 25°C, R = 200 kΩ	102	128	154	κHz
f_{max}-f_{min}	Oscillator Frequency Fluctuation - 977P/977W	T_A=25°C, V_{CC}= 2.5 ~ 5V			15	kHz
t_{FUN}	Cycle Time of Function Code	f_{OSC} = 102 to 154 kHz	0.8	1	1.2	ms
t_{STA}	Cycle Time of Start Code	f_{OSC} = 102 to 154 kHz	1.6	2	2.4	ms
f_{CSC}	Carrier Frequency of SC Pin	f_{OSC} = 102 to 154 kHz	51	64	77	kHz
t_{OFF}	Time of Auto-Power-Off **	Pins 1, 4, 5, 6 and 14 are High.	6.4	8	9.6	s
		Any of pins 1, 4, 5, 6 or 14 is Low.	3.2	4	4.8	min.

Note: Over the Operating Rating, 0°C ≤ T_A ≤ 70°C, V_{CC} = 4V

* The relative error between the frequencies of the two on-chip oscillators in the PT8A977P (or 977W) and PT8A978P (or 978LW) must be less than ±25%.

** When adjust the external oscillator resistor, the auto-power-off time will vary relevantly.

AC Electrical Characteristics of 978P/978LW

Parameters	Description	Test Condition	Min.	Type	Max.	Units
f_{OSC}	Oscillator Frequency *	T_A= 25°C, R = 200 kΩ	102	128	154	kHz
f_{max}-f_{min}	Oscillator Frequency Fluctuation - 978P	T_A=25°C, V_{CC}=2.5 ~ 5V			15	kHz
	Oscillator Frequency Fluctuation - 978LW	T_A=25°C, V_{CC}=2.0 ~ 5V			10	kHz
V_{SI}	SI Pin Receive Sensitivity (V_{PP})	Guaranteed Effective Decoding	300			mV
t_{FUN}	Cycle Time of Function Code	f_{OSC} = 128 kHz	0.75	1	1.25	ms
t_{STA}	Cycle Time of Start Code	f_{OSC} = 128 kHz	1.5	2	2.5	ms

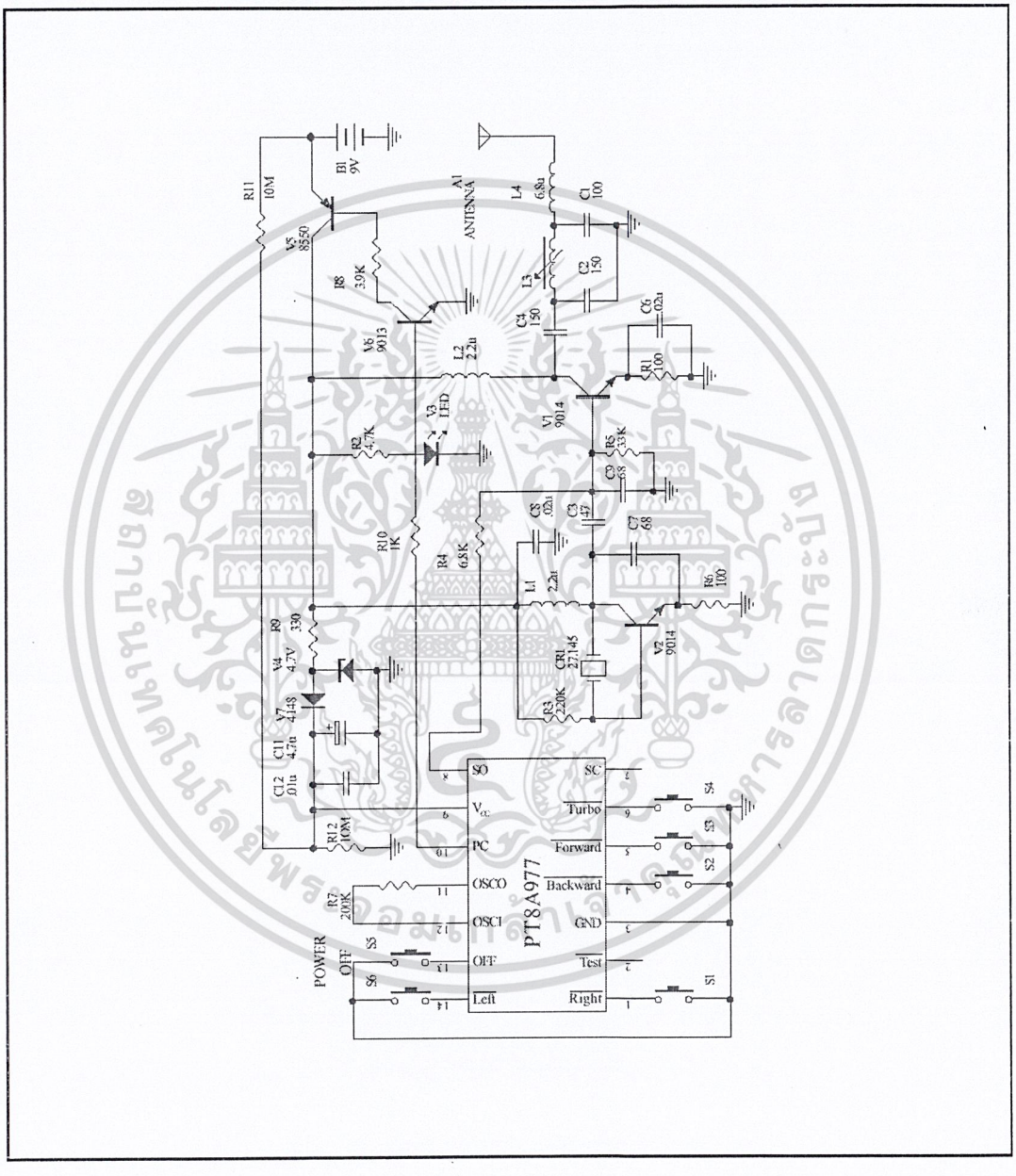
Note: Over the Operating Rating, 0°C ≤ T_A ≤ 70°C, V_{CC} = 4V

* The relative error between the frequencies of the two on-chip oscillators in the PT8A977P (or 977W) and PT8A978P (or 978LW) must be less than ±25%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

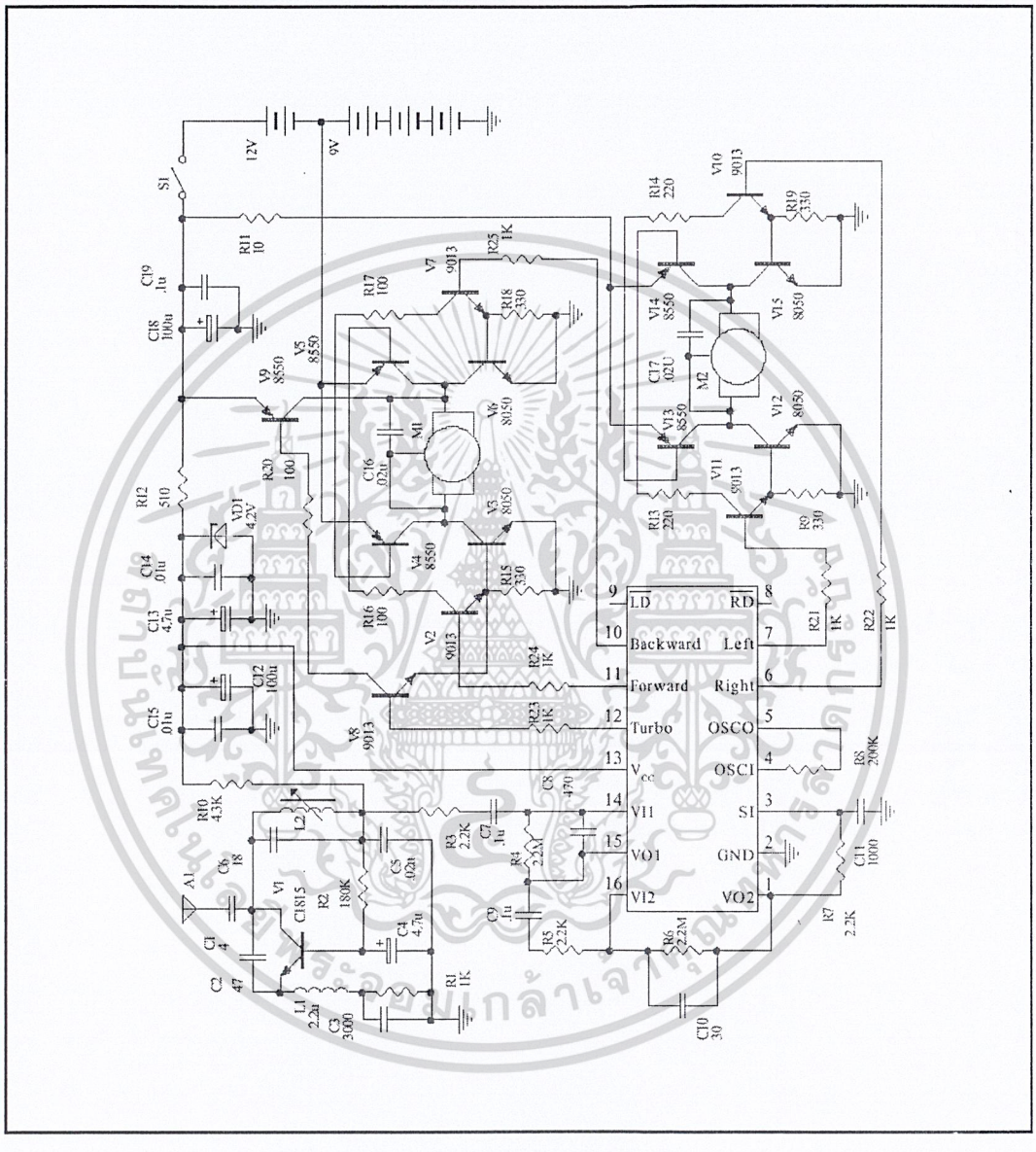
Application Circuits

Typical Application of PT8A977P/977W For Transmit Circuit With 9V Battery



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Application of PT8A978P/978LW For Receive Circuit With Five Functions



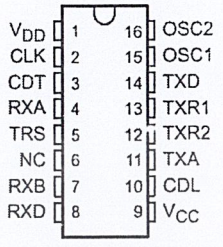
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL
TCM3105NE, TCM3105NL
FSK MODEM

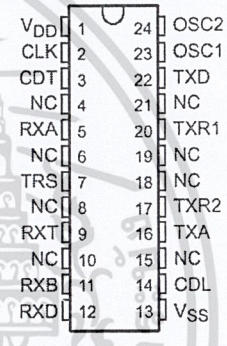
SCTS019C – NOVEMBER 1985 – REVISED MAY 1994

- **Single-Chip Frequency-Shift-Keying (FSK) Modem**
- **Meet Both Bell 202 and CCITT V23 Specifications**
- **Transmit Modulation at 75, 150, 600, and 1200 Baud**
- **Receive Demodulation at 5, 75, 150, 600, and 1200 Baud**
- **Half-Duplex Operation Up to 1200 Baud Transmit and Receive**
- **Full-Duplex Operation Up to 1200 Baud Transmit and 150 Baud Receive**
- **On-Chip Group Equalization and Transmit/Receive Filtering**
- **Carrier-Detect-Level Adjustment and Carrier-Fail Output**
- **Single 5-V Power Supply**
- **Low Power Consumption**
- **Reliable CMOS Silicon-Gate Technology**

J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



DW PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

D package are available taped and reeled. Add the R suffix to device type (e.g., YCM3105DWLR).

description

The TCM3105 is a single-chip asynchronous frequency-shift-keying (FSK) voice-band modem that uses silicon-gate CMOS technology to implement a switched-capacitor architecture. It is pin selectable (TXR1, TXR2, and TRS) for a wide range of transmit/receive baud rates and is compatible with the applicable BELL 202 or CCITT V23 standards. Operation is fully reversible, thereby allowing both forward and backward channels to be used simultaneously.

The transmitter is a programmable frequency synthesizer that provides two output frequencies (on TXA), representing the marks and spaces of the digital signal present on TXD.

The receive section is responsible for the demodulation of the analog signal appearing at the RXA input and is based on the principle of frequency-to-voltage conversion. This section contains a group delay equalizer (to correct phase distortion), automatic gain control, carrier-detect-level adjustment, and bias-distortion adjustment, thereby optimizing performance and giving the lowest possible bit error rate.

Carrier-detect information is given to the system by means of the carrier-detect circuits, which set a flag on the CDT output if the level of received in-band energy falls below a value set on the CDL input for a specified minimum duration.

The TCM3105JE and TCM3105NE are characterized for operation from –40°C to 85°C.The TCM3105DWL, TCM3105JL, and TCM3105NL are characterized for operation from 0°C to 70°C.

Caution. These devices have limited built-in protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

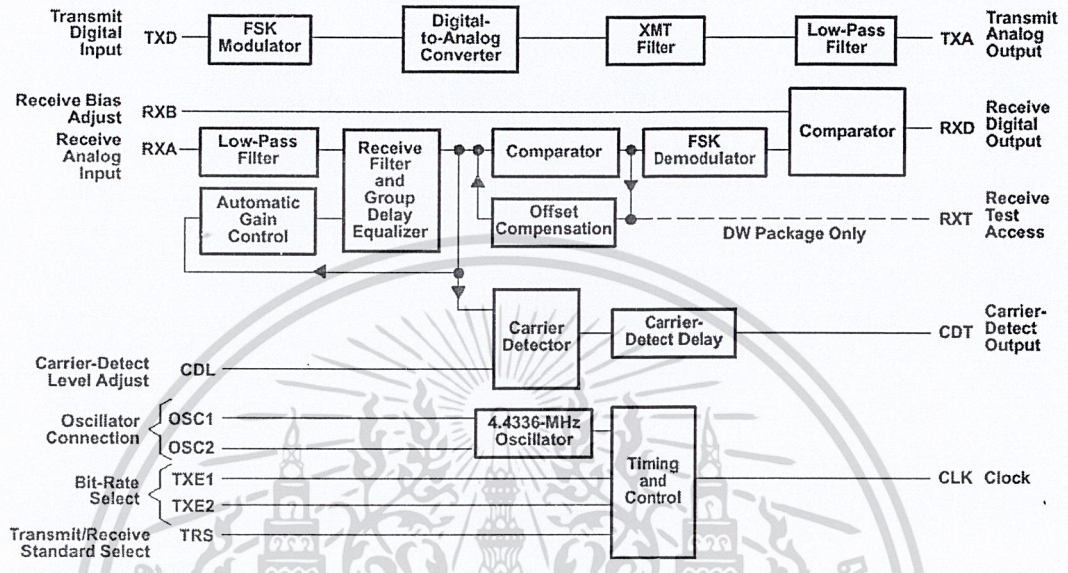
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terminal Functions

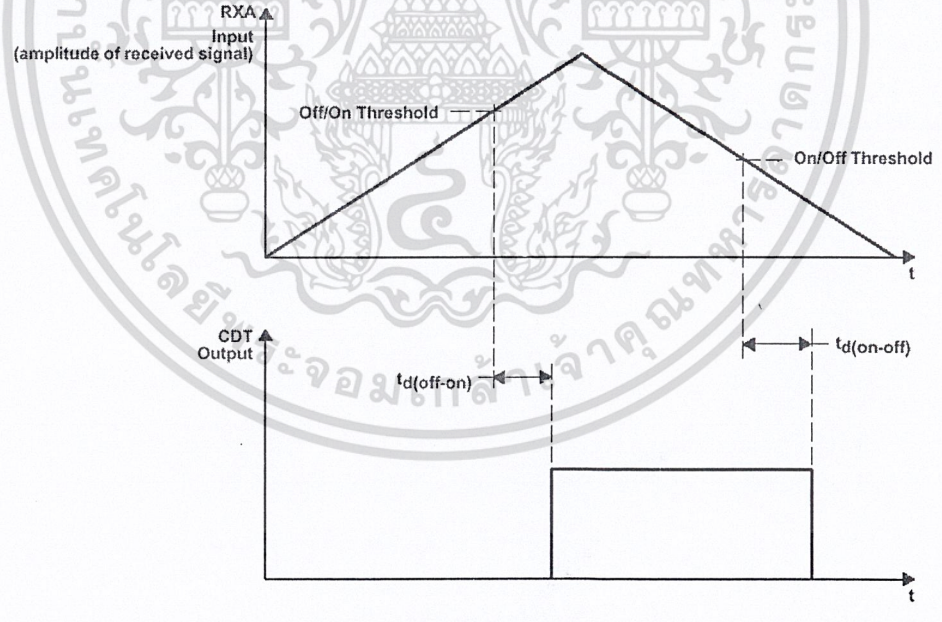
TERMINAL			DESCRIPTION
NAME	NO.		
	DW	J OR N	
CDL	14	10	Carrier-detect-level adjust for external adjustment of carrier-detect threshold
CDT	3	3	Carrier-detect output. A low-level output indicates carrier failure
CLK	2	2	Output for a continuous clock signal at 16 times the highest selected (transmit or receive) bit rate
NC	4, 6, 8, 10, 15, 18, 19, 21	6	No internal connection
OSC1, OSC2	23, 24	15, 16	Oscillator connections. The crystal (typically 4.4336 MHz) is connected to OSC1 AND OSC2. If an external clock is used, OSC2 is left open and the clock is connected to OSC1.
RXA	5	4	Receive analog input to which the received line signal must be ac coupled
RXB	11	7	Receive bias adjust for external adjustment of the decision threshold of the comparator to minimize bias distortion
RXD	12	8	Receiver digital output for the demodulated received data in positive logic. The high logic level is a mark and the low logic level is a space.
RXT	9	–	Receive test access. Output of limiter is available on RXT. (DW only)
TRS	7	5	Transmit/receive standard select input, which with TXR1 and TXR2, sets the standard bit rates and mark/space frequencies
TXA	16	11	Transmit analog output for the modulation signal, which must be ac coupled
TXD	22	14	Transmit digital input for data to the transmitter in positive logic. The high logic level is a mark, and the low logic level is a space. The data can be accepted at any speed from zero to the selected speed and may be totally asynchronous.
TXR1	20	13	Bit-rate select 1 input which along with TXR2 and TRS, sets the bit rates and mark/space frequencies
TXR2	17	12	Bit rate select 2 input, which along with TXR1 and TRS, sets the bit rates and mark/space frequencies
V_{DD}	1	1	Positive supply voltage
V_{SS}	13	9	Most negative supply voltage (normally ground); connected to substrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

functional block diagram



timing diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage range, V_{DD} (see Note 1) ..... −0.3 V to 10 V
Input voltage range, V_I (any input) ..... −0.3 V to V_{DD}
Operating free-air temperature range, T_A: TCM3105DWL, TCM3105JL,TCM3105NL ..... −10°C to 70°C
TCM3105JE, TCM3105NE ..... −55°C to 85°C
Storage temperature range: ..... −55°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: DW or N package ..... 260°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: J package ..... 300°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to V_{SS}.

recommended operating conditions

	TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{DD}	4	5	5.5	4	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH}	2		V_{DD}	2		V_{DD}	V
Low-level input voltage, V_{IL}	0		0.8	0		0.8	V
Analog input level, peak to peak (ac coupled)		0.3	0.78		0.3	0.78	V
Clock frequency, f_{clock}	4.4334	4.4336	4.4338	4.4334	4.4336	4.4338	MHz
Analog load impedance at TXA	50			50			kΩ
Operating free-air temperature range, T_A	−40		85	0		70	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER			TEST CONDITIONS		TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
					MIN	TYP†	MAX	MIN	TYP†	MAX	
V_{OH}	High-level output voltage	RXD, CDT, CLK	I_{OH} = –100 µA		2.4		V_{DD}	2.4		V_{DD}	V
V_{OL}	Low-level output voltage	RXD, CDT, CLK	I_{OL} = 1.6 mA		V_{SS}		0.4	V_{SS}		0.4	V
	Analog output voltage level, peak to peak	TXA	V_{DD} = 4 V	R_L = 50 kΩ, R_L = 100 pF		1.55			1.55		V
			V_{DD} = 5 V		1.4	1.9	2.3	1.4	1.9	2.3	
			V_{DD} = 5.5 V			2.1			2.1		
	Adjust voltage	RXB	V_{DD} = 5 V		2.3	2.7	3.1	2.3	2.7	3.1	V
		CDL			2.8	3.3	3.9	2.8	3.3	3.9	
	Analog output dc offset	TXA				$V_{DD}/2$			$V_{DD}/2$		V
	Digital input current	TXD, TRS, TRX1, TRX2	V_I = 0 to V_{DD}				±1			±1	µA
	Analog input current	RXA					±15			±15	µA
	Bias input current	RXB, CDL	V_I = 3 V				±150			±150	µA
I_{DD}	Supply current		V_{DD} = 4 V			3	6		3	5	mA
			V_{DD} = 5 V			5	10		5	8	
			V_{DD} = 5.5 V			8	16		8	12	
C_i	Input capacitance, all inputs		f = 1 MHz			10			10		pF
C_o	Output capacitance, all inputs		f = 1 MHz			10			10		pF
	Phase jitter						200			200	µs
	Bias distortion‡						±15%			±15%	
	Carrier-detect threshold, off/on§				–45.5		–43	–45.5		–43	dBm
	Carrier-detect threshold, on/off§				–48		–45.5	–48		–45.5	dBm
	Carrier-detect hysteresis				2.5	2.8		2.5	2.8		dBm

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
			MIN	TYP†	MAX	MIN	TYP†	MAX	
$t_{d(off\text{-}on)}$	Carrier-detect off-to-on delay time	RX = 600 or 1200 b/s	12		25	12		25	ms
		RX = 5, 75, or 150 b/s	48		80	48		80	
$t_{d(on\text{-}off)}$	Carrier-detect on-to-off delay time	RX = 600 or 1200 b/s	12		20	12		20	ms
		RX = 5, 75, or 150 b/s	48		75	48		75	
	Transmit frequency deviation from assignment (see Table 1)	f_{clock} = 4.4336 MHz		±1			±1		Hz

† All typical are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ Bias distortion is the departure from a 50% duty cycle when a series of alternating mark and space tones is received.
§ This is the threshold with the CDL input properly adjusted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRINCIPLES OF OPERATION

The TCM3105 FSK modem is made up of four functional circuits. The circuits are the transmitter, the receiver, a carrier detector, and control and timing (see Figure 1).

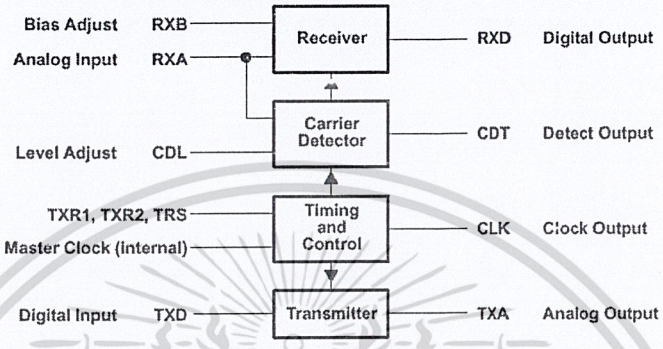


Figure 1. TCM3105 System Partitioning

transmitter

The transmitter comprises a phase-coherent FSK modulator, a transmit filter, and a transmit amplifier. The modulator is a programmable frequency synthesizer that drives the output frequencies by variable division of the oscillator frequency (4.4336 MHz). The division ratio is set by the states of the transmit/receive standard input (TRS), the bit-rate select inputs (TXR1 and TXR2), and the digital data input (TXD).

A switched-capacitor low-pass filter limits the harmonics and noise outside the transmit band, and the characteristics of this filter are set by the frequency-select inputs as previously described. The harmonics introduced by the transmit filter clock are removed by a continuous low-pass filter.

The transmitter output level varies with power supply voltage and so must be compensated in the 2-wire to 4-wire converter to give a constant output level to the line.

receiver

A continuous low-pass antialiasing filter is followed by the receiver amplifier, which automatically controls the gain to give a constant output level from the receiver filter. The receiver filter limits the bandwidth of the signal presented to the demodulator reducing out-of-band interference and has very high rejection of the transmit channel frequencies. These are typically present at much higher levels than the received signal.

The group delay equalizer is a switched-capacitor network that compensates the delay introduced by the receiver filter and the network. The output from the equalizer is then limited to give an FSK modulated squarewave that is presented to the demodulator.

The demodulator is an edge-triggered multivibrator that triggers off positive- and negative-going edges. The output of the demodulator is a stream of constant-length pulses at a frequency that is double the frequency of the limited input signal. The dc component of this signal is proportional to the received frequency and is extracted by a switched-capacitor, low-pass, post-demodulator filter.

The variation of dc level with received frequency is presented to a comparator that slices at a level externally fixed by the RXB bias-adjustment pin. This voltage depends on received bit rate and internal offsets. The comparator output is then the received data at RXD.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

carrier detect

The carrier-detect circuits comprise an energy detector and digital delay. The energy detector compares the total signal level at the output of the receive filter to an externally set threshold level on the CDL input. The comparator has a 2.5-dB hysteresis and a delay to allow for momentary signal loss and to prevent oscillation. The output detector is available on CDT where a high level indicates that a carrier is present. The data output is clamped to a mark condition when the carrier-detect output switches off at the end of transmission.

control and timing

An on-chip oscillator runs from an external 4.4336-MHz crystal connected between OSC1 and OSC2 or an external signal driving OSC1. A clock signal equal to 16 times the highest selected bit rate (transmit or receive) is available on the CLK output.

The single-supply rail means that all analog functions are referenced to an internally generated reference. All analog inputs and outputs must be ac coupled.

transmit and receive modes

The various modes of operation of the TCM3105 are given in Table 1. The data convention is that a logic high is a mark and a logic low is a space.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

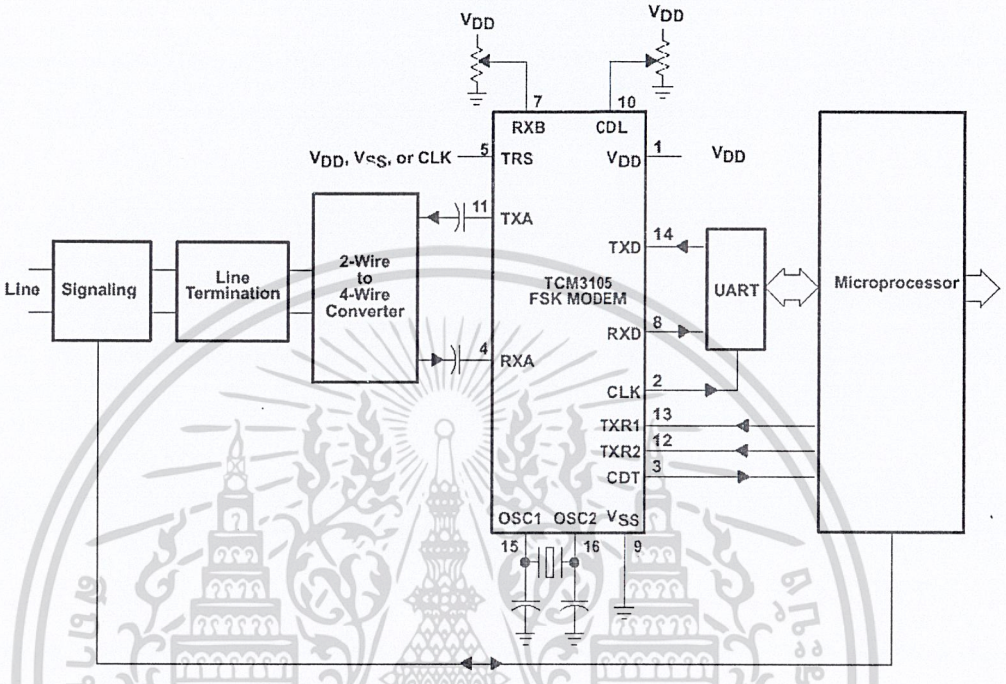
Table 1. Modes of Operation

STANDARD	TRS	TXR1	TXR2	TRANSMITTED BAUD RATE	RECEIVED BAUD RATE	TRANSMIT FREQUENCY ASSIGNMENTS (Hz)	RECEIVE FREQUENCY ASSIGNMENTS (Hz)	CLK FREQUENCY (kHz)
CCITT V.23	L	L	L	1200	1200	M 1300 S 2100	M 1300 S 2100	19.11
	H	L	L	1200	75	M 1300 S 2100	M 390 S 450	19.11
	L	L	H	600	75	M 1300 S 1700	M 390 S 450	9.56
	H	L	H	600	600	M 1300 S 1700	M 1300 S 1700	9.56
	L	H	L	75	1200	M 390 S 450	M 1300 S 2100	19.11
	H	H	L	75	600	M 390 S 450	M 1300 S 1700	9.56
	L	H	H	75	75	M 390 S 450	M 390 S 450	1.19
BELL 202	$\overline{CLK}$	L	L	1200	1200	M 1200 S 2200	M 1200 S 2200	19.11
	$\overline{CLK/8}$	L	H	1200	150	M 1200 S 2200	M 387 S 487	19.11
	$\overline{CLK/8}$	L	H	1200	5	M 1200 S 2200	M 387 S 0	19.11
	CLK	H	L	150	1200	M 387 S 487	M 1200 S 2200	19.11
	CLK	H	H	150	150	M 387 S 487	M 387 S 487	2.39
	CLK†	H†	L†	5	1200	M 387	M 1200 S 2200	19.11
	H†	H†	H†			S 0		
	H	H	H	Transmit Disabled	1200	Transmit Disabled	M 1200 S 2200	19.11

H = high level, L = low level
† In these modes, the modulation is controlled by TRS and TXR2. TXD is tied high.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION

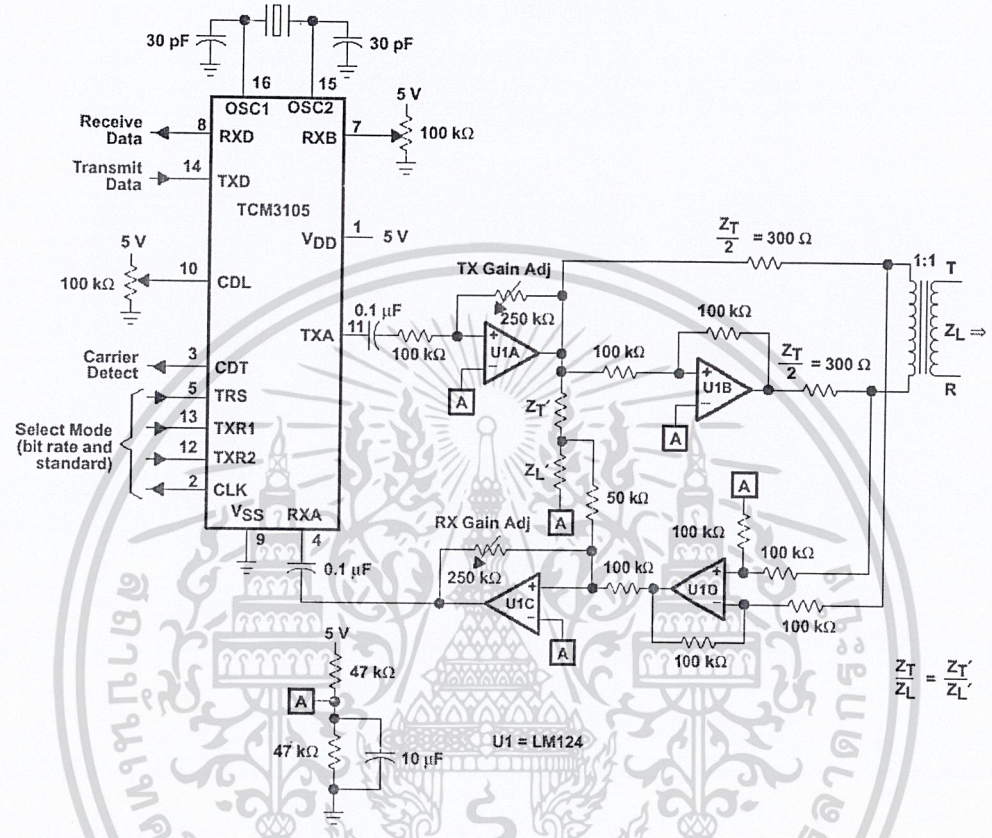


Pin numbers shown are for the J and N packages.

Figure 2. Typical System Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION



Pin numbers shown are for the J and N packages.

Figure 3. Telephone Line Interface Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION

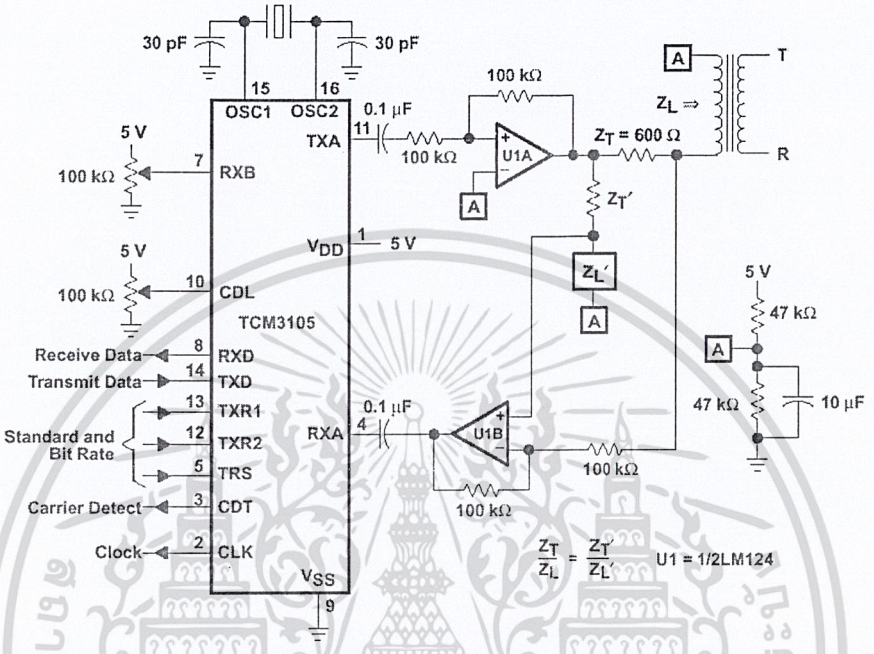


Figure 4. Simplified Telephone Line Interface Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

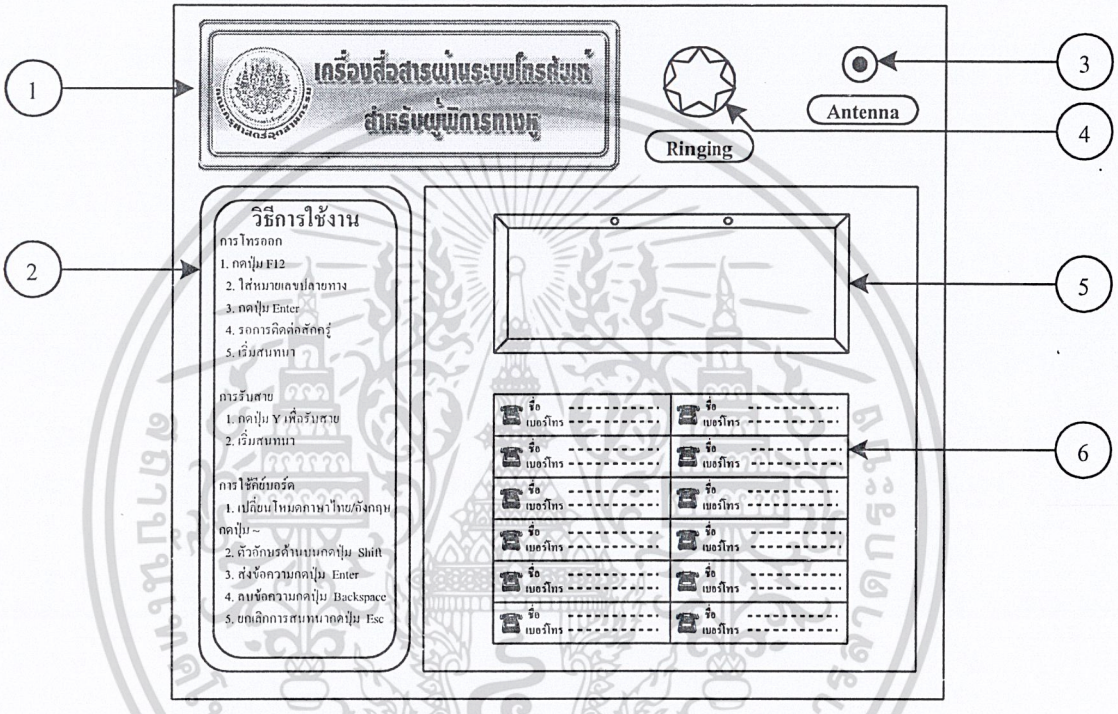
ภาคผนวก ฉ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

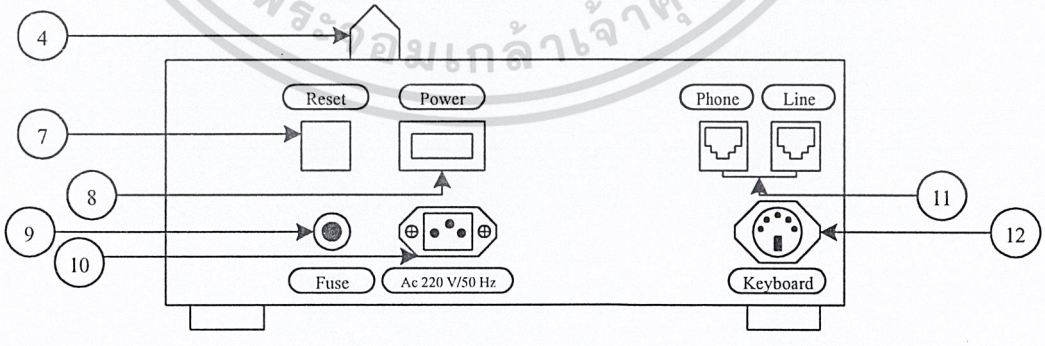
คู่มือการใช้งาน

เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

Telephone for The Deaf



รูปที่ ฉ.1 ด้านหน้าเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู



รูปที่ ฉ.2 ด้านหลังเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ส่วนประกอบของเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

หมายเลข 1 ชื่อโครงงาน “เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู

หมายเลข 2 คำอธิบายวิธีการใช้งาน

หมายเลข 3 สายอากาศ

หมายเลข 4 ไฟแสดงสัญญาณกระดิ่ง

หมายเลข 5 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

หมายเลข 6 ช่องบันทึกหมายเลขโทรศัพท์

หมายเลข 7 ปุ่มรีเซต

หมายเลข 8 สวิตช์ เปิด/ปิด

หมายเลข 9 ฟิวส์

หมายเลข 10 ช่องต่อไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์/50 เฮริตซ์

หมายเลข 11 ช่องต่อคู่สายโทรศัพท์

หมายเลข 12 ช่องต่อสายคีย์บอร์ด

2) ขั้นตอนการต่อใช้งาน

2.1) ต่อสายไฟเข้ากับช่องต่อสาย หมายเลข 10

2.2) ต่อคู่สายโทรศัพท์เข้าที่ช่อง Line

2.3) ต่อคู่สายจากเครื่องโทรศัพท์เข้าที่ช่อง Phone

2.4) ต่อหัวต่อคีย์บอร์ดเข้าที่ช่อง Keyboard

2.5) เปิดสวิตช์เข้าที่ Power

3) ขั้นตอนการใช้งาน

3.1) กรณีโทรออก

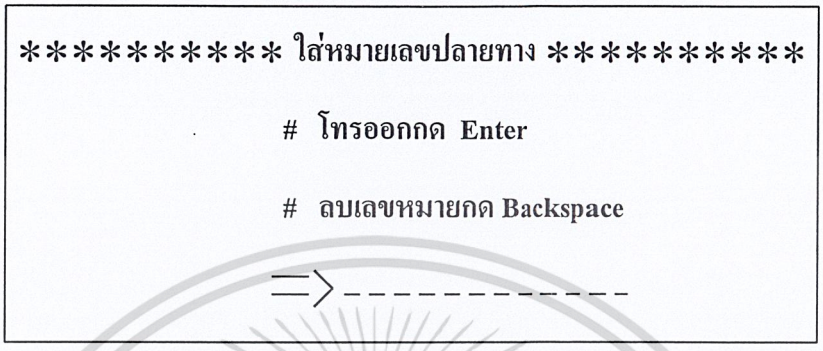
3.1.1) เมื่อทำการเปิดสวิตช์ หน้าจอของเครื่องจะแสดงข้อความดังรูปที่ ฉ.3

```
**************************
*                        *
*  เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์  *
*  สำหรับผู้พิการทางหู          *
*                        *
*********  ( โทรออกกด F12 )  *********
```

รูปที่ ฉ.3 หน้าจอของเครื่องเมื่อพร้อมทำงาน

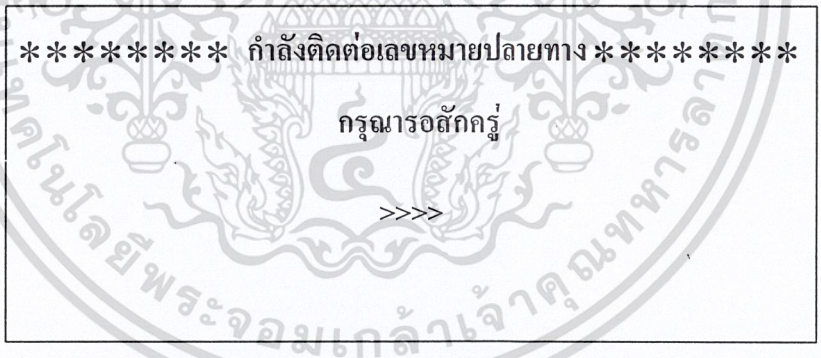
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2) กด F12 เพื่อต้องการโทรออก จากนั้นให้ใส่เลขหมายปลายทาง แล้วกด Enter หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ ฉ.4 หรือถ้าต้องการลบเลขหมายให้กด Backspace



รูปที่ ฉ.4 หน้าจอแสดงการรับเลขหมายปลายทาง

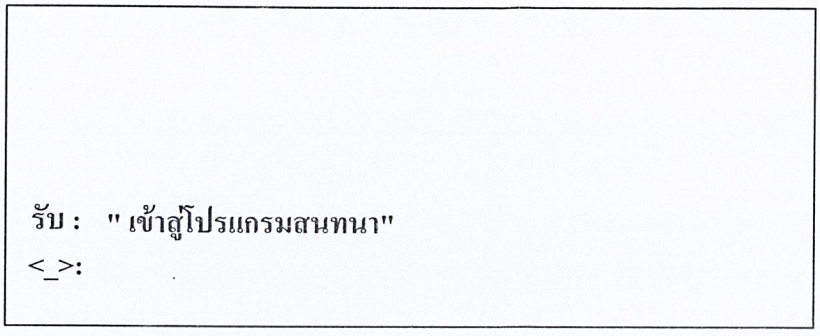
3.1.3) เมื่อทำการโทรออกแล้วหน้าจอของเครื่องจะแสดงข้อความ "กรุณารอสักครู่" แสดงดังรูปที่ ฉ.5



รูปที่ ฉ.5 หน้าจอแสดงเมื่อทำการโทรออก

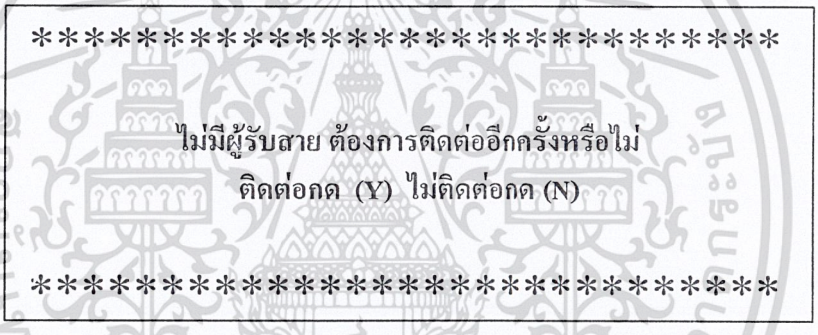
3.1.4) เมื่อทำการติดต่อเลขหมายปลายทางได้ และเป็นเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับหรับผู้พิการทางหู หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ ฉ.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.6 หน้าจอแสดงการสนทนา

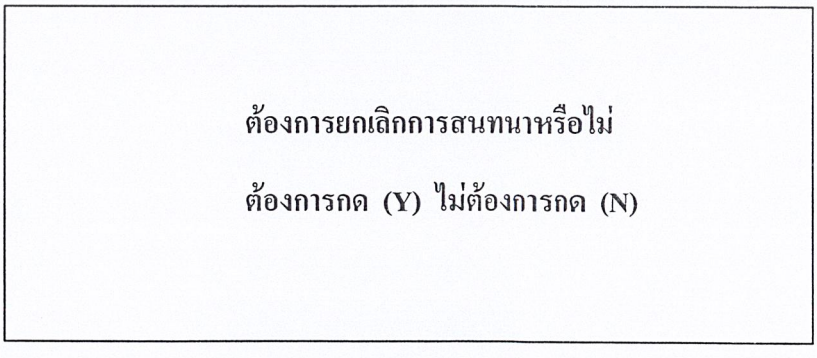
3.1.5) หากทำการติดต่อเลขหมายปลายทางแล้ว ไม่มีผู้รับสาย และต้องการติดต่อใหม่ ให้กด "Y" ไม่ต้องการติดต่อกด "N" หน้าจอแสดงดังรูป ฉ.7



รูปที่ ฉ.7 หน้าจอแสดงการติดต่อเลขหมายซ้ำ

3.1.6) เมื่อกด "Y" เครื่องจะทำการหมุนทวนเลขหมายสุดท้ายให้อีกครั้ง ถ้ากด "N" จะกลับสู่หน้าจอหลัก

3.1.7) เมื่อต้องการยกเลิกการสนทนา ให้กดปุ่ม "Esc" เครื่องจะแสดงดังรูปที่ ฉ.8



รูปที่ ฉ.8 หน้าจอแสดงเมื่อกดปุ่ม Esc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8) หากต้องการยกเลิกการสนทนา ให้กดปุ่ม “Y” เครื่องจะวางสายโทรศัพท์และกลับสู่หน้าจอหลัก ถ้ากด “N” จะกลับสู่หน้าจอการสนทนาอีกครั้ง

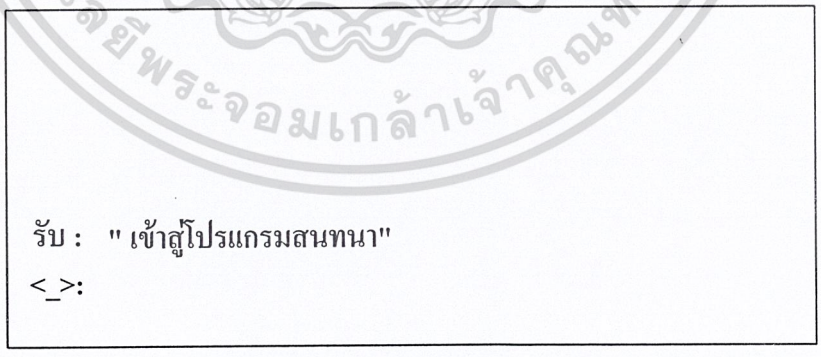
3.2) กรณีรับสาย

3.2.1) เมื่อมีสายเรียกเข้า หลอดไฟที่เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูจะติดดับตามจังหวะสัญญาณกระดิ่ง และชุดรับสัญญาณเตือนจะสั่น หน้าจอจะแสดงข้อความดังรูปที่ ฉ.9

รูปที่ ฉ.9 หน้าจอแสดงเมื่อมีสายเรียกเข้า

3.2.2) เมื่อกดปุ่ม “Y” เพื่อรับสายเครื่องจะแสดงข้อความ “กรุณารอสักครู่”

3.2.3) ถ้าเป็นเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูโทรเข้ามา เครื่องจะแสดงหน้าจอให้สนทนาได้ ดังรูปที่ ฉ.10



รูปที่ ฉ.10 หน้าจอแสดงการสนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4) ถ้าเป็นเครื่องโทรศัพท์ธรรมดา หน้าจอจะแสดงข้อความ “กรุณารอสักครู่” จากนั้นจะมีข้อความเสียงตอบกลับว่า “ขออภัยค่ะ นี้คือระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู กรุณาใช้เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหูในการติดต่อค่ะ” หลังจากส่งข้อความเสียงเสร็จเรียบร้อย เครื่องจะกลับสู่หน้าจอหลัก

3.3) กรณีที่เครื่องโทรศัพท์ธรรมดาต่อพ่วง และใช้งานอยู่

เมื่อมีการใช้งานเครื่องโทรศัพท์ที่ต่อพ่วงอยู่กับเครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู หน้าจอจะแสดงข้อความดังรูปที่ ฉ.11

```
**********************************
*                                *
*   เครื่องโทรศัพท์ที่ต่อพ่วงกำลังใช้งาน   *
*        ไม่สามารถโทรออกได้       *
*                                *
**********************************
```

รูปที่ ฉ.11 หน้าจอแสดงเมื่อเครื่องโทรศัพท์ต่อใช้งานอยู่

หมายเหตุ ถ้าไม่ได้ต่อคีย์บอร์ด เครื่องสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางหู จะไม่แสดงข้อความใดๆ ทั้งสิ้น

ตารางที่ ฉ.1 ข้อความที่เก็บไว้ในปุ่ม F1 - F12

F1	สวัสดี	F7	นอนหลับฝันดีนะ
F2	สบายดีไหม	F8	บ๊าย บาย
F3	ทานข้าวหรือยัง	F9	I LOVE YOU
F4	ทำอะไรอยู่	F10	I Miss You
F5	อยู่ที่ไหนตอนนี้	F11	ตอนนี้เวลาเท่าไร
F6	มีอะไรให้ช่วยไหม	F12	กำลังจะเดินทางไปไหน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัลยาณี บุญชู และคณะ. “ชุดฝึกชุมสายโทรศัพท์.” ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.2541

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และวรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.2543

ณรงค์ ตันจินซุย และคณะ. “ชุดตอบรับ และโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์” ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.2538

พงศักดิ์ อำนวยผล และคณะ. “เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมส่งผ่านคลื่นวิทยุ.” ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

ภัทราภรณ์ ประสงค์สุข และคณะ. “สถานีทวนสัญญาณ และวิทยุโทรศัพท์ ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับวิทยุสมัครเล่น.” ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวศิโรรัตน์ อดุลศิริ
วันเดือนปีเกิด	12 ตุลาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	86 หมู่ 6 ตำบลบัวงาม อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี 70130 โทรศัพท์ 0-3236-7071
ที่อยู่ปัจจุบัน	656/37 หมู่ 4 ซ. ประเสริฐสุข แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	0-2737-0398
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดตาลเรียง
มัธยมศึกษา	โรงเรียนบางแพปฐมพิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
คติพจน์	“อย่าคิดมากเลย พรุ่งนี้ก็เช้าแล้ว”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายเอกชัย ราชพิทักษ์
วันเดือนปีเกิด	27 พฤษภาคม พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดพังงา
ภูมิลำเนาเดิม	92/1 หมู่ 8 ตำบลนาเตย อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา 82120
ที่อยู่ปัจจุบัน	92/1 หมู่ 8 ตำบลนาเตย อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา 82120
โทรศัพท์	0-7643-4049
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านบางคลี
มัธยมศึกษา	โรงเรียนท้ายเหมืองวิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
คติพจน์	“ทำวันนี้ ให้ดีที่สุด”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายนพพร พลายระหาร
วันเดือนปีเกิด	17 กันยายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดระยอง
ภูมิลำเนาเดิม	166/6 หมู่ 7 ตำบลบ้านฉาง อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง 21130
ที่อยู่ปัจจุบัน	166/6 หมู่ 7 ตำบลบ้านฉาง อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง 21130
โทรศัพท์	0-9832-3105
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านเขาห้วยมะหาด
มัธยมศึกษา	โรงเรียนบ้านฉางกาญจนกุลวิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	โรงเรียนเทคโนโลยีทีพีไอ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
คติพจน์	“ มั่นใจในความถูกต้อง ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายกิติภูมิ กาญจนา
วันเดือนปีเกิด	18 พฤศจิกายน 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่
ภูมิลำเนาเดิม	123 หมู่ 2 ตำบลสันทรายหลวง
	อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50210
ที่อยู่ปัจจุบัน	123 หมู่ 2 ตำบลสันทรายหลวง
	อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50210
โทรศัพท์	0-5339-7277
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนคำเที่ยงอนุสรณ์
มัธยมศึกษา	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
	เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	ได้รับรางวัลชมเชย ประเภท ช่างอิเล็กทรอนิกส์
	ระดับ ปวช. งานศิลปหัตถกรรมนักเรียน
	ครั้งที่ 50 กระทรวงศึกษาธิการ
คติพจน์	“งานหนักไม่เคยฆ่าคน”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้