สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

นางสาวพรทิพย์ เตรียมประทีป

นายเอกกมล นิลอาชา

ปก.
W295
2538

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

b1351028

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Home Control System

Miss. Porntip Triamprateep

Mr. Eakkamol Nilarcha

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Physics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก
โดย	นางสาวพรทิพย์ เตรียมประทีป
	นายเอกกมล นิลอาชา
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. วิชิต ศิริโชติ
	ผศ. ดร. ปรีชา เทียนสมประสงค์

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....

(รศ. สุรพล รักวิจัย) หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ

.....

(ผศ. วิชิต ศิริโชติ) ประธานกรรมการ

.....

(ผศ. ดร. ปรีชา เทียนสมประสงค์) กรรมการ

.....

(ผศ. ศิริศักดิ์ เตชะทวีกุล) กรรมการ

.....

(อ. สุ่น จ่างประยูร) กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก
โดย	นางสาวพรทิพย์ เตรียมประทีป
	นายเอกกมล นิลอาชา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. วิชิต ศิริโชติ
	ผศ. ดร. ปรีชา เทียนสมประสงค์
ปีการศึกษา	2538

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ได้พัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้งานภายในบ้านโดยใช้ชื่อว่า ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก ระบบนี้จะอาศัยคู่สายโทรศัพท์ที่มีใช้กันอยู่ในการส่งคำสั่งควบคุมระยะไกลและออกแบบให้มีโหมดในการทำงาน 3 โหมดด้วยกัน คือ 1) โหมดการตอบรับโทรศัพท์ 2) โหมดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าระยะไกล และ 3) โหมดการเตือนภัยอัตโนมัติ สำหรับโหมดการตอบรับโทรศัพท์นั้นผู้ที่ทำการติดต่อสามารถฝากข้อความได้ 90 วินาที และสำหรับผู้ที่ทราบรหัสผ่านก็สามารถสอบถามข้อความดังกล่าวได้โดยใช้สัญญาณ DTMF ในโหมดการควบคุมระยะไกลจะใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้มีขนาด 5 A 220 VAC และสามารถมีได้ทั้งสิ้น 3 ตัว สำหรับการเตือนภัยอัตโนมัติจะใช้ตัวตรวจจับไฟไหม้และตัวตรวจจับผู้บุกรุกอย่างละ 8 ช่อง เมื่อได้รับสัญญาณกระตุ้นระบบจะทำการเรียกเลขหมายปลายทางโดยอัตโนมัติโดยอาศัยสัญญาณ DTMF ในการควบคุมการส่งคำสั่งและสื่อสารกับผู้ที่ทำการติดต่อด้วยข้อมูลเสียงพูดที่ทำการบันทึกไว้ในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Home Control System
Name	Miss. Porntip Triamprateep
	Mr. Eakkamol Nilarcha
Special Project Advisor	Asst. Prof. Wichit Sirichote
	Asst. Prof. Dr. Preecha Tiansomprasong
Department	Applied Physics
Academic	1995

Abstract

This project developed an electronic device as a home control system. The system uses the existing phone line as a telecommand transmitting media and provide three modes of controlling i.e., 1) Telephone Answering Machine 2) Electrical Appliance Remote Control and 3) Autodialer for Emergency Call. For the answering mode , user can leave message in digital memory up to 90 seconds. Those who have password can remotely retrieve the stored message via a DTMF signaling. The remote control mode controls home electrical appliances of 5 A 220 VAC with three outputs. For third mode , the home control system has 8 channels of fire sensor , when activated the system will call the user automatically. The system communicate with a user using the recorded voice transfered and controlled by DTMF signal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่ายดังนี้

พ่อแม่	ผู้ให้การดูแล , ความห่วงใย และกำลังใจ
ผศ. ดร. ปรีชา เทียนสมประสงค์	ผู้ให้ความรู้และคอยให้ความช่วยเหลือทางด้านการเงิน
ผศ. วิชิต ศิริโชติ	ผู้ให้คำแนะนำและให้ประสบการณ์ความรู้
คุณณรงค์ แสงแก้ว	ผู้ให้คำแนะนำเช่นกัน
คุณศศิวรรณ ศิริทองถาวร	ผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงงานพิเศษ
คุณสันติ หาญกล้า	ผู้ให้ความช่วยเหลือในการเขียนรูปวงจรและให้ความบันเทิง
คุณศดิธร วัชราพฤกษ์	ผู้เอื้อเฟื้อคอมพิวเตอร์ในการพิมพ์รายงาน
คุณพรศรี ตั้งพัฒนากิจเจริญ	ผู้เอื้อเฟื้อคอมพิวเตอร์ในการพิมพ์รายงาน
คุณปราโมทย์ เลิศลักษณ์ศิริกุล	ผู้เอื้อเฟื้อคอมพิวเตอร์ในการพิมพ์รายงาน
คุณอติชาติ วงศ์รัตน์	ผู้เอื้อเฟื้อเครื่องพิมพ์ในการพิมพ์รายงาน
ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์	ผู้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำโครงงานพิเศษ
คณะกรรมการทุกท่าน	ที่กรุณาตรวจทานรายงานโครงงานพิเศษ
เพื่อน ๆ ทุกคน	ผู้มีน้ำใจแบ่งปันสิ่งของและความรู้สึกร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบาญเรื่อง	ง
สารบาญรูป	ช
สารบาญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำโครงงานพิเศษ	1
1.3 วิธีดำเนินการ	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 ระบบโทรศัพท์	3
2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์	3
2.1.2 กลไกการเชื่อมต่อวงจร	4
2.1.3 ระดับสัญญาณที่ใช้ในระบบโทรศัพท์	6
2.1.4 การสนทนา	7
2.1.5 ระบบการส่งสัญญาณในสายส่ง	7
2.1.6 สัญญาณเสียงพูด	7
2.1.7 สัญญาณรบกวน	10
2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์	10
2.2.1 ลักษณะทั่วไปของ MCS-51	10
2.2.2 ตำแหน่งขาของ MCS-51	12
2.2.3 โครงสร้างภายในของ MCS-51	16
2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับ ISD2590 Single-Chip Voice Recorder/Playback Device 90-Second Durations	21
2.3.1 ลักษณะโดยทั่วไป	21
2.3.2 คุณสมบัติของ ISD2590	22
2.3.3 รายละเอียดของ ISD2590	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.3.4 รายละเอียดของขาสัญญาณของ ISD2590 25
2.3.5 โหมดของการทำงาน 28
2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับ MT8870D Integrated DTMF Reciever 37
2..4.1 โครงสร้างภายในของ MT8870D 38
2.4.2 ฟังก์ชันการทำงานภายในของ MT8870D 39
2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับ MC145412 Pulse/Tone Repertory Dialer 42
2.5.1 ลักษณะและคุณสมบัติของ MC145412 42
2.5.2 รายละเอียดของแต่ละขาของ MC145412 44
2.5.3 คำอธิบายทั่วไปของ MC145412 46
2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับ LM567 Tone Decorder 48
บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ 50
3.1 คุณสมบัติของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก 50
3.2 หลักการทำงานของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก 51
3.3 การออกแบบ 54
3.3.1 วงจรเสียงพูด 54
3.3.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็น BCD 55
3.3.3 วงจรเข้ารหัสสัญญาณ DTMF 56
3.3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง 57
3.3.5 วงจรตรวจจับสัญญาณสายว่างและสายไม่ว่าง 59
3.3.6 วงจรที่ใช้ในการตัดต่อขาสัญญาณ 60
3.3.7 วงจรมัลติเพล็กเซอร์ 61
3.3.8 วงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไฟสลับ 220 โวลต์ 62
3.3.9 วงจรของตัวตรวจจับ 63
3.3.10 การคัปปลิงกับคู่สายโทรศัพท์ 64
3.3.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟ 65
3.4 แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน 66
บทที่ 4 ผลการทดลอง 81
4.1 ผลการทดลองของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง 81
4.2 ผลการทดลองของวงจรตรวจจับสัญญาณสายว่างและไม่ว่าง 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

4.3 ผลการทดลองของวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็น BCD 83

4.4 ผลการทดลองของวงจรเข้ารหัสสัญญาณ DTMF 84

4.5 ผลการทดลองของวงจรมัลติเพล็กเซอร์ 86

บทที่ 5 สรุปผลและแนวทางการพัฒนา 87

ภาคผนวก ก. โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

ภาคผนวก ข. วงจรรวมของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

ภาคผนวก ค. รูปถ่ายของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

ภาคผนวก ง. รายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

ประวัติผู้จัดทำโครงงานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1.1	แสดงวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น	4
รูปที่ 2.1.2	แสดงความถี่ที่มอดูเลตกันเมื่อมีการกดหมายเลข	5
รูปที่ 2.1.3	แสดงแถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด	8
รูปที่ 2.1.4	แสดงสัญญาณคร่าว ๆ ที่อยู่ทั้งในและนอกย่านความถี่เสียง	8
รูปที่ 2.1.5	แสดงวงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ	9
รูปที่ 2.2.1	แสดงตำแหน่งขาของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	12
รูปที่ 2.2.2	แสดงโครงสร้างภายในของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	16
รูปที่ 2.2.3	แสดงโครงสร้างหน่วยความจำทั้งหมดของ MCS-51	17
รูปที่ 2.2.4	แสดงโครงสร้างและตำแหน่งของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะใน MCS-51	19
รูปที่ 2.2.5	แสดงการเลือกรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 แต่ละกลุ่ม	20
รูปที่ 2.3.1	แสดงบล็อกไดอะแกรมของ ISD2590	23
รูปที่ 2.3.2	แสดงการจัดเรียงขาของ ISD2590 ก) แบบ DIP/SOIC ข) แบบ TSOP	23
รูปที่ 2.3.3	แสดงการใช้งานของวงจรในโหมดการอ้างแอดเดรส	32
รูปที่ 2.3.4	แสดงการใช้งานของวงจรในโหมด Push-Button	33
รูปที่ 2.3.5	แสดงลักษณะการเชื่อมต่อ ISD2590 กับไมโครคอนโทรลเลอร์	34
รูปที่ 2.3.6	แสดงไทม์มิงไดอะแกรมในโหมดการอ้างแอดเดรส	35
รูปที่ 2.3.7	แสดงไทม์มิงไดอะแกรมในโหมด Push-Button	36
รูปที่ 2.4.1	แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870D	38
รูปที่ 2.4.2	แสดงการใช้งานเบื้องต้นของ MT8870D	39
รูปที่ 2.4.3	แสดงวงจรรวมสัญญาณอย่างง่ายและการคำนวณการ์ดไทม์	40
รูปที่ 2.4.4	แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต	41
รูปที่ 2.4.5	แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่	42
รูปที่ 2.5.1	ก) แสดงลักษณะของตัวถังมาตรฐานแบบ DIP ของไอซีตระกูล 145XXXX ข) แสดงลักษณะการจัดเรียงขาของ MC145412	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 2.5.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนประกอบภายในทั้งหมด 43
รูปที่ 2.5.3 แสดงลักษณะของคีย์บอร์ด 46
รูปที่ 2.5.4 แสดงไทม์มิงไดอะแกรมของ MC145412 47
รูปที่ 2.6.1 แสดงลักษณะขาสัญญาณและลักษณะวงจรภายในของตัวถังแบบ DIP 48
รูปที่ 2.6.2 วงจรที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ AC 49
รูปที่ 3.2.1 แสดงการเชื่อมต่อระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก 51
รูปที่ 3.2.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก 52
รูปที่ 3.3.1 แสดงลักษณะของวงจรเสียงพูด 54
รูปที่ 3.3.2 แสดงลักษณะของวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF 55
รูปที่ 3.3.3 แสดงลักษณะของวงจรเข้ารหัสสัญญาณ DTMF 56
รูปที่ 3.3.4 แสดงลักษณะของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง 57
รูปที่ 3.3.5 แสดงลักษณะของวงจรตรวจจับสายว่างและไม่ว่าง 59
รูปที่ 3.3.6 แสดงลักษณะของวงจรที่ใช้ในการตัดต่อขาสัญญาณ 60
รูปที่ 3.3.7 แสดงลักษณะของวงจรมัลติเพล็กเซอร์ 61
รูปที่ 3.3.8 แสดงลักษณะของวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไฟสลับ 220 โวลต์ 62
รูปที่ 3.3.9 แสดงลักษณะของวงจรของตัวตรวจจับ 63
รูปที่ 3.3.10 แสดงลักษณะการคัปปลิงกับคู่สายโทรศัพท์ 64
รูปที่ 3.3.11 แสดงลักษณะของวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง +5V,+12V และมีแบตเตอรีสำรอง 65
รูปที่ 4.1.1 แสดงรูปสัญญาณของสัญญาณกระดิ่ง 81
รูปที่ 4.1.2 แสดงรูปสัญญาณเอาท์พุตที่ได้ในขณะที่มีสัญญาณกระดิ่ง 81
รูปที่ 4.2.1 แสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณสายว่างทางด้านอินพุตและเอาท์พุตของวงจร 82
รูปที่ 4.2.2 แสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณสายไม่ว่างทางด้านอินพุตและเอาท์พุตของวงจร 83
รูปที่ 4.4.1 แสดงตัวอย่างของสัญญาณ DTMF หมายเลข 9 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1.1 ระดับสัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์ในช่วงการใช้งานต่าง ๆ	6
ตารางที่ 2.3.1 แสดงคุณลักษณะที่สำคัญของ ISD2590	21
ตารางที่ 2.3.2 โหมดของการทำงาน	28
ตารางที่ 2.3.3 แสดงการควบคุมการทำงานในโหมดการอ้างแอดเดรส	32
ตารางที่ 2.3.4 แสดงการควบคุมการทำงานในโหมด Push-Button	33
ตารางที่ 2.4.1 ค่าเลขฐานสองที่ได้จากการถอดรหัสความถี่ DTMF	37
ตารางที่ 2.5.1 แสดงวิธีการเลือกโหมด	44
ตารางที่ 3.3.1 แสดงการทำงานของไอซีเบอร์ 74HC139	57
ตารางที่ 4.3.1 แสดงค่าข้อมูลที่ได้จากวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็น BCD	84
ตารางที่ 4.4.1 แสดงค่าข้อมูลในการกดคีย์	85
ตารางที่ 4.5.1 แสดงค่าของข้อมูลในการอ้างแอดเดรสทั้ง 16 ช่อง	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารและโทรคมนาคมมีความก้าวหน้ามากและยังได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกรวดเร็วในด้านการติดต่อสื่อสาร ระบบโทรศัพท์นับว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารรูปแบบหนึ่งซึ่งมีความสะดวกรวดเร็ว และง่ายต่อการใช้งานเมื่อเปรียบเทียบกับการสื่อสารรูปแบบอื่นๆ และด้วยความรู้ความสามารถของมนุษย์จึงได้มีการพัฒนาอุปกรณ์โทรศัพท์ให้สามารถใช้งานในลักษณะพิเศษอื่น ๆ ได้ เช่น ใช้เป็นระบบฝากข้อความอัตโนมัติทางโทรศัพท์, ใช้เป็นระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์ และใช้เป็นระบบเตือนภัยอัตโนมัติทางโทรศัพท์ เป็นต้น ซึ่งล้วนแล้วแต่แสดงถึงความทันสมัยและอำนวยความสะดวกสบาย รวมทั้งยังช่วยเพิ่มความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินอีกด้วย ดังนั้นเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว โครงงานนี้จึงได้พัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถทำงานในลักษณะพิเศษทั้งสามที่กล่าวมาข้างต้น และใช้ชื่อว่า ***ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก (Home Control System)***

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำโครงงานพิเศษ

- เพื่อศึกษาการทำงานของระบบโทรศัพท์
- เพื่อศึกษาการทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
- เพื่อศึกษาและออกแบบระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก โดยอาศัยการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
- เพื่อพัฒนาระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็กให้มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยสามารถนำเอาคุณลักษณะพิเศษของการใช้งานโทรศัพท์ในรูปแบบต่าง ๆ มาผสมผสานให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
- เรียนรู้ลักษณะการทำงานที่เป็นระบบ และรู้จักวิเคราะห์ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วิธีการดำเนินงาน

- ศึกษาระบบโทรศัพท์และระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
- วางขอบเขตของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก อย่างคร่าว ๆ
- ศึกษาหาข้อมูลและออกแบบระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็กโดยรวม ซึ่งประกอบด้วย วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) เป็น BCD , วงจรเข้ารหัสสัญญาณ DTMF , วงจรเสียงพูด , วงจรมัลติเพลิ็กเซอร์ , วงจรตัดต่อคู่สายโทรศัพท์ , วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ,วงจรตรวจจับสัญญาณสายว่างและสายไม่ว่าง , วงจรออปโตไอโซเลเตอร์ ตามลำดับ
- ทำการต่อวงจรแต่ละส่วนและทดสอบการทำงานของวงจรแต่ละส่วนโดยวิธี Simple Hard-Wire
- เชื่อมวงจรแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน และเขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานทีละขั้นตอนจนเสร็จสมบูรณ์
- ประกอบชิ้นงานให้เสร็จสมบูรณ์ พร้อมที่จะนำไปใช้งานจริง

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

- ทำให้เข้าใจการทำงานของระบบโทรศัพท์และสัญญาณต่าง ๆ
- ทำให้เข้าใจการทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ทำให้รู้จักค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา
- สามารถสร้างระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก เพื่ออำนวยความสะดวกสบายและลดความเสียหายของชีวิตและทรัพย์สินได้อย่างทันท่วงที
- รู้จักวิธีการทำงานอย่างมีระบบ วิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างมีหลักการและเหตุผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ระบบโทรศัพท์

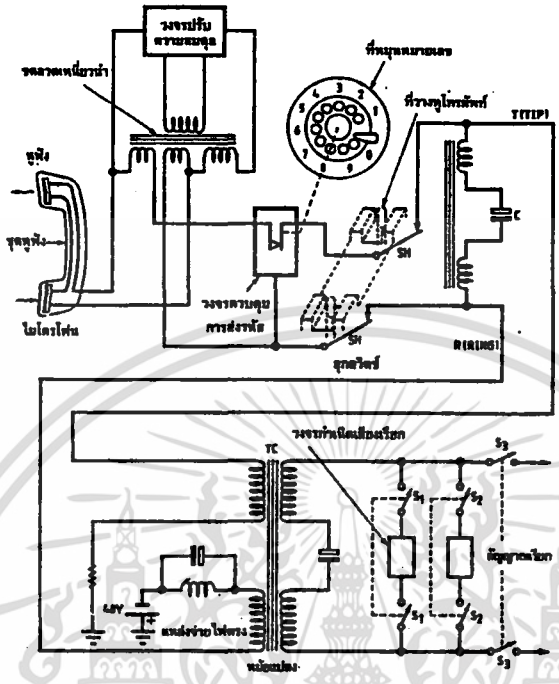
2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์

โทรศัพท์ที่เคยเห็นกันทั่ว ๆ ไปมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ แบบกดปุ่มและแบบหมุน แต่หน้าที่ของทั้งสองระบบก็จะเหมือน ๆ กัน จะต่างกันก็ตรงที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ หน้าที่หลัก ๆ ของทั้งสองระบบที่เหมือนกันสามารถสรุปได้ดังนี้

- ชุมสายจะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
- ชุมสายจะส่งสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณหมุน (dial tone) บอกว่าพร้อมที่จะให้ทำการกดหรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อได้ซึ่งก็คือ เสียงที่ได้ยินเมื่อเวลายกหู เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิร์ตซ์ กับ 440 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตรวมกัน
- เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อด้วย ไปยังชุมสายที่ควบคุม
- ชุมสายจะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่า หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยว่างหรือไม่ ถ้าว่าง ก็จะส่งสัญญาณเรียกกลับ (ring back) ซึ่งมีความถี่ 440 เฮิร์ตซ์ กับ 480 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตกันมา โดยจะดัง 1 วินาทีแล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไป แต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะเรียกไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณความถี่ 480 เฮิร์ตซ์ กับ 620 เฮิร์ตซ์มอดูเลตกันมา
- สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียงได้
- เครื่องโทรศัพท์จะปรับแรงดันอย่างอัตโนมัติในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเกิดขึ้น
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสาย เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสิ้นสุดการใช้งานแล้วและให้ชุมสายเลิกการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กลไกการเชื่อมต่อวงจร



รูปที่ 2.1.1 แสดงวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น

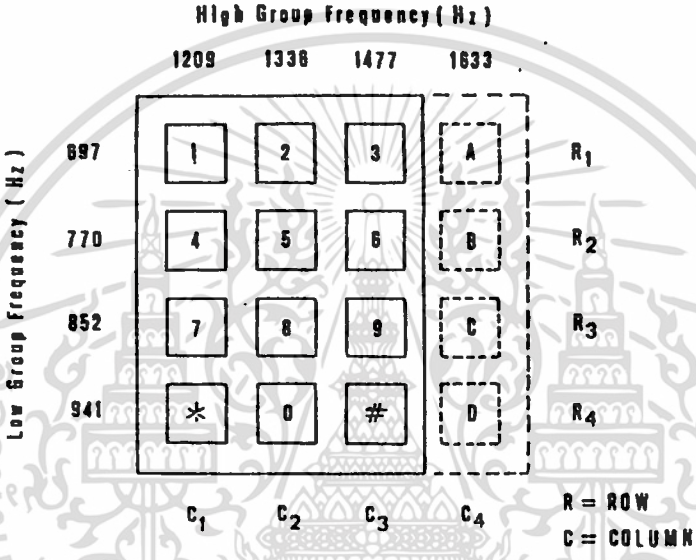
รูปที่ 2.1.1 แสดงถึงวงจรพื้นฐานรวมทั้งการเชื่อมต่อกับชุมสายจะเห็นว่าโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสายสองเส้นคือ T (TIP) และ R (RING) เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์ขึ้นแหล่งจ่ายไฟตรงของชุมสาย (48 โวลต์) ก็จะถูกต่อเข้ากับวงจรของเครื่องโทรศัพท์โดยฮุกสวิตซ์ (hook-switch) ในส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างหูฟัง (ซึ่งรวมทั้งไมโครโฟนด้วย) กับสายโทรศัพท์ก็จะต้องมีหม้อแปลงอัตโนมัติ (auto transformer) ทำหน้าที่ปรับอิมพิแดนซ์ของหูฟังและสายโทรศัพท์ให้สมดุลกัน เพื่อให้การรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพที่สุด รวมไปถึงการทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงที่ตัวเองพูดไป (side tone) ในระดับที่เหมาะสมด้วย

เมื่อมีการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายแล้ว ก็จะมีการส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์สวิตชิงเพื่อบอกให้รู้ว่าขณะนี้คู่สายไม่ว่างแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ก็คือ การส่งสัญญาณพัลส์ (pluse train) ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ เช่น ถ้ามีการส่งพัลส์ 1 พัลส์ ก็หมายถึงการหมุนหมายเลขหนึ่ง ส่ง 2 พัลส์ ก็หมายถึงเลขสอง ดังนั้นถ้าหมุนเลข 0 ก็จะมีการส่งพัลส์จำนวน 10 พัลส์นั่นเอง และความเร็วในการส่งก็คือ 10 พัลส์ต่อวินาที

สำหรับโทรศัพท์ที่ใช้การกดปุ่มนั้นก็จะเป็นการส่งสัญญาณที่มีค่าความถี่ที่แตกต่างกันออกไป สำหรับแต่ละหมายเลขที่มีอยู่ 10 ตัว ความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียงเพียงแต่ว่าในการกดครั้งหนึ่งจะมีสัญญาณเสียงที่มอดูเลตแล้วถูกส่งออกไป 2 ความถี่ตามรูปที่ 2.1.2



รูปที่ 2.1.2 แสดงความถี่ที่มอดูเลตกันเมื่อมีการกดหมายเลข [4]

ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF Dialling) คือ

- สามารถลดเวลาในการหมุนเลขหมายลงได้ ทำให้มีผลคือ เวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้ง (holding time) ลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับทราฟฟิค (traffic) ได้มากขึ้น
- สามารถใช้วงจรทางโซลิตสเตทอิเล็กทรอนิกส์ (Solid State Electronics) แทนอุปกรณ์ทางด้านแมคานิกส์ (mechanics) จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งเลขหมาย
- สามารถเพิ่มปุ่มกดได้อีก 4 ปุ่ม (คอลัมน์ที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริหารประเภทอื่น ๆ
- มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC (Stored Program Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางชุมสายเมื่อได้รับข้อมูลจากผู้เรียกแล้ว ก็จะแปลงสัญญาณที่ได้รับมาสั่งให้อุปกรณ์สวิตช์ซึ่งทำงานเพื่อทำการต่อสายให้กับผู้เรียก ถ้าปลายสายที่ต้องการติดต่อด้วยไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (busy tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถต่อวงจรให้ได้ แต่ถ้าปลายสายว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณกระดิ่ง (ringing tone) ไปยังปลายสายและส่งสัญญาณเรียกกลับ (ringback tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถต่อวงจรให้ได้ตามต้องการแล้ว

2.1.3 ระดับสัญญาณที่ใช้ในระบบโทรศัพท์

สัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์นั้นมีทั้งสัญญาณที่เป็นไฟกระแสตรง (DC) และสัญญาณไฟกระแสสลับ (AC) ซึ่งระดับโวลต์เตจของสัญญาณระหว่างคู่สายจะแตกต่างกันไป ดังแสดงในตาราง 2.1.1

ตารางที่ 2.1.1 ระดับสัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์ในช่วงการใช้งานต่าง ๆ

ช่วงเวลาการทำงาน	ระดับสัญญาณไฟกระแสตรง	ระดับสัญญาณไฟกระแสสลับ
ไม่ได้ใช้งาน (ไม่ได้ยกหูฟังขึ้น)	48 โวลต์	
ยกหูฟังขึ้น มีสัญญาณหมุน	10 โวลต์	600 มิลลิโวลต์
ขณะกดหมายเลข	10 โวลต์	ไม่เกิน 0.5 โวลต์
มีสัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่าง	10 โวลต์	400 มิลลิโวลต์
มีสัญญาณเรียกกลับ	10 โวลต์	400 มิลลิโวลต์
มีสัญญาณกระดิ่ง (สำหรับเครื่องผู้รับ)	48 โวลต์	110 โวลต์
มีการพูดระหว่างคู่สายโทรศัพท์	10 โวลต์	ไม่เกิน 1 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การสนทนา

เมื่อปลายทางหรือผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น การทำงานในส่วนควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุดเพื่อที่จะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่เรียกเข้ามาต่อไป แต่หน้าที่ของชุมสายสำหรับตอนนี้ก็คือ การทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการภายหลัง

ในระหว่างที่ทำการสนทนาอยู่ เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำงาน 2 โหมดไปพร้อม ๆ กันคือ แปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็น สัญญาณเสียง (acoustic energy) ซึ่งจะเรียกว่า โหมดรับสัญญาณ (receiver mode) และในทางกลับกันโหมดที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะเรียกว่า โหมดส่งสัญญาณ (transmitter mode) ในโหมดนี้นี่เองที่มีเรื่องของการป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้องนั่นก็คือ การที่ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงของตนเองจากหูฟังด้วยเรียกเสียงนี้ว่า side tone ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้อนกลับมาเพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าควรพูดให้มีเสียงดังระดับใดจึงจะเหมาะสมที่คู่สนทนาได้ยินเสียงพูดของผู้เรียกอย่างชัดเจน

เมื่อสิ้นสุดการสนทนา ทั้งสองฝ่ายวางหูโทรศัพท์ลงสัญญาณจากฮุกสวิตช์ก็จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่ออยู่ออก อุปกรณ์ต่าง ๆ ก็จะว่างและพร้อมสำหรับการติดต่อครั้งต่อไป

2.1.5 ระบบการส่งสัญญาณในสายส่ง

สัญญาณที่จะปรากฏในสายส่งจะสามารถแยกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ก็คือ สัญญาณเสียงที่พูดคุยกันและ สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมระบบสวิตชิงซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกนั่นเอง รวมทั้งสัญญาณเรียกกลับ สัญญาณสายไม่ว่าง

สัญญาณควบคุมที่ว่านี้ก็อาจจะเป็นได้ทั้งสัญญาณอะนาลอกหรือสัญญาณดิจิตอลก็ได้ เนื่องจากว่าโทรศัพท์แบบหมุนกับแบบกดปุ่มมีการส่งรหัสหมายเลขโทรศัพท์แตกต่างกัน

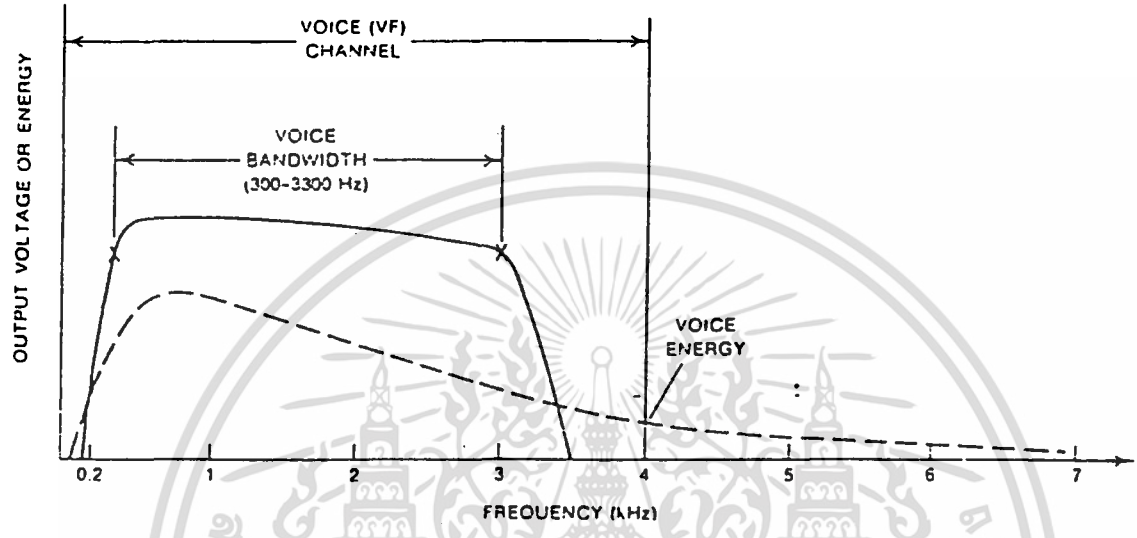
ดังนั้นในการส่งสัญญาณออกไปในสายส่งบางครั้งอาจจะมีการส่งทั้งสัญญาณดิจิตอลและสัญญาณอะนาลอกไปพร้อม ๆ กันก็ได้

2.1.6 สัญญาณเสียงพูด

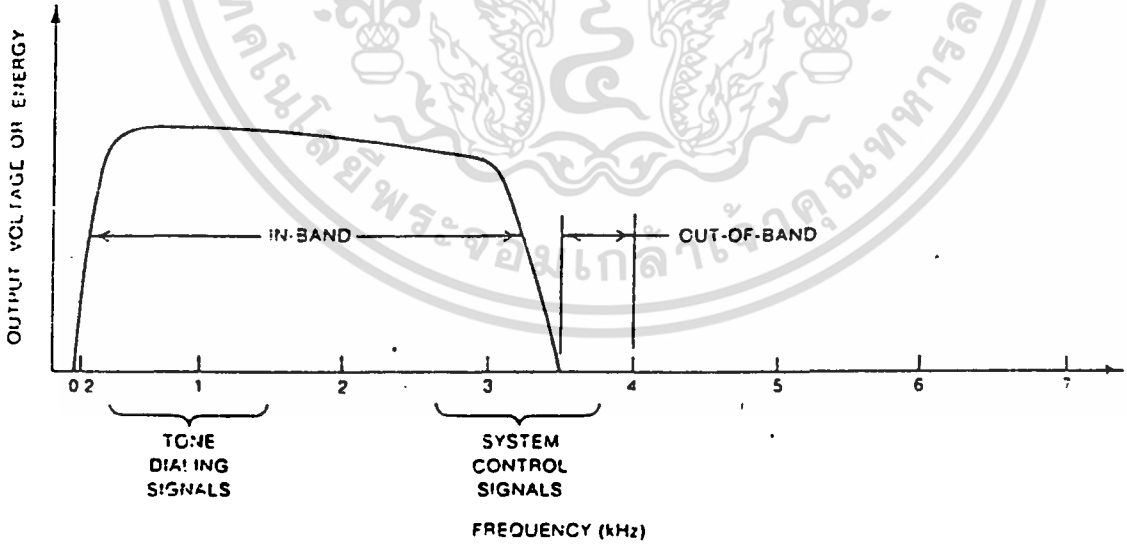
สัญญาณเสียงพูดจัดเป็นสัญญาณอะนาลอก จากรูปที่ 2.1.3 จะเห็นว่าเสียงพูดมีแบนด์วิดธ์ตั้งแต่ 100 เฮิร์ตซ์ ไปจนถึง 6 กิโลเฮิร์ตซ์ แต่จริง ๆ แล้วเสียงพูดที่ทำให้คนฟังสามารถฟังแล้วจับใจความได้สบาย ๆ จะอยู่ในช่วง 200 - 4,000 เฮิร์ตซ์เท่านั้น วงจรกรองความถี่จึงได้ถูกนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เพื่อป้องกันสัญญาณที่ไม่ต้องการเข้ามาภายในระบบ โดยจะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 - 4,000 เฮิร์ตซ์ สามารถผ่านเข้าไปในระบบได้และความถี่ย่านนี้ก็มีชื่อเรียกว่า ช่องสัญญาณเสียงพูด (voice channel) หรือ VF channel แต่อย่างไรก็ตามแบนด์วิดธ์ของเสียงพูดในการส่งจริงจะอยู่ในช่วง 300 - 3,000 เฮิร์ตซ์ เท่านั้น ไม่ได้มีการใช้ช่องสัญญาณในการส่งเต็มย่านความถี่



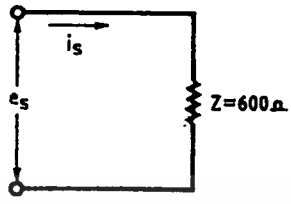
รูปที่ 2.1.3 แสดงแถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด



รูปที่ 2.1.4 แสดงสัญญาณต่าง ๆ ที่อยู่ทั้งในและนอกย่านความถี่เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.1.4 จะเห็นว่าในช่วงความถี่ 300 - 3,000 เฮิร์ตซ์ ประกอบไปด้วยสัญญาณต่าง ๆ หลายสัญญาณ ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณหมุน (dial tone) หรือสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ก็จะถูกส่งไปในช่วงความถี่นี้ทั้งสิ้น



รูปที่ 2.1.5 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ

เมื่อกล่าวถึงระดับความดังของเสียงที่ได้ยิน นั่นก็คือ ขนาดแอมปลิจูดของสัญญาณ ซึ่งสามารถอธิบายให้เห็นภาพพจน์ได้ดียิ่งขึ้น โดยอาศัยสมการทางคณิตศาตร์ โดยอธิบายในรูปของพลังงานที่ปรากฏที่โหลด ดังรูปที่ 2.1.5 เช่น สายโทรศัพท์คู่หนึ่งมีอิมพิแดนซ์ 600 โอห์ม พลังงานที่ปรากฏที่โหลดก็คือ

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

โดย P_{load} คือ กำลังที่ตกคร่อมโหลด (วัตต์)

e_s คือ ระดับแรงดันของสัญญาณที่ส่งไป (โวลต์)

แต่ในระบบโทรศัพท์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงแล้วมักจะใช้การเปรียบเทียบกับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์อยู่เสมอโดยอยู่ในรูปของเดซิเบล ซึ่งมีสมการดังนี้

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

แต่เนื่องจากมักจะใช้ค่า 1 มิลลิวัตต์เป็นค่าเปรียบเทียบ (ค่า $P_2 = 1$ มิลลิวัตต์ ในสมการนั่นเอง) ก็จะใช้สัญลักษณ์เป็น dB_m แทน ซึ่งความหมายจริง ๆ แล้วก็คือ การเปรียบเทียบกำลังที่จุดใด ๆ กับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์นั่นเอง

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันจริง ๆ จะมีการกำหนดจุด ๆ หนึ่งในสายส่งให้มีค่า $dB_m = 0$ ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า zero level transmission point (zero LTP) ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับจากการกำหนดจุด ๆ นี้ขึ้นมาก็คือ สามารถทำให้ทราบว่าที่ระยะต่าง ๆ ที่ห่างจากจุด zero LTP มีค่ากำลังของสัญญาณกี่ dB_m เมื่อทราบเพียงค่าแรงดันจากการวัดที่ระยะนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 สัญญาณรบกวน

ในระบบใด ๆ ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ย่อมจะต้องมีสัญญาณรบกวนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ อาจจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยน (distort) ของสัญญาณเสียงพูดได้ และสิ่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นก็เป็นสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ข้างเช่น ความร้อน การสวิตซ์ของอุปกรณ์ไทริส-เตอร์ สายไฟฟ้ากำลังสูงที่อยู่ใกล้ ๆ กับสายส่งสัญญาณ หรือแม้แต่ข้อต่อของสายที่บกพร่อง สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่มีผลให้ประสิทธิภาพของสัญญาณโทรศัพท์ด้อยลงทั้งสิ้น นอกจากนั้นยังมีสัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่งคือ เสียงสะท้อน (echo) ในสายโทรศัพท์ สาเหตุของการเกิดเสียงสะท้อนก็คือ เกิดการไม่สมดุลกัน (mismatching) ระหว่างอิมพิแดนซ์ของสายส่งกับอุปกรณ์ทางด้านเอาต์พุต โดยมากแล้วมักจะพบในการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบโทรศัพที่มี 2 สาย กับระบบที่มี 4 สาย และปัญหาเรื่องของเสียงสะท้อนจะมากยิ่งขึ้นถ้าหากระยะทางระหว่างจุดที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนไกลกันมาก ๆ แต่โดยปกติแล้วมักจะไม่รู้สึกถึงการสะท้อนกลับของเสียงจนถึงขั้นที่ทำให้รู้สึกรำคาญ

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) คือไมโครโปรเซสเซอร์ที่รวมอยู่บนแผงวงจรรวม ที่มีส่วนหน่วยความจำ ส่วนควบคุมและส่วนอินพุต/เอาท์พุต รวมอยู่บนชิพตัวเดียวกัน

2.2.1 ลักษณะทั่วไปของ MCS-51

ลักษณะทั่ว ๆ ไปของ MCS-51 ประกอบไปด้วย

- ใช้ HMOS และ CHMOS เทคโนโลยีในการสร้าง และทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟขนาด 5 V เพียงแหล่งเดียว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิพจำนวน 4 กิโล-ไบต์ (เบอร์ 8031 ,8032 ไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้ ส่วนเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำส่วนนี้ 8 กิโลไบต์ และสำหรับเบอร์ 83C51FB จะมีหน่วยความจำส่วนนี้รวมทั้งสิ้น 16 กิโลไบต์)
- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพได้อย่างละ 64 กิโลไบต์แยกออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตัลความถี่ 12 เมกะเฮิร์ตซ์

- มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต ๆ ละ 8 บิต หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิตแยกจากกัน ทำให้เสมือนมีพอร์ตขนาด 1 บิตใช้งานรวมทั้งสิ้น 32 พอร์ต

- พอร์ตแบบอนุกรมสามารถที่จะโปรแกรมการรับส่งแบบ Full Duplex ที่ความเร็วสูง

- โครงสร้างอินเตอร์รัพต์จะติดตั้งได้ 5 แหล่ง และ 6 แหล่ง สำหรับ 8032/8052 พร้อมด้วยการจัดไพรโอริตี (priority) ได้ 2 ระดับ

- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิพ หรือนับการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา (ในเบอร์ 8052 จะมี 3 ตัว)

- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายใน บางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบต์และระดับบิต เพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น

- มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิตในตัวเองโดยใช้เวลาเพียง 4 ไมโครวินาที

- สามารถประมวลผลแบบบูลีน (boolean) เพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ

- ชุดคำสั่งของ MCS-51 จะมีความสามารถสูงกว่าคำสั่งของ MCS-48

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 เบอร์ที่จัดว่าเป็นเบอร์พื้นฐานในตระกูลนี้คือ เบอร์ 8031 , 8051 และ 8751 ซึ่งมีจำนวนขาภายนอก 40 ขาเท่ากัน ใช้เวลาและสัญญาณในการทำงานแต่ละคำสั่งเท่ากัน (มีไทม์มิงไดอะแกรมเหมือนกัน) ใช้แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างเบอร์ทั้งสามก็คือ ขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพ ซึ่งมีไว้เพื่อตอบสนองความต้องการที่ไม่เหมือนกัน คือ

- เบอร์ 8031 เบอร์นี้ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพ แต่สามารถใช้หน่วยความจำเพื่อเก็บโปรแกรมที่อยู่ภายนอกได้มากถึง 64 กิโลไบต์ ซึ่งอาจใช้เป็น ROM (Read Only Memory) , PROM (Programable Read Only Memory) , EPROM (Erasable Programable Read Only Memory) ตามความต้องการของผู้ผลิต เบอร์ 8031 นี้มีไว้ใช้ในกรณีที่โปรแกรมมีขนาดเล็กกว่า 4 กิโลไบต์ หรือมากกว่า 4 กิโลไบต์มาก

- เบอร์ 8051 หลังจากทดสอบโปรแกรมจนไม่พบข้อผิดพลาดแล้ว จะเป็นช่วงของการผลิตจริง ซึ่งต้องพิจารณาถึงต้นทุนเป็นอันดับแรก ในการผลิตจริงจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ซึ่งมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในเป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบต์แทน เพราะราคาต่ำกว่ามาก แต่มีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรมที่ได้บรรจุไปแล้วไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม

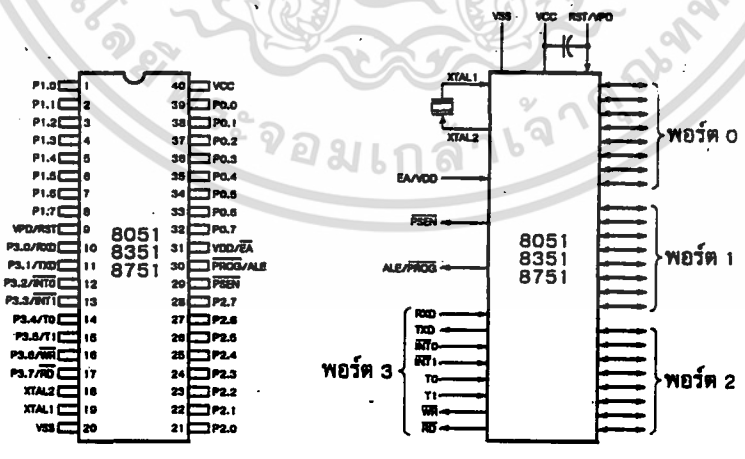
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เบอร์ 8751 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพเป็น EPROM ขนาด 4 กิโลไบต์ ทำให้สามารถใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการลบโปรแกรมเก่าที่มีอยู่ และบรรจุโปรแกรมใหม่ลงไปได้ทันที ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการแก้ไขหรือปรับปรุงโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ 8751 มีไว้ใช้ในงานที่เป็นการพัฒนาเบื้องต้น ซึ่งจำเป็นต้องทดสอบโปรแกรมเพื่อหาข้อผิดพลาด (bugs) และแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนทำการผลิตจริง การแก้ไขโดยการใช้รังสีอัลตราไวโอเลตและการบรรจุโปรแกรมที่แก้ไขใหม่สามารถทำได้ในจำนวนครั้งที่จำกัด ทั้งนี้เพราะหน่วยความจำที่เป็น EPROM เมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเกิดการเสื่อมสภาพ ทำให้ไม่สามารถบรรจุโปรแกรมเข้าไปได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์ใช้แรงดันไฟฟ้าเพียง 5 โวลต์ในการทำงาน ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ที่มีตัวอักษร C อยู่ตรงกลางเบอร์ เช่น 80C31 , 80C51 จะเป็นเบอร์ของชิพที่ผลิตโดยอาศัยเทคโนโลยี CHMOS ซึ่งใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่าและสามารถควบคุมการใช้พลังงานของตัวชิพได้จากโปรแกรมเพื่อการประหยัดพลังงานในระบบ

ในปัจจุบันนี้ได้มีชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดยบริษัทต่าง ๆ มากมาย เช่น ชิพเบอร์ 89C51 ของบริษัท ATMEL ซึ่งหน่วยความจำภายในเป็นแบบ EEPROM (Electrical Erasable Programable Read Only Memory) ซึ่งสามารถลบและอัดได้ด้วยไฟฟ้า จึงเหมาะสำหรับงานที่เป็นการพัฒนา เพราะใช้งานง่าย สะดวกและรวดเร็ว

2.2.2 ตำแหน่งขาของ MCS-51



รูปที่ 2.2.1 แสดงตำแหน่งขาของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มีดังนี้

ขา Vss (ขา 20)

สำหรับต่อลงกราวด์

ขา Vcc (ขา 40)

สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันไฟกระแสตรงขนาด 5 โวลต์

ขาพอร์ต 0 (ขา 32-39)

มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 0 ขนาด 8 บิต (P0.0-P0.7) แบบ Open Drain Bidirectional พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุต/เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ ถ้าเป็นอินพุตพอร์ตต้องส่งค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะปล่อยลอย (มีสถานะ "HIGH" impedance) นอกจากใช้งานเป็นอินพุต/เอาท์พุตพอร์ตแล้ว พอร์ต 0 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยส่งค่าแอดเดรสบัสไบต์ต่ำ (A0-A7) และมัลติเพลกซ์กับการรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอกในระหว่างการเขียนหรืออ่านข้อมูลโดยมีวงจรพูลอัพภายใน นอกจากนี้พอร์ต 0 ยังใช้งานพิเศษเป็นตัวส่งข้อมูลออกทางพอร์ตนี้ เมื่อใช้บริการทางด้านการตรวจสอบโปรแกรม ROM ภายใน และการโปรแกรมตัว EPROM ภายใน ถ้าใช้งานในลักษณะนี้การพูลอัพจากภายนอกจะต้องต่อด้วยค่า 10 กิโลโอห์ม

ขาพอร์ต 1 (ขา 1-8)

มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องส่งค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้เพื่อให้มีสถานะเป็น "HIGH" impedance โดยมีวงจรพูลอัพภายใน ในเบอร์ 8052 ขา P1.0 และ P1.7 จะใช้งานเป็น T2 และ T2EX โดยขา T2 จะทำหน้าที่รับสัญญาณจากภายนอกให้ตัวจับเวลา 2 ทำงาน และ ขา T2EX จะเป็นอินพุตผ่านเข้าตัวจับเวลา 2 ถูกกระตุ้นให้ทำงานแบบปกติตามโปรแกรมที่ติดตั้งไว้

ขาพอร์ต 2 (ขา 21-28)

มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) ขนาด 8 บิตแบบ Open Drain Bidirectional พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุต/เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุตพอร์ต ต้องส่งค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะ "HIGH" impedance นอกจากจะใช้งานเป็นอินพุต/เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปแล้ว พอร์ต 2 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยใช้สำหรับส่งค่าแอดเดรสบัสไบต์สูง (A8-A15) และมีวงจรพูลอัพภายใน

ขาพอร์ต 3 (ขา 10-17)

มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุต/เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องส่งค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ "HIGH" impedance โดยใช้วงจรพูลอัพภายใน นอกจากนี้ยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่าง ๆ อีกหลายอย่างดังนี้

P3.0 (RxD) - ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

P3.1 (TxD) - ใช้ส่งข้อมูลออกไปภายนอกแบบอนุกรม

P3.2 (INT0) - ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ตัวที่ 1

P3.3 (INT1) - ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ตัวที่ 2

P3.4 (T0) - สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทเมอร์ 0

P3.5 (T1) - สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทเมอร์ 1

P3.6 (WR) - ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพ

P3.7 (RD) - ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพ

การใช้งานพอร์ต 3 ในหน้าที่พิเศษดังกล่าวนี้จะต้องส่งค่า 1 ไปยังแต่ละบิตที่ต้องการใช้ก่อนทุกครั้ง

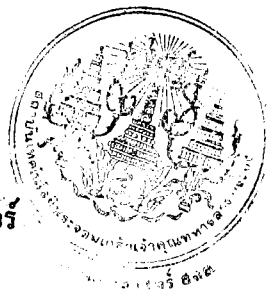
ขา RST (ขา 9)

ใช้สำหรับการรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิพ เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ การรีเซตใช้เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานหรือเมื่อโปรแกรมเกิดทำงานผิดพลาด เมื่อต้องการรีเซตชิพ MCS-51 ขานี้ต้องมีสถานะ 1 เป็นเวลาอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิลระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่ โดยต้องต่อตัวต้านทานค่า 82 กิโลโอห์มเพื่อทำหน้าที่พูลดาวน์ (รักษาค่าแรงดันไฟฟ้าให้มีสถานะเป็นกราวด์) และเพื่อให้ตัวชิพรีเซตเองเมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้ต่อตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัดคร่อมระหว่างขา RST กับ Vcc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา XTAL 1 (ขา 19)

ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์



ขา XTAL2 (ขา 18)

ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยเป็นเอาท์พุตออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์

ขา PSEN (ขา 29)

ใช้ส่งสัญญาณสโตรบเพื่ออ่านคำสั่งจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิพ (program strobe enable) เมื่อชิพทำงานด้วยโปรแกรมจากภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรบสองครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ในช่วงการเขียนหรืออ่านข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอกหรือเมื่อใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพจะไม่มีสัญญาณออกมาจากขานี้

ขา ALE/PROG (ขา 30)

เป็นขาสำหรับใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการแลทซ์ค่าแอดเดรสไบต์ ต่ำ (address latch enable) จากพอร์ต 0 ในระหว่างการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลภายนอก ปกติเมื่อไม่มีการติดต่อหน่วยความจำภายนอกขานี้จะส่งสัญญาณพัลส์ออกมาด้วยความถี่ 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ตลอดเวลา ดังนั้นเราสามารถใช้ความถี่ที่ได้จากขานี้ไปใช้งานอย่างอื่นได้ แต่ความถี่ที่ขานี้จะลดลงครึ่งหนึ่งในระหว่างติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพ นอกจากนี้ขา ALE ยังใช้สำหรับควบคุมการเขียนโปรแกรมลงไปใน EPROM สำหรับ MCS-51 เบอร์ที่มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายในชิพเป็น EPROM

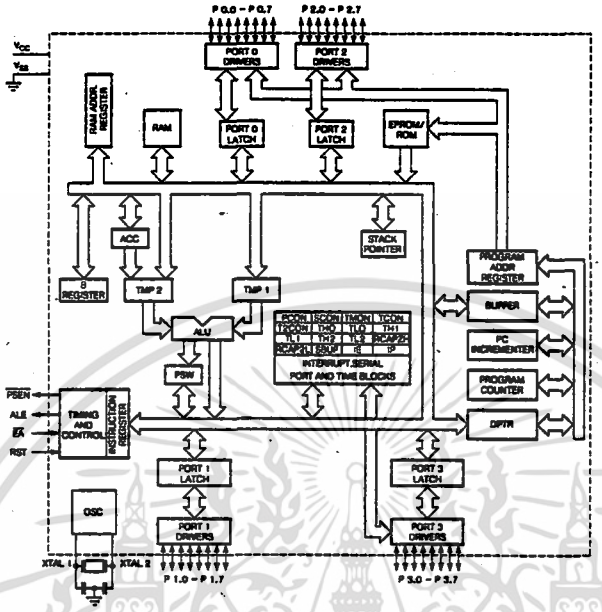
ขา EA/Vpp (ขา 31)

เป็นขาสำหรับใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมที่อยู่ภายในหรือภายนอกชิพ โดยหากขานี้มีสถานะเป็น 0 หมายถึงให้ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภายนอก หากขานี้มีสถานะเป็น 1 หมายถึงบังคับให้ MCS-51 ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายในชิพ และสำหรับ MCS-51 ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพสามารถเลือกให้ทำงานได้ทั้งจากโปรแกรมที่เก็บในหน่วยความจำภายในชิพหรือจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิพด้วยการต่อขา EA กับไฟเลี้ยงหรือกราวด์ตามลำดับ ส่วนใน MCS-51 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพให้ต่อขานี้ลงกราวด์เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

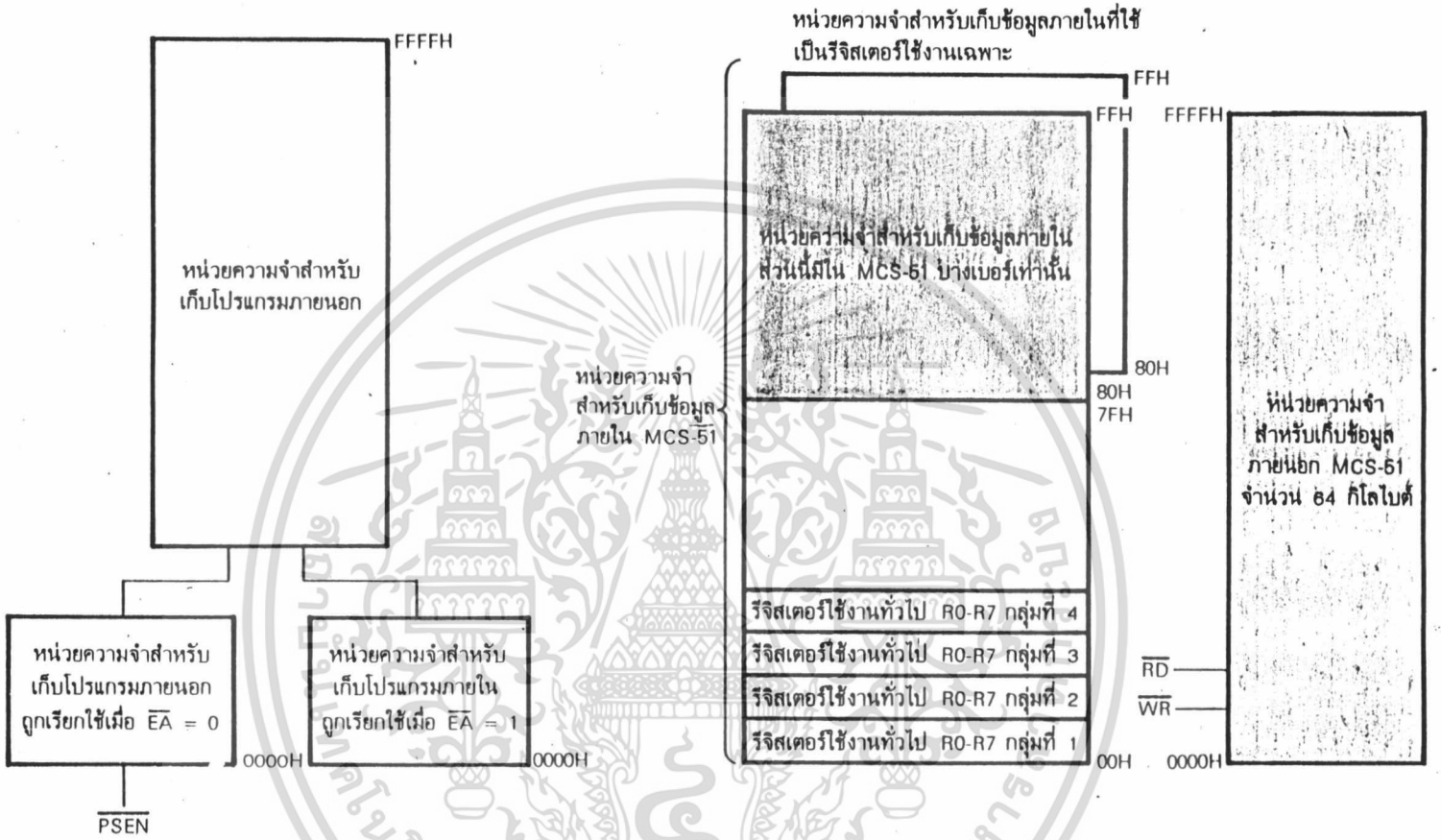
2.2.3 โครงสร้างภายในของ MCS-51

โครงสร้างภายในของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แสดงดังรูปที่ 2.2.2



รูปที่ 2.2.2 แสดงโครงสร้างภายในของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.2.3 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำทั้งหมดของ MCS-51

โครงสร้างหน่วยความจำภายใน MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็นสองส่วน คือ

- *หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (program memory)*

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมใน MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพ (internal program memory) และหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายนอกชิพ (external program memory) ขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพมีได้ตั้งแต่ 0,4,8,16 กิโลไบต์ ขึ้นอยู่กับเบอร์ของชิพ

- *หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (data memory)*

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลของ MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิพ และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิพของ MCS-51 ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อยดังนี้

- ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป (internal ram)
- ส่วนที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (special function register)

หน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิพเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่มีอยู่ภายใน MCS-51 หน่วยความจำส่วนนี้มีไว้สำหรับเก็บข้อมูลในขณะทำงาน ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิพที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายใน MCS-51 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะเพื่อควบคุมการทำงานและบอกสถานะของซีพียู

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมที่จะใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของชิพ MCS-51 บางเบอร์จะมีหน่วยความจำส่วนนี้อยู่ภายในชิพ แต่บางเบอร์จะไม่มีทำให้ต้องเก็บโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำภายนอกทั้งหมด ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลซึ่งใช้สำหรับเก็บข้อมูลระหว่างการทำงาน MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำส่วนนี้อยู่ภายในชิพจำนวนหนึ่ง แต่จะมีจำนวนมากหรือน้อยขึ้นกับเบอร์ของชิพ

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

การควบคุมการทำงานของวงจรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะกระทำผ่านรีจิสเตอร์ที่ถูกกำหนดหน้าที่ไว้แล้ว ดังนั้นหากต้องการใช้ MCS-51 ให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบหน้าที่การทำงานของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะแต่ละตัวให้ละเอียด รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะทั้งหมดจะอยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิพบริเวณที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป

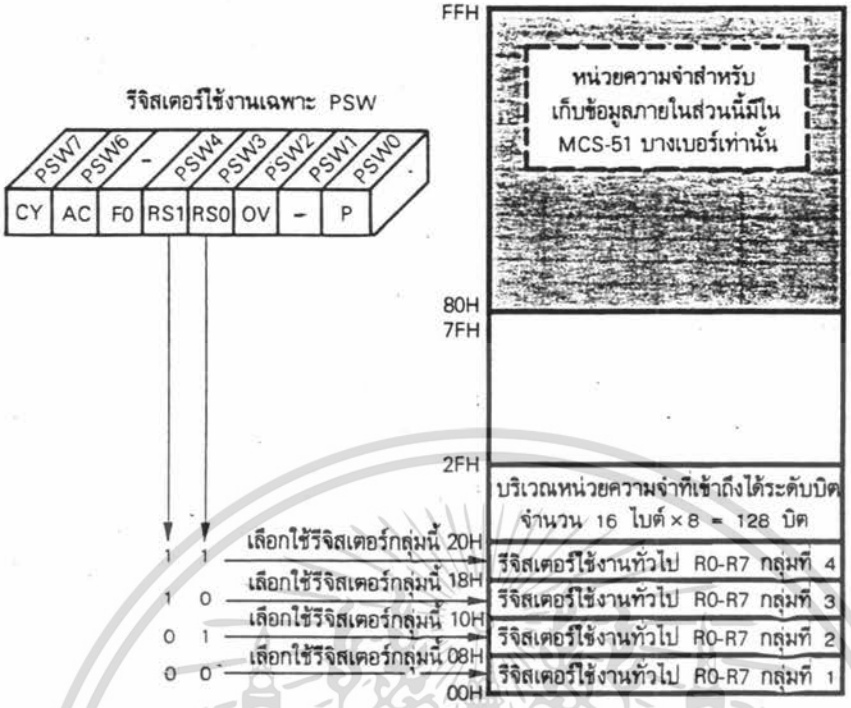
MCS-51 มีรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำมาใช้งานได้คือ รีจิสเตอร์ A , B (อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิพที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ แต่นับเป็นรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปเพราะไม่ถูกกำหนดหน้าที่ใช้งานโดยตรง) และรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ซึ่งอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิพบริเวณ 128 ไบต์แรก รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยรีจิสเตอร์จำนวน 8 ตัว (R0-R7) ซึ่งมีชื่อเรียกเหมือนกัน ดังนั้นจำนวนรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 จึงมีทั้งหมด 32 ตัว ในการทำงานขณะใด ๆ รีจิสเตอร์ 4 กลุ่ม (R0-R7) จะถูกเลือกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ R0-R7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 4 กลุ่มกระทำโดยการเซตหรือเคลียร์บิต RS0 , RS1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW

8 ไบต์

F8									FF
F0	B								F7
E8									EF
E0	ACC								E7
D8									DF
D0	PSW								D7
C8	(T2CON)		(RCAP2L)	(RCAP2H)	(TL2)	(TH2)			CF
C0									C7
B8	IP								BF
B0	P3								B7
A8	IE								AF
A0	P2								A7
98	SCON	SBUF							9F
90	P1								97
88	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1			8F
80	P0	SP	DPL	DPL				PCON	87

รูปที่ 2.2.4 แสดงโครงสร้างและตำแหน่งของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะใน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2.5 แสดงการเลือกรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 แต่ละกลุ่ม

โครงสร้างพอร์ต

MCS-51 ทุกเบอร์จะมีพอร์ตขนาด 8 บิตจำนวน 4 พอร์ต (P0,P1,P2,P3) โดยสามารถกำหนดให้ทำงานแบบพอร์ตขนานขนาด 8 บิต 4 พอร์ต หรือจะใช้เป็นพอร์ตขนาด 1 บิตได้ถึง 32 พอร์ต ทั้งนี้ผู้ใช้ยังสามารถกำหนดให้แต่ละพอร์ตใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตหรือเอาท์พุตพอร์ตอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างอิสระ

ในกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการใช้หน่วยความจำภายนอกไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลหรือโปรแกรม พอร์ต 0 จะถูกกำหนดการใช้งานเป็นตัวส่งค่าแอดเดรสบัสไบต์สูงและบางส่วนของพอร์ต 3 จะถูกใช้ส่งสัญญาณควบคุมหรือคอนโทรลบัส (สัญญาณที่ใช้ควบคุมการอ่านหรือการเขียนข้อมูล) แต่หากหน่วยความจำที่ใช้ภายนอกต้องการไม่ถึง 64 กิโลไบต์ พอร์ต 2 ที่ใช้เป็นแอดเดรสบัสไบต์สูงจะไม่ถูกนำมาใช้ทั้งหมด แต่พอร์ต 0 จะถูกใช้หมดทั้ง 8 เส้น เพราะต้องใช้เป็นดาตาบัส ส่วนพอร์ต 3 จะนำมาใช้ติดต่อกับหน่วยความจำด้วยหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับหน่วยความจำที่ใช้ภายนอกว่ามีหน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลด้วยหรือไม่ ดังนั้นในการออกแบบระบบหากต้องการใช้หน่วยความจำภายนอกมากขึ้นเพียงใดก็ยิ่งทำให้เหลือจำนวนพอร์ตที่นำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาใช้งานลดลง ในการออกแบบจริงจึงต้องพยายามลดขนาดหน่วยความจำภายนอกให้เหลือน้อยที่สุด

พอร์ต 3 นอกจากจะใช้ส่งสัญญาณสำหรับการอ่านและเขียนข้อมูลในการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพแล้ว มันยังถูกใช้เป็นตัวรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ (INT0 , INT1) สัญญาณอินพุตที่ต้องการนับสำหรับเคาน์เตอร์ (T0 , T1) รวมทั้งใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ภายนอก (รับและส่งข้อมูลผ่านขา RxD ,TxD) อีกด้วย

ภายในแต่ละพอร์ตที่ใช้เป็นอินพุตหรือเอาท์พุต ผู้ใช้สามารถกำหนดให้ทำงานเป็นอินพุตหรือเอาท์พุตได้อย่างอิสระ โดยอาศัยการควบคุมจากโปรแกรม ซึ่งสามารถควบคุมให้แต่ละพอร์ตถูกใช้เป็นอินพุตในช่วงเวลาหนึ่ง และเป็นเอาท์พุตในอีกช่วงเวลาหนึ่งก็ได้

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับ ISD2590

Single-Chip Voice Record/Playback Devices 90-Second Durations

2.3.1 ลักษณะโดยทั่วไป

ไอซีเก็บข้อมูลเบอร์ ISD2590 เป็นชิพเดี่ยวที่มีคุณสมบัติในการบันทึก และการเล่นกลับข้อมูลเป็นเวลา 90 วินาที จัดเป็นสิ่งประดิษฐ์ประเภท CMOS ที่ประกอบด้วยออสซิลเลเตอร์ในตัว , ตัวขยายสัญญาณเสียงพูด (microphone preamplifier) , ตัวควบคุมการปรับอัตราขยายอัตโนมัติ (automatic gain control) , แอนเทียลไลซิง ฟิลเตอร์ (antialising filter) , สมูทติง ฟิลเตอร์ (smoothing filter) และตัวขยายสัญญาณจากลำโพง (speaker amplifier) นอกจากนี้ ISD2590 ยังสามารถใช้ร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์ในการเก็บข้อมูลได้หลาย ๆ ข้อมูล และสามารถนำข้อมูลออกมาได้โดยการอ้างแอดเดรสในการบันทึกข้อมูลนั้น

ข้อมูลจะถูกเก็บในหน่วยความจำประเภท non-volatile และใช้เทคโนโลยีการบันทึกข้อมูลแบบ ***Direct Analog Storage Technology (DAST)*** โดยที่สัญญาณเสียงพูดหรือสัญญาณเสียงจะถูกบันทึกโดยตรง ในรูปของสัญญาณอะนาลอกเข้าไปในหน่วยความจำ ซึ่งการบันทึกในลักษณะนี้จะทำให้เสียงที่ถูกสร้างขึ้นใหม่มีความเป็นธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

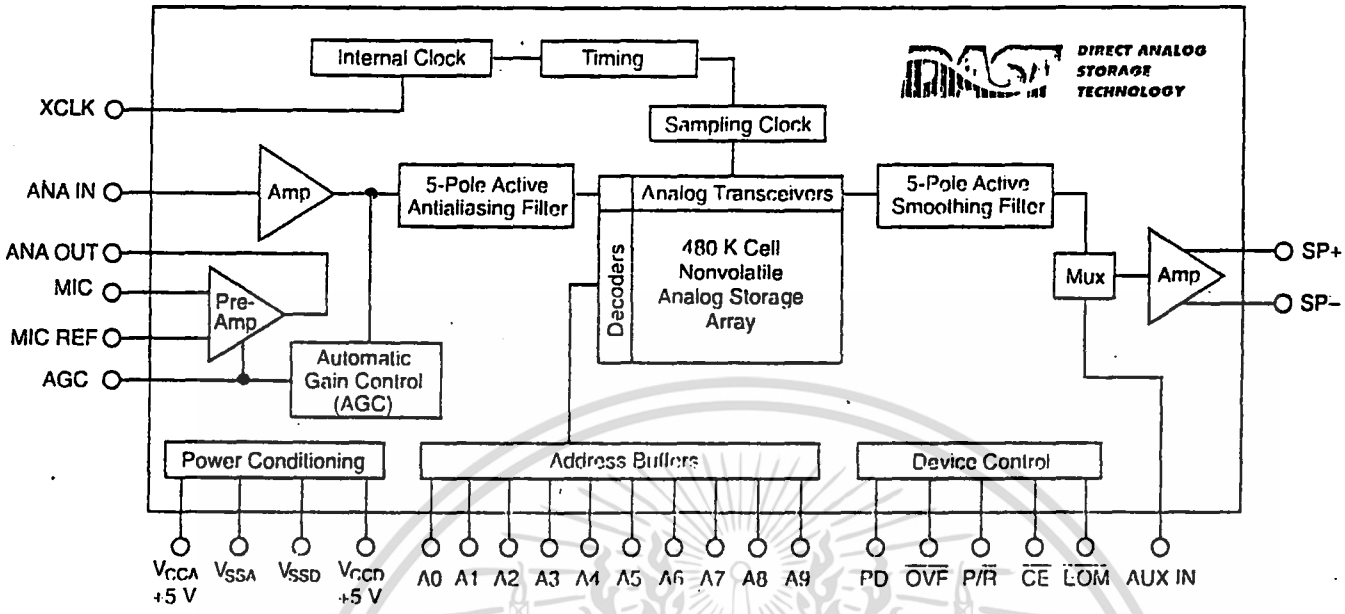
ตารางที่ 2.3.1 แสดงคุณลักษณะที่สำคัญของ ISD2590

เบอร์ไอซี	Duration (second)	Input Sample Rate (kHz)	Upper Pass Band (kHz)
ISD2590	90	5.33	2.3

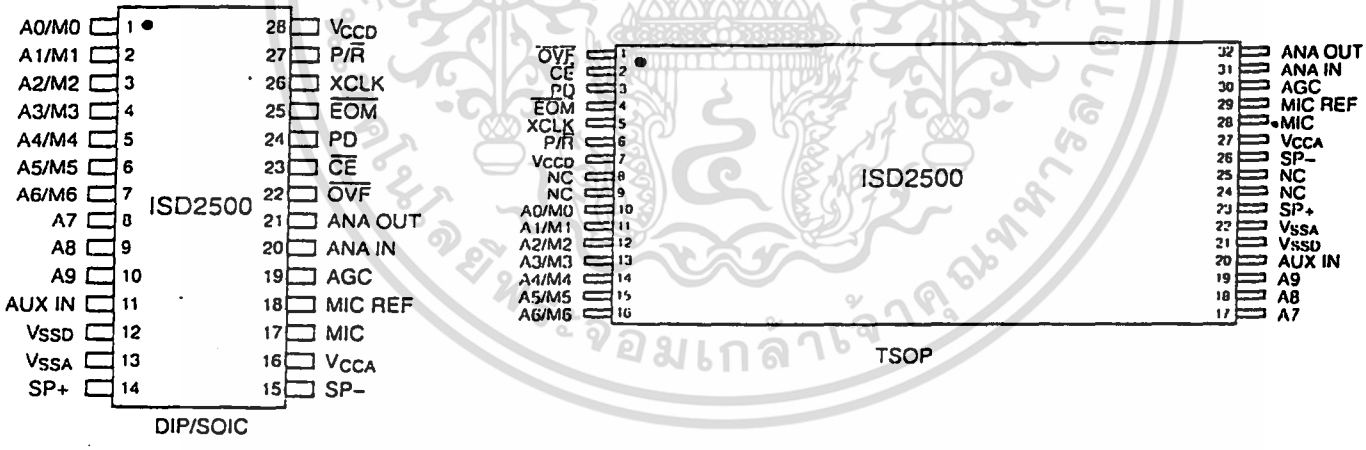
2.3.2 คุณสมบัติของ ISD2590

- ง่ายต่อการใช้งานในการบันทึกและเล่นกลับในตัวเดียว
  - ไม่ต้องการไอซีภายนอก
  - ไม่จำเป็นต้องพัฒนาระบบ
- คุณภาพสูง เสียงที่ถูกสร้างขึ้นใหม่มีความเป็นธรรมชาติมาก
- สามารถสวิตซ์ด้วยมือหรือต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ก็ได้
- สามารถต่อเรียงกันโดยตรง (directly cascade) เพื่อเพิ่มเวลาที่ยาวขึ้น
- ไม่ต้องการพลังงานในการเก็บรักษาข้อมูล
  - ไม่มีส่วนของวงจรแบตเตอรี่แบคอัพ (battery backup)
- ตัดไฟโดยอัตโนมัติ (automatic power-down) เมื่ออยู่ใน Push-Button Mode
  - กินกระแสเพียง 1 ไมโครแอมป์
- สามารถอ้างแอดเดรสได้ในหลาย ๆ ตำแหน่ง เพื่อที่จะนำข้อมูลหลาย ๆ ข้อมูลขึ้นมา
- โดยทั่วไปข้อมูลจะยังคงอยู่ถึง 100 ปี
- โดยทั่วไปบันทึกซ้ำได้ 100,000 ครั้ง
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (clock) บนชิพ
- มีตัวควบคุมการปรับอัตราขยายอัตโนมัติ (Automatic Gain Control (AGC)) บนชิพ
- ใช้แหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ (single +5V supply) ช่วงการทำงานอยู่ระหว่าง 4.5-6.5 โวลต์
  - สามารถใช้โวลเตจต่ำ ๆ ได้ (3.6 V- 4.0V)
- ตัวถังเป็นแบบ DIP , SOIC และ TSOP
- อุณหภูมิในการใช้งาน สำหรับระบบอุตสาหกรรม (-40 ถึง 85 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ ISD2590



ก *ข*

รูปที่ 2.3.2 แสดงการจัดเรียงขาของ ISD2590

ก) แบบ DIP/SOIC

ข) แบบ TSOP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 รายละเอียดของ ISD2590

คุณภาพของเสียงและคำพูด

ISD2590 เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ทำงานที่ความถี่ในการแซมปลิง คือ 5.33 กิโลเฮิร์ตซ์ ตัวอย่างของคำพูดจะถูกเก็บโดยตรงเข้าไปในส่วนที่เรียกว่า ***Non-Volatile Memory*** ซึ่งอยู่บนตัวชิพ โดยปราศจากขั้นตอนหรือกระบวนการทางดิจิตอลและการบีบอัดซึ่งเป็นทางเลือกอีกแบบหนึ่ง

Direct Analog Storage จะให้เสียงที่สร้างขึ้นใหม่ที่มีความเป็นธรรมชาติและเหมือนจริงมาก ไม่ว่าจะเป็นเสียงพูด , เสียงดนตรี , เสียงโทนหรือซาวด์เอฟเฟค (sound effect) ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีทางดิจิตอลไม่สามารถเทียบได้

เวลาในการทำงาน (Duration)

จุดสิ้นสุดของระบบ ISD2590 นั้นเป็นชิพเดี่ยวที่สามารถทำงานได้ยาว 90 วินาที แต่ละส่วนถูกออกแบบให้สามารถต่อเรียงกัน (cascade) เพื่อเวลาในการทำงานที่ยาวขึ้น

EEPROM Storage

หนึ่งในความสามารถของเทคโนโลยี DAST ของ ISD คือใช้หน่วยความจำแบบ ***Non-Volatile Memory*** บนตัวชิพ ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลแบบไม่จำเป็นต้องใช้พลังงาน ข้อมูลจะยังคงอยู่ได้นานกว่า 100 ปีขึ้นไป โดยปราศจากพลังงานและนอกจากนี้อุปกรณ์ตัวนี้ยังสามารถทำการบันทึกได้สูงกว่า 100,000 ครั้ง

การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

นอกจากจะง่ายต่อการใช้งานแล้ว ISD2590 ยังสามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยไม่จำเป็นต้องต่อวงจรกับขาแอดเดรสและขาคอนโทรล สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และจัดการให้ทำงานในหน้าที่ต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเก็บข้อความ การเรียงข้อมูลต่อ ๆ กัน , การกำหนดพื้นที่ของข้อความ และการจัดการกับข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การโปรแกรม

ISD2590 เป็นอุดมคติสำหรับการเล่นกลับเท่านั้น โดยอาจจะเป็นข้อความเดียวหรือหลายข้อความก็ได้ โดยจะถูกอ้างผ่านปุ่ม , สวิตซ์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งอยู่ที่ลักษณะของข้อความที่ถูกสร้างขึ้น การทำงานสามารถจัดการได้ง่ายโดยผู้ใช้เอง

2.3.4 รายละเอียดของขาสัญญาณของ ISD2590

Microphone Input (MIC)

ขานี้จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังภาคขยายสัญญาณจากไมโครโฟน (preamplifier) ซึ่งอยู่บนชิพ สำหรับวงจรปรับอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC) บนชิพจะทำหน้าที่ควบคุมอัตราขยายของภาคขยายสัญญาณจากไมโครโฟนนี้จาก -15 ถึง 24 เดซิเบล และไมโครโฟนภายนอกจะต่อแบบ AC couple กับขานี้โดยผ่านตัวเก็บประจุซึ่งต่ออนุกรมอยู่ และด้วยค่าของความต้านทานภายใน 10 กิโลโอห์มที่ขานี้ จะทำให้ตัวเก็บประจุถูกใช้ในการคัตออฟ (cutoff) สัญญาณความถี่ต่ำให้กับช่วงความถี่ของ ISD2590

Microphone Reference Input (MIC REF)

โดยการต่อขานี้กับ V_{SSA} (analog ground) โดยผ่านตัวเก็บประจุซึ่งอนุกรมกัน สัญญาณรบกวนเนื่องจากคอมมอนโหมด (common mode noise) สามารถถูกตัดออกได้ที่ภาคขยายสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน (preamplifier) ค่าของตัวเก็บประจุจะต้องเป็นค่าเดียวกันกับตัวเก็บประจุที่คัปปลิงที่ขาไมโครโฟนอินพุต การใช้ค่าที่ใกล้เคียงอาจจะทำให้มีสัญญาณรบกวนเพิ่มขึ้นมากกว่า 10 เดซิเบล ถ้าอินพุตนี้ไม่ถูกใช้อาจไม่ต้องต่อก็ได้

Analog Output (ANA OUT)

ขานี้จะได้จากเอาท์พุตของภาคขยายสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน ซึ่งอัตราขยายโวลเตจของภาคขยายสัญญาณเสียงจากไมโครโฟนจะถูกพิจารณาโดยค่าโวลเตจที่ขา AGC

Analog Input (ANA IN)

ขานี้จะส่งผ่านสัญญาณไปยังชิพเพื่อทำการบันทึก สำหรับกรณีที่ใช้ไมโครโฟนอินพุต ขา ANA OUT จะถูกต่อผ่านตัวเก็บประจุภายนอกไปยังขา ANA IN ด้วยค่าอินพุตอิมพิแดนซ์ของ ANA IN ซึ่งมีค่า 3.0 กิโลโอห์ม ทำให้ตัวเก็บประจุตัวนี้สามารถถูกเลือกให้เพิ่มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัตออฟ (cutoff) ที่ความถี่ต่ำสุดของช่วงสัญญาณเสียงที่ยอมให้ผ่านได้ ถ้าอินพุตที่ต้องการถูกแบ่งจากแหล่งอื่นซึ่งไม่ใช่ไมโครโฟน สัญญาณนี้อาจจะถูกป้อนเข้าไปในขา ANA IN โดยตรงก็ได้

Automatic Gain Control Input

AGC จะทำหน้าที่ในการปรับอัตราขยายของภาคสัญญาณเสียงจากไมโครโฟนแบบไดนามิกเพื่อให้ไปชดเชยระดับอินพุตของไมโครโฟนให้เหมาะสม ตัวต้านทานภายนอก (R2) จะถูกต่อขนานกับตัวเก็บประจุภายนอก (C2) โดยต่อจากขา AGC ลงขาอะนาลอกกราวด์ (analog ground) โดยทั่วไปใช้ค่า 470 กิโลโอห์มและ 4.7 ไมโครฟารัด ซึ่งจะให้ผลที่น่าพอใจมากที่สุด

Speak Outputs (SP+ / SP-)

สามารถไดรฟ์ลำโพง 16 โอห์ม 50 มิลลิวัตต์ได้โดยตรง ขา ***Speaker Outputs*** นี้จะอยู่ที่ระดับ V_{SSA} ในระหว่างช่วงการบันทึกเสียงและช่วง ***Power Down***

ไม่ควรนำ ***Speaker Outputs*** ของ ISD2590 หลาย ๆ ตัวมาต่อขนานกันเนื่องจากจะทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ได้

Power Down Input (PD)

ขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือการเล่นกลับ ขา PD ควรให้เป็น "HIGH" เพื่อให้อยู่ในโหมดของการใช้พลังงานต่ำ ๆ เมื่อเกิดสภาวะ ***Overflow*** ขา $\overline{OVF}$ จะให้พัลส์ที่เป็น "LOW" ออกมา ควรให้ขา PD เป็น "HIGH" เพื่อทำการรีเซตให้ตัวชี้แอดเดรสกลับไปที่จุดเริ่มต้น

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

ในการบันทึกและเล่นกลับต้องทำการอีนาเบิลโดยให้ขา $\overline{CE}$ เป็น "LOW" ข้อมูลอินพุตที่ขาแอดเดรสอินพุต และ P / $\overline{R}$ จะถูกแลทช์โดยการตกลงของขอบสัญญาณที่ขา $\overline{CE}$

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

อินพุตที่ขา P / $\overline{R}$ จะถูกแลทช์ไว้เมื่อเกิดการตกลงของขอบสัญญาณที่ขา $\overline{CE}$ โดยถ้าขา P / $\overline{R}$ มีระดับเป็น "HIGH" ไซเคิลของการเล่นกลับจะถูกเลือกใช้งาน ส่วนถ้าขา P / $\overline{R}$ เป็น "LOW" ไซเคิลของการบันทึกจะถูกเลือกใช้งานแทน สำหรับไซเคิลของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึก ข้อมูลที่ขาแอดเดรสอินพุตจะเป็นตัวกำหนดแอดเดรสเริ่มต้นและจะบันทึกอย่างต่อเนื่องจนกว่าขา PD หรือ $\overline{CE}$ จะกลายเป็น "HIGH" หรือเกิด ***Overflow*** (เช่น หน่วยความจำในชิพเต็ม) เมื่อสิ้นสุดการบันทึก ***End-Of-Message*** ($\overline{EOM}$) ***marker*** จะถูกเก็บไว้ที่แอดเดรสปัจจุบันในหน่วยความจำสำหรับไซเคิลการเล่นกลับ ข้อมูลที่ขาแอดเดรสอินพุตจะเป็นตัวกำหนดแอดเดรสเริ่มต้นและอุปกรณ์จะเล่นจนกว่าจะพบ $\overline{EOM}$ ***marker***

Address/Mode Inputs (Ax/Mx)

ที่ขาเหล่านี้มี 2 ฟังก์ชันขึ้นอยู่กับ 2 บิตแรกของ ***Most Significant Bits*** (MSB) ของแอดเดรส คือ

ถ้าบิตทั้งสองเป็น "LOW" อินพุตทั้งหมดของขาเหล่านี้จะถูกแปลงเป็นแอดเดรสเพื่อนำไปใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นในการบันทึกหรือเล่นกลับ และที่ขาเหล่านี้จะเป็นอินพุตเท่านั้น ไม่สามารถอ่านข้อมูลแอดเดรสภายในออกมาได้ ข้อมูลที่ขาเหล่านี้จะถูกแลทช์ที่ขอบขาลงของ $\overline{CE}$

ถ้าบิตทั้งสองเป็น "HIGH" อินพุตของขาเหล่านี้จะถูกแปลงเป็นบิตสำหรับเลือกโหมดของการทำงานตามตารางที่ 2.3.2 ซึ่งมี 6 โหมด (M0...M6) โดยเราสามารถใช้งานหลาย ๆ โหมดในช่วงเวลาเดียวกันนี้

External Clock Input (XCLK)

ไอซี ISD2590 ถูกกำหนดจากโรงงานให้มีความถี่ของสัญญาณนาฬิกาภายในที่ใช้ในการแซมปลิง ± 1% เป็นคุณสมบัติเฉพาะ และความถี่จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง ± 2.25 % ถ้าต้องการความถี่ที่ถูกต้องกว่านี้จะต้องใช้สัญญาณนาฬิกา (clock) โดยผ่านทางขา XCLX โดยที่ไอซี ISD2590 ต้องการสัญญาณนาฬิกา 682.7 กิโลเฮิร์ตซ์ และมีอัตราในการแซมปลิ้ง 5.33 กิโลเฮิร์ตซ์ สัญญาณนาฬิกาที่ใช้นี้ไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงเพราะแอนเทียลไลซิง ฟิลเตอร์ (antialising filter) และ สมูทติงฟิลเตอร์ (smoothing filter) จะถูกกำหนดให้คงที่ ถ้าอัตราในการแซมปลิงแตกต่างจากค่าที่ต้องการจะมีปัญหาแอนเทียลไลซิง (antialising) เกิดขึ้น ถ้าขา ***XCLK*** ไม่ใช้จะต้องต่อกราวด์

End-Of-Message / RUN Output ($\overline{EOM}$)

Non-Volatile marker จะถูกแทรกเข้าไปที่ส่วนสุดท้ายของแต่ละข้อความที่บันทึกและจะคงอยู่จนกระทั่งข้อความนั้นถูกบันทึกทับ เอาท์พุตของ $\overline{EOM}$ นี้จะให้พัลส์เป็น "LOW" เป็นช่วงเวลา T_{EOM} เมื่อสิ้นสุดแต่ละข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ไอซี ISD2590 ยังมีวงจรตรวจจับ V_{CC} ภายในเพื่อรักษาข้อมูลให้คงอยู่ เมื่อ V_{CC} น้อยกว่า 3.5 โวลต์ $\overline{EOM}$ จะเป็น "LOW" และไอซีจะอยู่ในโหมดเล่นกลับเท่านั้น

เมื่อไอซีถูกกำหนดให้อยู่ในโหมดการทำงาน M6 (Push-Botton Mode) ขานี้จะให้สัญญาณ "HIGH" ขณะทำงาน เพื่อแสดงว่าไอซีกำลังอยู่ระหว่างการบันทึก และการเล่นกลับ สัญญาณนี้จะสามารถขับให้ LED เปล่งแสงเพื่อแสดงว่ากำลังอยู่ระหว่างการทำงาน

Overflow Output ($\overline{OVF}$)

เมื่อหน่วยความจำหมดขานี้จะให้สัญญาณพัลส์ "LOW" ออกมา เพื่อแสดงว่าหน่วยความจำถูกบันทึกไว้เต็มจนเกิดการ ***Overflow*** และเอาท์พุตของ $\overline{OVF}$ จะเป็นไปตามอินพุตของ $\overline{CE}$ จนกว่าให้พัลส์ที่ขา PD เพื่อรีเซทไอซี ในการต่อ ISD2590 หลาย ๆ ตัว ขานี้จะใช้เชื่อมสัญญาณเล่นกลับจากไอซีตัวหนึ่งไปยังเอาท์พุตของตัวขับลำโพงของไอซีตัวก่อนหน้านี้

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

เพื่อเป็นการลดเสียงรบกวน , วงจรของสัญญาณอะนาลอก และดิจิตอล จึงควรจะใช้สายนำสัญญาณแยกออกจากกัน

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

ไอซีนี้จะใช้สายนำสัญญาณกราวด์ของอะนาลอกและดิจิตอลแยกออกจากกัน

2.3.5 โหมดของการทำงาน

ตารางที่ 2.3.2 โหมดของการทำงาน

Mode Control	Function	Typical Use.	Jointly* Compatible
M0	Message cueing	Fast-forward through messages	M4, M5, M6
M1	Delete $\overline{EOM}$ markers	Position $\overline{EOM}$ marker at the end of the last message	M3, M4, M5, M6
M2	Not applicable	Reserved	N/A
M3	Looping	Continuous playback from address 0	M1, M5, M6
M4	Consecutive addressing	Record/Play multiple consecutive messages	M0, M1, M5
M5	$\overline{CE}$ level-activated	Allows message pausing	M0, M1, M3, M4
M6	Push-button control	Simplified device interface	M0, M1, M3

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี ISD2590 ถูกออกแบบให้มีการทำงานได้หลายโหมด เพื่อให้สามารถทำฟังก์ชันต่าง ๆ ได้ โดยใช้อุปกรณ์ต่อเพิ่มน้อยที่สุด

โหมดต่าง ๆ ในการทำงานจะใช้ขาแอดเดรสเป็นข้อมูลในการเลือกโหมด โดยที่ 2 บิตแรกของ ***MSB*** ที่ขาแอดเดรสเป็น "HIGH" และข้อมูลที่เหลืออยู่จะเป็นบิตที่ใช้เลือกโหมดแทนที่จะเป็นบิตบอกแอดเดรส ดังนั้นการสั่งโหมดของการทำงาน และการอ้างแอดเดรสโดยตรงไม่สามารถทำพร้อมกันได้

ในการใช้โหมดของการทำงานสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง 2 สิ่ง คือ

1. การกระทำทุกอย่างจะเริ่มต้นที่แอดเดรส 0 ซึ่งเป็นตำแหน่งเริ่มต้นสำหรับ ISD2590 การกระทำต่อมาสามารถเริ่มต้นที่แอดเดรสอื่นได้ ขึ้นอยู่กับโหมดการทำงานที่เลือก นอกจากนี้ตัวชี้แอดเดรสจะถูกรีเซตเป็น 0 เมื่อเปลี่ยนการทำงานจากการบันทึกเสียงมาเป็นการเล่นกลับ หรือเปลี่ยนจากการเล่นกลับมาเป็นการบันทึกเสียง หรือ เมื่อมีไซเคิล ***Power Down*** เกิดขึ้น

2. โหมดการทำงานนี้จะเริ่มทำงานเมื่อขา $\overline{CE}$ เป็น "LOW" และ 2 บิตแรกของ MSB ที่ขาแอดเดรสเป็น "HIGH" และโหมดการทำงานนี้จะยังคงอยู่จนกว่าจะมีสัญญาณ "LOW" ครั้งต่อไปที่ขา $\overline{CE}$ เข้ามาอีก

รายละเอียดโหมดของการใช้งาน

โหมดของการทำงานนี้สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ***hard-wired*** เพื่อให้เข้าสู่โหมดการทำงานที่ต้องการได้

M0 - Message Cueing

โหมดนี้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถข้ามข้อความต่าง ๆ ได้ โดยไม่ต้องรู้ตำแหน่งของแอดเดรสจริงของแต่ละข้อความ โดยให้พัลส์ "LOW" ที่ขา $\overline{CE}$ แต่ละครั้งตัวชี้แอดเดรสก็จะข้ามข้อความหนึ่งไปยังข้อความถัดไป โหมดนี้ใช้ในการเล่นกลับเท่านั้นและใช้ร่วมกับโหมด M4

M1 - Delete $\overline{EOM}$ ***Markers***

โหมดนี้ใช้ในการรวมข้อความที่อัดเป็นลำดับให้เป็น 1 ข้อความ โดยมี $\overline{EOM}$ ***marker*** เพียงที่เดียว คือ ตรงท้ายสุดของข้อความที่รวมกันแล้ว เมื่อใช้โหมดนี้ข้อความที่ถูกอัดเป็นลำดับเรียงต่อกันจะถูกเล่นกลับอย่างต่อเนื่องเพียงครั้งเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M2 - Unused

เมื่อมีการเลือกใช้โหมดของการทำงาน ขา M2 ควรเป็น "LOW"

M3 - Message Looping

โหมดนี้ใช้ในการเล่นกลับข้อความอย่างต่อเนื่องโดยอัตโนมัติตั้งแต่แอดเดรสเริ่มต้นจนถึงสุดท้ายและจะวนเล่นกลับตั้งแต่เริ่มต้นใหม่โดยไม่เกิด ***Overflow***

M4 - Consecutive Addressing

ในช่วงการทำงานปกติตัวชี้แอดเดรสจะถูกรีเซต เมื่อข้อความเล่นกลับจนถึง $\overline{\text{EOM}}$ ***marker*** โหมดนี้จะหยุดยั้งการรีเซตของ $\overline{\text{EOM}}$ เพื่อให้ข้อความถูกเล่นกลับเรียงลำดับกันไป

M5 - $\overline{\text{CE}}$ Level Activated

ในโหมดอื่นของไอซี ISD2590 คือการเล่นกลับจะกระทำที่ขอบสัญญาณของขา $\overline{\text{CE}}$ ส่วนการบันทึกจะกระทำที่ระดับสัญญาณของ $\overline{\text{CE}}$ ในโหมดนี้ใช้กับการเล่นกลับโดยอาศัยสัญญาณ $\overline{\text{CE}}$

ในโหมดนี้ เมื่อขา $\overline{\text{CE}}$ เป็น "LOW" ก็จะเริ่มไซเคิลของการเล่นกลับ เมื่อ $\overline{\text{CE}}$ เป็น "HIGH" ก็จะหยุดไซเคิล และเมื่อ $\overline{\text{CE}}$ เป็น "LOW" อีกครั้งจะเริ่มการเล่นกลับที่ตำแหน่งของข้อความเดิมได้สิ้นสุดไว้ โดยตัวชี้แอดเดรสไม่ถูกรีเซต

M6 - Push-Button Mode

โหมดนี้สามารถนำไปใช้เพื่อความประหยัดได้มากเนื่องจากถูกออกแบบให้ใช้วงจรภายนอกและอุปกรณ์ที่จะมาต่อน้อยที่สุด เพื่อที่จะใช้โหมดนี้ต้องให้ขา 7 , 9 และ 10 เป็น "HIGH"

การบันทึกในโหมด ***Push-Button***

1. ให้ขา PD เป็น "LOW"
2. ให้ขา $P/\overline{R}$ เป็น "LOW"
3. เมื่อให้พัลส์ "LOW" กับขา $\overline{\text{CE}}$ จะเริ่มการบันทึก แล้วขา $\overline{\text{EOM}}$ จะกลายเป็น "HIGH" เพื่อแสดงว่ากำลังทำงานอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อให้พัลส์ "LOW" กับขา $\overline{CE}$ จะหยุดการบันทึก $\overline{EOM}$ จะกลายเป็น "LOW" $\overline{EOM}$ ***marker*** จะถูกนำไปเก็บในหน่วยความจำเพื่อชี้ตำแหน่งสิ้นสุดของข้อความ

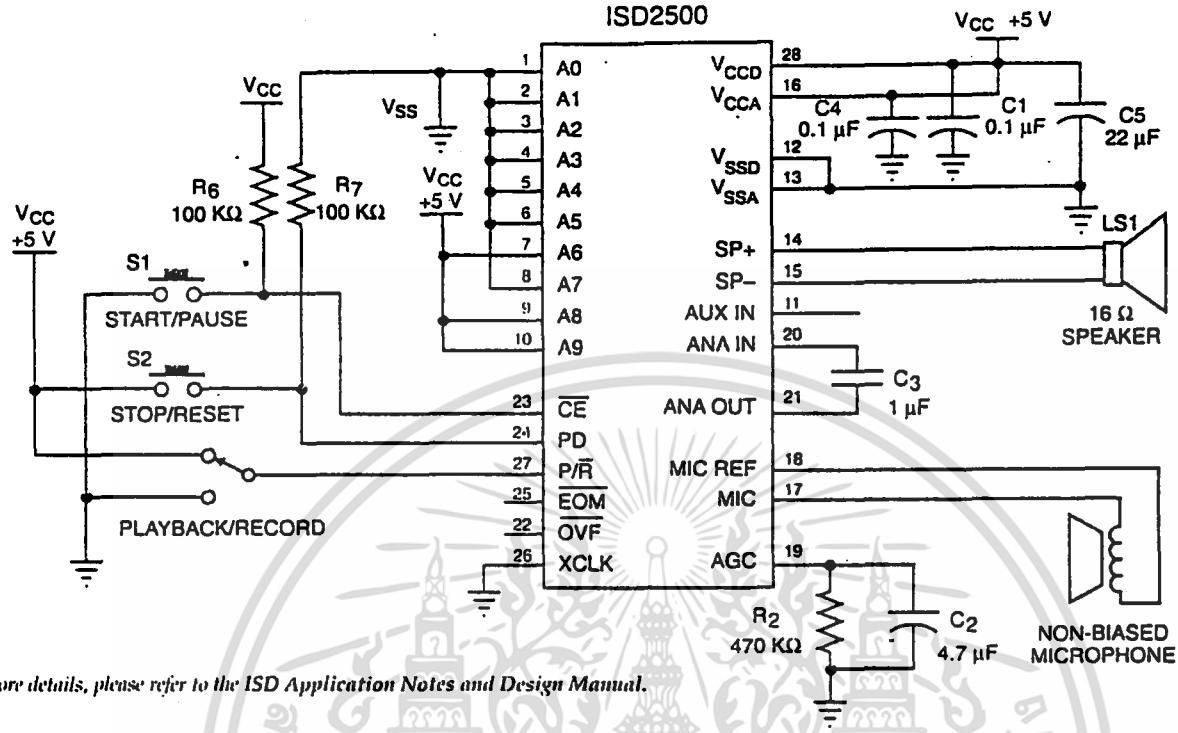
5. เมื่อให้พัลส์ "LOW" กับขา $\overline{CE}$ การบันทึกจะเริ่มต้นที่แอดเดรสที่ $\overline{EOM}$ ***marker*** ชี้อยู่ และ $\overline{EOM}$ จะกลายเป็น "HIGH"

6. เมื่อให้พัลส์ "LOW" กับขา $\overline{CE}$ อีกครั้งจะหยุดการบันทึกและตอนท้ายของข้อความจะมี $\overline{EOM}$ ***marker*** เมื่อให้พัลส์ "HIGH" กับขา PD ถือว่าเป็นการสิ้นสุดการบันทึก โดยยังคงทิ้ง $\overline{EOM}$ ***marker*** ไว้

การเล่นกลับในโหมด ***Push-Button***

1. ให้ขา PD เป็น "LOW"
2. ให้ขา $P/\overline{R}$ เป็น "HIGH"
3. เมื่อให้พัลส์ "LOW" กับขา $\overline{CE}$ จะเริ่มการเล่นกลับ แล้วขา $\overline{EOM}$ จะกลายเป็น "HIGH" เพื่อแสดงว่ากำลังทำงานอยู่
4. เมื่อให้พัลส์ "LOW" กับขา $\overline{CE}$ หรือ พบ $\overline{EOM}$ ***marker*** ระหว่างการทำงานจะหยุดทำงานทันทีแล้ว $\overline{EOM}$ จะกลายเป็น "LOW"
5. เมื่อให้พัลส์ "LOW" กับขา $\overline{CE}$ อีก การเล่นกลับจะเริ่มต้นที่ตำแหน่งที่หยุดทำงานในตอนแรก แล้ว $\overline{EOM}$ จะกลายเป็น "HIGH" แสดงว่ากำลังทำงานอยู่
6. ในกรณี ***Overflow*** เมื่อให้ $\overline{CE}$ เป็น "LOW" จะรีเซตตัวชี้แอดเดรสและเริ่มการเล่นกลับจากจุดเริ่มต้นครั้งแรกใหม่ หรือถ้าให้พัลส์กับขา PD จะทำการรีเซตไปยังแอดเดรส 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

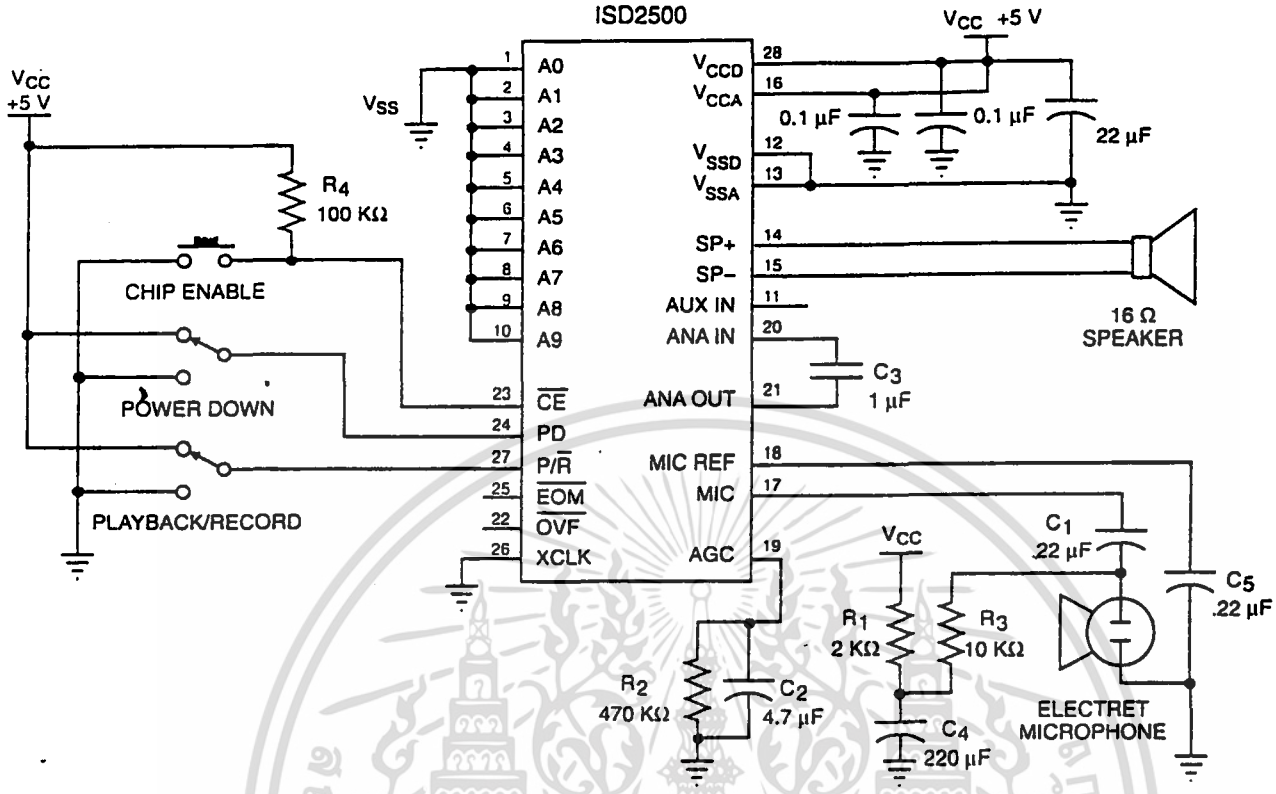
รูปที่ 2.3.3 แสดงการใช้งานของวงจรในโหมดการอ้างแอดเดรส

ตารางที่ 2.3.3 แสดงการควบคุมการทำงานในโหมดการอ้างแอดเดรส

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 playback	Automatic at $\overline{EOM}$ marker or PD Pulsed HIGH
4B	End record	PD = Pulsed HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Note: If desired, pin 18 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. For more details, please refer to the ISD Application Notes and Design Manual.

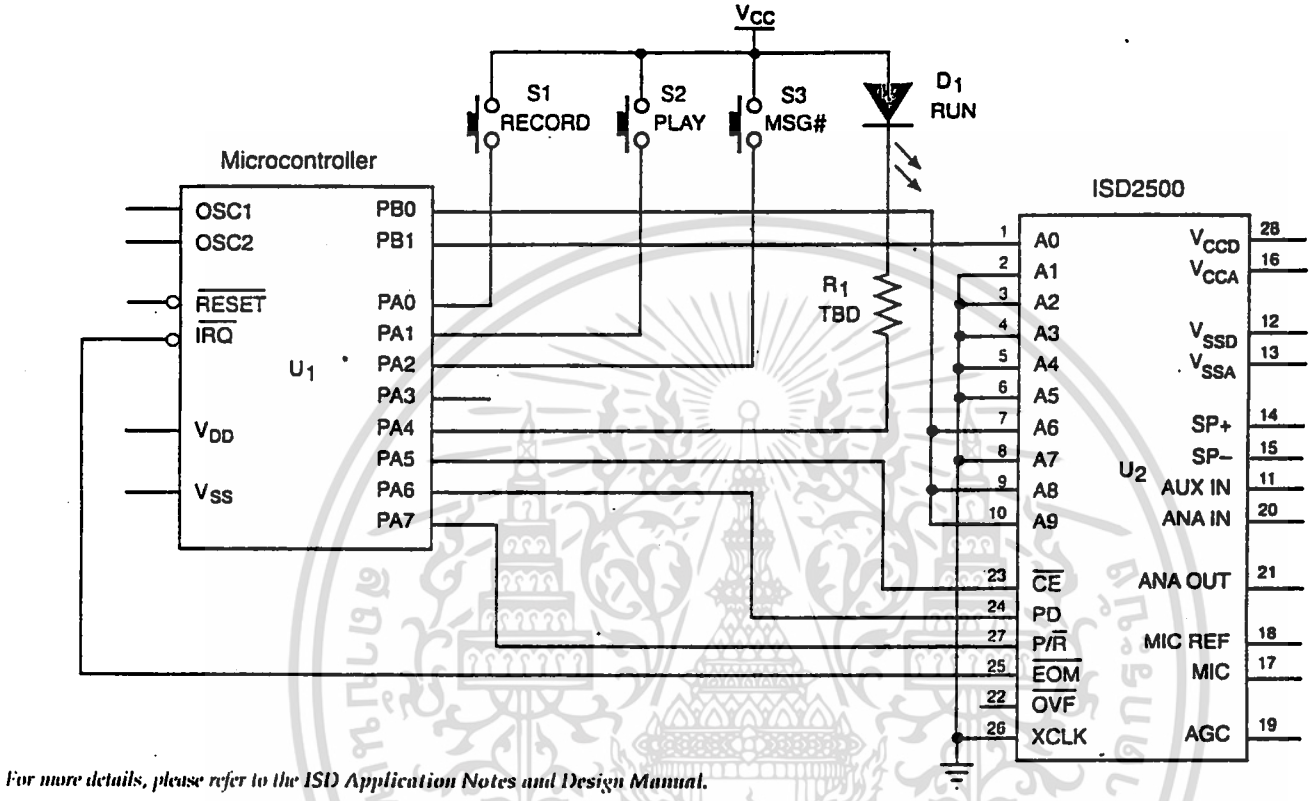
รูปที่ 2.3.4 แสดงการใช้งานของวงจรในโหมด Push-Button

ตารางที่ 2.3.4 แสดงการควบคุมการทำงานในโหมด Push-Button

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–A7
3A	Begin playback	P/$\overline{R}$ = HIGH $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3B	Begin record	P/$\overline{R}$ = LOW $\overline{CE}$ = LOW
4A	End playback	Automatic
4B	End record	PD or $\overline{CE}$ = HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

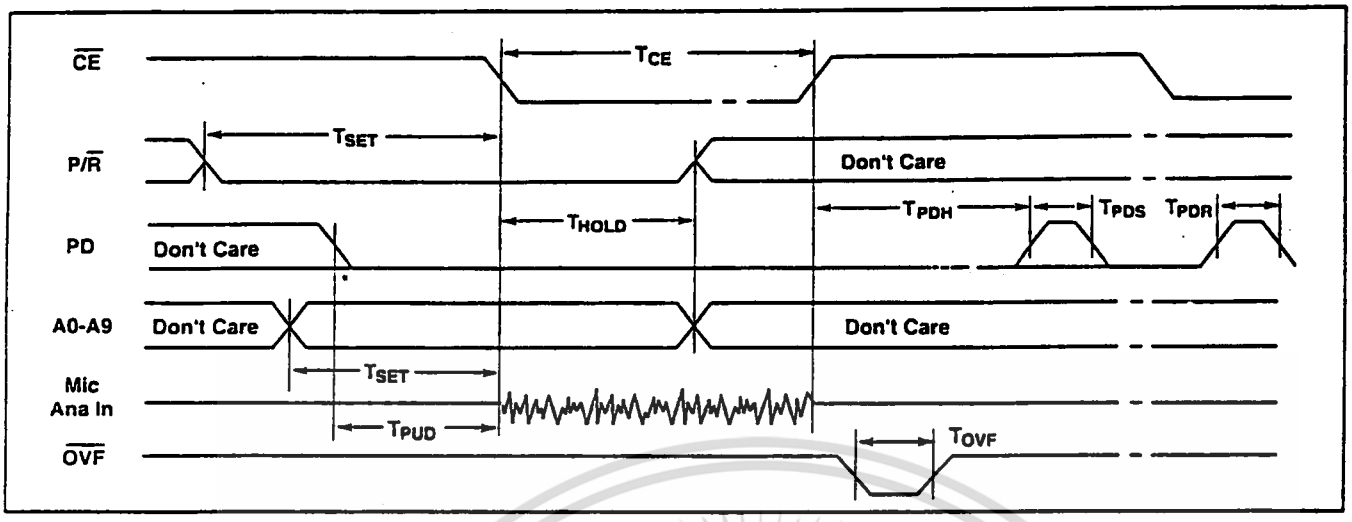


For more details, please refer to the ISD Application Notes and Design Manual.

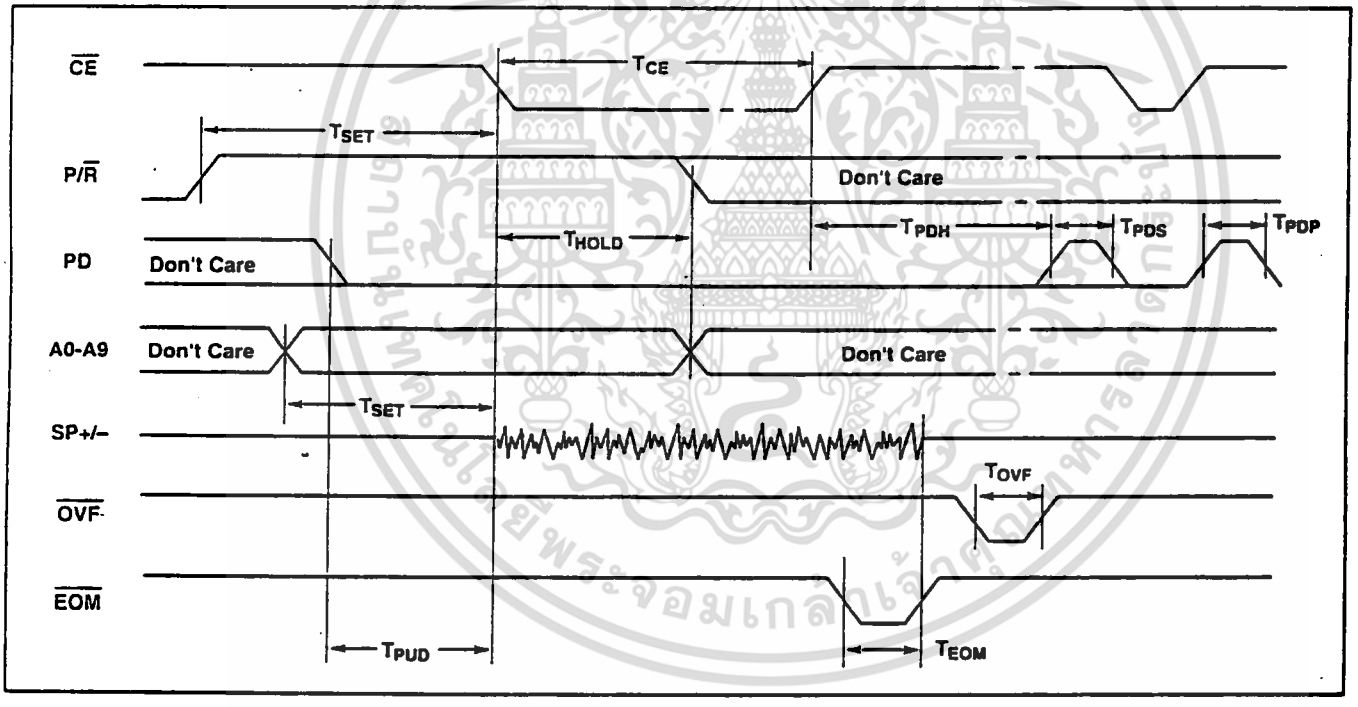
รูปที่ 2.3.5 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อ ISD2590 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RECORD



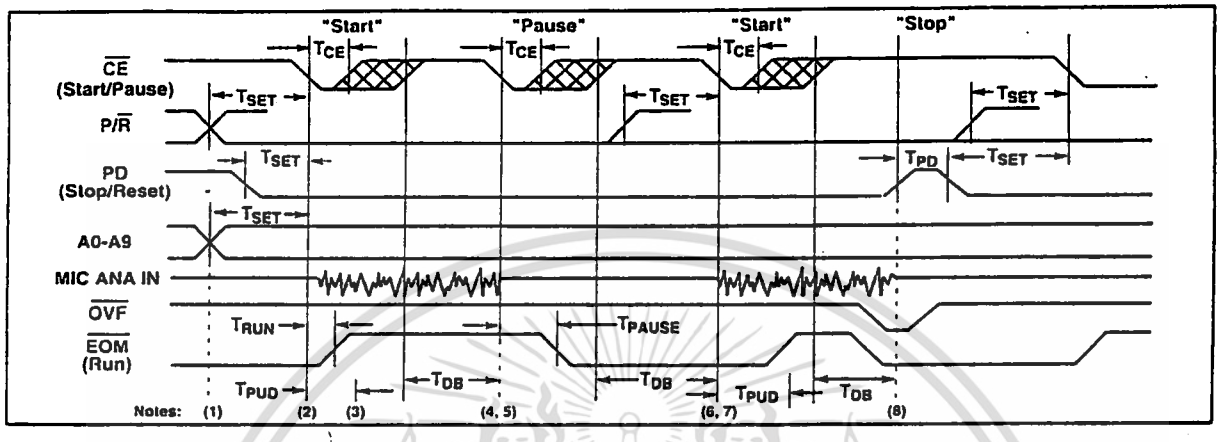
PLAYBACK



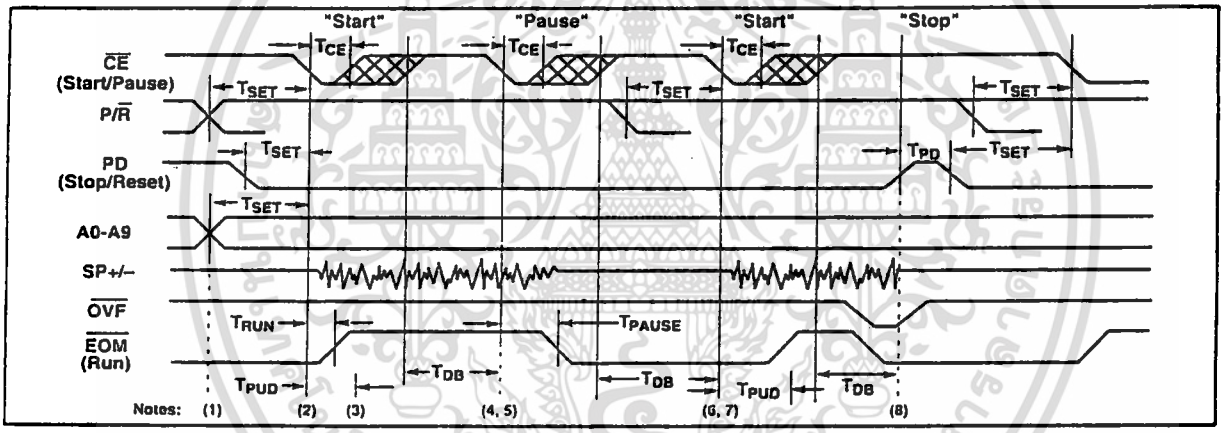
รูปที่ 2.3.6 แสดงไทม์มิงไดอะแกรมในโหมดการอ้างแอดเดรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PUSH-BUTTON MODE RECORD



PUSH-BUTTON MODE PLAYBACK



Notes: 1. *A9, A8, and A6 = 1 for push-button operation.*
2. *The first $\overline{CE}$ LOW pulse performs a Start function.*
3. *The part will begin to play or record after a power-up delay T_{PUD}.*
4. *The part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period T_{DB} before it will recognize another falling edge of $\overline{CE}$ and pause.*
5. *The second $\overline{CE}$ LOW pulse, and every even pulse thereafter, performs a Pause function.*
6. *Again, the part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period T_{DB} before it will recognize another falling edge of $\overline{CE}$, which would restart an operation. In addition, the part will not do an internal power down until $\overline{CE}$ is HIGH for the T_{DB} time.*
7. *The third $\overline{CE}$ LOW pulse, and every odd pulse thereafter, performs a Resume function.*
8. *At any time, a HIGH level on PD will stop the current function, reset the address counter, and power down the device.*

รูปที่ 2.3.7 แสดงไทม์มิงไดอะแกรมในโหมด Push-Button

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับ MT8870D Integrated DTMF Receiver

ไอซีเบอร์ MT8870D เป็นไอซีที่ใช้ในการถอดรหัสสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) ซึ่งเป็นการรวมกันของสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ ที่เกิดจากการกดปุ่มบนแป้นหน้าปัทม์โทรศัพท์ ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล หรือ BCD ฐานสองขนาด 4 บิต ซึ่งค่าเลขฐานสองที่ได้จากการถอดรหัสแสดงไว้ในตารางที่ 2.4.1

ตารางที่ 2.4.1 ค่าเลขฐานสองที่ได้จากการถอดรหัสความถี่ DTMF

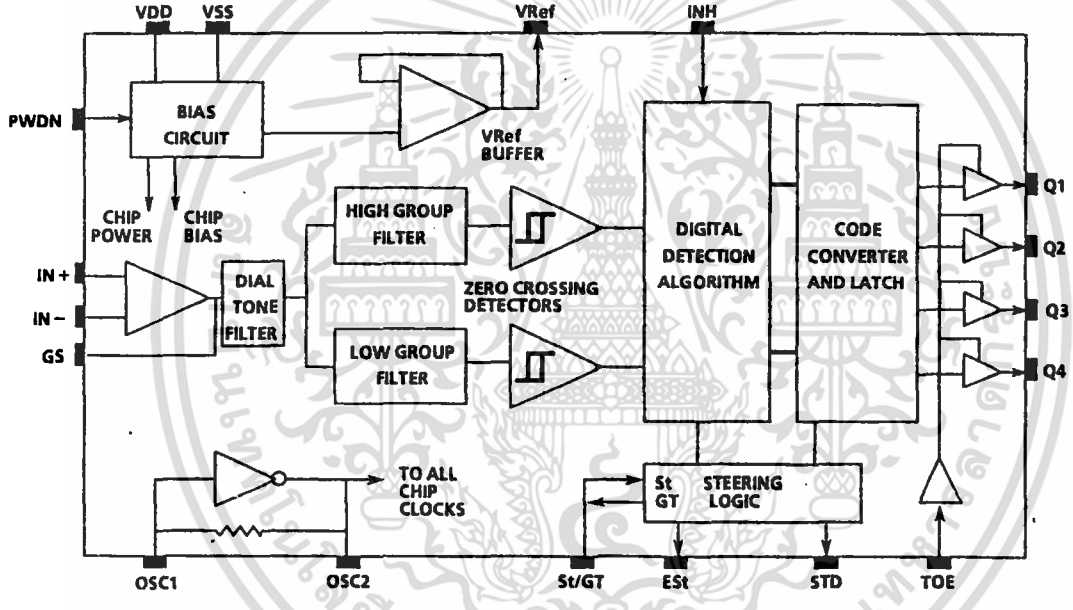
F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

การถอดรหัสความถี่ DTMF ในยุคก่อนจะใช้ไอซีจำพวกเฟสลอกลูป ซึ่งก่อปัญหามากมายเนื่องจากทำให้ความถี่เปลี่ยนไป ตัววงจรมีขนาดใหญ่เพราะใช้ไอซีจำนวนมาก ซึ่งในปัจจุบันนี้ การถอดรหัสความถี่ DTMF สามารถทำได้สะดวกโดยใช้ไอซี MT8870D ซึ่งเป็นไอซีถอดรหัสความถี่ DTMF โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

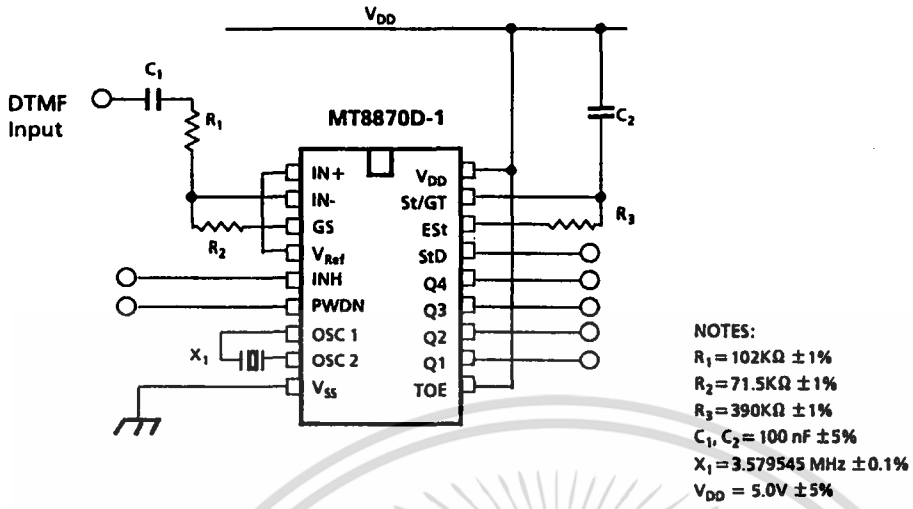
2.4.1 โครงสร้างภายในของ MT8870D

โครงสร้างภายในของ MT8870D ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอล ในส่วนของวงจรกรองความถี่ ใช้เทคนิคของสวิตซ์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก ภาคเอาท์พุตเป็นวงจรแลทช์ 3 สถานะ โครงสร้างภายในของ MT8870D แสดงในรูปที่ 2.4.1



รูปที่ 2.4.1 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4.2 แสดงการใช้งานเบื้องต้นของ MT8870D

2.4.2 ฟังก์ชันการทำงานภายในของ MT8870D

ภายใน MT8870D ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

1. ภาคกรองความถี่ (filter section)
2. ภาคถอดรหัส (decorder section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (sterring section)
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential section)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)

ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่คือ ช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตซ์คาปาซิเตอร์ (six-order switch capacitor band pass filter)

ภาคถอดรหัส

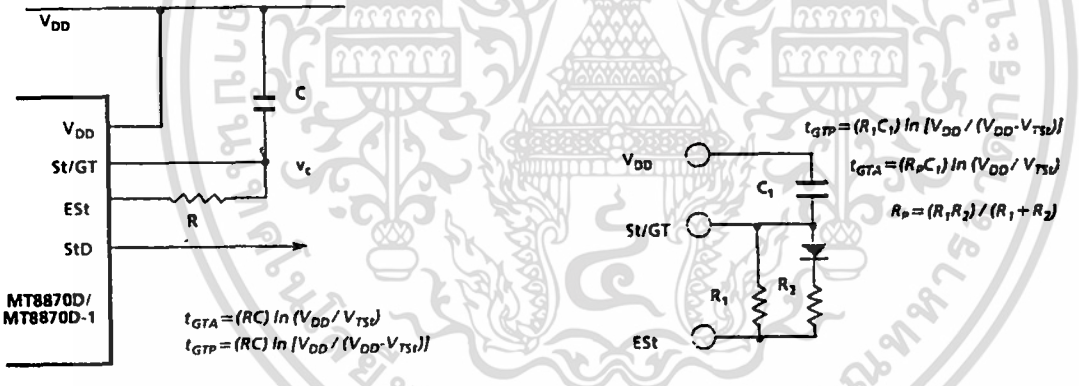
ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และจะมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบแล้วว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา ES_t (Early Sterring) ก็จะแอคทีฟ โดยค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2.4.1

ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุต จะต้องมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่า มีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่ม DTMF Generator ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลานานพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลานานเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก ขา ES_t จะเป็น "HIGH" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 2.2.3 เมื่อขา ES_t เป็น "HIGH" ทำให้ V_C สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุ ทำให้แรงดัน V_C สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขฐานสองขนาด 4 บิต



รูปที่ 2.4.3 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย และการคำนวณการ์ดไทม์

สำหรับช่วงเวลาที่ตั้งไว้โดยการต่อ RC ภายนอกนี้ เรียกว่า การ์ดไทม์ (gard time) ซึ่งเป็นตัวกำหนดช่วงเวลาในการกดปุ่ม โดยในการกดปุ่มแต่ละครั้งจะต้องกดอยู่นานอย่างน้อยเท่ากับการ์ดไทม์ จึงจะทำการถอดรหัสได้

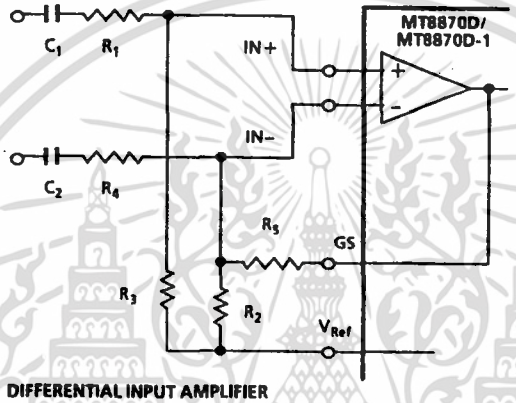
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870D เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป รูปที่ 2.4.4 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุต ซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างอินพุต และอิมพิแดนซ์ได้ดังนี้

อัตราขยาย $(A_v diff) = R_5/R_1$

อินพุตอิมพิแดนซ์ $(Z_{in}\ diff) = 2R_1^2 + (1/\xi\ c)^2$

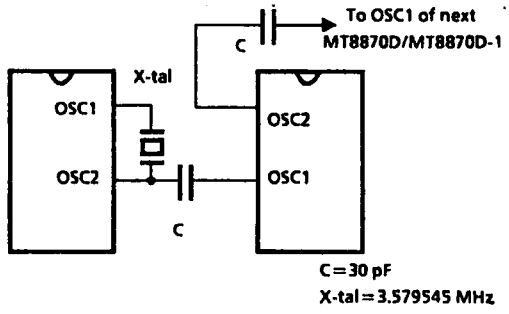


รูปที่ 2.4.4 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต

ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคกำเนิดความถี่นี้ ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ เพียงต่อคริสตัลขนาด 3.579545 เมกะเฮิร์ตซ์ ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงไว้ในรูปที่ 2.4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

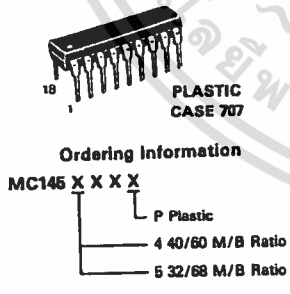


รูปที่ 2.4.5 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

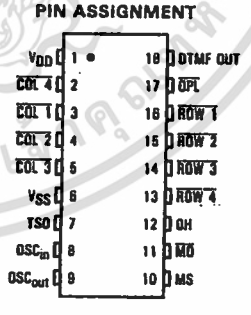
2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับ MC 145412 Pulse/Tone Repertory Dialer

2.5.1 ลักษณะและคุณสมบัติของ MC145412

MC145412 เป็นไอซีประเภทซิลิกอนเกท CMOS (silicon gate CMOS) ซึ่งทำหน้าที่แปลงค่าอินพุตจากคีย์บอร์ดให้กลายเป็นสัญญาณพัลส์หรือสัญญาณ DTMF ทางด้านเอาท์พุต ซึ่งมีลักษณะตัวถังเป็นแบบ DIP มาตรฐาน 18 ขาที่ทำจากพลาสติก แสดงดังรูปที่ 2.5.1



ก



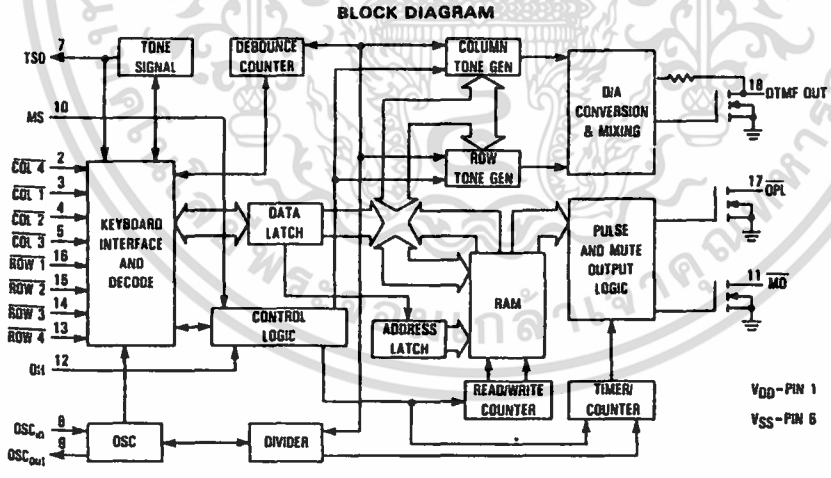
ข

รูปที่ 2.5.1 ก) แสดงลักษณะตัวถังมาตรฐานแบบ DIP ของไอซีตระกูล 145XXXX
ข) แสดงลักษณะการจัดเรียงขาของ MC145412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของ MC145412

- สามารถใช้งานได้กับคีย์บอร์ดแบบ 3x4 หรือ 4x4 ซึ่งอนุญาติให้ใช้เป็นแบบ 2 of 7 , 2 of 8 หรือ แบบ A TYPE
- มีขาสัญญาณที่ใช้ในการเลือกระหว่าง DTMF กับ 10 pps และ 20 pps
- มีหน่วยความจำที่สามารถเก็บหมายเลขได้ 10 หมายเลข หมายเลขละ 18 หลัก รวมทั้งหมายเลขสุดท้ายด้วย
- ใช้คริสตัล 3.579545 เมกกะเฮิร์ตซ์
- สามารถใช้กำลังไฟฟ้าจากคู่สายโทรศัพท์ได้
- ทำงานที่พลังงานต่ำ คือ 1.7-5.5 โวลต์ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีแบบซิลิกอนเกท CMOS
- ใช้เป็นตัวกำเนิดสัญญาณ DTMF หรือสัญญาณพัลส์ อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น
- สามารถโปรแกรมหน่วยความจำโดยใช้คีย์บอร์ด



รูปที่ 2.5.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนประกอบภายในทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 รายละเอียดของแต่ละขาของ MC145412

V_{DD} , V_{SS} - Power Supply (ขา 1 , ขา 16)

ขาทั้งสองจะต่อกับไฟเลี้ยง โดยที่ V_{DD} เป็นบวก ซึ่งอนุญาติให้อยู่ในช่วง 1.7-5.5 โวลต์

MS - Mode Select (ขา 10)

ขา MS จะมีลักษณะเป็นอินพุต 3 สถานะ สำหรับใช้ในการเลือกระหว่าง DTMF โหมด , 10 pps โหมด และ 20 pps โหมด โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุตโวลเตจของขานี้กับโหมดการทำงานถูกแสดงในตารางที่ 2.5.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.5.1 แสดงวิธีการเลือกโหมด

MS	โหมดการทำงาน
V_{DD}	20 pps Pulse Dialing
Open	10 pps Pulse Dialing
V_{SS}	DTMF Dialing

OH-ON-HOOK (ขา 12)

การต่อของ OH กับ V_{DD} หรือ ปล่อยลอยได้ อุปกรณ์จะอยู่ในโหมด ON-HOOK แต่ถ้าต่อขานี้กับ V_{SS} ก็จะเป็นการเลือกโหมด OFF-HOOK เมื่ออยู่ในโหมด ON-HOOK จะสามารถโปรแกรมหมายเลขในหน่วยความจำได้โดยไม่มีเอาท์พุตจากการหมุนเกิดขึ้น

TSO - Tone Signal Output (ขา 7)

เมื่อมีการกดคีย์ จะมีการตอบรับโดยส่งสัญญาณเสียงป้อนกลับมา โดยขา TSO จะส่งสัญญาณความถี่เสียง 500 เฮิร์ตซ์ ออกมา ยกเว้นเมื่อ DTMF ถูกใช้งาน และขานี้ยังให้เอาท์พุตออกมาในระหว่างโหมดของการโปรแกรมแบบ ON-HOOK ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTMF OUT - Dual Tone Multifreqeuncy Output (ขา 18)

เมื่อขา MS ถูกต่อกับ V_{SS} ขา DTMF OUT จะให้เอาท์พุตที่ตอบสนองกับแถวและคอลัมน์ในการกดคีย์

แต่ในโหมดพัลส์ (MS = V_{DD} หรือปล่อยลอย) และระหว่างโหมดของการโปรแกรมแบบ ON-HOOK ที่ขานี้เป็น "HIGH" impedance ส่วนในขณะที่เอาท์พุตเป็น DTMF ขานี้จะเป็นแบบ open drain output ซึ่งต้องการตัวต้านทานภายนอก ทำหน้าที่ในการพูลอัพ กับขา V_{DD}

โดยที่ตัวต้านทานพูลอัพนี้ต้องเหมาะสมกับกระแสที่ต้องการให้ไหลในวงจรป้อนกลับภายใน รวมทั้งโหลดที่ใช้ด้วย

$\overline{OPL}$- ***Outpulsing*** (ขา 17)

ขานี้จะให้เอาท์พุตเป็นพัลส์ 10 pps (เมื่อ MS ถูก open) หรือ 20 pps (เมื่อ MS = V_{DD}) และถ้าอยู่ในโหมด DTMF (MS=V_{SS}) ขานี้จะเป็น "HIGH" impedance ในระหว่างโหมดของการโปรแกรมแบบ ON-HOOK ที่ขานี้จะไม่มีพัลส์ออกมา ขานี้จะมีลักษณะเป็นแบบ ***open drain N-channel output***

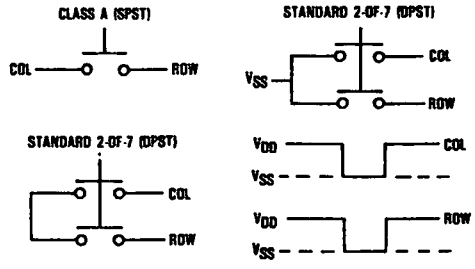
$\overline{MO}$ - ***Mute Output*** (ขา 11)

ขานี้มีลักษณะเป็นแบบ ***open drain N-channel output*** ซึ่งจะถูกต่อกับ V_{SS} ในระหว่างที่มีพัลส์ออกมาที่ขา $\overline{OPL}$ และในระหว่างโหมด OFF-HOOK และ โหมด DTMF

Keyboard Inputs (ขา 2,3,4,5,13,14,15,16)

สำหรับคีย์บอร์ดอินพุตที่ใช้อาจเป็นคีย์บอร์ดแบบหน้าสัมผัสเดียว (class A) หรือคีย์บอร์ดแบบมาตรฐาน 2 of 8 หรือ 2 of 7 โดยต่อขา V_{SS} เข้ากับขาคอมมอนด์ของคีย์บอร์ด การกดคีย์จะเกิดขึ้นเมื่อแถวใดแถวหนึ่งไปติดกับอีกคอลัมน์ใดคอลัมน์หนึ่งหรือแถวใดแถวหนึ่งกับคอลัมน์ใดคอลัมน์หนึ่งถูกต่อลง V_{SS} พร้อม ๆ กัน เมื่อต่อขา 2 ($\overline{COL4}$) กับ V_{DD} แสดงว่าเป็นการตั้งโหมดคีย์บอร์ดเป็นแบบ 3x4 ลักษณะชนิดของคีย์บอร์ดทั่วไปถูกแสดงไว้ในรูปที่ 2.5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5.3 แสดงลักษณะของคีย์บอร์ด

OSC_{in} , OSC_{out} (ขา 8 , ขา 9)

สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์บนชิพ จะใช้คริสตัล 3.579545 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นความถี่อ้างอิง การใบอัสคริสตัลสามารถทำได้อย่างสมบูรณ์เพราะภายในจะมีตัวต้านทานและตัวเก็บประจุอยู่แล้ว

2.5.3 คำอธิบายทั่วไปของ MC145412

สำหรับ MC145412 สามารถเลือกฟังก์ชันการทำงานได้ทั้งแบบพัลส์และแบบ DTMF สามารถเปลี่ยนโหมดการทำงานโดยผ่านทางขา MS มีหน่วยความจำทั้งหมด 10 หมายเลข รวมทั้งหมายเลข LNR (last number redial) ด้วย โดยแต่ละหมายเลขมีความยาวได้ 18 หลัก

ในการป้อนกำลังไฟฟ้า จะต้องมีช่วงเวลาเริ่มต้น 64 ms ซึ่งออสซิลเลเตอร์จะถูกอีนาเบิล (enable) และคีย์บอร์ดอินพุตจะยังไม่ทำงาน ในช่วงเวลานี้ $\overline{\text{COL4}}$ จะถูกตรวจสอบ (scan) เพื่อเลือกโหมดของคีย์บอร์ด โดยถ้า $\overline{\text{COL4}}$ อินพุตเป็น "HIGH" (V_{DD}) จะทำให้คีย์บอร์ดอยู่ในโหมด 3x4 ถ้านอกเหนือจากนี้จะอยู่ในโหมด 4x4 และการเปลี่ยนโหมดจะทำหลังจากเวลาเริ่มต้นไม่ได้

ในระหว่างการทำงานปกติ ออสซิลเลเตอร์จะเริ่มทำงานเมื่อมีการกดคีย์โดยคีย์อินพุตจะมี debounce ประมาณ 32 ms ในระหว่างคาบเวลาของ debounce RAM และวงจรในการหมุนหมายเลขจะยังไม่ทำงาน แต่ขา MS จะถูกตรวจสอบ (scan) เพื่อพิจารณาว่ามีโหมดการทำงานเป็นอย่างไร (10 pps , 20 pps หรือ DTMF) และหลังจากช่วง debounce แล้ว ค่าคีย์ที่ถูกกดเข้ามาจะถูกเช็ค และอินพุตนี้จะถูกแลทช์เข้าไปในหน่วยความจำของ LNR พร้อมกับส่งรหัสหยุด (stop code) ตามไปด้วย กระบวนการเช่นนี้จะต่อเนื่องจน

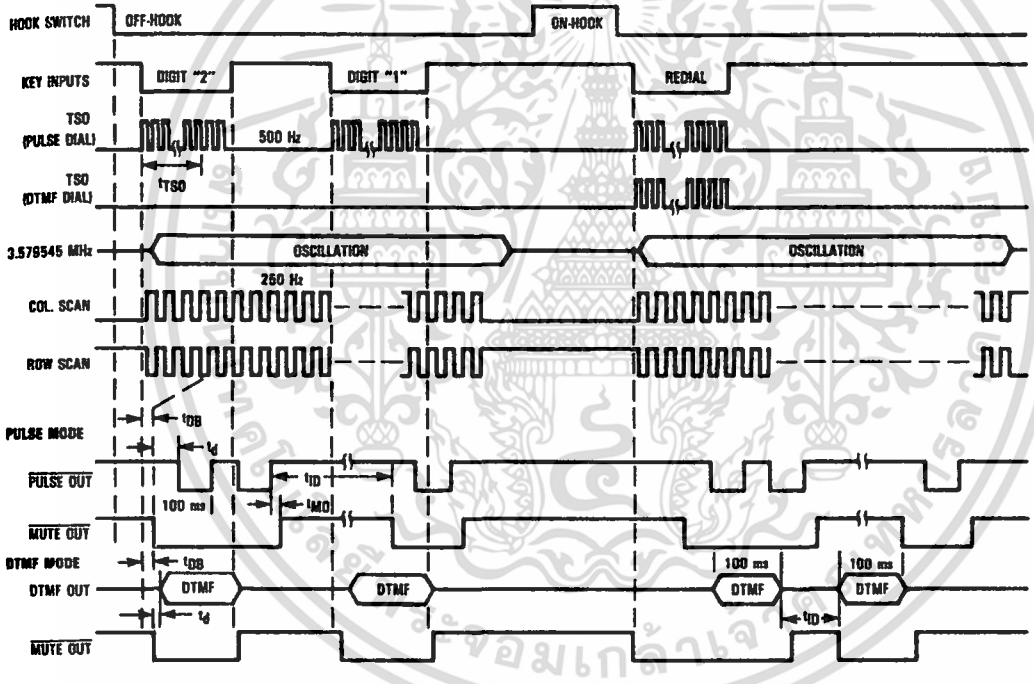
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทั่งถึงหลักที่ 18 ถ้าหลักที่ 19 ถูกกดเข้ามาก็จะถูกเขียนทับลงไปที่หลักแรก แล้วตามด้วยรหัสหยุด

ในขณะที่ทำการหมุนหมายเลข อุปกรณ์จะทำการเฟท (fetch) ข้อมูลจากหน่วยความจำนี้ออกมาจนกระทั่งถึงรหัสหยุด

และขา DTMF OUT ได้ถูกออกแบบให้ไดรฟ์ทรานซิสเตอร์ชนิด pnp ภายนอกได้ ซึ่งสามารถใช้มอดูเลตไปกับโวลเตจของ TIP และ RING ได้

ลักษณะของการทำงานได้ถูกแสดงเป็นไทม์มิงไดอะแกรม (Timing Diagram) ดังรูปที่ 2.5.4



รูปที่ 2.5.4 แสดงไทม์มิงไดอะแกรมของ MC145412

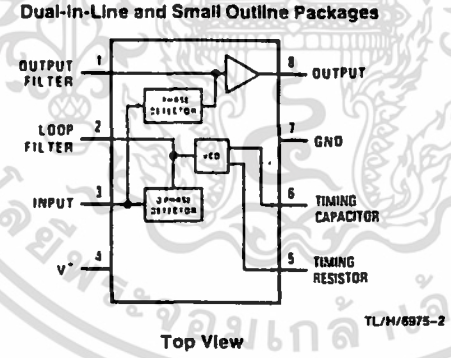
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับ LM567 TONE DECORDER

LM567 และ LM567C มีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นตัวถอดรหัสสัญญาณเสียง (tone decorder) ถูกออกแบบให้เกิดการสวิตซ์ลงกราวด์ เมื่อมีสัญญาณอินพุตตรงกับช่วงความถี่ ภายในวงจรจะประกอบด้วย I และ Q detector ซึ่งถูกไดรฟ์โดย VCO (Voltage Controled oscillator) ซึ่งใช้ในการพิจารณาความถี่ที่ศูนย์กลาง (center frequency) ของตัวถอดรหัส โดยจะใช้อุปกรณ์ภายนอกในการตั้งค่าความถี่ที่ศูนย์กลาง , แบนด์วิดธ์ และการหน่วงเวลาของสัญญาณเอาท์พุต (output delay)

คุณสมบัติ

- เอาท์พุตสามารถใช้เป็นสถานะทางลอจิก ซึ่งมีลักษณะเป็นกระแสซิงค์ 100 มิลลิแอมป์
- แบนด์วิดธ์สามารถปรับค่าได้จาก 0-14 %
- มีความสามารถในการตัดช่วงของสัญญาณที่ไม่พิจารณาและสัญญาณรบกวนสูง
- มีเสถียรภาพของความถี่ที่ศูนย์กลางสูงมาก
- ความถี่ที่ศูนย์กลางสามารถปรับค่าได้จาก 0.01 เฮิร์ตซ์ ถึง 500 กิโลเฮิร์ตซ์



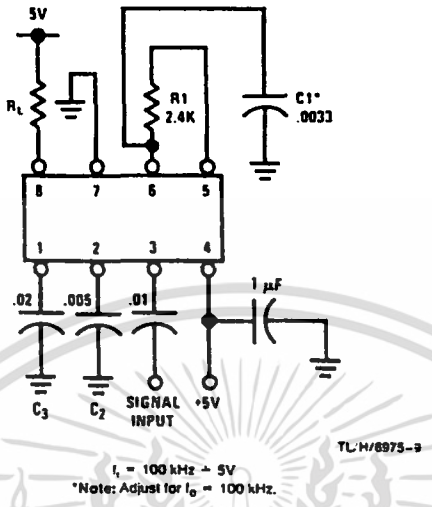
Top View

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

รูปที่ 2.6.1 แสดงลักษณะขาสัญญาณและลักษณะวงจรภายในของตัวถังแบบ DIP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Test Circuit



รูปที่ 2.6.2 วงจรที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ AC

จากรูปที่ 2.6.2 เป็นลักษณะของวงจรที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ AC โดยค่าความถี่ที่ศูนย์กลางของตัวถอดรหัสสัญญาณเสียง (tone decorder) นี้จะมีค่าเท่ากัน ความถี่อิสระ (Free Running Frequency) ของ VCO ซึ่งสัมพันธ์กันดังสมการ

$$f_0 \cong \frac{1}{1.1\,R_1C_1}$$

แบนด์วิดธ์ของฟิลเตอร์มีค่าประมาณ

$$BW = 1070\sqrt{\frac{V_i}{f_0C_2}} \qquad \text{ในหน่วย \% ของ } f_0$$

โดยที่ V_i เป็นค่าอินพุตโวลเตจ (V_{rms}) , $V_i \le 200\ \ mA$

C_2 เป็นค่าความจุของตัวเก็บประจุที่ขา 2 (μF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

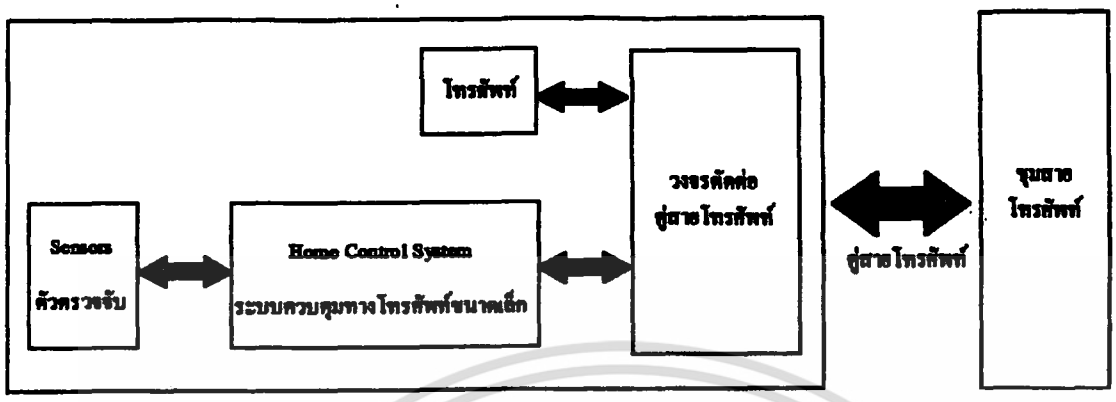
บทที่ 3
หลักการทำงานและการออกแบบ

3.1 คุณสมบัติของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

- สามารถฝากข้อความหลาย ๆ ข้อความติดต่อกันได้นาน 90 วินาที
- ทำการสอบถามข้อความและลบข้อความทั้งหมดได้โดยผ่านทางคู่สายโทรศัพท์
- อุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาต่อร่วมนั้น ต้องเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ และสามารถมีอุปกรณ์ได้สูงสุด 3 ตัว
- ทำการสอบถามสถานะการทำงานและควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยผ่านทางคู่สายโทรศัพท์
- อินพุตจากตัวตรวจจับแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ตัวตรวจจับสัญญาณไฟไหม้และตัวตรวจจับสัญญาณจากผู้บุกรุก ซึ่งแต่ละประเภทสามารถต่อตัวตรวจจับได้ 8 ช่อง รวมทั้งหมด 16 ช่อง
- หมายเลขที่ใช้ในการโทรออกอัตโนมัติ เมื่อตรวจพบสัญญาณตัวตรวจจับมีทั้งหมด 3 หมายเลข โดยสามารถทำการโปรแกรมหมายเลขและสถานที่เกิดเหตุผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ที่ทำการเรียกเข้าเท่านั้น
- ทำการสอบถามสถานะของระบบได้โดยผ่านทางคู่สายโทรศัพท์เช่นกัน
- มีระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง 12 V NiCd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการทำงานของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก



รูปที่ 3.2.1 แสดงการเชื่อมต่อระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก ที่ได้ออกแบบขึ้นโดยอาศัยโครงข่ายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์เป็นสื่อกลางที่สำคัญ จากรูปที่ 3.2.1 แสดงการเชื่อมต่อระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็กกับคู่สายโทรศัพท์ โดยจะต่อในลักษณะพ่วงอยู่กับคู่สายปลายทาง และรูปที่ 3.2.2 เป็นบล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบต่าง ๆของระบบทั้งหมด มีหลักการทำงานคือ

ในสภาวะปกติระบบจะทำการตรวจสอบสภาวะการทำงานของตัวตรวจจับและตรวจจับสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามายังโทรศัพท์ไปพร้อมกัน ดังนั้นเมื่อระบบตรวจพบสัญญาณใดสัญญาณหนึ่งก็จะทำงานตามคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ถ้าตรวจพบสัญญาณกระดิ่งแสดงว่ามีการติดต่อจากคู่สายภายนอกกับหมายเลขโทรศัพท์ที่มีระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็กติดตั้งอยู่ ระบบจะทำการนับจำนวนของสัญญาณกระดิ่งเมื่อครบตามที่กำหนดไว้คือ 4 ครั้ง ก็จะทำการตัดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายนอกเข้ากับระบบโดยอัตโนมัติ การทำงานของระบบจะอาศัยการถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มมาเป็นรหัสในการโต้ตอบและควบคุมการทำงานทั้งหมด ดังนั้นเมื่อระบบทำการยกหูอัตโนมัติแล้วในช่วง 3-4 วินาทีแรกจะทำการรอสัญญาณ DTMF ที่เป็นรหัสผ่าน ถ้าในช่วงนี้ไม่มีการกดรหัสใด ๆ ระบบก็จะทำหน้าที่รับฝากข้อความอัตโนมัติทันทีซึ่งสามารถฝากข้อความติดต่อกันได้สูงสุด 90 วินาที ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้จะมีผลดีในแง่ของการป้องกันไม่ให้ผู้อื่นเข้ามาเกี่ยวข้องกับระบบควบคุมของเรา ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นได้ แต่ถ้ามีการกดสัญญาณ DTMF ที่เป็นรหัสผ่านในช่วง 3-4 วินาทีแรก ระบบก็จะเข้าสู่การทำงานอย่างเต็มรูปแบบโดยทำงานในลักษณะเป็นฟังก์ชันมีทั้งหมด 7 ฟังก์ชันให้เลือกคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันที่ 1 - สอบถามข้อความที่มีอยู่ทั้งหมด

ฟังก์ชันที่ 2 - ฝากข้อความเพิ่มเติม

ฟังก์ชันที่ 3 - ลบข้อความที่มีอยู่ทั้งหมด

ฟังก์ชันที่ 4 - โปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อเพื่อทำการแจ้งเหตุซึ่งสามารถโปรแกรมได้ทั้งหมด 3 หมายเลข

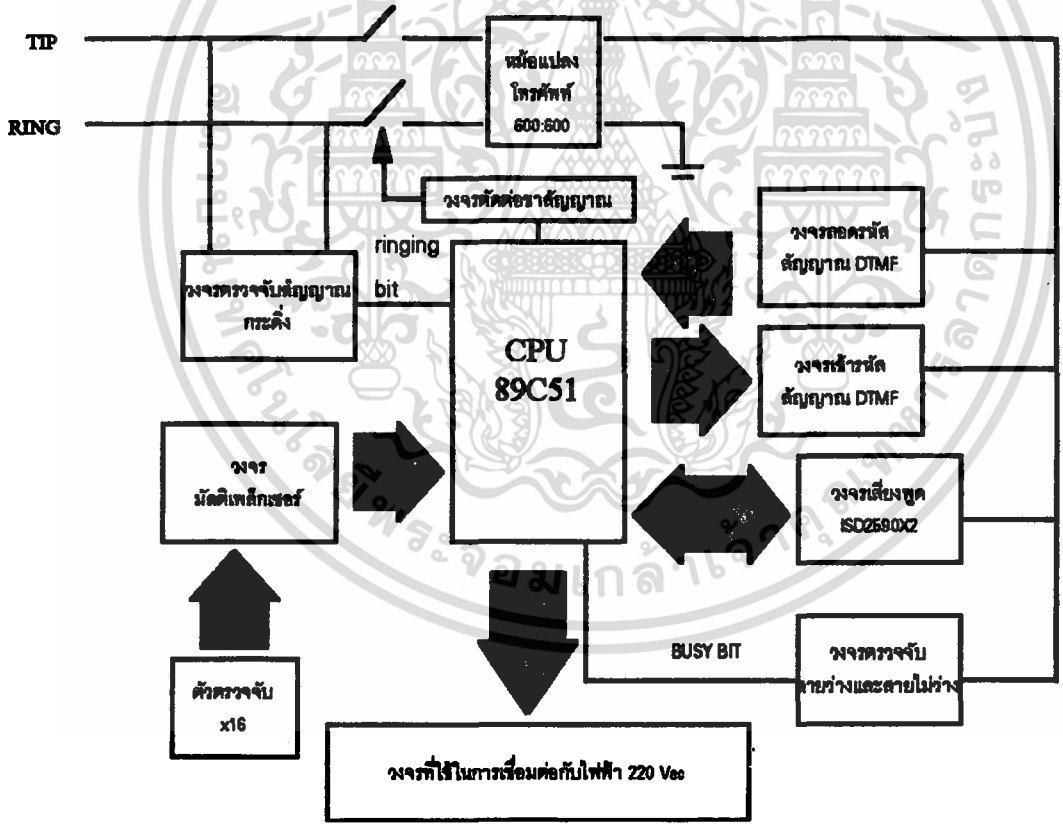
ฟังก์ชันที่ 5 - โปรแกรมสถานที่เกิดเหตุซึ่งมีความยาวของข้อความประมาณ 10 วินาที

ฟังก์ชันที่ 6 - ประกอบไปด้วยฟังก์ชันย่อย 2 ฟังก์ชันให้เลือกคือ

ฟังก์ชัน 6.1 - สอบถามสถานการณ์ความเรียบร้อยภายในบ้าน

ฟังก์ชัน 6.2 - ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

ฟังก์ชันที่ 7 - ออกจากระบบโดยการวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ



รูปที่ 3.2.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะเดียวกันผู้ที่ทำการติดต่อสามารถทำการตรวจสอบฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดได้โดยการกดหมายเลข 8 ในกรณีที่ผู้ที่ทำการติดต่อจำไม่ได้ว่ามีฟังก์ชันใดบ้าง นอกจากนี้ถ้าไม่มีการกดสัญญาณ DTMF เพื่อตอบโต้กับระบบเกิน 15 วินาที ระบบก็จะทำการวางหูให้โดยอัตโนมัติ (time out) เพื่อป้องกันความผิดพลาดหากเกิดกรณีที่ผู้ทำการติดต่อลืมกดสัญญาณหรือวางหูไปโดยไม่ได้เลือกฟังก์ชันที่ 7

สำหรับตัวตรวจจับที่ใช้กับระบบในที่นี้จะใช้ได้กับตัวตรวจจับ 2 ลักษณะคือ ตัวตรวจจับสัญญาณไฟไหม้ และตัวตรวจจับสัญญาณจากผู้บุกรุก ซึ่งมีความละเอียดในการติดตั้งได้ชนิดละ 8 จุด รวมทั้งหมด 16 จุด โดยเอาท์พุตของตัวตรวจจับจะเป็นการส่งสัญญาณในลักษณะของ current loop 20 mA เพื่อทำให้ออปโตไอโซเลเตอร์ที่ต่อเป็นอินพุตทั้ง 16 จุดเกิดการเปลี่ยนสถานะเมื่อตัวตรวจจับได้รับสัญญาณ การเชื่อมต่อในลักษณะเช่นนี้มีผลดีในแง่ที่ว่าสามารถส่งสัญญาณได้ในระยะไกล ดังนั้นถ้าตรวจพบสัญญาณจากตัวตรวจจับระบบก็จะทำการยกหูโทรศัพท์และหมุนหมายเลขโดยอัตโนมัติทันที โดยเรียกหมายเลขทั้งสามหมายเลขที่ได้ทำการโปรแกรมไว้ก่อนหน้านี้ตามลำดับ ซึ่งถ้าเกิดกรณีสายไม่ว่าง , สายว่างแต่ไม่มีคนรับประมาณ 5 ครั้งหรือไม่มีสัญญาณเรียกกลับภายใน 5 วินาที ระบบก็จะทำการวางหูแล้วทวนหมายเลขเดิมซ้ำอีกสองครั้งก่อนที่จะหมุนหมายเลขใหม่ต่อไปจนครบทั้งสามหมายเลข แต่ถ้าพบกรณีสายว่างและมีคนรับซึ่งเป็นกรณีที่เราต้องการระบบจะทำการส่งข้อความในการแจ้งเหตุร้ายและสถานที่เกิดเหตุออกไปยังคู่สาย ทำการทวนข้อความ 3 ครั้งก่อนที่จะวางหูและหมุนหมายเลขต่อไปจนครบทั้งสามหมายเลขเช่นกัน และเพื่อความแม่นยำที่สูงขึ้นระบบจะทำการติดต่อหมายเลขทั้งสามอีกครั้งและเมื่อทำการแจ้งเหตุอัตโนมัติเรียบร้อยแล้วระบบก็จะกลับไปทำการตรวจจับสัญญาณกระดิ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้นเพื่อรอการติดต่อครั้งต่อไป

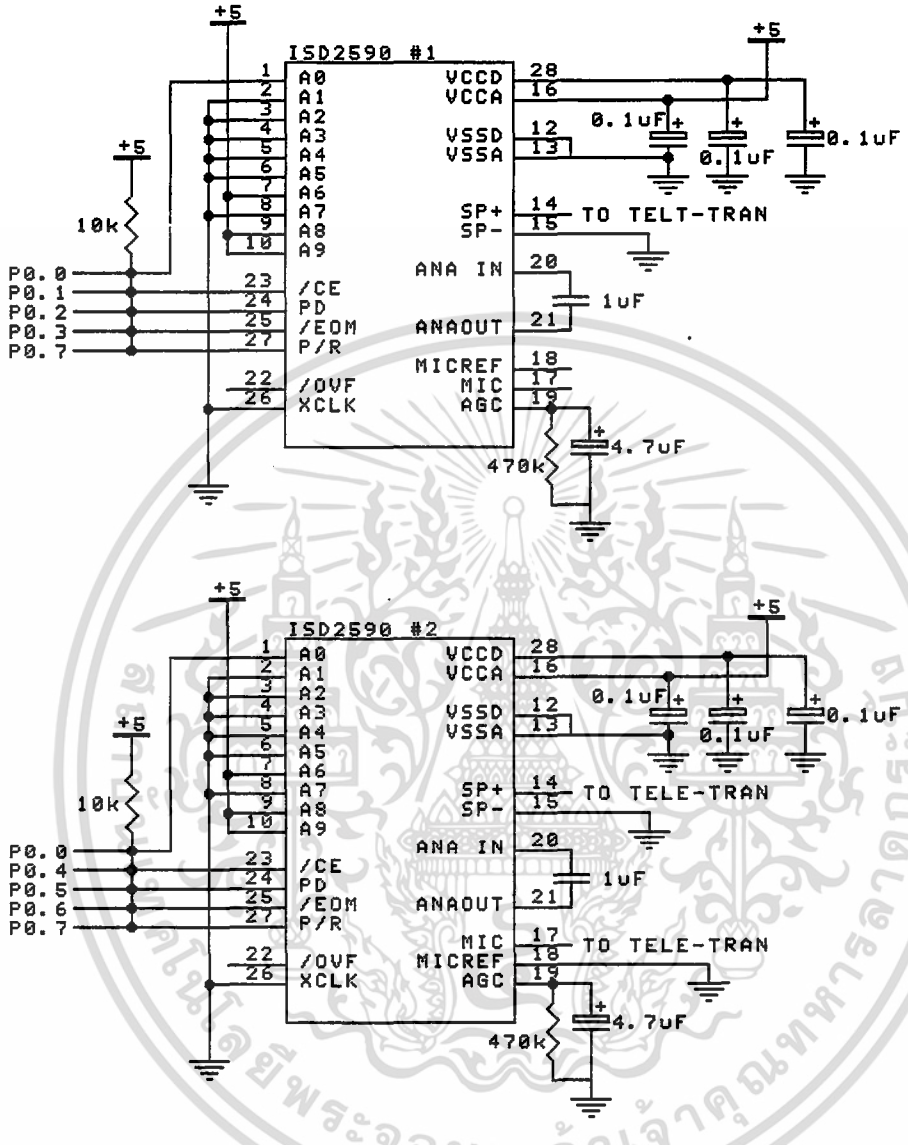
นอกจากนี้ระบบแหล่งจ่ายไฟยังออกแบบให้มีแหล่งจ่ายไฟสำรองเพื่อที่จะยังสามารถทำงานได้เมื่อเกิดกรณีกระแสไฟฟ้าขัดข้อง แต่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่กับระบบจะไม่ทำงานเนื่องจากอาศัยกระแสไฟฟ้า 220 Vac เท่านั้น

การออกแบบระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็กนี้ อาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการประมวลผลและควบคุมการทำงานทั้งหมดซึ่งถือเป็นหัวใจหลักของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบ

3.3.1 วงจรเสียงพูด



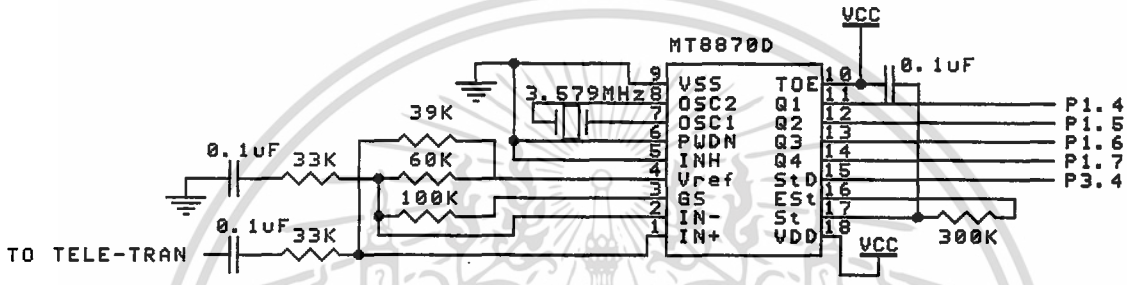
รูปที่ 3.3.1 แสดงลักษณะของวงจรเสียงพูด

ในการบันทึกและผลิตเสียงพูดที่จะใช้ในการโต้ตอบกับคู่สายปลายทางเราเลือกใช้ไอซีเบอร์ ISD2590 ในการใช้งานซึ่งใช้ลักษณะการทำงานในโหมด Push-Button ซึ่งมีข้อดีก็คือประหยัดขาสัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อและไม่จำเป็นต้องรู้แอดเดรสเริ่มต้นของข้อความแต่ละข้อความ เพียงแต่รู้ลำดับของข้อความเท่านั้นก็จะสามารถทำการกระโดดข้ามไปยังข้อความ0ที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้เราใช้ ISD2590 2 ตัว ตัวแรกทำหน้าที่ในการแจ้งข้อความที่บันทึกไว้ล่วงหน้าเพื่อบอกลำดับขั้นตอนในการทำงาน ส่วนตัวที่สองนั้นจะใช้ในการบันทึกและแจ้งข้อความที่ผู้เรียกได้ทำการฝากเอาไว้ ขั้นตอนในการใช้งาน ISD2590 สามารถดูได้จากหัวข้อ 2.3 ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วโดยละเอียด

3.3.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็น BCD

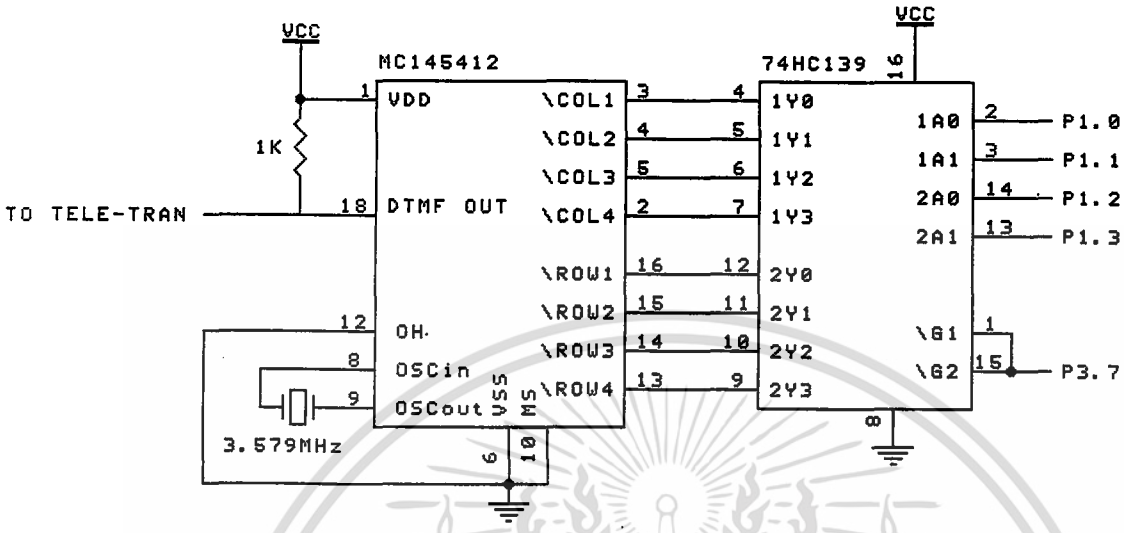


รูปที่ 3.3.2 แสดงลักษณะของวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็น BCD

ในการถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็น BCD เราเลือกใช้ไอซีเบอร์ MT8870D Integrated DTMF Receiver ซึ่งมีลักษณะของวงจรที่ใช้งานดังรูปที่ 3.3.2 โดยเมื่อมีสัญญาณ DTMF เข้ามาทางอินพุต MT8870D จะทำการแปลงสัญญาณ DTMF ที่ได้ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 4 บิต (BCD code) โดยมีความสัมพันธ์ตามตาราง 2.4.1 ข้อมูลเอาท์พุตจะถูกเก็บไว้ที่เอาท์พุตแลทช์ (output latch) ภายในชิพ และจะมีสัญญาณเอาท์พุต แฟลก (std) เป็นตัวบอกให้ทราบว่า ได้ทำการแปลงข้อมูลและนำเข้าไปเก็บที่เอาท์พุตแลทช์เรียบร้อยแล้ว เอาท์พุตแลทช์จะมีลักษณะเป็นเอาท์พุต 3 สถานะ (tri-state) โดยจะต้องทำการอินาเบิลที่ขา TOE ด้วยลอจิก "HIGH" จึงจะให้เอาท์พุต ดังนั้นในวงจรจึงได้ทำการต่อขา TOE ได้กับ +5 โวลต์ ตลอดเวลา สำหรับเอาท์พุตแฟลก (std) ปกติจะมีสถานะเป็น "LOW" แต่เมื่อ MT8870D ได้ทำการแปลงข้อมูลและส่งข้อมูลไปไว้ที่เอาท์พุตแลทช์เรียบร้อยแล้ว เอาท์พุตแฟลก (std) จะมีสถานะเป็น "HIGH" ซึ่งในการทำงานเราจะทำการเช็คแฟลก (std) ว่าเป็น "HIGH" หรือไม่ ถ้าเป็น "HIGH" ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 วงจรเข้ารหัสสัญญาณ DTMF



รูปที่ 3.3.3 แสดงลักษณะของวงจรเข้ารหัสสัญญาณ DTMF

เราใช้ไอซีเบอร์ MC145412 เป็นตัวกำเนิดสัญญาณ DTMF แล้วส่งเข้าไปในคู่สายโทรศัพท์ เพื่อเรียกเลขหมายปลายทาง ในการออกแบบวงจรเราให้ขา MS ต่อกราวด์เพื่อเลือกการทำงานในโหมด DTMF และ ขา OH ก็ต่อลงกราวด์เช่นกันเพื่อเลือกโหมด OFF-HOOK

สัญญาณ DTMF จะถูกส่งออกมาทางขา 18 (DTMF OUT) โดยจะต้องทำการไบอัสด้วยไฟ DC และต่อตัวต้านทานพูลอัพ โดยใช้ค่าความต้านทานเท่ากับ 1 กิโลโอห์ม เพื่อเป็นการป้อนกระแสให้กับวงจรภายใน จึงจะสามารถทำงานได้ สัญญาณ DTMF ที่ถูกสร้างขึ้นจะสัมพันธ์กับค่าจากการกดคีย์ ในที่นี้เราเลือกใช้ไอซีเบอร์ 74HC139 เป็นตัวสร้างสัญญาณในการกดคีย์ โดยภายในไอซีเบอร์ 74HC139 จะประกอบด้วยวงจร Decorder 2 ตัว เอาท์พุตของแต่ละตัวมีขนาด 4 บิต ดังนั้นจึงใช้เอาท์พุต 4 บิตของตัวแรก ต่อเข้ากับแนวคอลัมน์ C1-C4 และเอาท์พุต 4 บิต ของตัวที่สองต่อเข้ากับแนวแถว R1-R4 ได้พอดี

เหตุผลที่เราเลือกใช้ไอซีเบอร์ 74HC139 นั้นเนื่องจากสัญญาณที่ใช้ในการกดคีย์นั้นต้องมีสถานะเป็น “LOW” ซึ่งตรงกับการทำงานของ 74HC139 คือ ในการเลือกอินพุตของ 74HC139 แต่ละครั้งจะให้เอาท์พุตมีสถานะเป็น “LOW” สอดคล้องกับอินพุตดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3.1 แสดงการทำงานของไอซีเบอร์ 74HC139

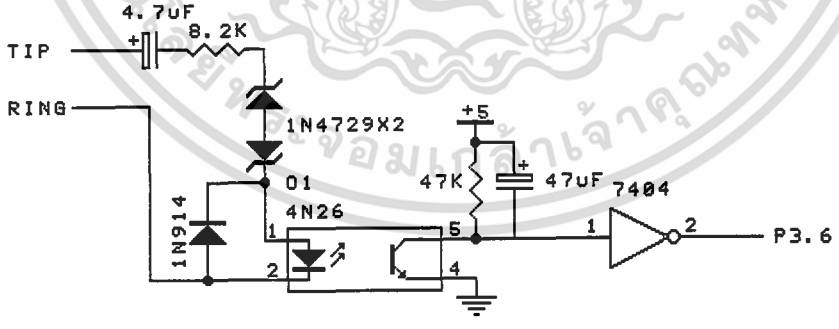
INPUT			OUTPUT			
ENABLE	SELECT					
$\overline{G}$	B	A	y 0	y 1	y 2	y 3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

H = "HIGH" level , L = "LOW" level , X = Irrelevant

จะเห็นว่าถ้าไม่ทำการอีนาเบิลที่ขา $\overline{G}(\overline{G_1}+\overline{G_2})$ ก็จะไม่มีเอาท์พุต ดังนั้นในการอ้างอินพุตแต่ละครั้งจะต้องทำการอีนาเบิล ขา $\overline{G}$ ทุกครั้ง จึงจะได้สัญญาณ DTMF ออกมา ซึ่งในการอีนาเบิลแต่ละครั้งควรให้อยู่ในช่วงเวลาสั้น ๆ เพื่อให้เหมือนกับการกดคีย์ และในการควบคุมการกดหมายเลขดังกล่าวจะควบคุมโดยผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์

การกดคีย์ทุกครั้งจะต้องให้แนวแถวและแนวคอลัมน์เป็น "LOW" พร้อมกันเพียงคู่ใดคู่หนึ่งเท่านั้น ซึ่งเปรียบเสมือนกับการกดคีย์บอร์ดจริง

3.3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง



รูปที่ 3.3.4 แสดงลักษณะของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

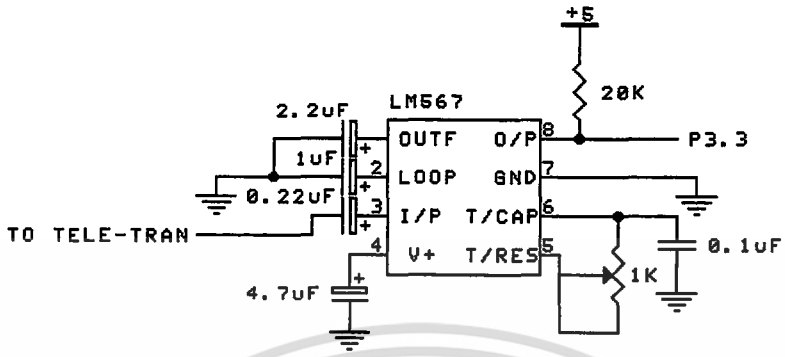
วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งนี้ จะทำการแปลงอินพุตสัญญาณกระดิ่งซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับความถี่ 20 เฮิร์ตซ์ ขนาดแอมปลิจูดประมาณ 110 โวลต์ ขี่คร่อมอยู่บนไฟตรงขนาด -48 โวลต์ ให้เป็นสัญญาณพัลส์เอาท์พุตขนาด 5โวลต์โดยสัญญาณไฟตรง -48 โวลต์จะถูกบล็อคด้วยตัวเก็บประจุ 0.47 ไมโครฟารัด และมีตัวต้านทานเป็นตัวจำกัดกระแส จึงทำให้มีเพียงสัญญาณกระดิ่งซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับเท่านั้นที่ผ่านไปได้ สัญญาณจะถูกลดทอนขนาดของแรงดันลงด้วยซีเนอร์ไดโอด 2 ตัวที่ต่อกลับขั้วกันอยู่ ทำให้มีขนาดของสัญญาณเท่ากับค่าแรงดันไบอัสย้อนกลับของซีเนอร์ไดโอดทั้งสองคือ ประมาณ ±12 โวลต์ โดยสัญญาณที่ได้นี้ยังคงเป็นสัญญาณที่มีทั้งไซเคิลบวกและลบ สัญญาณดังกล่าวจะถูกป้อนเป็นอินพุตของออปโตไอโซเลเตอร์ 4N26 โดยมีไดโอดต่อคร่อมแบบย้อนกลับไว้ที่ขา 1 และ 2

ไอซีเบอร์ 4N26 นี้เป็นไอซีที่ใช้ในการเชื่อมโยงทางแสง (opto-coupler) มีข้อดีในการแยกระบบไฟของอินพุตและเอาท์พุตออกจากกัน โดยใช้แสงในการเชื่อมโยงแทน ทำให้มีความปลอดภัยจากแรงดันไฟค่าสูงๆ และยังสามารถป้องกันสัญญาณรบกวนหรือแรงดันทรานเซียนท์ (transient) ที่เกิดจากระบบกราวด์ของวงจรภายนอก ไม่ให้เข้าไปเกิดในระบบกราวด์ของวงจรอีกด้วย ภายใน 4N26 จะมีโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์อยู่ กระแสทางด้านไซเคิลบวกเท่านั้นที่สามารถไหลผ่านไดโอดทำให้ไดโอดเปล่งแสงและโฟโตทรานซิสเตอร์เกิดการนำกระแสจากขั้วคอลเลคเตอร์ลงกราวด์ จึงทำให้ได้ลอจิกศูนย์ที่เอาท์พุตขา 5 แต่ถ้าอินพุตทางด้านไซเคิลลบผ่านเข้ามา โฟโตไดโอดก็จะไม่ทำงาน จึงไม่มีการนำกระแสทางด้านของโฟโตทรานซิสเตอร์ เอาท์พุตที่ได้จึงเป็นลอจิกหนึ่ง ดังนั้นในช่วงสัญญาณกระดิ่งหนึ่งครั้งจะได้เอาท์พุตที่มีลักษณะเป็นพัลส์ 5 โวลต์ จำนวนมากจึงใช้ตัวเก็บประจุค่าสูงๆ (ในที่นี้ใช้ 47 ไมโครฟารัด) ต่อเข้าทางด้านเอาท์พุต เพื่อทำหน้าที่กรองความถี่ ดังนั้นเอาท์พุตที่ได้ในช่วงที่มีสัญญาณกระดิ่งนี้ จึงมีสถานะเป็น “LOW” เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ระดับโวลเตจในขณะที่เป็น “LOW” จะมีลักษณะที่ไม่เรียบ เนื่องจากการคายประจุของตัวเก็บประจุในช่วงสัญญาณที่เป็นไซเคิลลบ จึงใช้ไอซีเบอร์ 7404 ช่วยทำให้เอาท์พุตที่ได้เรียบมากขึ้น และกลับสถานะของลอจิกให้มีสถานะตรงกันข้าม

ดังนั้นในสภาวะที่ยังไม่มีสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้า เอาท์พุตจาก 7404 จะเป็นลอจิกศูนย์ และจะเป็นลอจิกหนึ่งเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้ามา ซึ่งสัญญาณที่ได้นี้จะนำไปเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 วงจรตรวจจับสัญญาณสายว่างและสายไม่ว่าง



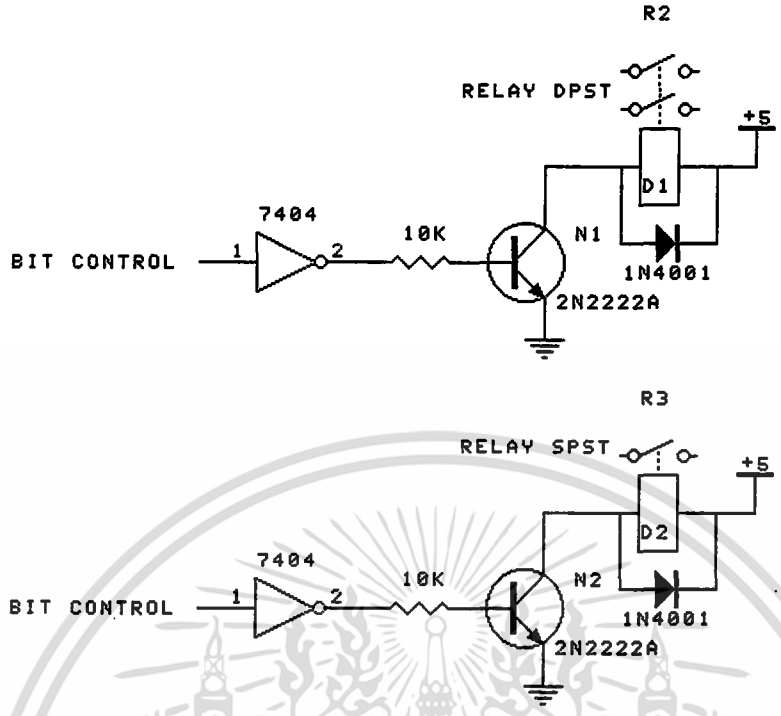
รูปที่ 3.3.5 แสดงลักษณะของวงจรตรวจจับสายว่างและสายไม่ว่าง

สัญญาณสายว่างและสายไม่ว่างเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ตซ์ แต่แตกต่างกันที่จังหวะของสัญญาณ โดยสัญญาณสายว่างจะดัง 1 วินาที และหยุด 4 วินาที ส่วนสัญญาณสายไม่ว่างจะดังและหยุดทุกๆ 0.5 วินาที ในการตรวจจับสัญญาณทั้งสองนี้เลือกใช้ไอซีเบอร์ LM567 TONE DECOPER ซึ่งใช้ในการถอดรหัสสัญญาณเสียง ในการใช้งานเราจะทำการตั้งค่าความถี่ที่ศูนย์กลาง (center frequency) ที่ต้องการตรวจจับ โดยการปรับค่าความต้านทานระหว่างขา 5 และ 6 หรือตัวเก็บประจุที่ขา 6 แต่ในที่นี้เราให้ตัวเก็บประจุมีค่าที่แน่นอน ดังนั้นจึงปรับจูนความถี่โดยการปรับค่าความต้านทานเท่านั้น

ดังนั้นเมื่อมีสัญญาณความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ตซ์ เข้ามาที่ขา 3 ก็จะทำให้เอาท์พุตที่ขา 8 มีสถานะเป็น “LOW” แต่ถ้าสัญญาณที่เป็นอินพุตมีความถี่อยู่นอกเหนือจากแบนด์วิดธ์ที่ปรับจูนเอาไว้ หรือไม่มีสัญญาณอินพุต สถานะทางลอจิกที่ขา 8 ก็จะเป็น “HIGH” ดังนั้นถ้าในกรณีของสัญญาณสายว่างก็จะได้เอาท์พุตเป็นลอจิกศูนย์ 1 วินาทีและเป็นลอจิกหนึ่ง 4 วินาที แต่ถ้าในกรณีของสัญญาณสายไม่ว่างเอาท์พุตที่จะเป็นลอจิกศูนย์และหนึ่งสลับกันทุกๆ 0.5 วินาที ซึ่งในการแยกแยะความแตกต่างของสัญญาณทั้งสอง เราจะใช้โปรแกรมในการตรวจสอบช่วงคาบเวลาของสัญญาณอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 วงจรที่ใช้ในการตัดต่อขาสัญญาณ

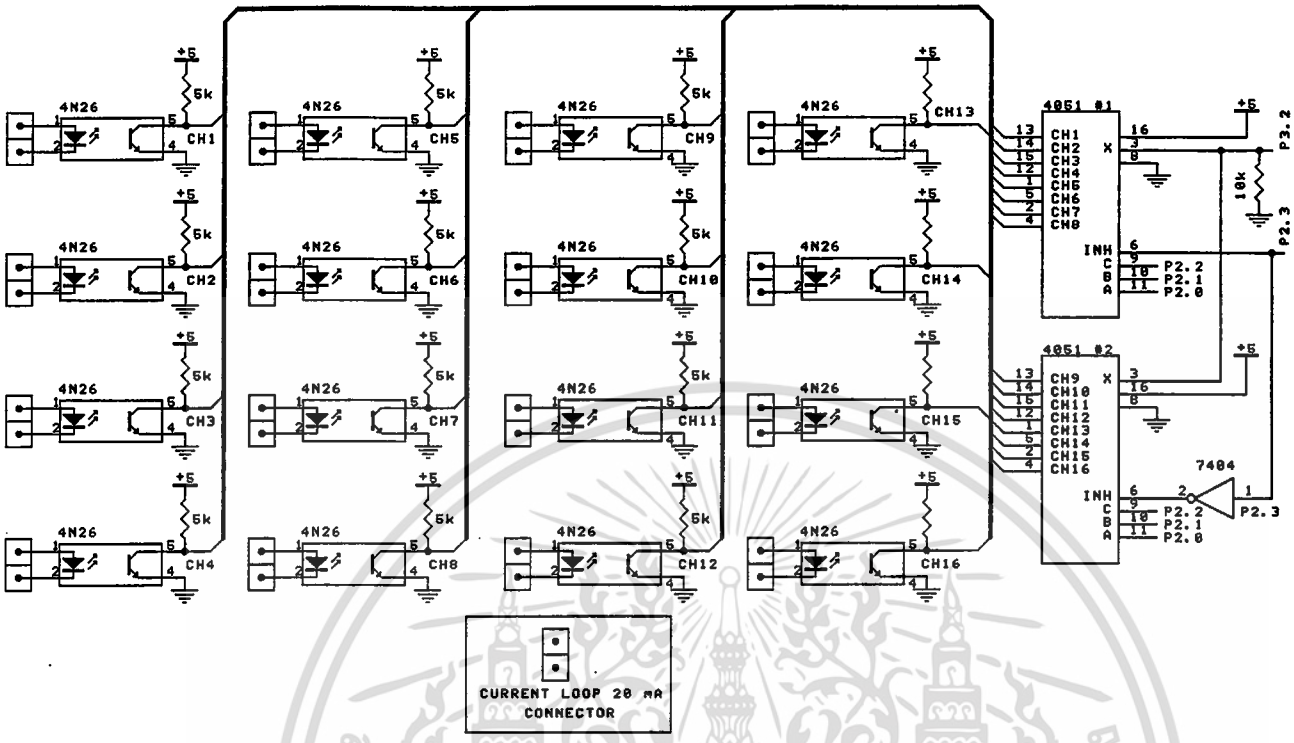


รูปที่ 3.3.6 แสดงลักษณะของวงจรที่ใช้ในการตัดต่อขาสัญญาณ

สำหรับการตัดต่อขาสัญญาณ เราจะใช้คุณสมบัติของรีเลย์มาช่วยทำหน้าที่ในการตัดต่อ ซึ่งรีเลย์ที่เราเลือกใช้เป็นรีเลย์ที่ใช้กับไฟตรงขนาด 5 โวลต์ในการดึงหน้าสัมผัส การสวิตซ์ของหน้าสัมผัสจะถูกควบคุมด้วยสถานะทางลอจิก ซึ่งมีผลในการนำกระแสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ขดลวดของรีเลย์เกิดสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำแล้วไปดึงหน้าสัมผัสให้เชื่อมต่อวงจรที่ต้องการ โดยที่ขดลวดของรีเลย์จะมีไดโอดต่อไบอัสกลับอยู่เพื่อให้เกิดกระแสไหลได้ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสผ่านขดลวดอย่างกะทันหันเพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไปทำให้ทรานซิสเตอร์พังได้ วงจรดังกล่าวถูกนำไปใช้ในการทำหน้าที่เป็นฮุกสวิตซ์ (Hook switch) เพื่อยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติ , ตัดต่อขาสัญญาณทางเอาท์พุต SP+ และ SP- ของ ISD2590 เพื่อตัดปัญหาในเรื่องของเสียงที่ไม่ต้องการออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 วงจรมัลติเพล็กเซอร์



รูปที่ 3.3.7 แสดงลักษณะของวงจรมัลติเพล็กเซอร์

ในการใช้สายสัญญาณร่วมกันที่คนละเวลา จำเป็นต้องใช้วงจรมัลติเพล็กเซอร์ในการเชื่อมต่อและสำหรับวงจรมัลติเพล็กเซอร์ที่ใช้ เราเลือกไอซีเบอร์ 4051 Analog Multiplexer ซึ่งมีช่องสัญญาณทั้งหมด 8 ช่อง และในการเลือกช่องสัญญาณอาศัยการอ้างแอดเดรส (CBA) จากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยต้องทำการอีนาเบิล "LOW" ที่ขา 6 ($\overline{INH}$) เพื่อให้สัญญาณทางด้านอินพุตผ่านออกมาทางขา 3 (Vx)

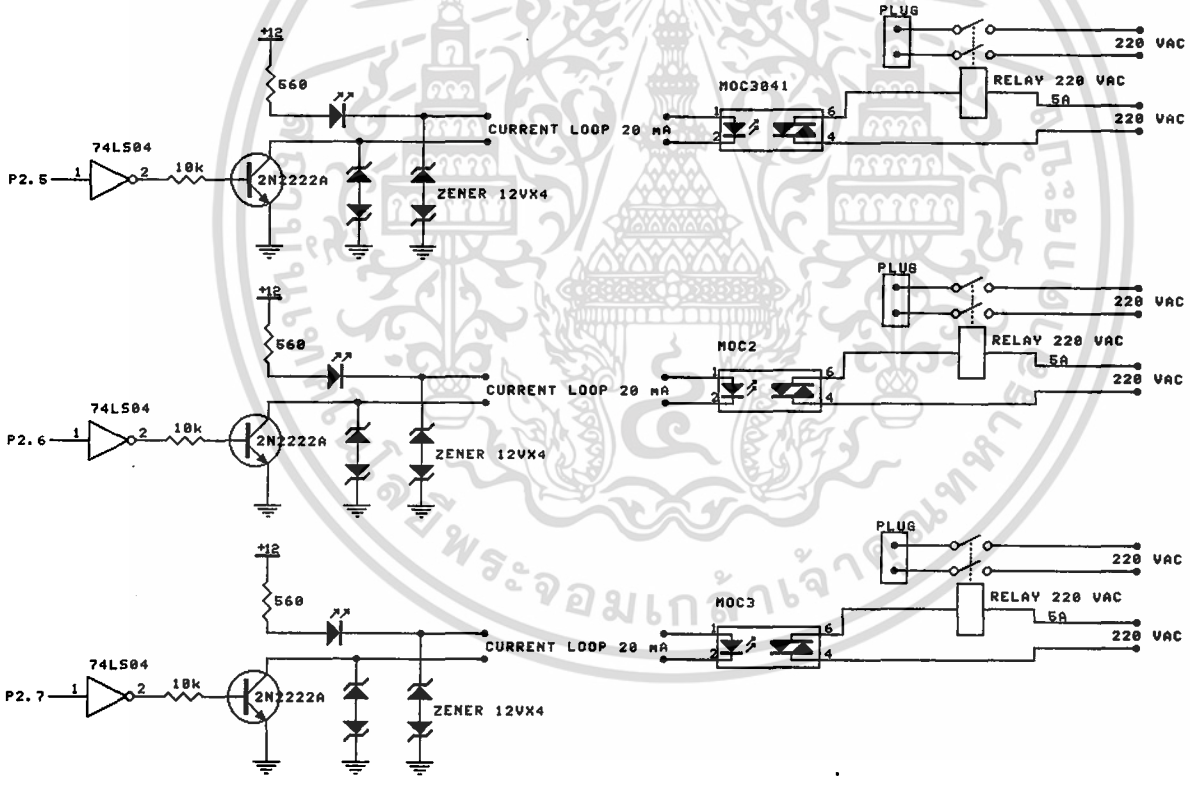
สำหรับสัญญาณทางด้านอินพุตจะเป็นสัญญาณที่ได้จากตัวตรวจจับ มีลักษณะของสัญญาณเป็นสถานะทางลอจิกคือ ศูนย์และหนึ่ง แต่ในการเชื่อมต่อกับตัวตรวจจับแต่ละตัวนั้น จะเป็นการเชื่อมต่อในระยะไกลจึงนิยมใช้เชื่อมต่อในโหมดของการส่งแบบกระแส (current mode) โดยเอาท์พุตของตัวตรวจจับจะต้องเป็นแบบ current loop 20 mA และทางด้านอินพุตของมัลติเพล็กเซอร์จะใช้ออปโตไอโซเลเตอร์เบอร์ 4N26 มาต่อเพื่อเปลี่ยนรูปของกระแสให้เป็นสถานะลอจิกและเนื่องจากไอซีเบอร์ 4N26 เป็นออปโตไอโซเลเตอร์ที่มีเอาท์พุตเป็น TTL จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในสภาวะปกติคือ สภาวะที่ตัวตรวจจับยังไม่มีการสวิตช์หรือยังไม่มีกระแส 20 มิลลิแอมป์ ไหลใน current loop เอาท์พุตของ 4N26 ซึ่งต่อเป็นอินพุตของ มัลติเพล็กเซอร์ 4051 จะมีสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น “HIGH” แต่เมื่อตัวตรวจจับได้รับสัญญาณ กล่าวคือมีกระแส 20 mA ไหลใน current loop กระแส 20 mA ดังกล่าวจะทำให้โฟโตไดโอดเปล่งแสงและโฟโตทรานซิสเตอร์เกิดการนำกระแสลงกราวด์ ทำให้สถานะทางด้านเอาท์พุตของ 4N26 ตกเป็น “LOW” ซึ่งในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องทำการสแกนช่องสัญญาณทั้งหมดอยู่ตลอดเวลา ถ้าตรวจพบสถานะที่เป็น “LOW” จากช่องสัญญาณใดสัญญาณหนึ่งก็จะทำการหมุนหมายเลขโดยอัตโนมัติทันที

ในการออกแบบเราใช้มัลติเพล็กเซอร์ 4051 2 ตัว จึงได้ช่องสัญญาณทั้งหมด 16 ช่อง ซึ่งในที่นี้ 8 ช่องแรกจะใช้กับตัวตรวจจับสัญญาณไฟไหม้ และอีก 8 ช่องที่เหลือใช้กับตัวตรวจจับสัญญาณจากผู้บุกรุกตามลำดับ

3.3.8 วงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไฟสลับ 220 โวลต์



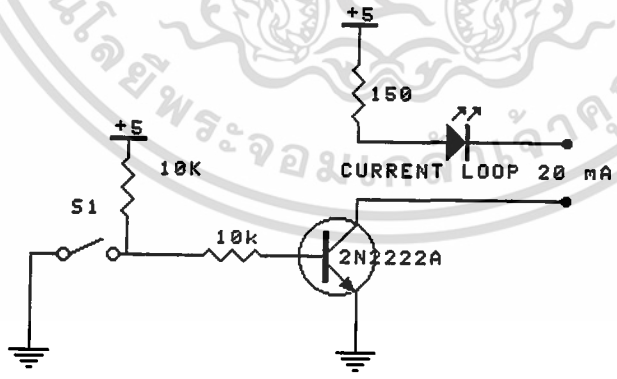
รูปที่ 3.3.8 แสดงลักษณะของวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไฟสลับ 220 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเชื่อมต่อระหว่างวงจรที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำ ๆ (Digital Circuit) กับวงจรที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าสูง ๆ (Power Circuit) นิยมที่จะใช้ไอซีประเภทออปโตไอโซเลเตอร์ที่มีเอาท์พุตเป็นแบบไตรแอคในการเชื่อมต่อเพื่อความปลอดภัย

ในการออกแบบเราเลือกใช้ไอซีออปโตไอโซเลตเบอร์ MOC3041 Triac Driver Output ในการเชื่อมต่อ เหตุผลที่เราต้องใช้การเชื่อมต่อในลักษณะดังกล่าวก็เพื่อที่จะควบคุมการปิดเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสถานะทางลอจิก ซึ่งจะเห็นว่าถ้าเราให้สถานะทางด้านอินพุตของอินเวอร์สเตอร์เป็นลอจิก 1 จะไม่มีกระแสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ไหล (ในที่นี้เราใช้ทรานซิสเตอร์ NPN เบอร์ 2N2222A) ดังนั้นจึงไม่มีการดึงกระแสที่ขาคอลเลคเตอร์ ทำให้ไม่เกิดการเปล่งแสงของโฟโตไดโอดภายในออปโตไอโซเลเตอร์ เอาท์พุตไตรแอคจึงอยู่ในสภาวะ OFF แต่ถ้าให้สถานะทางอินพุตของอินเวอร์สเตอร์เป็นลอจิก 0 จะทำให้มีกระแสไหลที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ดังนั้นจึงมีการดึงกระแสที่ขาคอลเลคเตอร์ ทำให้โฟโตไดโอดทำงานไปทริกให้เอาท์พุตไตรแอคอยู่ในสภาวะ ON ซึ่งจะทำให้รีเลย์ที่อาศัยไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ เกิดการเหนี่ยวนำและดึงหน้าสัมผัสให้ต่อกับไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ จึงทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเปิด ซึ่งจากการทำงานจะเห็นว่าไตรแอคจะทำหน้าที่เป็นสวิตซ์สำหรับไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ (Bidirectional Switch) โดยสามารถควบคุมการปิด , เปิด ได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อีกทีหนึ่ง

3.3.9 วงจรของตัวตรวจจับ

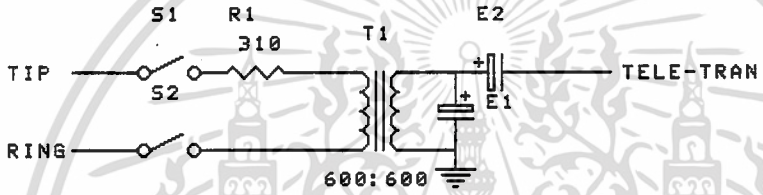


รูปที่ 3.3.9 แสดงลักษณะวงจรของตัวตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากว่าเราต้องการให้เอาท์พุตจากตัวตรวจจับมีลักษณะการส่งในโหมดของกระแสแบบ current loop 20 mA แต่เนื่องจากตัวตรวจจับที่มีขายในท้องตลาดมีราคาแพง จึงได้จำลองรูปแบบของการส่งสัญญาณดังกล่าวขึ้นแทนดังรูป จะเห็นว่าเราใช้ดิพสวิตซ์ (dip switch) แทนตัวตรวจจับ ซึ่ง ในสภาวะปกติจะต่อลงกราวด์ ทำให้ไม่มีกระแส 20 mA ไหลใน current loop แต่ถ้าทำการสับสวิตซ์ให้ open จึงจะเกิดกระแส 20 mA ไหลใน current loop แสดงว่าขณะนี้อยู่ในสภาวะที่ได้รับสัญญาณ และ current loop ดังกล่าว จะนำไปต่อเป็นอินพุตของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก ในส่วนของวงจรมัลติเพล็กเซอร์อีกทีหนึ่ง

3.3.10 การคัปปลิงกับคู่สายโทรศัพท์

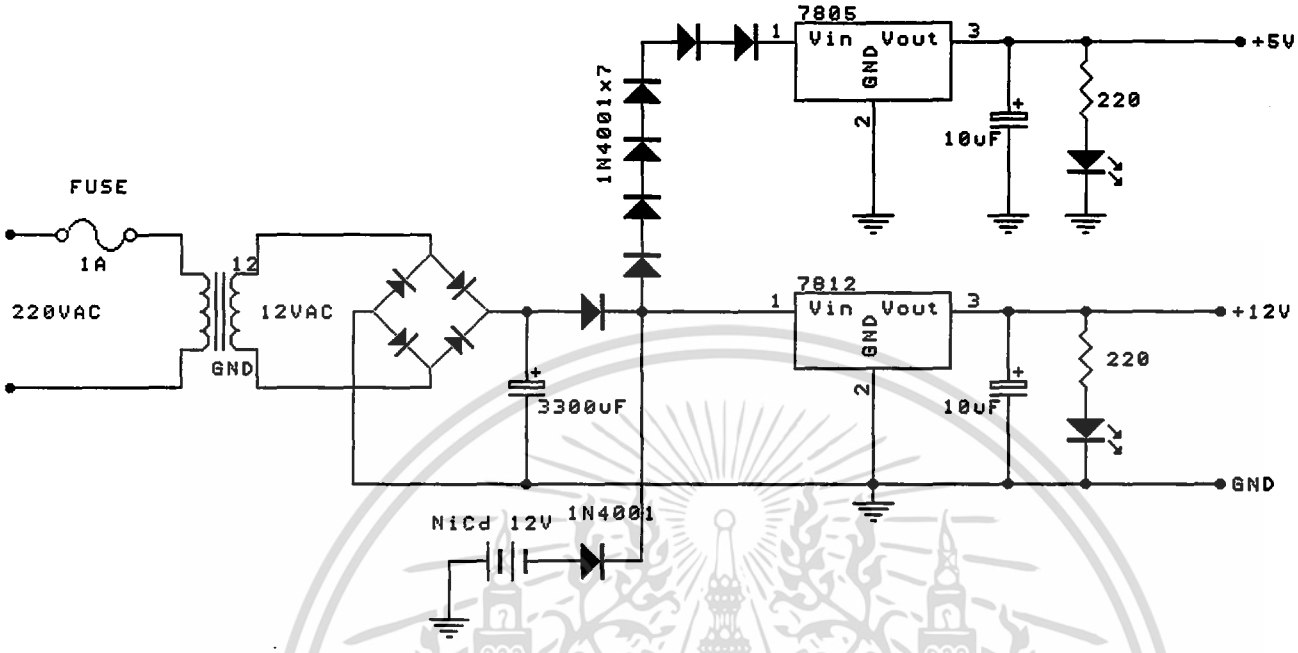


รูปที่ 3.3.10 แสดงลักษณะการคัปปลิงกับคู่สายโทรศัพท์

ในการคัปปลิงกับคู่สายโทรศัพท์จะใช้หม้อแปลงโทรศัพท์ (tele-transformer) ซึ่งมีความต้านทานด้านขดลวดปฐมภูมิและทางด้านทุติยภูมิประมาณ 600 โอห์ม (ซึ่งเท่ากับความต้านทานของโทรศัพท์ในขณะที่ยกหู) เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์จะทำให้เกิดการครบวงจรขึ้น โดยมีความต้านทาน 310 โอห์มทำหน้าที่ในการจำกัดกระแส ทำให้ทางชุมสายรับรู้การยกหู และนอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อวงจรต่าง ๆ ภายในเข้ากับคู่สายในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

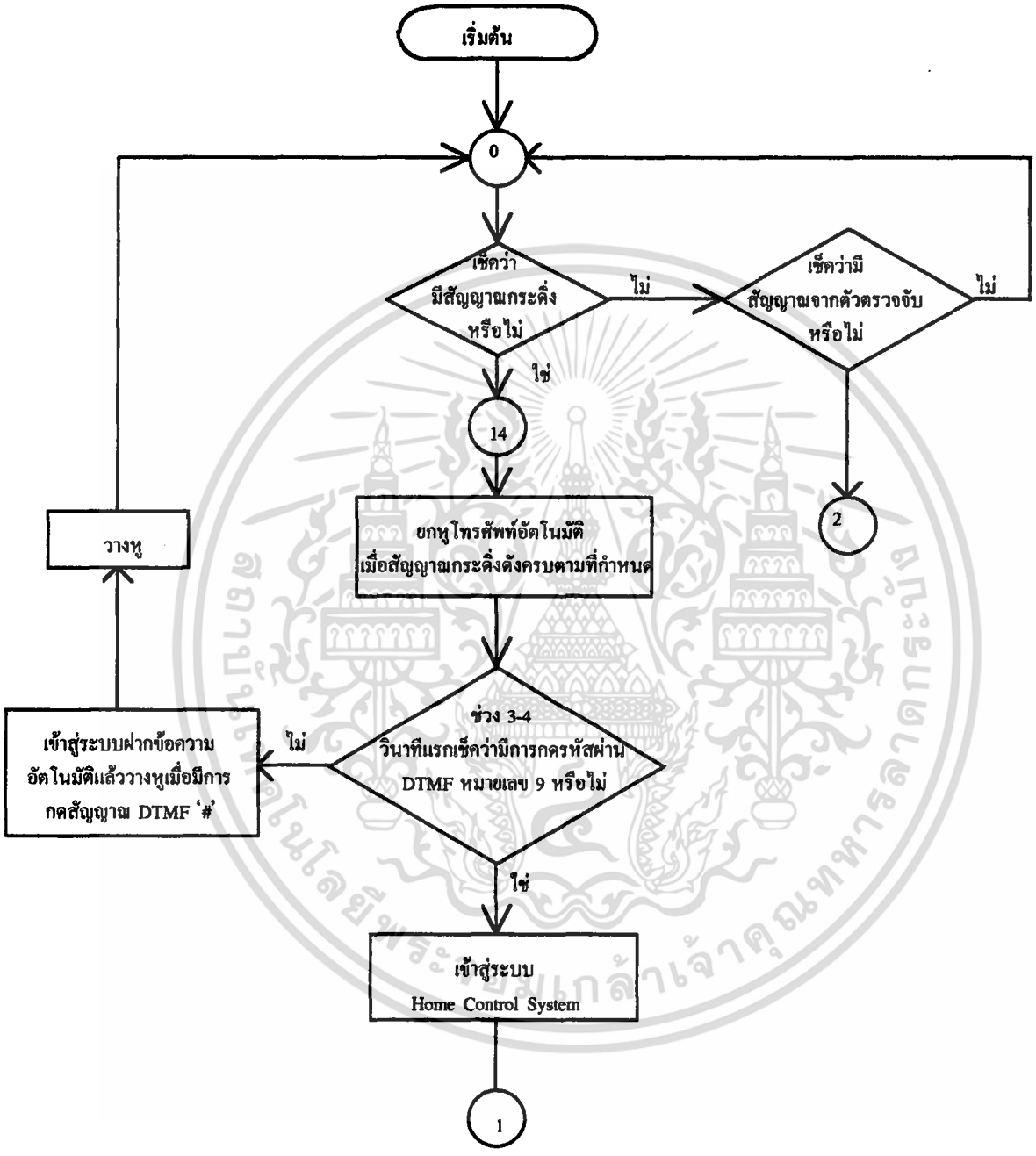
3.3.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 3.3.11 แสดงลักษณะของวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง +5V , +12V และมีแบตเตอรีสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน



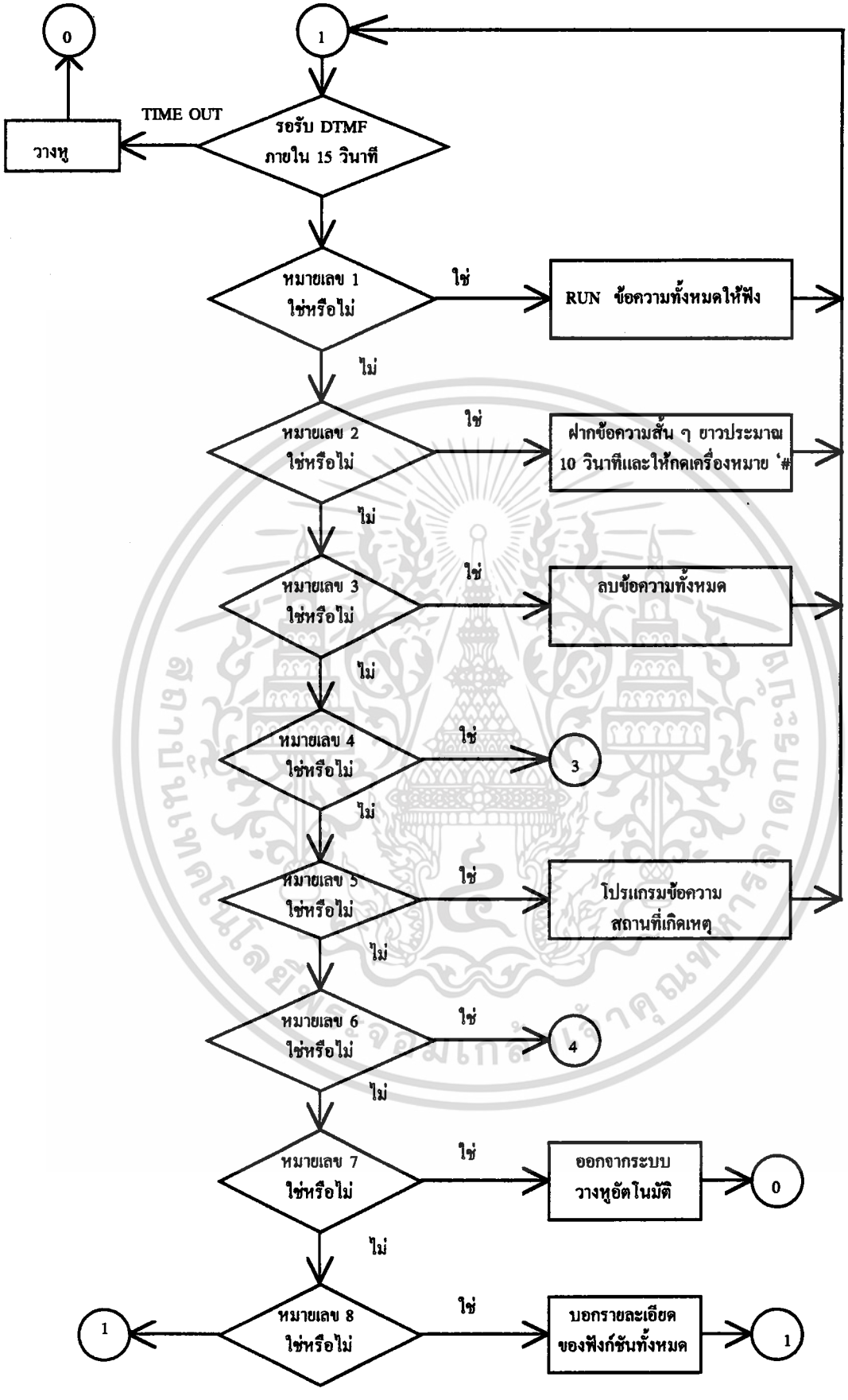
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาวะปกติระบบจะทำการเช็คว่ามีสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณจากตัวตรวจจับหรือไม่

ถ้าพบว่ามีสัญญาณกระดิ่ง ระบบจะทำการยกหูอัตโนมัติเมื่อสัญญาณกระดิ่งดังครบตามที่กำหนดและจะรอสัญญาณ DTMF หมายเลข 9 ซึ่งเป็นรหัสผ่านภายในช่วงเวลา 3-4 วินาที ถ้าไม่มีการกดรหัสผ่านจะเข้าสู่โหมดการตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ โดยสามารถฝากข้อความหลาย ๆ ข้อความติดต่อกัน ความยากรวมทั้งสิ้นไม่เกิน 90 วินาที และจะทำการวางหูอัตโนมัติถ้ามีการกดสัญญาณ DTMF เครื่องหมาย # แล้วกลับไปทำงานในสภาวะปกติตามเดิม แต่ถ้ามีการกดรหัสผ่านก็จะเข้าสู่ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

และถ้าพบว่ามีสัญญาณจากตัวตรวจจับ ก็จะทำงานในโหมดการเตือนภัยอัตโนมัติทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเข้าสู่ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก จะรอรับสัญญาณ DTMF หมายเลข 1-8 ซึ่งแทนฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดภายในเวลา 15 วินาที ถ้าไม่พบสัญญาณ DTMF ดังกล่าวก็จะทำการวางหูอัตโนมัติแล้วเข้าสู่การทำงานในสภาวะปกติ

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 จะทำการแจ้งข้อความทั้งหมดที่ถูกฝากเอาไว้ให้ฟัง แล้วกลับไปรอการเลือกฟังก์ชันครั้งต่อไป

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 2 จะสามารถฝากข้อความสั้น ๆ ประมาณ 10 วินาที แล้วกลับไปรอการเลือกฟังก์ชันครั้งต่อไป

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 3 จะทำการลบข้อความทั้งหมด แล้วกลับไปรอการเลือกฟังก์ชันครั้งต่อไป

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 4 จะเข้าสู่การโปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์ทั้งหมด 3 หมายเลข

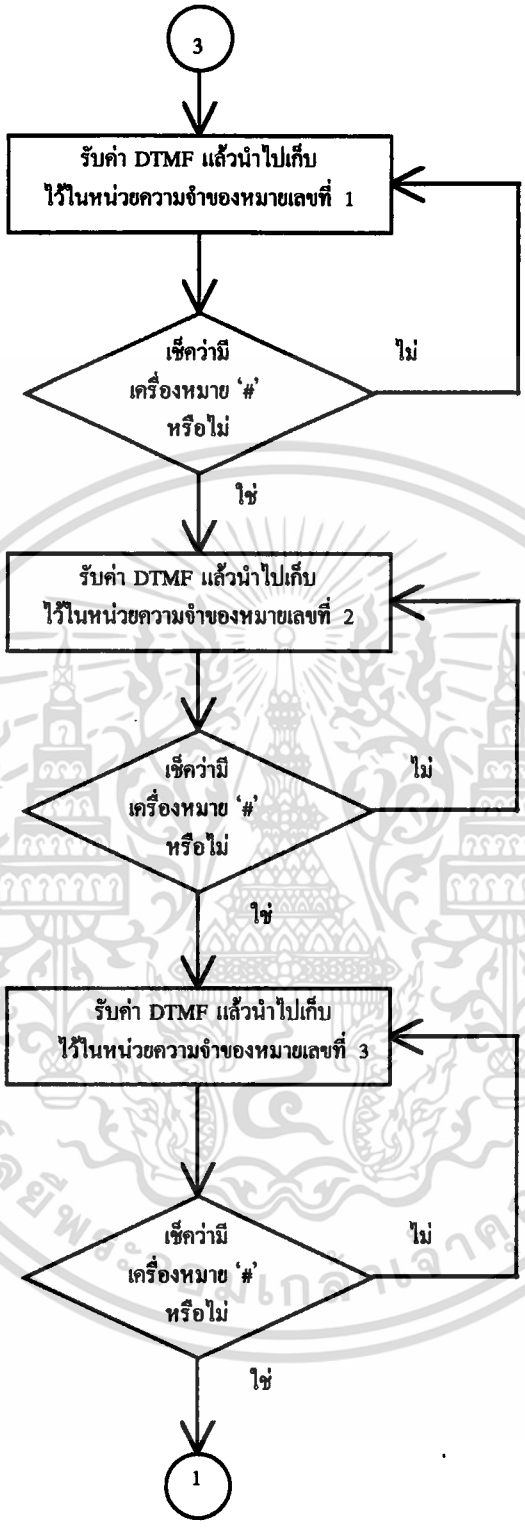
ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 5 จะทำการโปรแกรมข้อความสถานที่เกิดเหตุ แล้วจะกลับไปรอการเลือกฟังก์ชันครั้งต่อไป เมื่อมีการกดเครื่องหมาย #

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 6 จะเข้าสู่ฟังก์ชันย่อย

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 7 จะทำการวางหูอัตโนมัติ แล้วกลับไปทำงานในสภาวะปกติ

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 8 จะรายงานฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดให้กับคู่สายได้ทราบ หลังจากนั้นจะกลับไปรอการเลือกฟังก์ชันครั้งต่อไป

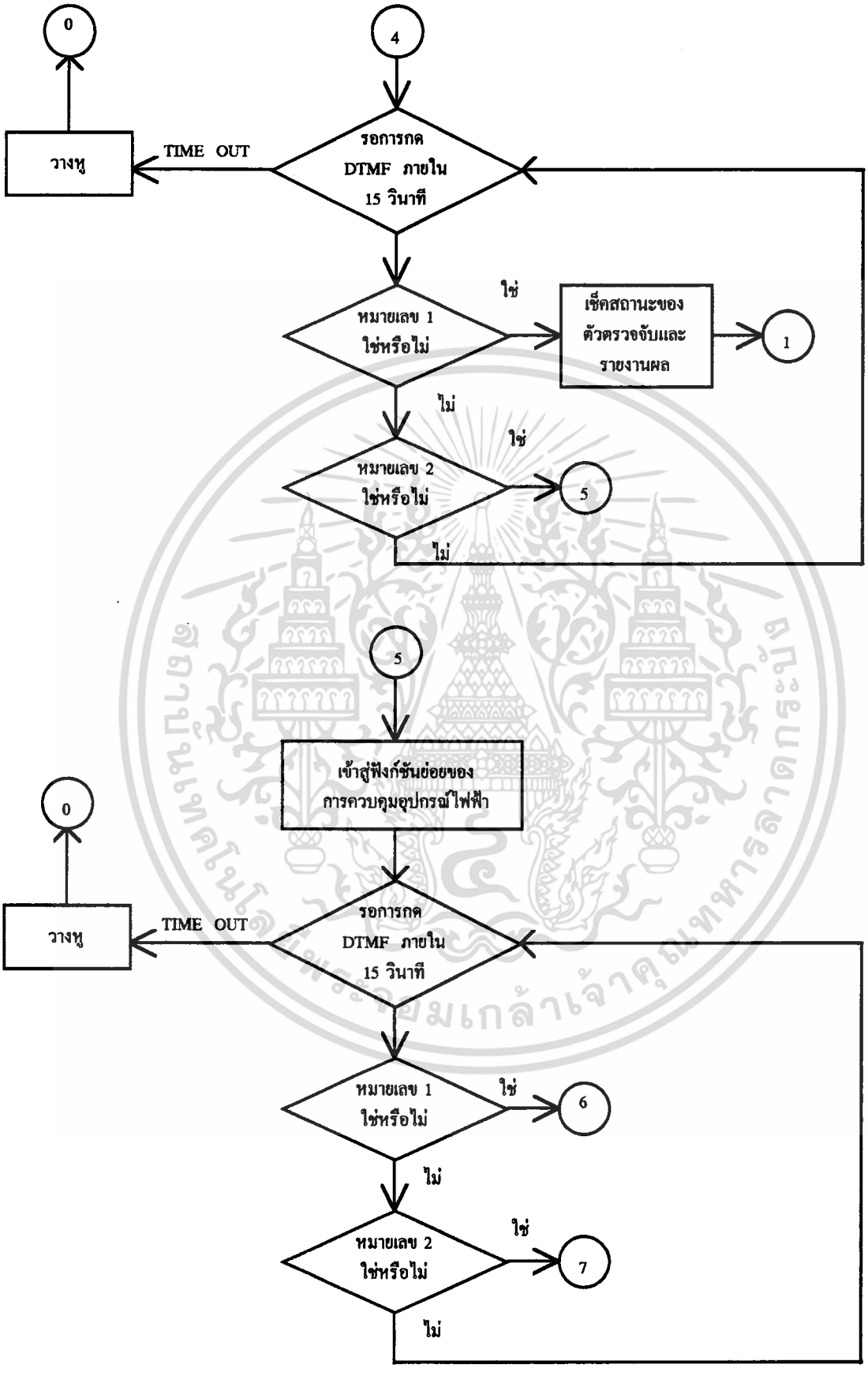
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเข้าสู่การโปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์ระบบจะรอรับค่า DTMF แล้วนำไปเก็บในหน่วยความจำของหมายเลขที่ 1 จนกว่าจะมีการกดเครื่องหมาย # ซึ่งหมายถึงเสร็จสิ้นการโปรแกรมหมายเลขที่ 1 ก็จะไปรอรับค่า DTMF ของหมายเลขที่ 2 และ 3 ต่อไปในลักษณะเดียวกัน หลังจากการเสร็จสิ้นการโปรแกรมหมายเลขที่ 3 เรียบร้อยแล้ว จะกลับไปรอการเลือกฟังก์ชันครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเข้าสู่ฟังก์ชันย่อย ระบบจะรอการกดสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 และ 2 ภายในเวลา 15 วินาทีเช่นกัน ถ้าไม่พบสัญญาณ DTMF ดังกล่าว ระบบจะทำการวางหูอัตโนมัติและเข้าสู่การทำงานในสภาวะปกติ

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 ระบบจะทำการเช็คสถานะตัวตรวจจับทั้งหมดและรายงานผล ก่อนที่จะกลับไปรอการเลือกฟังก์ชั่นครั้งต่อไป

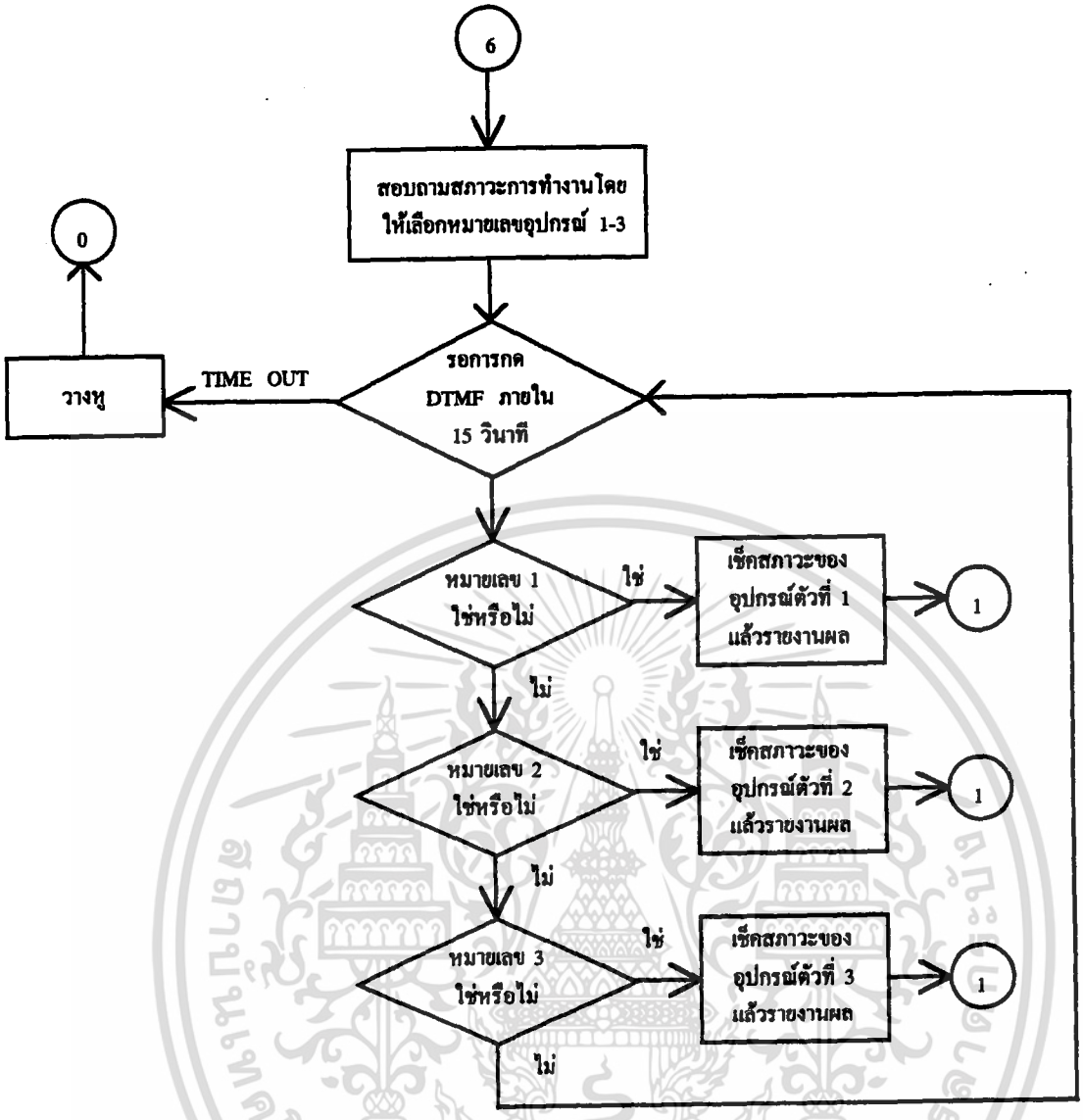
ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 2 ก็จะเข้าสู่ฟังก์ชันย่อยของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เมื่อเข้าสู่ฟังก์ชันย่อยของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบจะรอการกดสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 และ 2 ภายในเวลา 15 วินาทีเช่นกัน ถ้าไม่พบสัญญาณ DTMF ดังกล่าว ระบบจะทำการวางหูอัตโนมัติ และเข้าสู่การทำงานในสภาวะปกติ

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 จะเป็นการสอบถามสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 2 จะเป็นการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

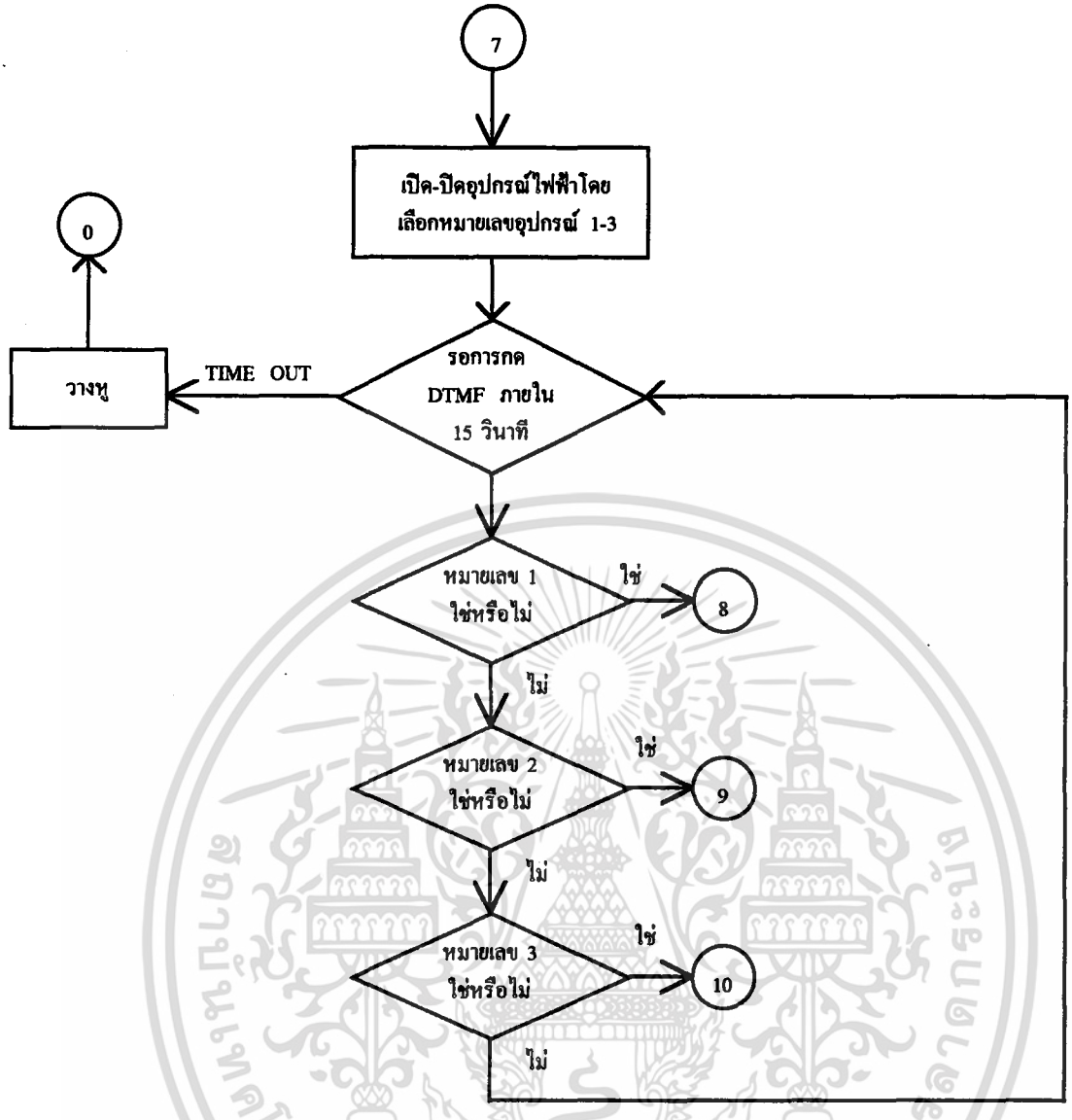


ในการสอบถามสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบจะทำการรอการกดสัญญาณ DTMF หมายเลข 1-3 ซึ่งแทนหมายเลขอุปกรณ์ 3 ตัวภายในเวลา 15 วินาที ถ้าไม่มีการกดระบบจะทำการวางหูอัตโนมัติและกลับเข้าสู่การทำงานในสภาวะปกติ

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 ระบบจะทำการเช็คสภาวะของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ว่าเปิดหรือปิด แล้วรายงานผลให้ทราบหลังจากนั้นจึงกลับไปรอการเลือกฟังก์ชันครั้งต่อไป

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 2 หรือ 3 ก็จะทำงานในลักษณะเดียวกัน

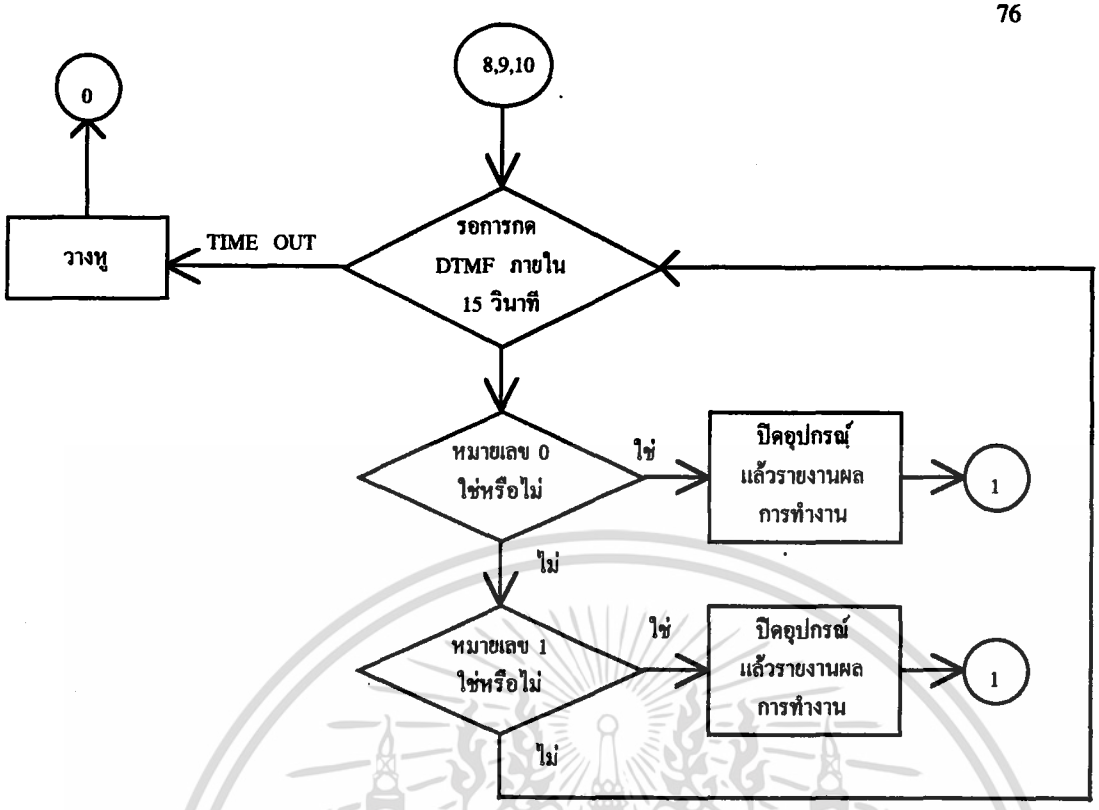
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ในการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบจะทำการรอการกดสัญญาณ DTMF หมายเลข 1-3 ซึ่งแทนหมายเลขอุปกรณ์ไฟฟ้า ภายในช่วงเวลา 15 วินาที ถ้าไม่มีการกดระบบจะทำการวางหูอัตโนมัติและกลับเข้าสู่การทำงานในสภาวะปกติ

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 1,2 หรือ 3 ก็ตาม ระบบจะเข้าสู่ส่วนของการควบคุมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

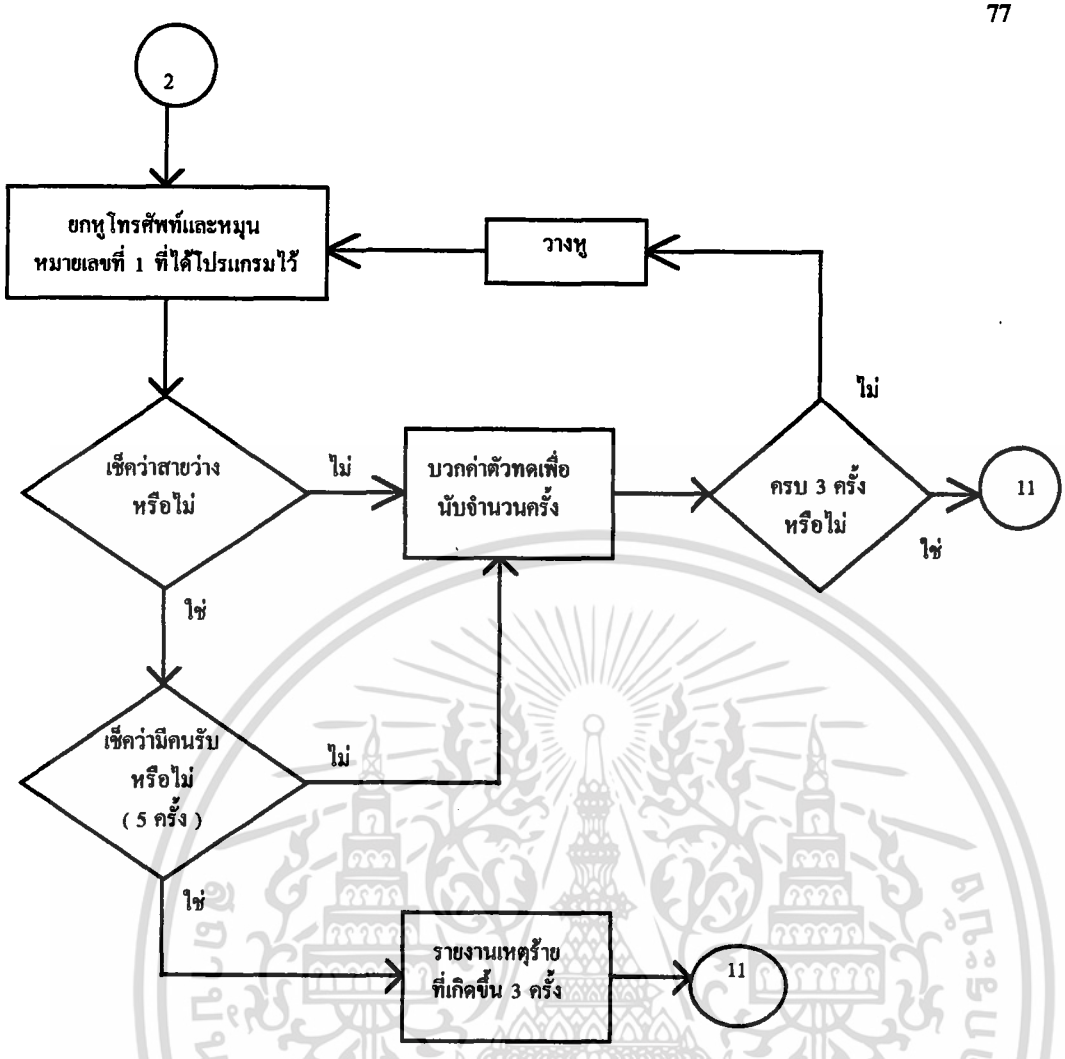


ในส่วนของการควบคุมนี้ระบบจะรอการกดสัญญาณ DTMF หมายเลข 0 และ 1 ซึ่งแทนการปิดและเปิดตามลำดับภายในเวลา 15 วินาที ถ้าไม่มีการกดระบบจะทำการวางหูอัตโนมัติและกลับเข้าสู่การทำงานในสภาวะปกติ

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 0 จะทำการปิดอุปกรณ์แล้วรายงานผลการทำงานตามหมายเลขอุปกรณ์ที่ถูกเลือกก่อนหน้านี้ หลังจากนั้นจะกลับไปรอการเลือกฟังก์ชันครั้งต่อไป

ถ้าพบสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 จะทำการเปิดอุปกรณ์แล้วรายงานผลการทำงานตามหมายเลขอุปกรณ์ที่ถูกเลือกก่อนหน้านี้ หลังจากนั้นจะกลับไปรอการเลือกฟังก์ชันครั้งต่อไป

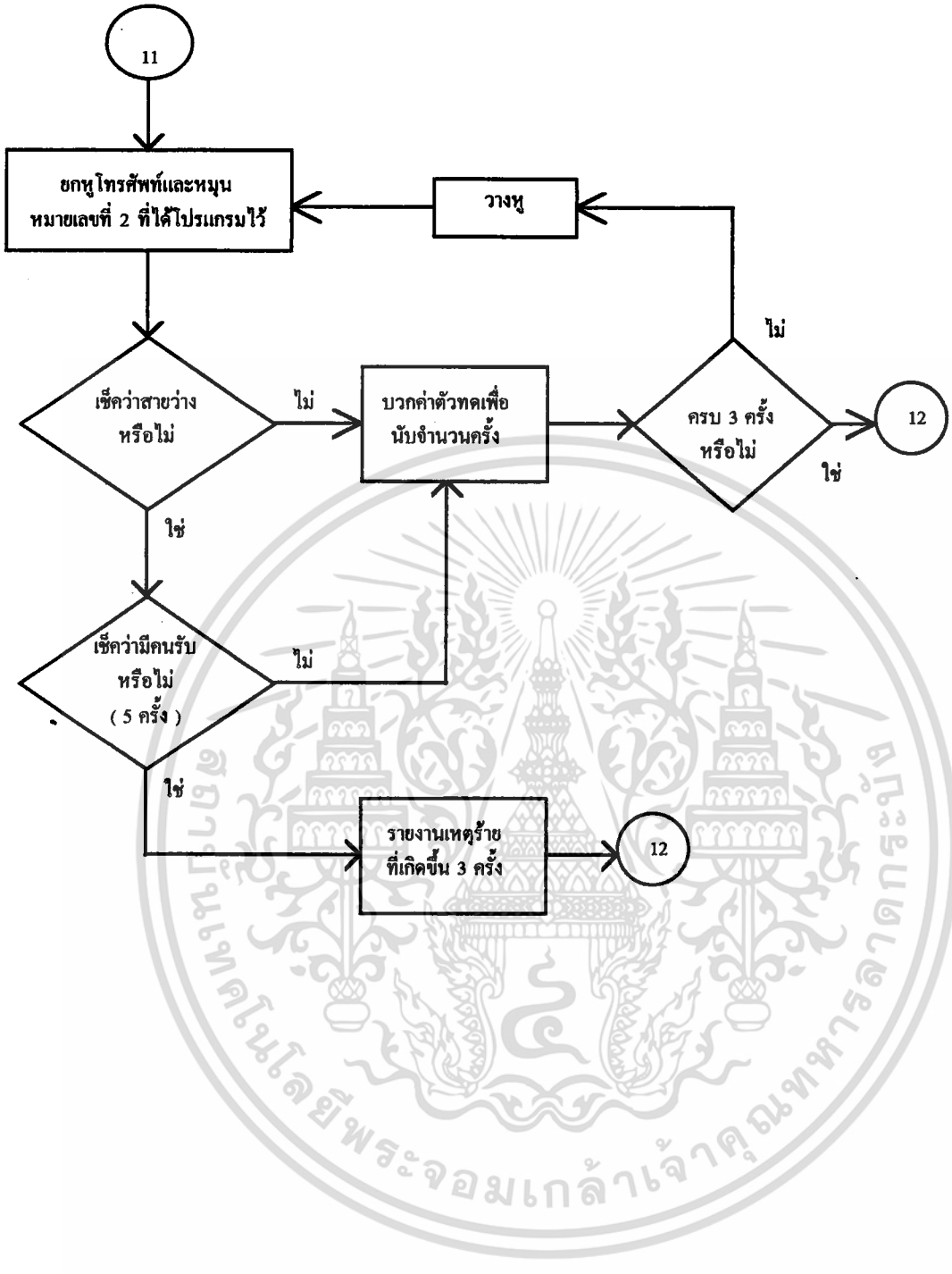
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



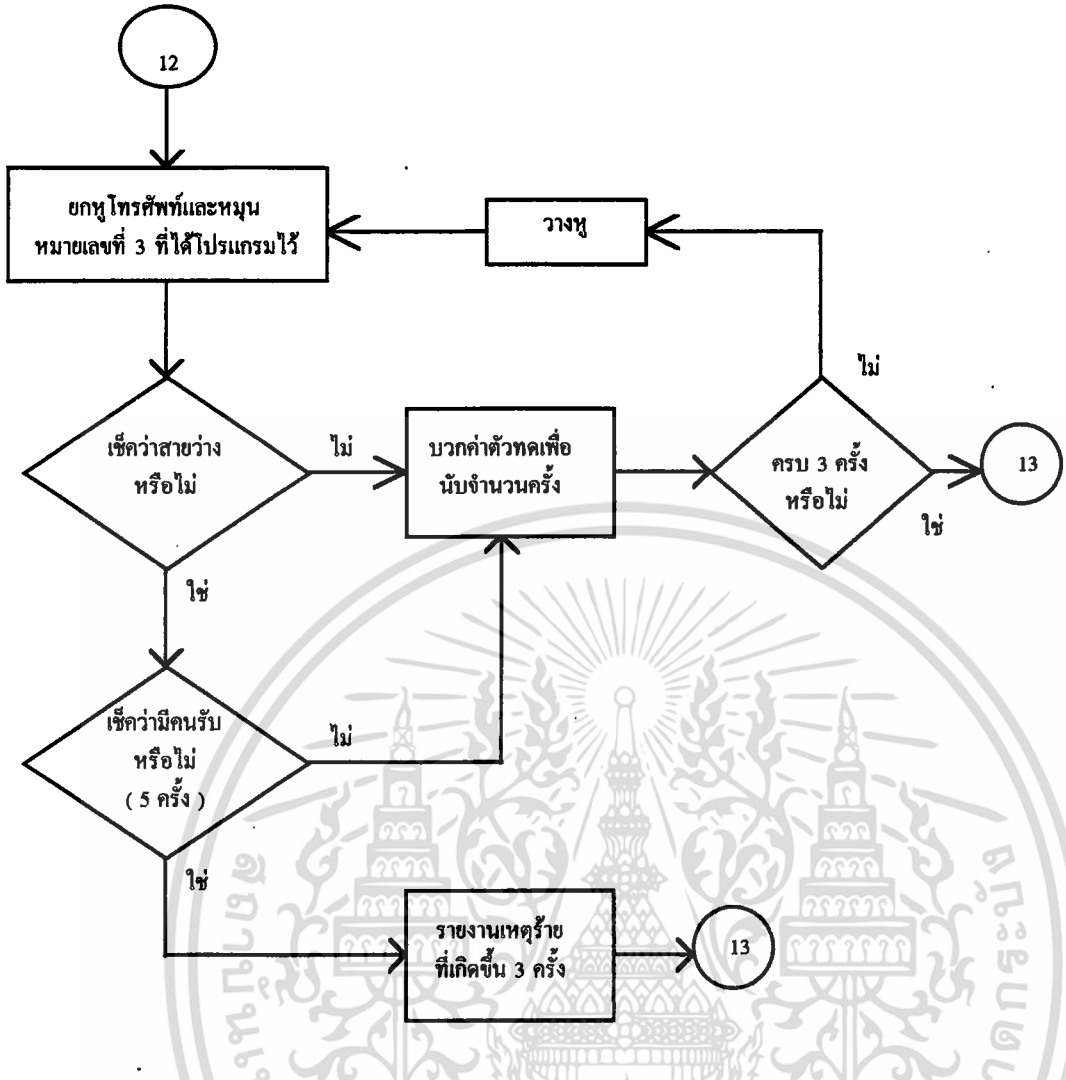
ในโหมดการเตือนภัยอัตโนมัติระบบจะทำการยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติและหมุนหมายเลขที่ 1 ที่ได้ทำการโปรแกรมไว้แล้วรอเช็คสัญญาณว่าเป็นสัญญาณสายว่างหรือไม่ ถ้าไม่ใช่จะบอกค่าตัวทดเพื่อนับจำนวนครั้ง ถ้ายังไม่ครบ 3 ครั้งจะวางหูและโทรหมายเลขเดิมใหม่ หากพบว่าสายว่างแต่ไม่มีคนรับ 5 ครั้งก็จะทำการบวกค่าตัวทดและนับจำนวนครั้งรวมกับกรณีแรก ถ้ายังไม่ครบ 3 ครั้ง ก็จะทำการวางหูและโทรหมายเลขเดิมใหม่อีกเช่นกัน และเมื่อเกิดกรณีดังกล่าวครบ 3 ครั้งแล้ว ระบบก็จะไปทำการหมุนหมายเลขที่ 2 และ 3 ต่อไป

แต่ถ้าพบกรณีสายว่างและมีคนรับจะรายงานเหตุร้ายที่เกิดขึ้นและสถานที่เกิดเหตุ 3 ครั้งแล้วระบบก็จะทำการหมุนหมายเลขที่ 2 และ 3 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

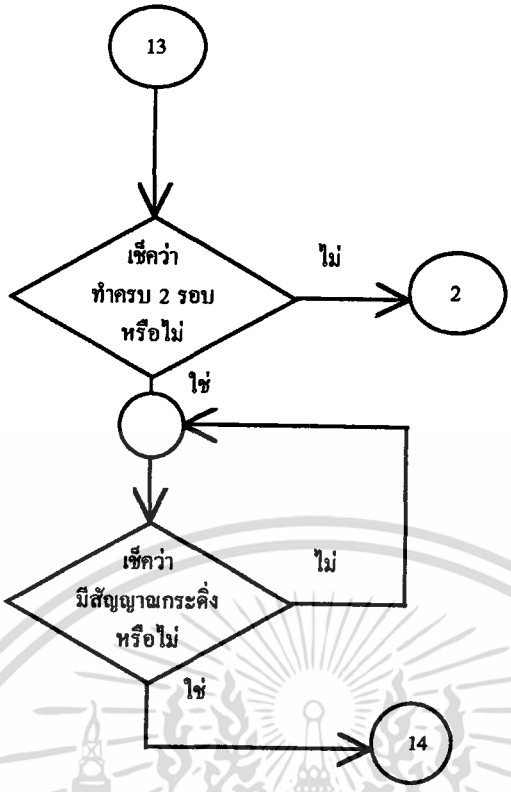


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ในการหมุนหมายเลขที่ 2 และ 3 จะมีขั้นตอนการทำงานเช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



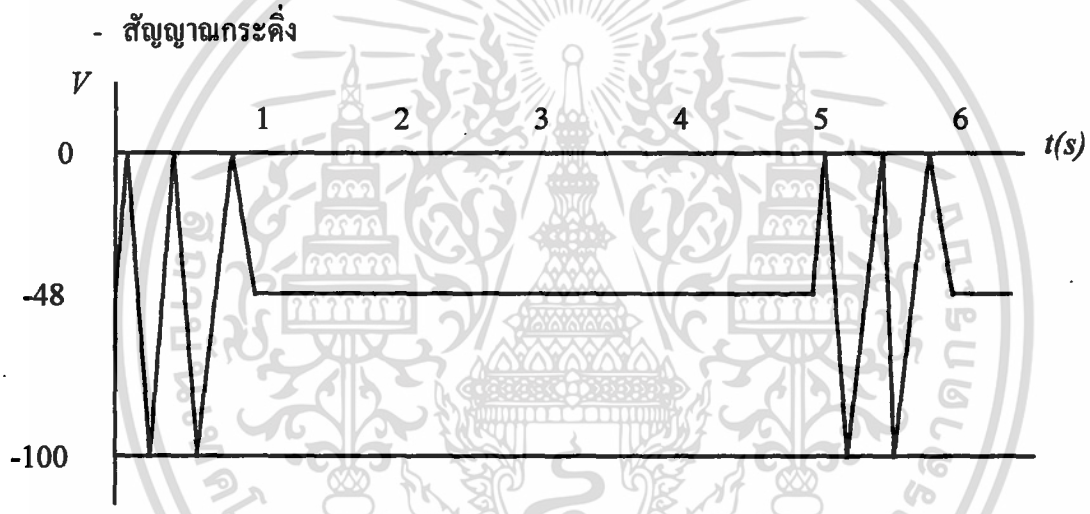
หลังจากที่ทำการโทรจนครบทั้ง 3 หมายเลขแล้วระบบจะเช็คว่าทำครบ 2 รอบหรือยัง ถ้ายังไม่ครบก็จะกลับไปทำการโทรหมายเลขที่ 1,2 และ 3 อีกหนึ่งรอบ ถ้าครบ 2 รอบแล้วระบบจะทำการเช็คสัญญาณกระดิ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ถ้ามีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาในช่วงนี้ก็จะเข้าสู่ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็กในลักษณะเช่นเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

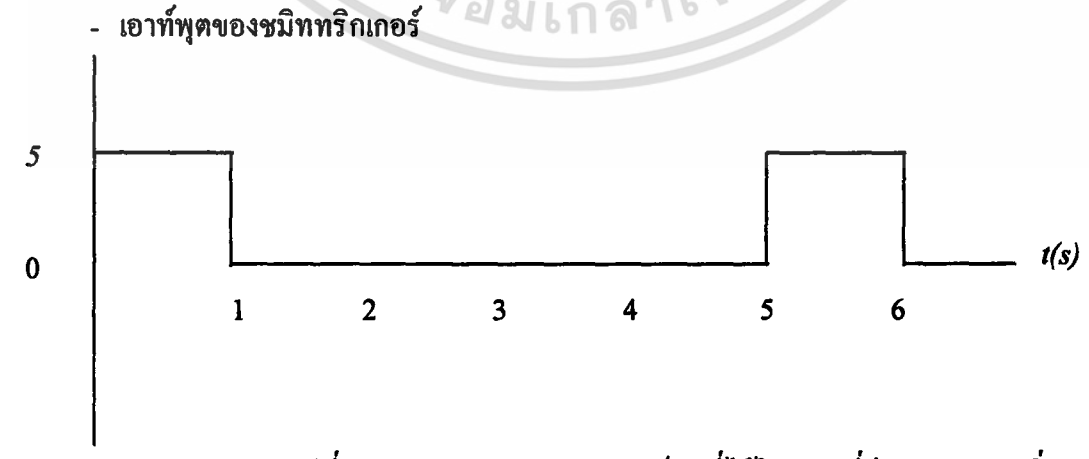
บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองในส่วนของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ในการทดสอบวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง เราวิเคราะห์การทำงานจากสัญญาณทางด้านเอาท์พุตของชมิททริกเกอร์ซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณกระดิ่งทางด้านอินพุต ดังรูปที่ 4.1.1 และรูปที่ 4.1.2



รูปที่ 4.1.1 แสดงรูปสัญญาณของสัญญาณกระดิ่ง



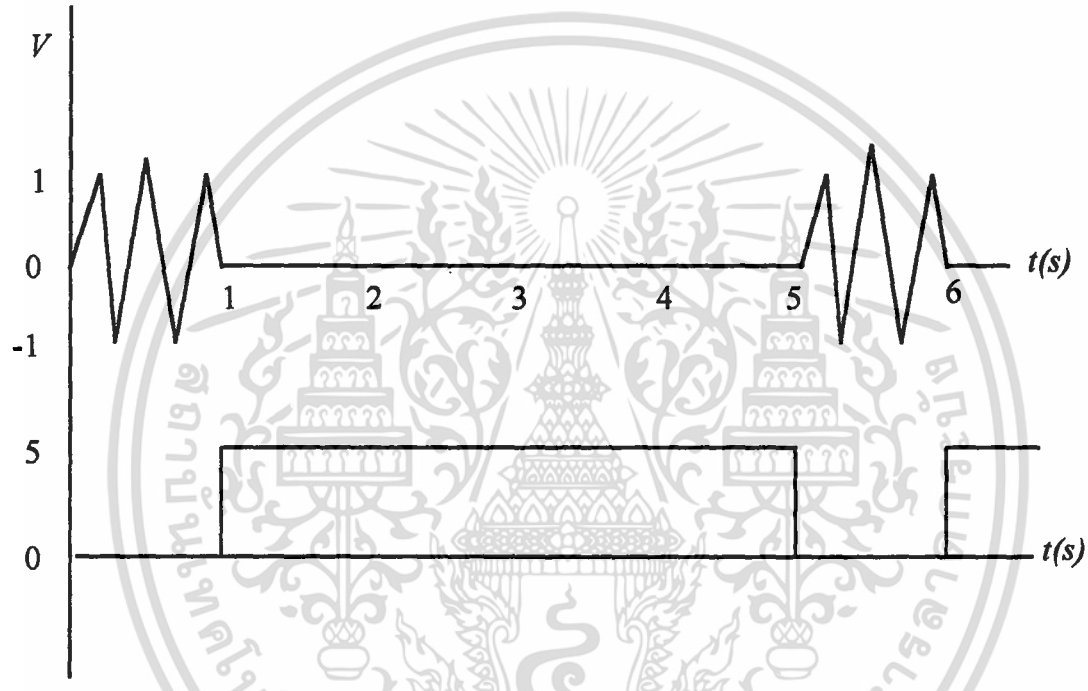
รูปที่ 4.1.2 แสดงรูปสัญญาณเอาท์พุตที่ได้ในขณะที่มีสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองของวงจรตรวจจับสัญญาณสายว่างและสายไม่ว่าง

ในการทดสอบวงจรตรวจจับสัญญาณและสายไม่ว่าง เราจะทำการป้อนสัญญาณจำลองจากฟังก์ชันเจนเนอร์เรเตอร์ ให้กับวงจรตรวจจับสัญญาณและสายไม่ว่างก่อน เพื่อปรับค่าความต้านทานให้มีความถี่ที่ศูนย์กลางประมาณ 400 เฮิร์ตซ์ หลังจากนั้นจึงป้อนสัญญาณจริง เพื่อทดสอบการทำงานอีกทีหนึ่ง ซึ่งในการทดสอบการทำงาน เราแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

ก) กรณีของสัญญาณสายไม่ว่าง

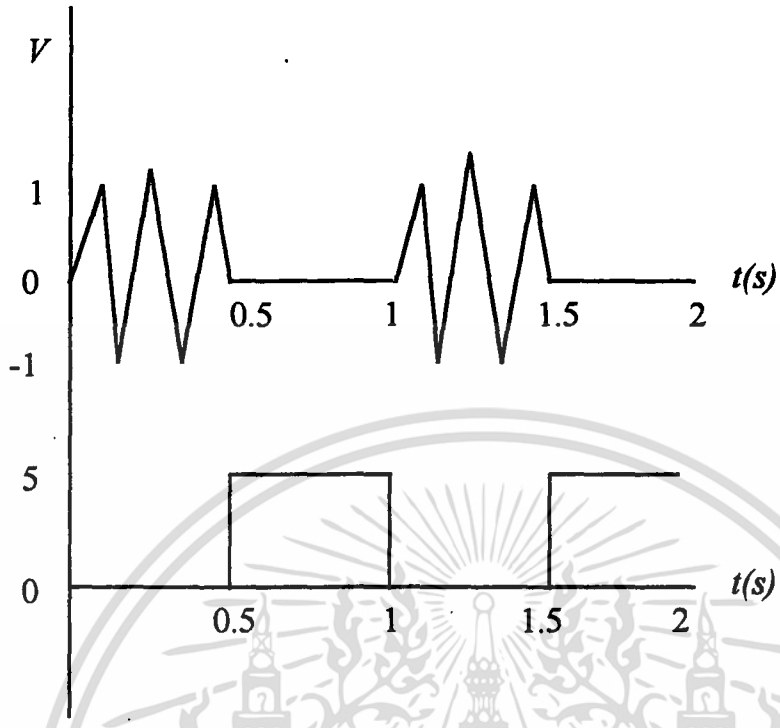


รูปที่ 4.2.1 แสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณสายว่างทางด้านอินพุตและเอาท์พุตของวงจร

จากรูปที่ 4.2.1 จะเห็นว่า เมื่อสัญญาณสายว่างซึ่งเป็นอินพุตของวงจรและมีความถี่ตรงกับช่วงแบนด์วิดธ์ของความถี่ที่ศูนย์กลางที่ตั้งไว้ เอาท์พุตที่ได้จะเป็นลอจิกศูนย์ ส่วนในขณะที่ไม่มีอินพุต เอาท์พุตก็จะเป็นลอจิกหนึ่ง ดังนั้นสำหรับกรณีนี้จะได้ลอจิกศูนย์ 1 วินาที และลอจิกหนึ่ง 4 วินาที สลับกันไปจนกว่าจะมีการรับสายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) กรณีของสัญญาณสายไม่ว่าง



รูปที่ 4.2.2 แสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณสายไม่ว่างทางด้านอินพุตและเอาท์พุตของวงจร

สำหรับกรณีสายไม่ว่างก็จะมีลักษณะของสัญญาณเช่นเดียวกับกรณีสายว่าง แต่ช่วงจังหวะของสัญญาณจะต่างกัน คือ จะเป็นลอจิกศูนย์และหนึ่งสลับกันทุก ๆ 0.5 วินาที

4.3 ผลการทดลองของวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็น BCD

สำหรับการทดสอบวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็น BCD นี้ เราจะทำการต่อวงจรดังกล่าวเข้ากับคู่สายโทรศัพท์โดยผ่านโหลดซึ่งก็คือ หม้อแปลงโทรศัพท์ 600 โอห์ม แล้วทำการป้อนสัญญาณ DTMF ซึ่งได้จากการกดจากแป้นโทรศัพท์ที่ทำการเรียกเข้า แล้วใช้ลอจิกโพรบวัดลอจิกดูได้ความสัมพันธ์ดังตารางที่ 4.3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

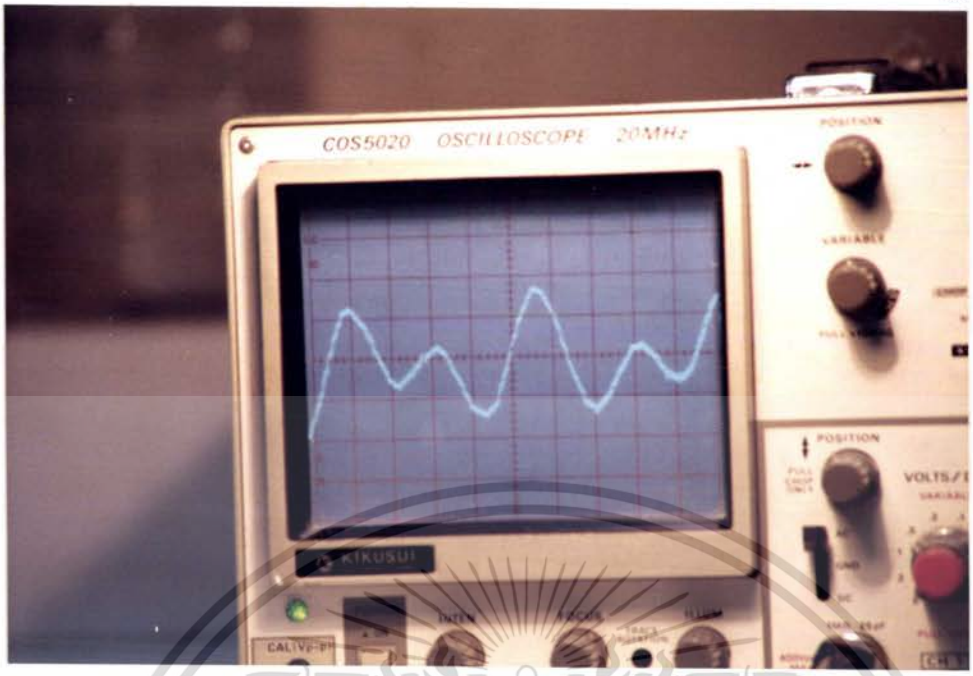
ตารางที่ 4.3.1 แสดงค่าข้อมูลที่ได้จากวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็น BCD

หมายเลข	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
#	1	0	1	1
*	1	1	0	0

4.4 ผลการทดลองของวงจรเข้ารหัสสัญญาณ DTMF

สำหรับการทดสอบวงจรเข้ารหัสสัญญาณ DTMF นั้นเราได้ทำการต่อวงจรเข้ารหัสสัญญาณ DTMF แล้วเขียนซอฟแวร์เพื่อทำการกดคีย์อินพุตโดยผ่านไอซีเบอร์ 74HC139 แล้วลองใช้ออสซิลโลสโคปจับสัญญาณที่ขา 18 (DTMF OUT) ปรากฏว่าได้สัญญาณตัวอย่างที่มีลักษณะดังรูปที่ 4.4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.1 แสดงตัวอย่างของสัญญาณ DTMF หมายเลข 9

ซึ่งในการควบคุมการกดคีย์นั้น เราใช้การเขียนซอฟแวร์จากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่าน 74HC139 ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ของหมายเลขที่ต้องการกับค่าที่ใช้ในการส่ง ดังตารางที่ 4.4.1

ตารางที่ 4.4.1 แสดงค่าข้อมูลในการกดคีย์

หมายเลข	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	1
3	0	0	1	0
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	1	0	0	0
8	1	0	0	1
9	1	0	1	0
0	1	1	0	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดสอบของวงจรมัลติเพล็กเซอร์

สำหรับวงจรมัลติเพล็กเซอร์ที่ได้ออกแบบไว้ เราจะต้องทำการอ้างแอดเดรสโดยอาศัยการเขียนซอฟแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำหน้าที่ในการสแกนค่าจากอินพุตทั้งหมด 16 ช่อง ว่ามีสถานะเป็นอย่างไร ซึ่งค่าแอดเดรสที่ทำการอ้างสัมพันธ์กับช่องของอินพุตดังตาราง 4.5.1

ตารางที่ 4.5.1 แสดงค่าของข้อมูลในการอ้างแอดเดรสทั้ง 16 ช่อง

ช่อง	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	1
3	0	0	1	0
4	0	0	1	1
5	0	1	0	0
6	0	1	0	1
7	0	1	1	0
8	0	1	1	1
9	1	0	0	0
10	1	0	0	1
11	1	0	1	0
12	1	0	1	1
13	1	1	0	0
14	1	1	0	1
15	1	1	1	0
16	1	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและแนวทางในการพัฒนา

ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก ที่ทำเสร็จสมบูรณ์แล้วนั้นสามารถทำงานเป็นระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ , ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์และระบบเตือนภัยอัตโนมัติทางโทรศัพท์ได้ภายในตัวเดียวกัน โดยมีเสียงพูดตอบรับกับคู่สายปลายทางในทุกขั้นตอนของการทำงาน และอาศัยสัญญาณ DTMF จากคู่สายปลายทางในการเลือกฟังก์ชันเพื่อควบคุมการทำงานต่าง ๆ และนอกจากนี้ยังสามารถทำการส่งสัญญาณ DTMF เพื่อเรียกเลขหมายที่ต้องการติดต่อได้ ซึ่งการทำงานของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็กนี้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

สำหรับแนวทางในการพัฒนานั้นสามารถทำได้โดย

1. ขยายพอร์ตสำหรับงานออกไป เพื่อเพิ่มส่วนประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น วงจรขับสัญญาณไซเรน , ลำโพง , และการติดต่อกับคีย์บอร์ดเพื่อใช้ในการโปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์เป็นต้น
2. พัฒนารูปแบบของวงจรให้มีความกะทัดรัดมากกว่านี้เพื่อประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น
3. พัฒนารูปแบบของการติดต่อผ่านทาง Single-Chip Modem เพิ่มเข้าไปเพื่อขอบข่ายงานที่กว้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;/HOME CONTROL SYSTEM
;/PROGRAM FOR TESTING SYSTEM
;/INPUT 16 CHANNELS
;/HARDWARE      DS5000,89C51

        ORG 0000H

        LJMP MAIN

        ORG 0100H

MAIN:   LCALL INIT_ISD
        MOV P2,#0FFH            ;set status for run channel
        SETB P3.2               ;input Vx from multiplexer
        SETB P3.5
        MOV 52H,#00H            ;buffer for massage number
        MOV R4,#00H             ;counter for massege
                                ;that's recorded
        MOV 58H,#0FFH           ;byte for alarmed status
        MOV 59H,#2              ;counter for phone's time

RUN:        MOV A,58H
            CJNE A,#00H,PAS
            LJMP CONTROL

PAS:        MOV R0,#00H         ;counter for ring signal

RUN1:       MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00000000B
            MOV P2,A            ;choose chennel 1
            JB P3.2,RUN2
            MOV 5AH,#00H        ;byte status for fire alarm
            LJMP ALARM1

RUN2:       MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00000001B
            MOV P2,A            ;choose channel 2
            JB P3.2,RUN3
            MOV 5AH,#00H        ;byte status for fire alarm
            LJMP ALARM1

RUN3:       MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00000010B
            MOV P2,A            ;choose channel 3
            JB P3.2,RUN4
            MOV 5AH,#00H        ;byte status for fire alarm
            LJMP ALARM1

RUN4:       MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00000011B
            MOV P2,A            ;choose channel 4
            JB P3.2,RUN5
            MOV 5AH,#00H        ;byte status for fire alarm
            LJMP ALARM1

RUN5:       MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00000100B
            MOV P2,A            ;choose channel 5
            JB P3.2,RUN6
            MOV 5AH,#00H        ;byte status for fire alarm
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LJMP ALARM1

RUN6:     MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00000101B
          MOV P2,A              ;choose channel 6
          JB P3.2,RUN7
          MOV 5AH,#00H          ;byte status for fire alarm
          LJMP ALARM1

RUN7:     MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00000110B
          MOV P2,A              ;choose channel 7
          JB P3.2,RUN8
          MOV 5AH,#00H          ;byte status for fire alarm
          LJMP ALARM1

RUN8:     MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00000111B
          MOV P2,A              ;choose channel 8
          JB P3.2,RUN9
          MOV 5AH,#00H          ;byte status for fire alarm
          LJMP ALARM1

RUN9:     MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00001000B
          MOV P2,A              ;choose chennel 9
          JB P3.2,RUN10
          MOV 5AH,#0FH          ;byte status for proximity alarm
          LJMP ALARM1

RUN10:    MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00001001B
          MOV P2,A              ;choose channel 10
          JB P3.2,RUN11
          MOV 5AH,#0FH          ;byte status for proximity alarm
          LJMP ALARM1

RUN11:    MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00001010B
          MOV P2,A              ;choose channel 11
          JB P3.2,RUN12
          MOV 5AH,#0FH          ;byte status for proximity alarm
          LJMP ALARM1

RUN12:    MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00001011B
          MOV P2,A              ;choose channel 12
          JB P3.2,RUN13
          MOV 5AH,#0FH          ;byte status for proximity alarm
          LJMP ALARM1

RUN13:    MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00001100B
          MOV P2,A              ;choose channel 13
          JB P3.2,RUN14
          MOV 5AH,#0FH          ;byte status for proximity alarm
          LJMP ALARM1

RUN14:    MOV A,P2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
              ANL A,#11110000B
              ORL A,#00001101B
              MOV P2,A              ;choose channel 14
              JB P3.2,RUN15
              MOV 5AH,#0FH          ;byte status for proximity alarm
              LJMP ALARM1

RUN15:        MOV A,P2
              ANL A,#11110000B
              ORL A,#00001110B
              MOV P2,A              ;choose channel 15
              JB P3.2,RUN16
              MOV 5AH,#0FH          ;byte status for proximity alarm
              LJMP ALARM1

RUN16:        MOV A,P2
              ANL A,#11110000B
              ORL A,#00001111B
              MOV P2,A              ;choose channel 16
              JB P3.2,TIMES
              MOV 5AH,#0FH          ;byte status for proximity alarm
              LJMP ALARM1

TIMES:       JNB P3.6,GO           ;check ring signal
              INC R0
              CJNE R0,#3,CHKB
              LJMP CALL_IN
CHKB:        JB P3.6,$
              SJMP TIMES

GO:          LJMP RUN1

;////////////////////////// ALARM ////////////////////////////////
;FOR CALL NUMBER TELEPHONE NO.1
ALARM1:  MOV 46H,#00H
ALARM_A: CLR P3.5                  ;off hook
         LCALL DELAY_T
         CLR P3.1                  ;on dtmf
         LCALL DELAY
         LCALL CUT_OUT

         MOV R1,#60H
         MOV 51H,#00H              ;counter for compare to 50h
REDIAL1: MOV A,@R1
         LCALL CHECK_VALUE
         CLR P3.7
         LCALL DELAY_65
         SETB P3.7
         LCALL DELAY_65

         INC R1
         MOV A,51H
         ADD A,#01H
         MOV 51H,A
         CJNE A,50H,REDIAL1

         LCALL DELAY_65
         SETB P3.1                 ;off dtmf,on LM567
         LCALL DELAY_65

         ;////////////////// FOR DETECT BUSY TONE /////////////////

BELL1:   SETB P3.3                 ;set bit for check busy bit
         MOV 40H,#0FFH
         MOV 41H,#0FFH
         MOV 42H,#10H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TIME1:   JB P3.3,TIME2
         LJMP SIGNAL1

TIME2:   DJNZ 40H,TIME1
         MOV 40H,#0FFH
         DJNZ 41H,TIME1
         MOV 41H,#0FFH
         DJNZ 42H,TIME1

ST1:     SETB P3.5
         LCALL DELAY_1
         LCALL DELAY_1
         INC 46H
         MOV A,46H
         CJNE A,#03H,ALARM_A
         LJMP ALARM2

SIGNAL1:LCALL DELAY_2
         JB P3.3,CHECK_ST1

RING_BACK1: LCALL DELAY_2
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1

            JB P3.3,SPEAK1
            MOV 45H,#00H

DELAY_5S1:  LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            JB P3.3,SPEAK1
            INC 45H
            MOV A,45H
            CJNE A,#02H,DELAY_5S1
            LJMP ST1

CHECK_ST1:  JB P3.3,$
            LCALL DELAY_2
            JB P3.3,SST1
            LJMP RING_BACK1

SST1:       LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LJMP ST1

SPEAK1:     LCALL TALK

;////////////////////////////////////////////////////////////////
;FOR CALL NUMBER TELEPHONE NO.2
ALARM2:  MOV 46H,#00H
ALARM_B: CLR P3.5                ;off hook
         LCALL DELAY_T
         CLR P3.1                ;on dtmf
         LCALL DELAY
         LCALL CUT_OUT

         MOV R1,#6AH
         MOV 55H,#00H              ;counter for compare to 50h
REDIAL2: MOV A,@R1
         LCALL CHECK_VALUE
         CLR P3.7
         LCALL DELAY_65
         SETB P3.7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL DELAY_65

        INC R1
        MOV A,55H
        ADD A,#01H
        MOV 55H,A
        CJNE A,54H,REDIAL2

        LCALL DELAY_65
        SETB P3.1                   ;off dtmf,on LM567
        LCALL DELAY_65

        ;////////////////// FOR DETECT BUSY TONE ////////////////

BELL2:  SETB P3.3                   ;set bit for check busy bit
        MOV 40H,#0FFH
        MOV 41H,#0FFH
        MOV 42H,#10H

TIME3:  JB P3.3,TIME4
        LJMP SIGNAL2

TIME4:  DJNZ 40H,TIME3
        MOV 40H,#0FFH
        DJNZ 41H,TIME3
        MOV 41H,#0FFH
        DJNZ 42H,TIME3

ST2:    SETB P3.5
        LCALL DELAY_1
        LCALL DELAY_1
        INC 46H
        MOV A,46H
        CJNE A,#03H,ALARM_B
        LJMP ALARM3

SIGNAL2:LCALL DELAY_2
        JB P3.3,CHECK_ST2

RING_BACK2: LCALL DELAY_2
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1

            JB P3.3,SPEAK2
            MOV 45H,#00H

DELAY_5S2:  LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            JB P3.3,SPEAK2
            INC 45H
            MOV A,45H
            CJNE A,#02H,DELAY_5S2
            LJMP ST2

CHECK_ST2:  JB P3.3,$
            LCALL DELAY_2
            JB P3.3,SST2
            LJMP RING_BACK2

SST2:       LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LJMP ST2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 SPEAK2:      LCALL TALK

;////////////////////////////////////////////////////////////
;FOR CALL NUMBER TELEPHONE NO.3
ALARM3:   MOV 46H,#00H
ALARM_C:  CLR P3.5                ;off hook
          LCALL DELAY_T
          CLR P3.1                ;on dtmf
          LCALL DELAY
          LCALL CUT_OUT

          MOV R1,#74H
          MOV 57H,#00H              ;counter for compare to 50h
REDIAL3:  MOV A,@R1
          LCALL CHECK_VALUE
          CLR P3.7
          LCALL DELAY_65
          SETB P3.7
          LCALL DELAY_65

          INC R1
          MOV A,57H
          ADD A,#01H
          MOV 57H,A
          CJNE A,56H,REDIAL3

          LCALL DELAY_65
          SETB P3.1                 ;off dtmf,on LM567
          LCALL DELAY_65

          ;////////////////// FOR DETECT BUSY TONE ////////////////

 BELL3:   SETB P3.3                 ;set bit for check busy bit
          MOV 40H,#0FFH
          MOV 41H,#0FFH
          MOV 42H,#10H

 TIME5:   JB P3.3,TIME6
          LJMP SIGNAL3

 TIME6:   DJNZ 40H,TIME5
          MOV 40H,#0FFH
          DJNZ 41H,TIME5
          MOV 41H,#0FFH
          DJNZ 42H,TIME5

 ST3:     SETB P3.5
          LCALL DELAY_1
          LCALL DELAY_1
          INC 46H
          MOV A,46H
          CJNE A,#03H,ALARM_C
          LJMP CONTROL1

 SIGNAL3:LCALL DELAY_2
         JB P3.3,CHECK_ST3

 RING_BACK3: LCALL DELAY_2
             LCALL DELAY_1
             LCALL DELAY_1
             LCALL DELAY_1
             LCALL DELAY_1

             JB P3.3,SPEAK3
             MOV 45H,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_5S3:  LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            JB P3.3,SPEAK3
            INC 45H
            MOV A,45H
            CJNE A,#02H,DELAY_5S3
            LJMP ST3

CHECK_ST3:  JB P3.3,$
            LCALL DELAY_2
            JB P3.3,SST3
            LJMP RING_BACK3

SST3:       LCALL DELAY_1
            LCALL DELAY_1
            LJMP ST3

SPEAK3:     LCALL TALK


;////////////////////////////// CONTROL ////////////////////////
;after alarm,system will only check ring

CONTROL1:   DJNZ 59H,GO_ALARM1
            MOV 58H,#00H              ;alarmed byte
            SJMP CONTROL

GO_ALARM1:  LJMP ALARM1

CONTROL:    JNB P3.6,$                ;check ring signal
            INC R0
            CJNE R0,#4,CHKB1
            MOV R0,#00H
            MOV P1,#0FFH
            LJMP CALL_IN
CHKB1:      JB P3.6,$
            SJMP CONTROL

;////////////////////////// TALK ////////////////////////////////

TALK:   SETB P3.1                     ;off dtmf,on voice
        LCALL DELAY
        MOV R5,#00H
        MOV A,5AH

SSS:    CJNE A,#00H,RRR
SSS1:   LCALL MASSAGE17
        LCALL MODE_0
        MOV R3,#11
AGAIN_A:LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        DJNZ R3,AGAIN_A
        LCALL SHUTMODE_0
        LCALL STROBE_V1
        INC R5
        CJNE R5,#3,SSS1
        SETB P3.5
        LCALL DELAY_1
        LCALL DELAY_1
        RET

RRR:    CJNE A,#0FH,TTT
RRR1:   LCALL MASSAGE18
        LCALL MODE_0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV R3,#10
AGAIN_B:LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        DJNZ R3,AGAIN_B
        LCALL SHUTMODE_0
        LCALL STROBE_V1
        INC R5
        CJNE R5,#3,RRR1
        SETB P3.5
        LCALL DELAY_1
        LCALL DELAY_1
        RET

TTT:    RET

;////////////////////////////// CALL-IN ////////////////////////
CALL_IN:    CLR P3.5                ;off hook
            SETB P3.1               ;off dtmf,on voice
;/////////// WAIT FOR DTMF ////////
WAIT_CODE:  MOV R7,#0EH
LLP:        MOV R6,#00H
LP:         MOV R5,#00H
            DJNZ R5,$
            JNB P3.4,CONTINUE
            MOV A,P1
            SWAP A
            ANL A,#0FH
            JB P3.4,$
            CJNE A,#09H,CONTINUE

            LCALL MASSAGE2
FUNCTION:   MOV R7,#7FH
LLP1:       MOV R6,#00H
LP1:        MOV R5,#00H
            DJNZ R5,$
            JNB P3.4,CONTINUE1
            MOV A,P1
            SWAP A
            ANL A,#0FH
            JB P3.4,$
            LCALL FUNC1
            CJNE A,#07H,FUNCTION
            LJMP RUN

CONTINUE1:  DJNZ R6,LP1
            DJNZ R7,LLP1
            SETB P3.5
            LJMP RUN

CONTINUE:   DJNZ R6,LP
            DJNZ R7,LLP

VOICE:      LCALL MASSAGE1
            CJNE R4,#00H,PASS1
            LCALL CLEAR_ADD2

PASS1:      LCALL VOICE_REC2

            LCALL MASSAGE12

            SETB P3.5
            LJMP RUN

;////////////////////////////// ISD2590 ////////////////////////
SHUTMODE_0: CLR P0.0
            LCALL DELAY_I
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MODE_0:       SETB P0.0
              LCALL DELAY_I
              RET

;/////////// ISD2590#1 /////////
CE_PULSE1:    CLR P0.1
              LCALL DELAY_I
              SETB P0.1
              RET

PLAY_BACK1:   SETB P0.7
              LCALL DELAY_I
              RET

RECORD1:      CLR P0.7
              LCALL DELAY_I
              RET

PD_PULSE1:    SETB P0.2
              LCALL DELAY_I
              CLR P0.2
              LCALL DELAY_I
              RET

;/////////// ISD2590#2 /////////

CE_PULSE2:    CLR P0.4
              LCALL DELAY_I
              SETB P0.4
              RET

PLAY_BACK2:   SETB P0.7
              LCALL DELAY_I
              RET

RECORD2:      CLR P0.7
              LCALL DELAY_I
              RET

PD_PULSE2:    SETB P0.5
              LCALL DELAY_I
              CLR P0.5
              LCALL DELAY
              RET

;/////////// PROCESSING /////////

MASSAGE1:     LCALL SHUTMODE_0
              LCALL PD_PULSE1
              LCALL STROBE_V1
              RET

MASSAGE2:     LCALL PLAY_BACK1
              LCALL PD_PULSE1
              LCALL MODE_0
              LCALL CE_PULSE1
              LCALL SHUTMODE_0
              LCALL STROBE_V1
              RET

MASSAGE3:     LCALL PLAY_BACK1
              LCALL PD_PULSE1
              LCALL MODE_0
              MOV R3,#2
AGAIN:        LCALL CE_PULSE1
              LCALL DELAY_I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ R3,AGAIN
                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL STROBE_V1
                RET

MASSAGE4:       LCALL PLAY_BACK1
                LCALL PD_PULSE1
                LCALL MODE_0
                MOV R3,#3
AGAIN1:         LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                DJNZ R3,AGAIN1
                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL STROBE_V1
                RET

MASSAGE5:       LCALL PLAY_BACK1
                LCALL PD_PULSE1
                LCALL MODE_0
                MOV R3,#4
AGAIN2:         LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                DJNZ R3,AGAIN2
                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL STROBE_V1
                RET

MASSAGE6:       LCALL PLAY_BACK1
                LCALL PD_PULSE1
                LCALL MODE_0
                MOV R3,#5
AGAIN3:         LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                DJNZ R3,AGAIN3
                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL STROBE_V1
                RET

MASSAGE7:       LCALL PLAY_BACK1
                LCALL PD_PULSE1
                LCALL MODE_0
                MOV R3,#6
AGAIN4:         LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                DJNZ R3,AGAIN4
                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL STROBE_V1
                RET

MASSAGE8:       LCALL PLAY_BACK1
                LCALL PD_PULSE1
                LCALL MODE_0
                MOV R3,#7
AGAIN5:         LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                DJNZ R3,AGAIN5
                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL STROBE_V1
                RET

MASSAGE9:       LCALL PLAY_BACK1
                LCALL PD_PULSE1
                LCALL MODE_0
                MOV R3,#8
AGAIN6:         LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                DJNZ R3,AGAIN6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL SHUTMODE_0
            LCALL STROBE_V1
            RET

MASSAGE10:  LCALL PLAY_BACK1
            LCALL PD_PULSE1
            LCALL MODE_0
            MOV R3,#9
AGAIN7:     LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            DJNZ R3,AGAIN7
            LCALL SHUTMODE_0
            LCALL STROBE_V1
            RET

MASSAGE11:  LCALL PLAY_BACK1
            LCALL PD_PULSE1
            LCALL MODE_0
            MOV R3,#10
AGAIN8:     LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            DJNZ R3,AGAIN8
            LCALL SHUTMODE_0
            LCALL STROBE_V1
            RET

MASSAGE12:  LCALL PLAY_BACK1
            LCALL PD_PULSE1
            LCALL MODE_0
            MOV R3,#11
AGAIN9:     LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            DJNZ R3,AGAIN9
            LCALL SHUTMODE_0
            LCALL STROBE_V1
            RET

MASSAGE13:  LCALL PLAY_BACK1
            LCALL PD_PULSE1
            LCALL MODE_0
            MOV R3,#12
AGAIN10:    LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            DJNZ R3,AGAIN10
            LCALL SHUTMODE_0
            LCALL STROBE_V1
            RET

MASSAGE14:  LCALL PLAY_BACK1
            LCALL PD_PULSE1
            LCALL MODE_0
            MOV R3,#13
AGAIN11:    LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            DJNZ R3,AGAIN11
            LCALL SHUTMODE_0
            LCALL STROBE_V1
            RET

MASSAGE15:  LCALL PLAY_BACK1
            LCALL PD_PULSE1
            LCALL MODE_0
            MOV R3,#14
AGAIN12:    LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            DJNZ R3,AGAIN12
            LCALL SHUTMODE_0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
              LCALL STROBE_V1
              RET

MASSAGE16:    LCALL PLAY_BACK1
              LCALL PD_PULSE1
              LCALL MODE_0
              MOV R3,#15
AGAIN13:      LCALL CE_PULSE1
              LCALL DELAY_I
              DJNZ R3,AGAIN13
              LCALL SHUTMODE_0
              LCALL STROBE_V1
              RET

MASSAGE17:    LCALL PLAY_BACK1
              LCALL DELAY_I
              LCALL PD_PULSE1
              LCALL DELAY_I
              LCALL MODE_0
              MOV R3,#16
AGAIN14:      LCALL CE_PULSE1
              LCALL DELAY_I
              DJNZ R3,AGAIN14
              LCALL SHUTMODE_0
              LCALL STROBE_V1
              RET

MASSAGE18:    LCALL PLAY_BACK1
              LCALL DELAY_I
              LCALL PD_PULSE1
              LCALL DELAY_I
              LCALL MODE_0
              MOV R3,#17
AGAIN15:      LCALL CE_PULSE1
              LCALL DELAY_I
              DJNZ R3,AGAIN15
              LCALL SHUTMODE_0
              LCALL STROBE_V1
              RET

MASSAGE19:    LCALL PLAY_BACK1
              LCALL PD_PULSE1
              LCALL MODE_0
              MOV R3,#18
AGAIN16:      LCALL CE_PULSE1
              LCALL DELAY_I
              DJNZ R3,AGAIN16
              LCALL SHUTMODE_0
              LCALL STROBE_V1
              RET

MASSAGE23:    LCALL PLAY_BACK1
              LCALL PD_PULSE1
              LCALL MODE_0
              MOV R3,#22
AGAIN17:      LCALL CE_PULSE1
              LCALL DELAY_I
              DJNZ R3,AGAIN17
              LCALL SHUTMODE_0
              LCALL STROBE_V1
              RET


;////////////////////////////
STROBE_V1:    LCALL PLAY_BACK1
              LCALL CE_PULSE1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR P2.4                        ;switch to speak
                LCALL DELAY_I
                JB P0.3,$
                SETB P2.4                       ;switch to non speak
                RET

STROBE_V2:      LCALL PLAY_BACK2
                LCALL CE_PULSE2
                LCALL DELAY_I
                JB P0.6,$
                RET

;////////////////////////////
CLEAR_ADD2:     LCALL SHUTMODE_0
                LCALL PD_PULSE2
                LCALL DELAY_I
                RET

;////////////////////////////
VOICE_REC1:     LCALL MODE_0
                MOV R3,#12
AGAIN_C:        LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                DJNZ R3,AGAIN_C

                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL RECORD1
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I

CONT:           LCALL GET_CODE
                CJNE A,#0CH,CONT
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                RET

;////////////////////////////
VOICE_REC2:     LCALL RECORD2
                LCALL CE_PULSE2
                LCALL DELAY_I

CONT1:          LCALL GET_CODE
                CJNE A,#0CH,CONT1
                LCALL CE_PULSE2
                LCALL DELAY_I
                INC R4
                MOV 52H,R4
                RET

;////////////////////////////
RUN_VOICE:      LCALL CLEAR_ADD2
RUN_V1:         LCALL STROBE_V2
                DJNZ R4,RUN_V1
                MOV R4,52H
                RET

;////////////////////////////
INIT_ISD:       CLR P0.0                        ;clear mode 0
                CLR P0.2
                SETB P0.3                       ;for EOM bit
                CLR P0.5
                SETB P0.6                       ;for EOM bit
                RET

;////////////////////////////// NUMBER 0-9 ////////////////////////
NO_1:     MOV P1,#00H
          RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NO_2:   MOV P1,#01H
        RET

NO_3:   MOV P1,#02H
        RET

NO_4:   MOV P1,#04H
        RET

NO_5:   MOV P1,#05H
        RET

NO_6:   MOV P1,#06H
        RET

NO_7:   MOV P1,#08H
        RET

NO_8:   MOV P1,#09H
        RET

NO_9:   MOV P1,#0AH
        RET

NO_0:   MOV P1,#0DH
        RET

;////////////////////////////// CHECK_VALUE //////////////////DTMF///
CHECK_VALUE:    CJNE A,#01H,AAA
                LCALL NO_1
                RET

AAA:            CJNE A,#02H,BBB
                LCALL NO_2
                RET

BBB:            CJNE A,#03H,CCC
                LCALL NO_3
                RET

CCC:            CJNE A,#04H,DDD
                LCALL NO_4
                RET

DDD:            CJNE A,#05H,EEE
                LCALL NO_5
                RET

EEE:            CJNE A,#06H,FFF
                LCALL NO_6
                RET

FFF:            CJNE A,#07H,GGG
                LCALL NO_7
                RET

GGG:            CJNE A,#08H,HHH
                LCALL NO_8
                RET

HHH:            CJNE A,#09H,III
                LCALL NO_9
                RET

III:            CJNE A,#0AH,RETURN
                LCALL NO_0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

RETURN:         RET

;//////////////////////////// FUNCTION ////////////////////////////

FUNC1:      CJNE A,#01H,FUNC2
            CJNE R4,#00H,TO
            LCALL MASSAGE8
            RET

TO:         LCALL MASSAGE4
            LCALL RUN_VOICE
            RET

;////////////////////////////////////////////////////////////////

FUNC2:      CJNE A,#02H,FUNC3
            LCALL MASSAGE10
            CJNE R4,#00H,PASS2
            LCALL CLEAR_ADD2

PASS2:      LCALL VOICE_REC2
            LCALL MASSAGE12
            RET

;////////////////////////////////////////////////////////////////

FUNC3:      CJNE A,#03H,FUNC4
            LCALL MASSAGE11
            LCALL CLEAR_ADD2
            MOV R4,#00H
            RET

;////////////////////////////////////////////////////////////////

FUNC4:      CJNE A,#04H,FUNC5
            LCALL MASSAGE5
            MOV R1,#60H             ;buffer for stored tel no.1
            MOV 50H,#00H            ;counter for DTMF number
            LCALL GET_DTMF
            LCALL MASSAGE12

            LCALL MASSAGE6
            MOV R1,#6AH             ;buffer for stored tel no.2
            MOV 54H,#00H            ;counter for DTMF number
            LCALL GET_DTMF1
            LCALL MASSAGE12

            LCALL MASSAGE7
            MOV R1,#74H             ;buffer for stored tel no.3
            MOV 56H,#00H            ;counter for DTMF number
            LCALL GET_DTMF2
            LCALL MASSAGE12
            RET

;////////////////////////////////////////////////////////////////

FUNC5:      CJNE A,#05H,FUNC6
            LCALL MASSAGE16
            LCALL VOICE_REC1
            LCALL MASSAGE12
            RET

;////////////////////////////////////////////////////////////////

FUNC6:      CJNE A,#06H,FUNC7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL MASSAGE19

                MOV R7,#7FH
LLP_A:          MOV R6,#00H
LP_A:           MOV R5,#00H
                DJNZ R5,$
                JNB P3.4,CONTINUE_A
                MOV A,P1
                SWAP A
                ANL A,#0FH
                JB P3.4,$

SAFTY:          CJNE A,#01H,EQUIP
                LCALL CHANNEL1
                CJNE A,#0FFH,FIRE
                LCALL MASSAGE13
                RET
FIRE:           CJNE A,#00H,PROX
                LCALL MASSAGE14
                RET
PROX:           CJNE A,#0FH,RETURN1
                LCALL MASSAGE15
RETURN1:        RET


EQUIP:          CJNE A,#02H,CONTINUE_A
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 20
                LCALL STROBE_V1
                LCALL SUB_F6
                RET

CONTINUE_A:     DJNZ R6,LP_A
                DJNZ R7,LLP_A
                MOV A,#07H
                SETB P3.5
                RET

;////////////////////////////////////////////////////////////////

FUNC7:          CJNE A,#07H,FUNC8
                LCALL MASSAGE9
                SETB P3.5
                RET

;////////////////////////////////////////////////////////////////

FUNC8:          CJNE A,#08H,NO_FUNC
                LCALL MASSAGE3
                RET

;////////////////////////////////////////////////////////////////

NO_FUNC:        RET

SUB_F6:         MOV R7,#7FH
LLP_B:          MOV R6,#00H
LP_B:           MOV R5,#00H
                DJNZ R5,$
                JNB P3.4,CONTINUE_B
                MOV A,P1
                SWAP A
                ANL A,#0FH
                JB P3.4,$

ASK:            CJNE A,#01H,CON_TRL
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 21
                LCALL STROBE_V1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL ASK1_3
                RET

CON_TRL:        CJNE A,#02H,CONTINUE_B
                LCALL SHUTMODE_0                    ;massage 21
                LCALL STROBE_V1
                LCALL ON_OFF
                RET

CONTINUE_B:     DJNZ R6,LP_B
                DJNZ R7,LLP_B
                MOV A,#07H
                SETB P3.5
                RET

;-----------------------------------------

ASK1_3:         MOV R7,#7FH
LLP_C:          MOV R6,#00H
LP_C:           MOV R5,#00H
                DJNZ R5,$
                JNB P3.4,CONTINUE_C
                MOV A,P1
                SWAP A
                ANL A,#0FH
                JB P3.4,$

ASK1:           CJNE A,#01H,ASK2
                LCALL EQU_1
                MOV A,P2
                MOV 21H,A
                JB 0DH,VOICE_A
                LCALL ON_1
                RET

VOICE_A:        LCALL OFF_1
                RET

ASK2:           CJNE A,#02H,ASK3
                LCALL EQU_2
                MOV A,P2
                MOV 21H,A
                JB 0EH,VOICE_B
                LCALL ON_2
                RET

VOICE_B:        LCALL OFF_2
                RET

ASK3:           CJNE A,#03H,CONTINUE_C
                LCALL EQU_3
                MOV A,P2
                MOV 21H,A
                JB 0FH,VOICE_C
                LCALL ON_3
                RET

VOICE_C:        LCALL OFF_3
                RET

CONTINUE_C:     DJNZ R6,LP_C
                DJNZ R7,LLP_C
                MOV A,#07H
                SETB P3.5
                RET

EQU_1:          LCALL MODE_0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 23
                LCALL STROBE_VI
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 24 '1'
                LCALL STROBE_VI
                RET

EQU_2:          LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 23
                LCALL STROBE_VI
                LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 25 '2'
                LCALL STROBE_VI
                RET

EQU_3:          LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 23
                LCALL STROBE_VI
                LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 26 '3'
                LCALL STROBE_VI
                RET

ON_1:           LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 27 'open'
                LCALL STROBE_VI
                RET

OFF_1:          LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 28 'close'
                LCALL STROBE_VI
                RET

ON_2:           LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 27 'open'
                LCALL STROBE_VI
                RET

OFF_2:          LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 28 'close'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL STROBE_V1
                RET

ON_3:           LCALL SHUTMODE_0                ;massage 27 'open'
                LCALL STROBE_V1
                RET

OFF_3:          LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage 28 'close'
                LCALL STROBE_V1
                RET

;---------------------------------------

ON_OFF:         MOV R7,#7FH
LLP_D:          MOV R6,#00H
LP_D:           MOV R5,#00H
                DJNZ R5,$
                JNB P3.4,CONTINUE_D
                MOV A,P1
                SWAP A
                ANL A,#0FH
                JB P3.4,$

BODY1:          CJNE A,#01H,BODY2
                MOV 2EH,#1
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage22
                LCALL STROBE_V1
                LCALL ON_OF
                RET

BODY2:          CJNE A,#02H,BODY3
                MOV 2EH,#2
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage22
                LCALL STROBE_V1
                LCALL ON_OF
                RET

BODY3:          CJNE A,#03H,CONTINUE_D
                MOV 2EH,#3
                LCALL SHUTMODE_0                ;massage22
                LCALL STROBE_V1
                LCALL ON_OF
                RET

CONTINUE_D:     DJNZ R6,LP_D
                DJNZ R7,LLP_D
                MOV A,#07H
                SETB P3.5
                RET

;///////---------------------------////////

ON_OF:          MOV R7,#7FH
LLP_E:          MOV R6,#00H
LP_E:           MOV R5,#00H
                DJNZ R5,$
                JNB P3.4,CONTINUE_E
                MOV A,P1
                SWAP A
                ANL A,#0FH
                JB P3.4,$

CLOSE:          CJNE A,#0AH,OPEN
                MOV A,2EH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
KALO_1:     CJNE A,#1,KALO_2
            SETB P2.5                    ;equipment1
            LCALL TELL1
            RET

KALO_2:     CJNE A,#2,KALO_3
            SETB P2.6                    ;equipment2
            LCALL TELL2
            RET

KALO_3:     CJNE A,#3,RETURN_Z
            SETB P2.7                    ;equipment3
            LCALL TELL3
RETURN_Z:   RET

OPEN:       CJNE A,#01H,CONTINUE_E
            MOV A,2EH
KALO_11:    CJNE A,#1,KALO_22
            CLR P2.5                     ;equipment1
            LCALL DELAY_1
            LCALL TELL4
            RET

KALO_22:    CJNE A,#2,KALO_33
            CLR P2.6                     ;equipment2
            LCALL DELAY_1
            LCALL TELL5
            RET

KALO_33:    CJNE A,#3,RETURN_ZZ
            CLR P2.7                     ;equipment3
            LCALL DELAY_1
            LCALL TELL6
RETURN_ZZ:  RET

CONTINUE_E: DJNZ R6,LP_E
            DJNZ R7,LLP_E
            MOV A,#07H
            SETB P3.5
            RET

TELL1:      LCALL MODE_0
            LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            LCALL SHUTMODE_0
            LCALL STROBE_VI
            LCALL MASSAGE23              ;massage23
            LCALL SHUTMODE_0
            LCALL STROBE_VI
            RET

TELL2:      LCALL MODE_0
            LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            LCALL CE_PULSE1
            LCALL DELAY_I
            LCALL CE_PULSE1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL SHUTMODE_0
        LCALL STROBE_V1
        LCALL MASSAGE23                 ;massage23
        LCALL MODE_0
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL SHUTMODE_0
        LCALL STROBE_V1
        RET

TELL3:  LCALL MODE_0
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL SHUTMODE_0
        LCALL STROBE_V1
        LCALL MASSAGE23                 ;massage23
        LCALL MODE_0
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL SHUTMODE_0
        LCALL STROBE_V1
        RET

TELL4:  LCALL MODE_0
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL SHUTMODE_0
        LCALL STROBE_V1
        LCALL MASSAGE23                 ;massage23
        LCALL SHUTMODE_0
        LCALL STROBE_V1
        RET

TELL5:  LCALL MODE_0
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL CE_PULSE1
        LCALL DELAY_I
        LCALL SHUTMODE_0
        LCALL STROBE_V1
        LCALL MASSAGE23                 ;massage23
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL STROBE_V1
                RET

TELL6:          LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL STROBE_V1
                LCALL MASSAGE23                 ;massage23
                LCALL MODE_0
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL CE_PULSE1
                LCALL DELAY_I
                LCALL SHUTMODE_0
                LCALL STROBE_V1
                RET

;/////////////////////////// CHECK_MULTIPLEXER ///////////////////////

CHANNEL1:       MOV A,P2
                ANL A,#11110000B
                ORL A,#00000000B
                MOV P2,A                ;choose chennel 1
                JB P3.2,CHANNEL2
                MOV A,#00H
                RET

CHANNEL2:       MOV A,P2
                ANL A,#11110000B
                ORL A,#00000001B
                MOV P2,A                ;choose channel 2
                JB P3.2,CHANNEL3
                MOV A,#00H
                RET

CHANNEL3:       MOV A,P2
                ANL A,#11110000B
                ORL A,#00000010B
                MOV P2,A                ;choose channel 3
                JB P3.2,CHANNEL4
                MOV A,#00H
                RET

CHANNEL4:       MOV A,P2
                ANL A,#11110000B
                ORL A,#00000011B
                MOV P2,A                ;choose channel 4
                JB P3.2,CHANNEL5
                MOV A,#00H
                RET

CHANNEL5:       MOV A,P2
                ANL A,#11110000B
                ORL A,#00000100B
                MOV P2,A                ;choose channel 5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            JB P3.2,CHANNEL6
            MOV A,#00H
            RET

CHANNEL6:   MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00000101B
            MOV P2,A              ;choose channel 6
            JB P3.2,CHANNEL7
            MOV A,#00H
            RET

CHANNEL7:   MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00000110B
            MOV P2,A              ;choose channel 7
            JB P3.2,CHANNEL8
            MOV A,#00H
            RET

CHANNEL8:   MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00000111B
            MOV P2,A              ;choose channel 8
            JB P3.2,CHANNEL9
            MOV A,#00H
            RET

CHANNEL9:   MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00001000B
            MOV P2,A              ;choose chennel 9
            JB P3.2,CHANNEL10
            MOV A,#0FH
            RET

CHANNEL10:  MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00001001B
            MOV P2,A              ;choose channel 10
            JB P3.2,CHANNEL11
            MOV A,#0FH
            RET

CHANNEL11:  MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00001010B
            MOV P2,A              ;choose channel 11
            JB P3.2,CHANNEL12
            MOV A,#0FH
            RET

CHANNEL12:  MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00001011B
            MOV P2,A              ;choose channel 12
            JB P3.2,CHANNEL13
            MOV A,#0FH
            RET

CHANNEL13:  MOV A,P2
            ANL A,#11110000B
            ORL A,#00001100B
            MOV P2,A              ;choose channel 13
            JB P3.2,CHANNEL14
            MOV A,#0FH
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHANNEL14:MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00001101B
          MOV P2,A              ;choose channel 14
          JB P3.2,CHANNEL15
          MOV A,#0FH
          RET

CHANNEL15:MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00001110B
          MOV P2,A              ;choose channel 15
          JB P3.2,CHANNEL16
          MOV A,#0FH
          RET

CHANNEL16:MOV A,P2
          ANL A,#11110000B
          ORL A,#00001111B
          MOV P2,A              ;choose channel 16
          JB P3.2,READY
          MOV A,#0FH
          RET

READY:    MOV A,#0FFH
          RET

;////////////////////////////// GET_DTMF ////////////////////////

GET_DTMF:   LCALL GET_CODE
            CJNE A,#0CH,GETDTMF     ;CHECK DTMF #
            RET
GETDTMF:    MOV @R1,A
            INC R1
            MOV A,50H
            ADD A,#01H
            MOV 50H,A               ;address 50h for stored
                                    ;counter
            JB P3.4,$
            SJMP GET_DTMF


GET_DTMF1:  LCALL GET_CODE
            CJNE A,#0CH,GETDTMF1    ;CHECK DTMF #
            RET
GETDTMF1:   MOV @R1,A
            INC R1
            MOV A,54H
            ADD A,#01H
            MOV 54H,A               ;address 54h for stored
                                    ;counter
            JB P3.4,$
            SJMP GET_DTMF1


GET_DTMF2:  LCALL GET_CODE
            CJNE A,#0CH,GETDTMF2    ;CHECK DTMF #
            RET
GETDTMF2:   MOV @R1,A
            INC R1
            MOV A,56H
            ADD A,#01H
            MOV 56H,A               ;address 56h for stored
                                    ;counter
            JB P3.4,$
            SJMP GET_DTMF2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

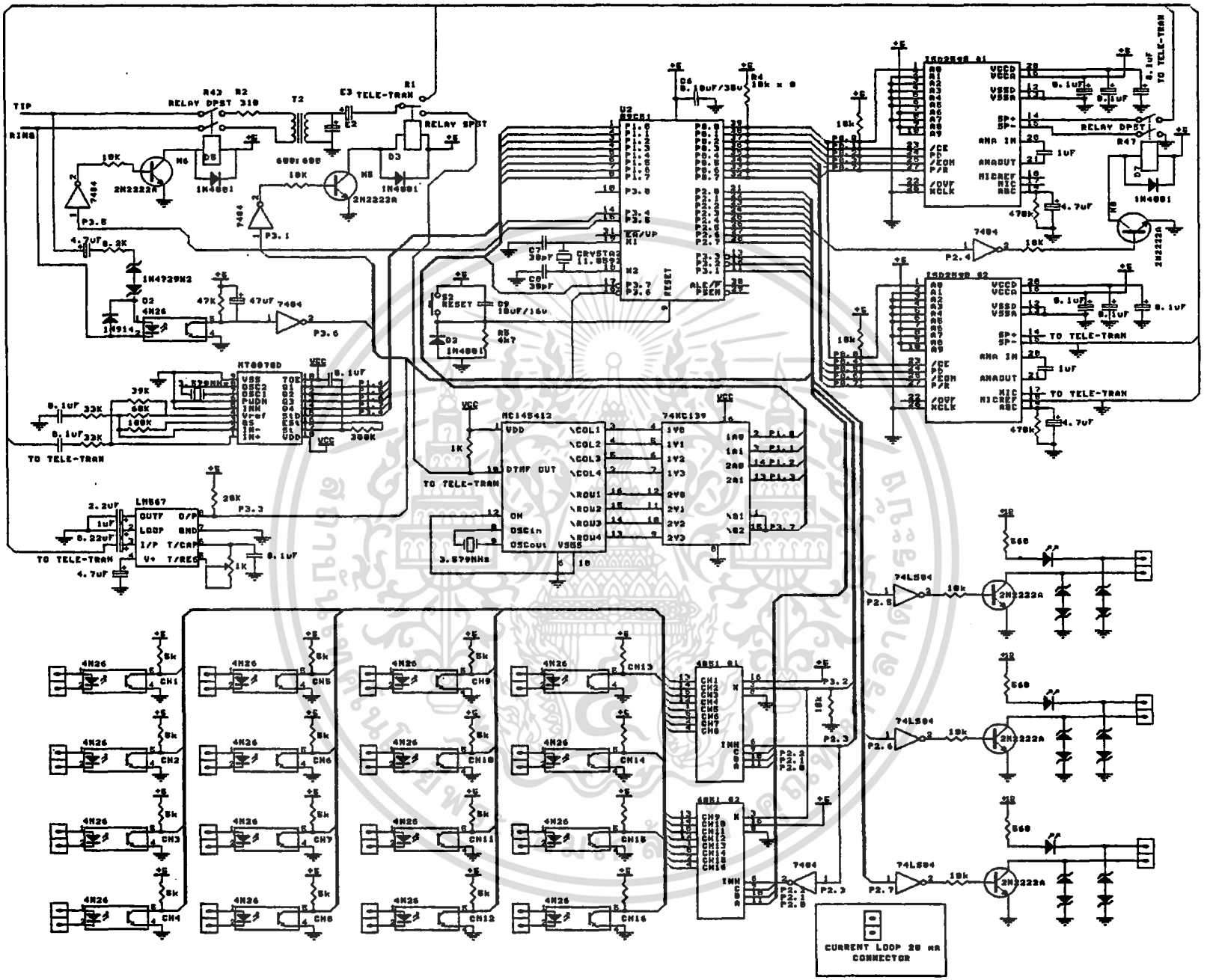
```
;////////////////////////////// GET_CODE ////////////////////////////

GET_CODE:    JNB P3.4,$
             MOV A,P1
             SWAP A
             ANL A,#0FH
             JB P3.4,$
             RET

;////////////////////////////// DELAY ////////////////////////////////

DELAY_1:MOV 40H,#100
DELAY_A:MOV 41H,#99
DELAY_B:MOV 42H,#45
        DJNZ 42H,$
        DJNZ 41H,DELAY_B
        DJNZ 40H,DELAY_A
        RET

DELAY_2:MOV 40H,#52
DELAY_C:MOV 41H,#99
DELAY_D:MOV 42H,#45
        DJNZ 42H,$
        DJNZ 41H,DELAY_D
        DJNZ 40H,DELAY_C
        RET

DELAY:  MOV R7,#00H
LOOP:   MOV R6,#00H
        DJNZ R6,$
        DJNZ R7,LOOP
        RET

DELAY_65:MOV R7,#7FH
LOOP1:   MOV R6,#00H
         DJNZ R6,$
         DJNZ R7,LOOP1
         RET

DELAY_I: MOV R7,#40H
LOOP2:   MOV R6,#00H
         DJNZ R6,$
         DJNZ R7,LOOP2
         RET

DELAY_T: MOV R7,#20H
OOP:     MOV R6,#00H
OP:      MOV R5,#00H
         DJNZ R5,$
         DJNZ R6,OP
         DJNZ R7,OOP
         RET

CUT_OUT:LCALL NO_9              ;for PABX system of KMITL
        CLR P3.7
        CALL DELAY_65
        SETB P3.7
        LCALL DELAY_T

        LCALL NO_0
        CLR P3.7
        CALL DELAY_65
        SETB P3.7
        LCALL DELAY_T
        RET
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

วงจรรวมของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


TIP
RING
TELE-TRAN
RELAY DPST
TO TELE-TRAN
MC145412
74HC139
LM567
4N26
2N2222A
1N4001
74LS04
7404
CURRENT LOOP 20 MA CONNECTOR

ภาคผนวก ค.

รูปถ่ายของระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

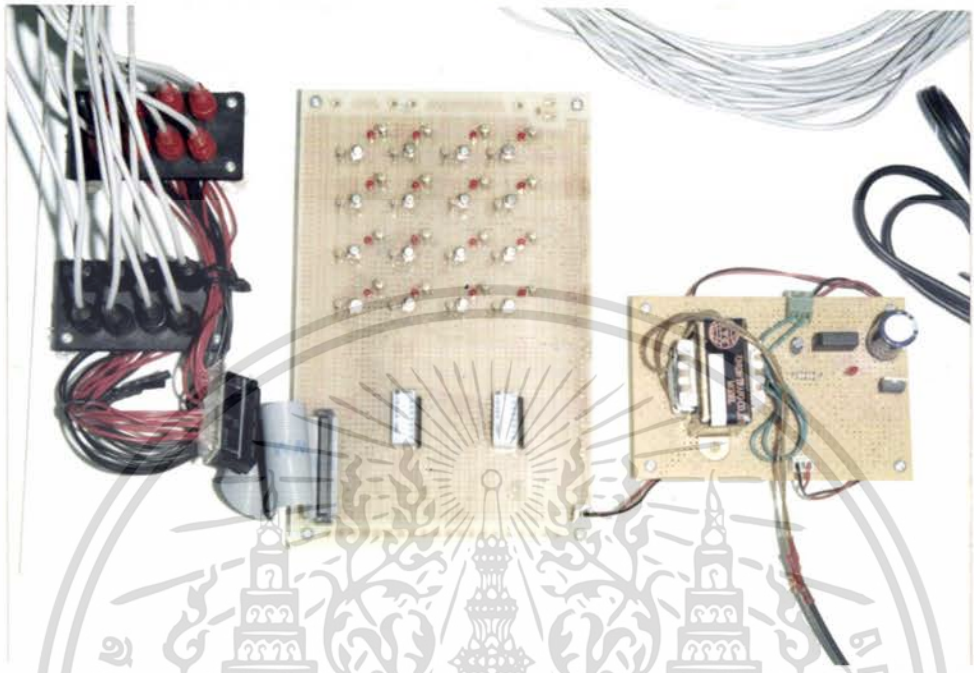
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมทางโทรศัพท์ขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงเทอร์มินัลที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า 220 Vac

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรแสดงสถานะของตัวตรวจจับ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

รายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INFORMATION STORAGE DEVICES
138 ถนนข้าวหลาม- แขวงวังบูรพาภิรมย์ เขตพระนคร
กรุงเทพฯ 10200 โทร. 225-6986 FAX: 662-225-6985

ISD2500 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
45-, 60-, 75-, and 90-Second Durations

GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD2500 Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions for 45- to 90-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, and speaker amplifier. In addition, the ISD2500 is fully microprocessor-compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved.

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

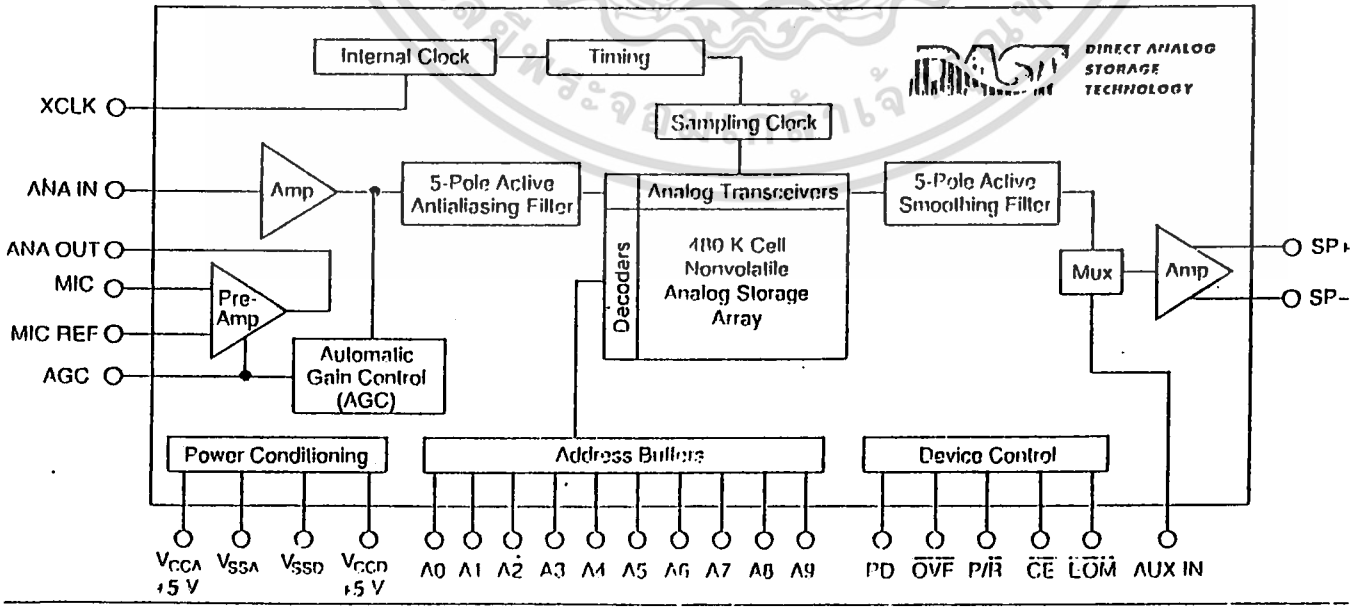
ISD2500-SERIES SUMMARY

Part Number	Duration (Seconds)	Input Sample Rate (KHz)	Upper Pass Band (KHz)
ISD2545	45	10.6	4.5
ISD2560	60	8.0	3.4
ISD2575	75	6.4	2.7
ISD2590	90	5.33	2.3

FEATURES

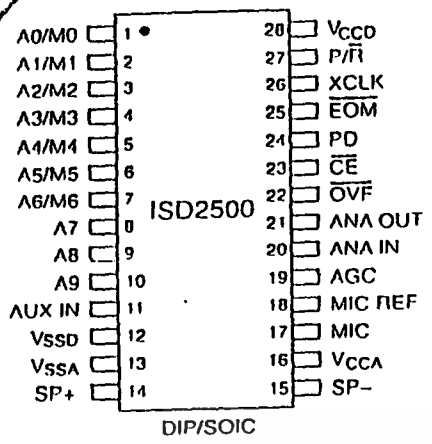
- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
  - No external ICs required
  - No development system required
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Manual switch or microprocessor controllable
  - Playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of 45, 60, 75, and 90 seconds
- Directly cascadable for longer durations
- Zero-power message storage
  - Eliminates battery-backup circuits
- Automatic Power-Down (Push-Button Mode)
  - 1 µA standby current (typical)
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- On-chip Automatic Gain Control (AGC)
- Programmer support for play-only applications
- Single +5 volt supply (4.5 V to 6.5 V operating range)
  - Low-voltage (3.6 V to 4.0 V) versions available
- Available in die form, DIP, SOIC, and TSOP packaging
- Industrial-temperature (-40°C to 85°C) versions available

ISD2500-SERIES BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2500 SERIES PINOUTS



DIP/SOIC

TSOP

ISD2500 SERIES — DETAILED DESCRIPTIONS

Speech/Sound Quality

The ISD2500 Series includes devices offered at 5.3, 6.4, 8.0, and 10.6 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. The speech samples are stored directly into on-board non-volatile 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 45, 60, 75, and 90 seconds. Parts may also be cascaded together for longer durations.

EEPROM Storage

One of the benefits of ISD's DAST technology is the use of on-board non-volatile memory, providing zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years without power. In addition, the device can be re-recorded 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.

ISD2500 SERIES — PIN DESCRIPTIONS

Microphone Input (MIC)

The microphone input transfers its signal to the on-chip preamplifier. An on-board 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.

Microphone Reference Input (MIC REF)

By connecting this pin to V_{SSA} (analog ground) via a series capacitor, common mode noise can be rejected at the preamplifier. The capacitor value should be exactly the same value as the input coupling capacitor used for microphone input. Using this approach may provide up to a 10 dB noise improvement. IF THIS INPUT IS UNUSED, IT MUST BE LEFT DISCONNECTED.

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, can be 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 7) 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.

Speaker Outputs (SP+/SP-)

All devices in the ISD2500 Series include an on-chip differential speaker driver, capable of driving 50 milliwatts into 16 Ω.

The speaker outputs are held at V_{SSA} levels during record and power down. It is therefore not possible to parallel speaker outputs of multiple ISD2500 devices or the outputs of other speaker drivers.

CONNECTION OF SPEAKER OUTPUTS IN PARALLEL MAY CAUSE DAMAGE TO THE DEVICE.

While a single output may be used alone (including a coupling capacitor between the SP pin and the speaker), the two opposite-polarity outputs used together yield a 4:1 improvement in output power.

NEVER GROUND OR DRIVE AN UNUSED SPEAKER OUTPUT.

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 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 ($\overline{EOM}$) 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 $\overline{EOM}$ marker is encountered. The device can continue past an $\overline{EOM}$ marker in an operational mode, or if $\overline{CE}$ is held LOW in address mode. (See Table 1, Page 5 for more Operational Modes).

Address/Mode Inputs (Ax/Mx)

The Address/Mode Inputs have two functions depending on the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address.

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

If both MSBs are HIGH, the Address/Mode Inputs are interpreted as Mode bits according to the Operational Mode Table 1 on page 4. There are six (6) operational modes (M0..M6) available as indicated on Table 1. It is possible to use multiple operational modes simultaneously. Operational Modes are sampled on EACH falling edge of $\overline{CE}$, and thus Operational Modes and direct addressing are mutually exclusive.

External Clock Input (XCLK)

The ISD2500 devices are configured at the factory with an internal sampling clock frequency centered to ±1 % of specification. The frequency is maintained to a total variation of ±2.25 % over the entire commercial temperature and operating voltage ranges. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin as follows:

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD2590	5.33 KHz	682.7 KHz
ISD2575	6.4 KHz	819.2 KHz
ISD2560	8.0 KHz	1024 KHz
ISD2545	10.6 KHz	1365.3 KHz

These recommended clock rates should not be varied because the anti-aliasing and smoothing filters are fixed, and aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two. IF THE XCLK IS NOT USED, THIS INPUT MUST BE CONNECTED TO GROUND.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2500 SERIES — PIN DESCRIPTIONS, CONT.

End-Of-Message / RUN Output ($\overline{EOM}$)

A non-volatile marker is automatically inserted at the end of each recorded message. It remains there until the message is recorded over. The $\overline{EOM}$ 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, $\overline{EOM}$ 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.

Auxiliary Input (AUX IN)

The Auxiliary Input is multiplexed through to the output amplifier and speaker output pins when $\overline{CE}$ is HIGH and Playback has ended, or if the device is in overflow. When cascading multiple ISD2500 devices, the AUX IN pin is used to connect a Playback signal from a following device to the previous-output speaker drivers. For noise considerations, it is suggested that the auxiliary input not be driven when the storage array is active.

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

To minimize noise, the analog and digital circuits in the ISD2500 Series devices use separate power busses. These +5 V 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 tied together as close to the package as possible and connected through a low-impedance path to power supply ground.

OPERATIONAL MODES

The ISD2500 Series is designed with several built-in operational modes provided to allow maximum functionality with a minimum of additional components. These are described in detail below. The operational modes use the address pins on the ISD2500 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH, the remaining address signals are interpreted as mode bits and NOT as address bits. Therefore, operational modes and direct addressing are not compatible and cannot be used simultaneously.

There are two important considerations for using operational modes. First, all operations begin initially at address 0, which is the beginning of the ISD2500 address space. Later operations can begin at other address locations, depending on the operational mode(s) chosen. In addition, the address pointer is reset to 0 when the device is changed from Record to Playback, Playback to Record (except M6 mode), or when a Power-Down cycle is executed.

Second, Operational Modes are executed when $\overline{CE}$ goes LOW and the two MSBs are HIGH. This Operational Mode remains in effect until the next LOW-going $\overline{CE}$ signal, at which point the current address/mode levels are sampled and executed.

OPERATIONAL MODE DESCRIPTIONS

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

TABLE 1. OPERATIONAL MODES

Mode Control	Function	Typical Use	Jointly* Compatible
M0	Message cueing	Fast-forward through messages	M4, M5, M6
M1	Delete $\overline{EOM}$ markers	Position $\overline{EOM}$ marker at the end of the last message	M3, M4, M5, M6
M2	Not applicable	Reserved	N/A
M3	Looping	Continuous playback from address 0	M1, M5, M6
M4	Consecutive addressing	Record/Play multiple consecutive messages	M0, M1, M5
M5	$\overline{CE}$ level-activated	Allows message pausing	M0, M1, M3, M4
M6	Push-button control	Simplified device interface	M0, M1, M3

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M0 — Message Cueing

Message Cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical addresses of each message. Each $\overline{CE}$ LOW pulse causes the internal address pointer to skip to the next message. This mode should be used for Playback only, and is typically used with the M4 Operational Mode.

M1 — Delete $\overline{EOM}$ Markers

The M1 Operational Mode allows sequentially recorded messages to be concatenated into a single message with only one $\overline{EOM}$ marker set at the end of the combined message. When this operational mode is configured, messages recorded sequentially are played back as one continuous message.

M2 — Unused

When operational modes are selected, the M2 pin should be LOW.

M3 — Message Looping

The M3 Operational Mode allows for the automatic, continuously repeated playback of the message located at the beginning of the address space. A message CAN completely fill the ISD2500 device and will loop from beginning to end without $\overline{OVF}$ going LOW.

M4 — Consecutive Addressing

During normal operations, the address pointer will reset when a message is played through to an $\overline{EOM}$ marker. The M4 Operational Mode inhibits the address pointer reset on $\overline{EOM}$, allowing messages to be played back consecutively.

M5 — $\overline{CE}$ Level Activated

The default mode for ISD2500 devices is for $\overline{CE}$ to be edge-activated on Playback and level-activated on Record. The M5 Operational Mode causes the $\overline{CE}$ pin to be interpreted as level-activated as opposed to edge-activated during Playback. This is specifically useful for terminating Playback operations using the $\overline{CE}$ signal.

In this mode, $\overline{CE}$ LOW begins a Playback cycle, $\overline{CE}$ HIGH stops the cycle, and $\overline{CE}$ LOW again will begin playing at the point where the message was stopped without resetting the address pointer.

M6 — Push-Button Mode

The ISD2500 Series of devices contain a push-button operational mode. The push-button mode is used primarily in very low-cost applications and is designed to minimize external circuitry and components, thereby reducing system cost. In order to configure the device in push-button operational mode, the two most significant address bits (pins 9 and 10) must be HIGH, and the M6 mode pin (pin 7) must also be HIGH. A device in this mode always powers down at the end of each Playback or Record cycle after $\overline{CE}$ goes HIGH.

When this operational mode is implemented, several of the pins on the device have alternate functionality:

Pin Name	Alternate Functionality in Push-Button Mode
Pin 23, $\overline{CE}$	Start/Pause Push-Button (LOW Pulse-Activated)
Pin 24, PD	Stop/Reset Push-Button (HIGH Pulse-Activated)
Pin 25, $\overline{EOM}$	Active-HIGH Run Indicator

Pin 23: $\overline{CE}$ ($\overline{Start/Pause}$)

In push-button Operational Mode, $\overline{CE}$ acts as a LOW-going pulse-activated Start/Pause signal. If no operation is currently in progress, a LOW-going pulse on this signal will initiate a Playback or a Record cycle according to the level on the P/$\overline{R}$ pin. A subsequent pulse on the $\overline{CE}$ pin, before an End-Of-Message is reached in Playback or an overflow condition occurs, will cause the device to pause. The address counter is not reset, and another $\overline{CE}$ pulse will cause the device to continue the operation from the place where it was paused.

Pin 24: PD (Stop/Reset)

In push-button Operational Mode, PD acts as a HIGH-going pulse-activated Stop/Reset signal. When a Playback or Record cycle is in progress and a HIGH-going pulse is observed on PD, the current cycle is terminated and the address pointer is reset to address 0, the beginning of the message space.

Pin 25: $\overline{EOM}$ (Run)

In push-button Operational Mode, $\overline{EOM}$ becomes an active-HIGH run signal which can be used to drive an LED or other external device. It is HIGH whenever a Record or Playback operation is in progress.

Recording in Push-Button Mode

1) The PD pin should be LOW, usually using a pulldown resistor.
2) The P/$\overline{R}$ pin is taken LOW.
3) The $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW. Recording starts, $\overline{EOM}$ goes HIGH to indicate an operation in progress.
4) The $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW. Recording pauses, $\overline{EOM}$ goes back LOW. The internal address pointers are not

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATIONAL MODE DESCRIPTIONS, CONT.

cleared, but an $\overline{EOM}$ marker is stored in memory to point to the message end. The P/$\overline{R}$ pin may be taken HIGH at this time. Any subsequent $\overline{CE}$ would start a playback at address 0.

5) The $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW. Recording starts at the next address after the previous set $\overline{EOM}$ marker. $\overline{EOM}$ goes back HIGH. (Note: if the M1 operational mode pin is also HIGH, the just previously written $\overline{EOM}$ bit is erased, and recording starts at that address.)

6) When the recording sequences are finished, the final $\overline{CE}$ pulse LOW will end the last Record cycle, leaving a set $\overline{EOM}$ marker at the message end. Recording may also be terminated by a HIGH level on PD, which will leave a set $\overline{EOM}$ marker.

Playback in Push-Button Mode

1) The PD pin should be LOW.

2) The P/$\overline{R}$ pin is taken HIGH.

3) The $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW. Playback starts, $\overline{EOM}$ goes HIGH to indicate an operation in progress.

4) If the $\overline{CE}$ pin is pulsed LOW or an $\overline{EOM}$ marker is encountered during an operation, the part will pause. The internal address pointers are not cleared, and $\overline{EOM}$ goes back LOW. The P/$\overline{R}$ pin may be changed at this time. A subsequent Record operation would not reset the address pointers and the recording would begin where Playback ended.

5) $\overline{CE}$ is again pulsed LOW. Playback starts where it left off, with $\overline{EOM}$ going HIGH to indicate an operation in progress.

6) Playback continues as in 4) and 5) until PD is pulsed HIGH or overflow occurs.

7) If in overflow, pulling $\overline{CE}$ LOW will reset the address pointer and start Playback from the beginning. After a PD pulse, the part is reset to address 0.

Note : Push-button mode can be used in conjunction with modes M0, M1, and M3.

ISD1000A COMPATIBILITY

The ISD2500 Series of devices is designed to provide upward compatibility from the ISD1000A family. When designing with the ISD2500 Series, the following differences should be noted.

Addressing

The ISD2500-Series devices have 480 K storage cells designed to provide 60 seconds of storage at a sampling rate of 8.0 KHz. This is approximately four times the storage of the ISD1000A family. To enable the same addressing resolution, two additional address pins have been added. The address space of each device is divisible into 600 increments with valid addressing from 00 to 257 Hex. Some higher addresses are mapped into the Operational Modes. All other addresses are invalid.

Overflow

The ISD1000A family combined two functions on the $\overline{EOM}$ pin: end-of-message indication and overflow. The ISD2500 Series separates these two functions. Pin 25 remains as $\overline{EOM}$, but outputs only the $\overline{EOM}$ signal indication. Pin 22 becomes $\overline{OVF}$ and pulses LOW only when the device reaches its end of memory, or is "full." This change allows easy message cueing and addressability across device boundaries. This also means that the M2 operational mode found in the ISD1000A family is not implemented in the ISD2500 Series.

Push-Button Mode

The ISD2500 Series includes an additional Operational Mode called Push-Button mode. This provides an alternative interface to the Record and Playback functions of the part. The $\overline{CE}$ and PD pins become redefined as edge-activated "push-buttons." A pulse on $\overline{CE}$ initiates a cycle, and if triggered again, pauses the current cycle without resetting the address pointer (i.e., a Start or Pause function). PD stops any current cycle and resets the address pointer to the beginning of the message space (i.e., a Stop and Reset function). Additionally, the $\overline{EOM}$ pin functions as an active-HIGH run indicator, and can be used to drive an LED indicating a Record or Playback operation is in progress. Devices in the Push-Button mode cannot be cascaded.

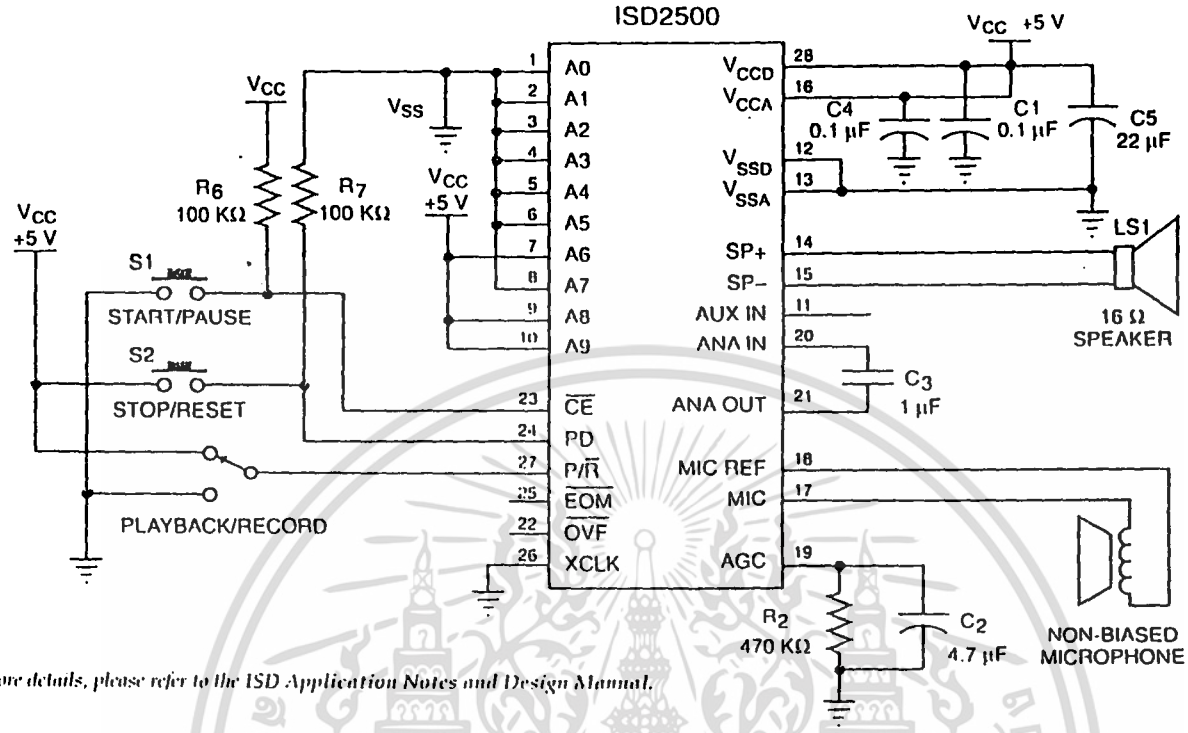
Looping Mode

The ISD2500 Series can loop with a message that completely fills the memory space.

Note: Additional descriptions of ISD1000A device functionality and application examples are provided in the ISD Application Notes and Design Manual.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION EXAMPLE – PUSH-BUTTON



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

APPLICATION EXAMPLE – PUSH-BUTTON CONTROL

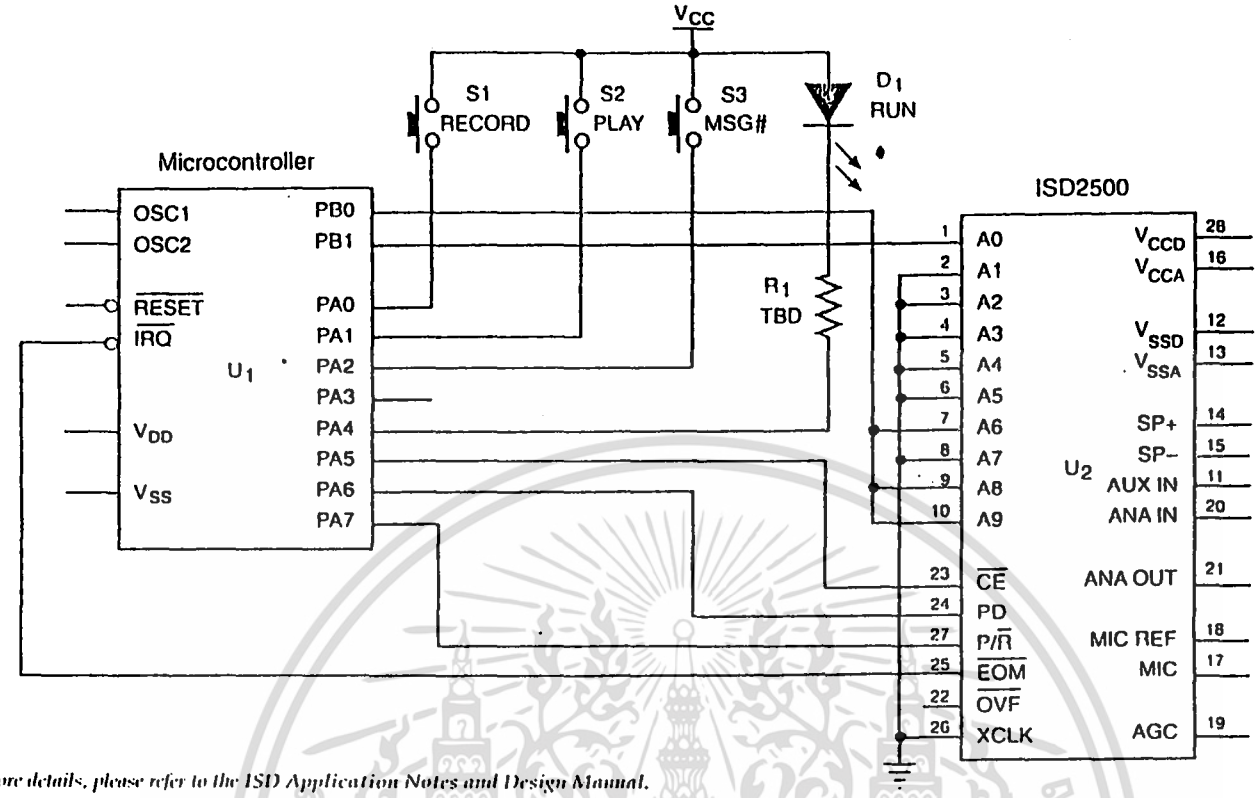
Control Step	Function	Action
1	Select record/playback mode	P/$\overline{R}$ = As desired
2A	Begin playback	P/$\overline{R}$ = HIGH $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
2B	Begin record	P/$\overline{R}$ = LOW $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3	Pause record or playback	$\overline{CE}$ = Pulsed LOW
4A	End playback	Automatic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

APPLICATION EXAMPLE – PASSIVE COMPONENT FUNCTIONS

Part	Function	Comments
R2	Release time constant	Sets release time for AGC
C2	Attack/Release time constant	Sets attack/release time for AGC
C3	Low-frequency cutoff capacitor	Provides additional pole for low-frequency cutoff
R6, R7	Pull-up and pull-down resistors	Defines static state of inputs
C1, C4 C5	Power supply capacitors	Filters and bypass of power supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION EXAMPLE – MICROCONTROLLER/ISD2500 INTERFACE



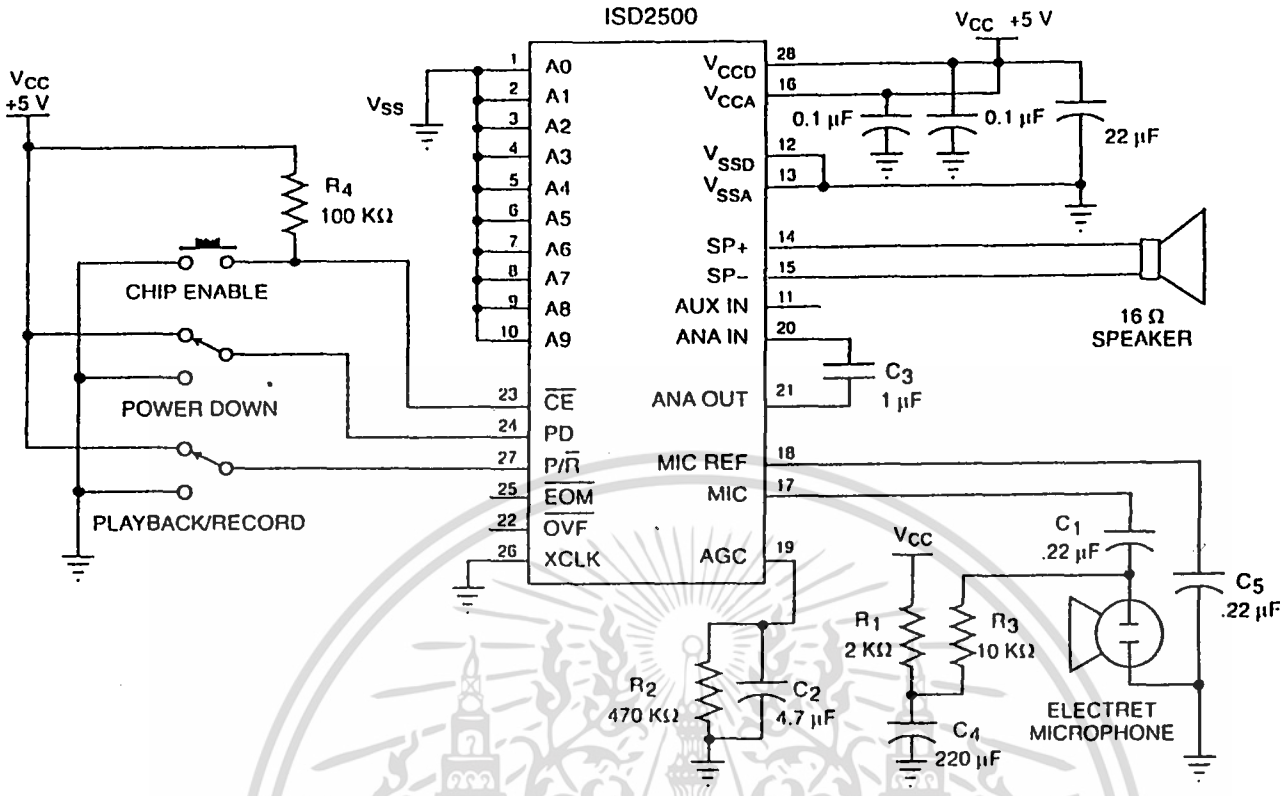
For more details, please refer to the ISD Application Notes and Design Manual.

EXPLANATION

In this simplified block diagram of a microcontroller application, the Push-Button mode and message cueing are used. The microcontroller is a 16-pin version with enough port pins for buttons, an LED, and the ISD2500-Series device. The software can be written to use three buttons: one each for play and record, and one for message selection. Because the microcontroller is interpreting the buttons and commanding the ISD2500 device, software can be written for any functions desired in a particular application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION EXAMPLE – DESIGN SCHEMATIC



Note: If desired, pin 18 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. For more details, please refer to the ISD Application Notes and Design Manual.

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–A7
3A	Begin playback	P/$\overline{R}$ = HIGH $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3B	Begin record	P/$\overline{R}$ = LOW $\overline{CE}$ = LOW
4A	End playback	Automatic
4B	End record	PD or $\overline{CE}$ = HIGH

APPLICATION EXAMPLE – PASSIVE COMPONENT FUNCTIONS

Part	Function	Comments
R1	Microphone power supply decoupling	Reduces power supply noise
R2	Release time constant	Sets release time for AGC
R3	Microphone biasing resistor	Provides biasing for microphone operation
C1	Microphone DC–blocking capacitor. Low-frequency cutoff	Decouples microphone bias from chip. Provides single-pole low-frequency cutoff
C2	Attack/Release time constant	Sets attack/release time for AGC
C3	Low-frequency cutoff capacitor	Provides additional pole for low-frequency cutoff
C4	Microphone power supply decoupling network	Reduces power supply noise
C5	Common-mode capacitor	Provides common-mode noise rejection

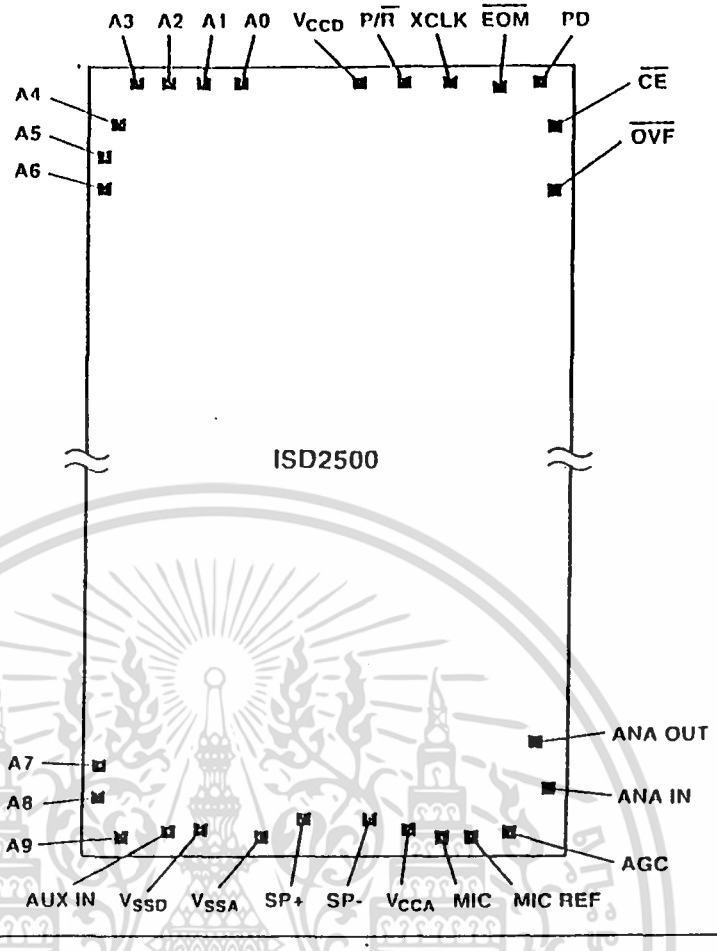
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIE BONDING PHYSICAL LAYOUT

I. Die Dimensions
X: 187 ±1 mils
Y: 399 ±1 mils

II. Die Thickness
21 mils

III. Pad Opening
109 microns (4.3 mils)



PIN/PAD DESIGNATIONS

Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis	Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
A0	Address 0	-1148.9	4898.2	SP–	Speaker Output –	425.6	-4790.8
A1	Address 1	-1406.9	4898.2	V_{CCA}	V_{CC} Analog Power Supply	865.1	-4848.3
A2	Address 2	-1661.9	4898.2	MIC	Microphone Input	1320.7	-4897.3
A3	Address 3	-1916.9	4898.2	MIC REF	Microphone Reference	1605.1	-4897.3
A4	Address 4	-2069.9	4608.2	AGC	Automatic Gain Control	1877.6	-4871.3
A5	Address 5	-2194.9	4358.2	ANA IN	Analog Input	2202.11	-4269.8
A6	Address 6	-2194.9	4108.2	ANA OUT	Analog Output	2123.1	-3910.8
A7	Address 7	-2194.9	-4212.3	$\overline{OVF}$	Overflow Output	2142.6	4154.7
A8	Address 8	-2194.9	-4456.3	$\overline{CE}$	Chip Enable Input	2202.1	4558.7
A9	Address 9	-2076.4	-4897.3	PD	Power Down Input	2048.1	4898.2
AUX IN	Auxilary Input	-1607.9	-4868.3	$\overline{EOM}$	End of Message	1648.1	4865.7
V_{SSD}	V_{SS} Digital Power Supply	-1343.9	-4850.8	XCLK	External Clock	1221.1	4898.2
V_{SSA}	V_{SS} Analog Power Supply	-551.9	-4884.8	P/$\overline{R}$	Playback/Record	965.6	4898.2
SP+	Speaker Output +	-111.4	-4790.8	V_{CCD}	V_{CC} Digital Power Supply	646.1	4895.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

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

Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.

DC PARAMETERS

Operating Conditions: T_A = 0° C to 70° C [4], V_{CC} = 4.5 V to 6.5 V [5], V_{SS} = 0 V [6]; unless otherwise noted

Symbol	Parameters	Min	Typ [1]	Max	Units	Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage			0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0			V	
V_{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I_{OL} = 4.0 mA
V_{OH1}	Output High Voltage	V_{CC} – 0.4			V	I_{OH} = - 10 µA
V_{OH1}	$\overline{OVF}$ Output High Voltage	2.4			V	I_{OH} = - 1.6 mA
V_{OH2}	$\overline{EOM}$ Output High Voltage		V_{CC} – 1.0		V	I_{OH} = - 3.2 mA
I_{CC}	V_{CC} Current (Operating)		25	30	mA	R_{EXT} = ∞ [7]
I_{SB}	V_{CC} Current (Standby)		1	10	µA	[7]
I_{IL}	Input Leakage Current			±1	µA	
R_{EXT}	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R_{MIC}	Preamp In Input Resistance		10		KΩ	Pins 17, 18
R_{AUX}	Aux Input Resistance		10		KΩ	
$R_{ANA\ IN}$	Ana In Input Resistance		3.0		KΩ	
A_{PRE1}	Preamp Gain 1		24		dB	AGC = 0.0 V
A_{PRE2}	Preamp Gain 2		-15	5	dB	AGC = 2.5 V
A_{AUX}	Aux In/SP+ Gain		0.98	1.0	V/V	
A_{ARP}	Ana In to SP+/-		22		dB	
R_{AGC}	AGC Output Resistance		5		KΩ	

Notes: 1. Typical values @ T_A = 25° C and 5.0 V.
2. With 12 KΩ series resistor at ANA IN.
3. Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).
4. Case temperature.
5. V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}.
6. V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}.
7. V_{CCA} and V_{CCD} connected together.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC PARAMETERS

Operating Conditions: T_A = 0° C to 70° C [4], V_{CC} = 4.5 V to 6.5 V [5], V_{SS} = 0 V [6]; unless otherwise noted

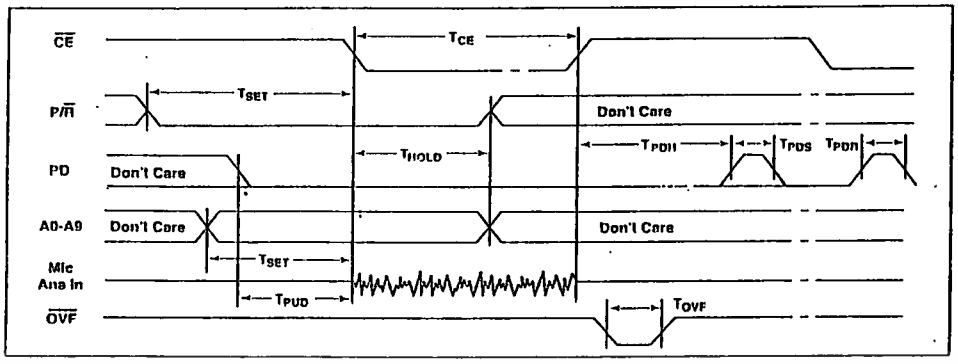
Symbol	Characteristic	Min	Typ [1]	Max	Units	Conditions
THD	Total Harmonic Distortion		1		%	@ 1 KHz [2]
P_{OUT}	Speaker Output Power		12.2	50	mW	R_{EXT} = 16 Ω [8]
V_{OUT}	Voltage Across Speaker Pins			2.5	V p-p	R_{EXT} = 600 Ω
V_{IN1}	Mic Input Voltage			20	mV	Peak-to-Peak [2]
V_{IN2}	Ana In Input Voltage			50	mV	Peak-to-Peak
V_{IN3}	Aux In Input Voltage			1.25	V	Peak-to-Peak; R_{EXT} = 16 Ω
T_{SET}	Control/Address Setup Time		300		nsec	
T_{HOLD}	Control/Address Hold Time		0		nsec	
T_{CE}	$\overline{CE}$ Pulse Width		100		nsec	
T_{PUD}	Power-Up Delay – ISD2545		18.75		msec	
	– ISD2560		25		msec	
	– ISD2575		31.25		msec	
	– ISD2590		37.5		msec	
T_{EOM}	$\overline{EOM}$ Pulse Width – ISD2545		9.375		msec	
	– ISD2560		12.5		msec	
	– ISD2575		15.625		msec	
	– ISD2590		18.75		msec	
T_{PDR}	PD Pulse Width – ISD2545		18.75		msec	
Record	– ISD2560		25		msec	
	– ISD2575		31.25		msec	
	– ISD2590		37.5		msec	
T_{PDP}	PD Pulse Width – ISD2545		9.375		msec	
Play	– ISD2560		12.5		msec	
	– ISD2575		15.625		msec	
	– ISD2590		18.75		msec	
T_{PDS} [9]	PD Pulse Width Static		100		nsec	
T_{PDH}	Power Down Hold		0		nsec	
T_{OVF}	Overflow Pulse Width		10		µsec	

Notes: 1. Typical values @ T_A = 25° C and 5.0 V.
2. With 12 KΩ series resistor at ANA IN. Required for 6.5 V operation to minimize distortion.
3. Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).
4. Case temperature.
5. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.
6. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.
7. V_{CCA} and V_{CCD} connected together.
8. From AUX IN; if ANA IN is driven at 50 mV p-p, the P_{OUT} = 12.2 mW, typical.
9. T_{PDS} is required during a static condition, typically overflow.

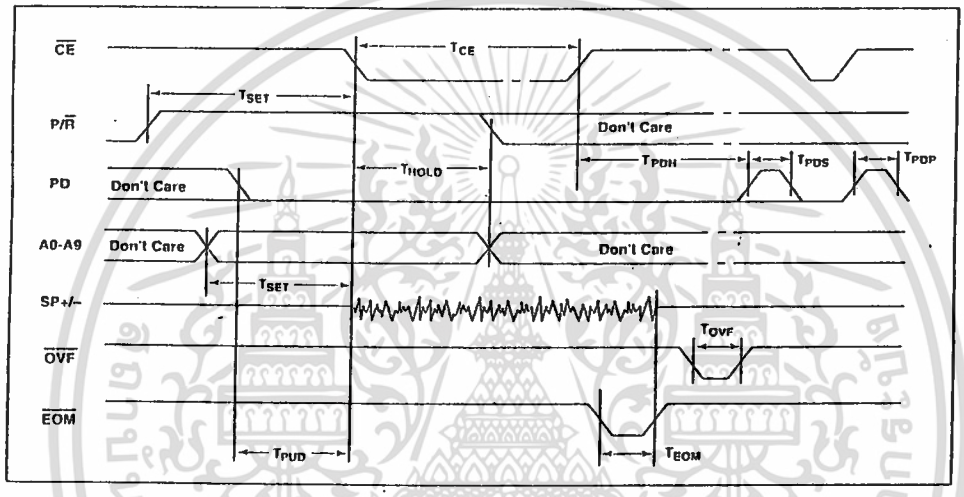
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAMS (ISD2500 SERIES)

RECORD



PLAYBACK



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

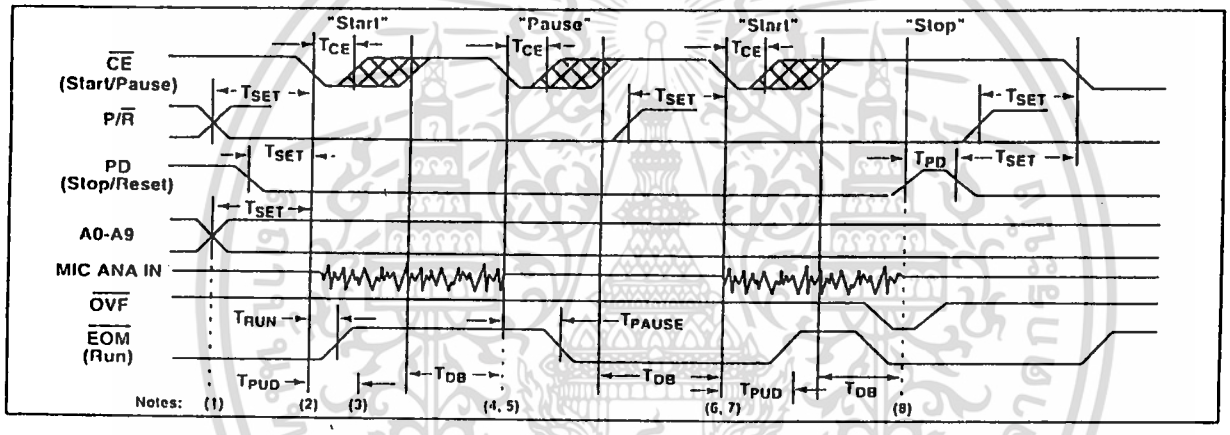
PUSH-BUTTON AC PARAMETERS

Symbol	Characteristic	Min	Typ (1)	Max	Units	Conditions
T_{CE}	$\overline{CE}$ Pulse Width [Start/Pause]		300		nsec	
T_{SET}	Control/Address Setup Time		300		nsec	
T_{PUD}	Power-Up Delay – ISD2545		18.75		msec	
	– ISD2560		25		msec	
	– ISD2575		31.25		msec	
	– ISD2590		37.25		msec	
T_{PD}	PD Pulse Width [Stop/Reset]		300		nsec	
T_{RUN}	$\overline{CE}$ to $\overline{EOM}$ HIGH	25		400	nsec	
T_{PAUSE}	$\overline{CE}$ to $\overline{EOM}$ LOW	50		400	nsec	
T_{DB}	$\overline{CE}$ HIGH – ISD2545	50		80	msec	
	Debounce – ISD2560	70		105	msec	
	– ISD2575	85		135	msec	
	– ISD2590	105		160	msec	

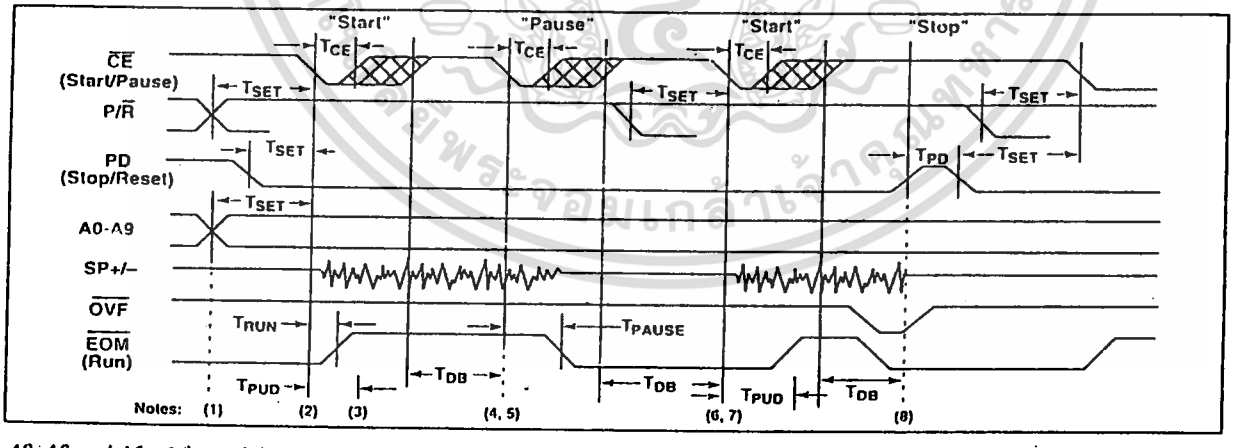
Notes: 1. Typical values @ T_A = 25° C and 5.0 V.

TIMING DIAGRAMS (ISD2500 SERIES)

PUSH-BUTTON MODE RECORD



PUSH-BUTTON MODE PLAYBACK

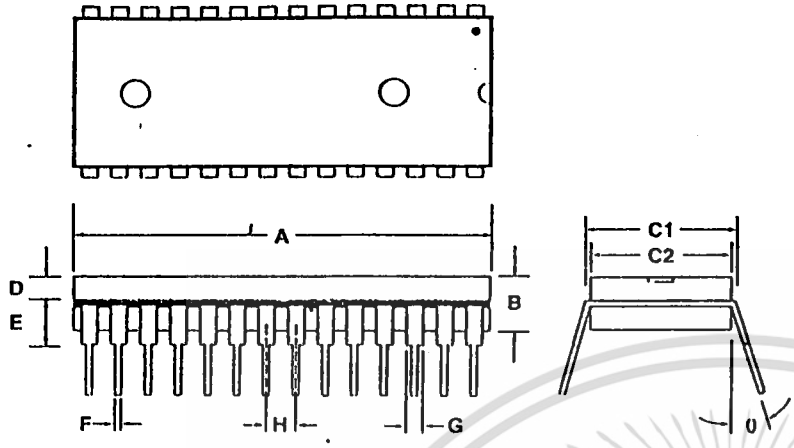


Notes: 1. A9, A8, and A6 = 1 for push-button operation.
2. The first $\overline{CE}$ LOW pulse performs a Start function.
3. The part will begin to play or record after a power-up delay T_{PUD}.
4. The part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period T_{DB} before it will recognize another falling edge of $\overline{CE}$ and pause.
5. The second $\overline{CE}$ LOW pulse, and every even pulse thereafter, performs a Pause function.
6. Again, the part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period T_{DB} before it will recognize another falling edge of $\overline{CE}$, which would restart an operation. In addition, the part will not do an internal power down until $\overline{CE}$ is HIGH for the T_{DB} time.
7. The third $\overline{CE}$ LOW pulse, and every odd pulse thereafter, performs a Resume function.
8. At any time, a HIGH level on PD will stop the current function, reset the address counter, and power down the device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

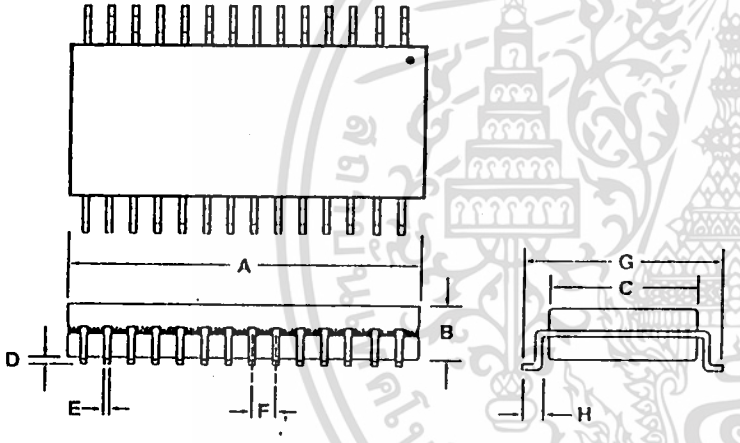
PACKAGE DIAGRAMS

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



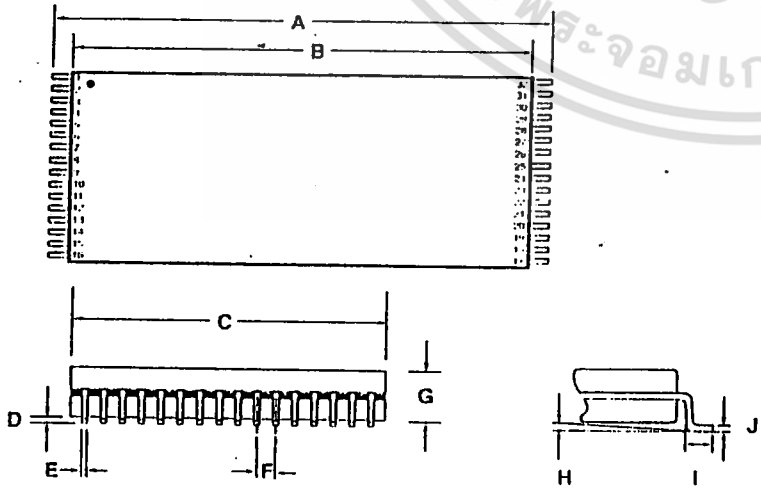
	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	1.445	1.450	1.455	36.7	36.83	36.95
B		.150			3.89	
C1	.600		.625	15.24		15.88
C2	.530	.540	.550	13.46	13.72	13.97
D	1.25	1.30	1.35	2.92	3.05	3.18
E	.125	.130	.135	3.18		3.43
F	.015	.018	.022	0.38	0.46	0.56
G	.055	.060	.065	1.40	1.52	1.65
H		.100			2.54	
θ	0°	7°	15°	0°	7°	15°

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



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

32-Lead Thin Plastic Small-Outline Package (TSOP) Type I



	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	.780	.790	.795	19.80	20.00	20.20
B	.720	.724	.728	18.30	18.40	18.50
C	.307	.315	.323	7.80	8.00	8.20
D	.000	.003	.006	0.00	0.08	0.15
E	.006	.008	.010	0.15	0.20	0.25
F		.0197			0.50	
G	.037	.039	.041	0.95	1.00	1.05
H	0°	3°	5°	0°	3°	5°
I	.016	.020	.024	0.40	0.50	0.60
J	.004	.006	.008	0.10	0.15	0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

9161-002-162-NA ISSUE 2 July 1993

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC

−40 °C to +85 °C

Features

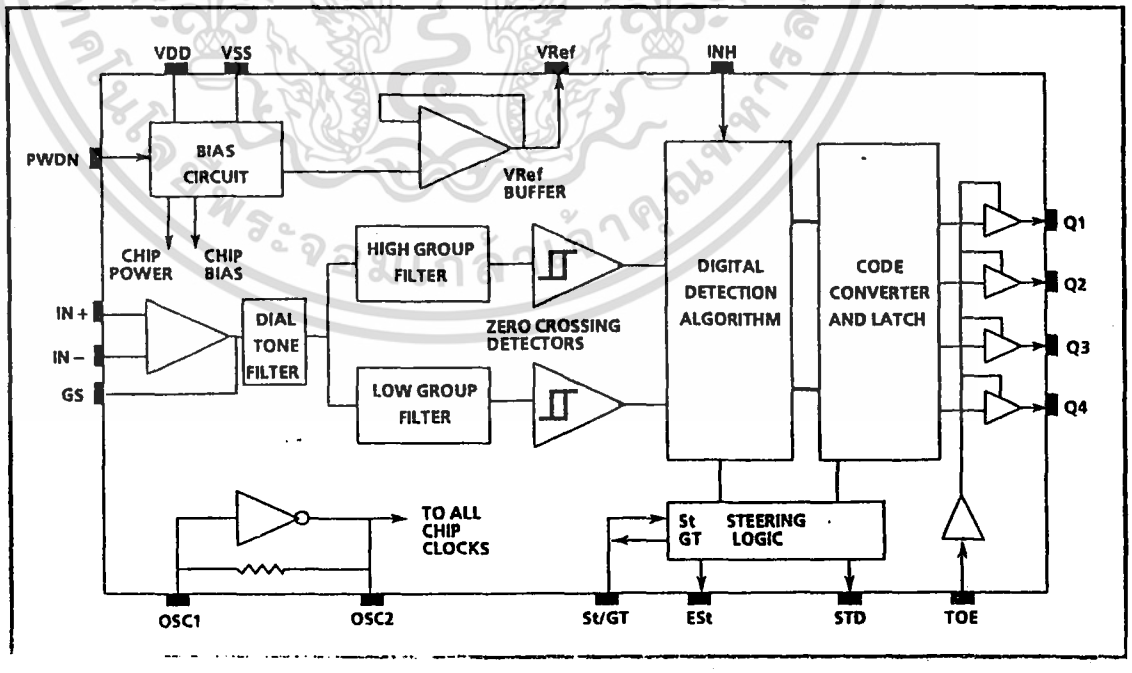
- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

Applications

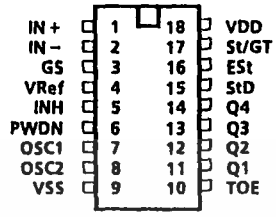
- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answering machine

Description

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



18 PIN CERDIP/PLASTIC DIP/SOIC

Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (ESt) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause ESt to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

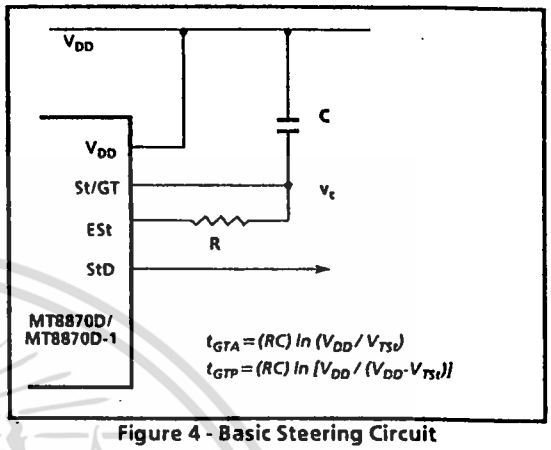
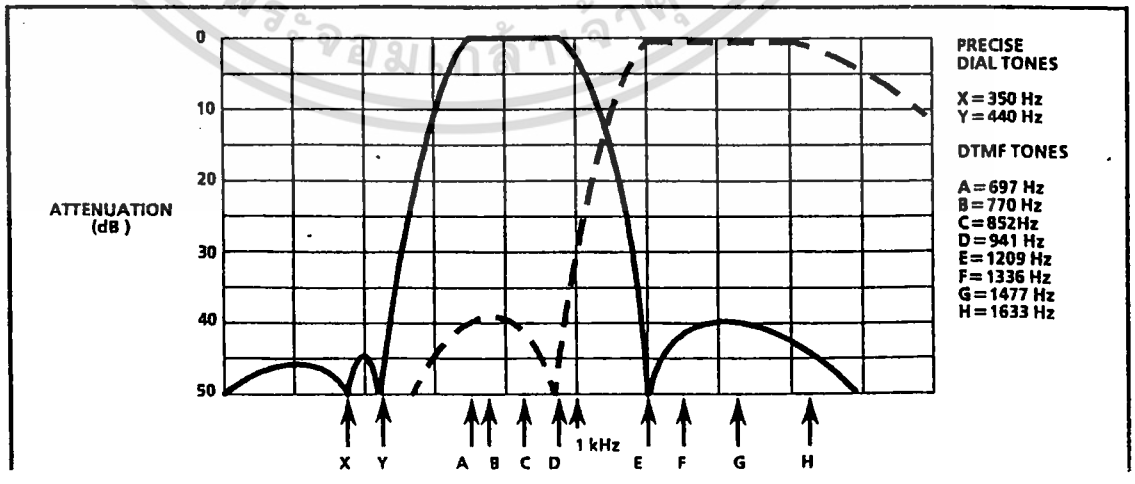


Figure 4 - Basic Steering Circuit

Steering Circuit

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Digit	TOE	INH	ESt	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

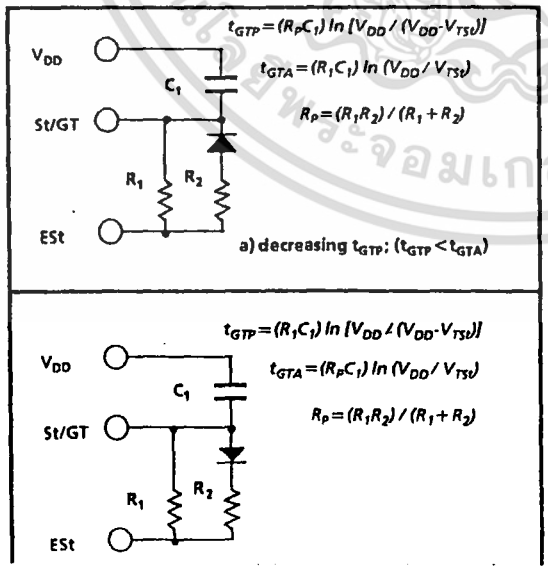
Table 1 - Functional Decode Table
L = LOGIC LOW, H = LOGIC HIGH, Z = HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

Guard Time Adjustment

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

$$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$$
$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

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



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

Crystal Oscillator

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

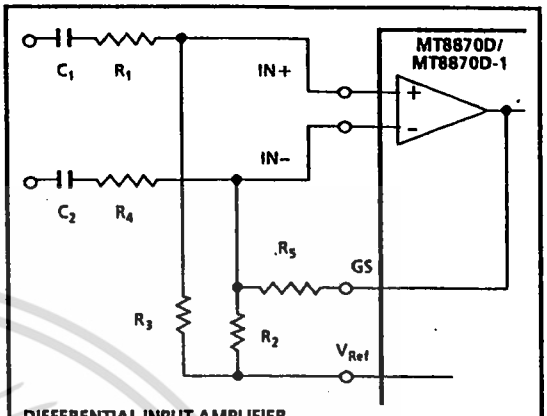


Figure 6 - Differential Input Configuration

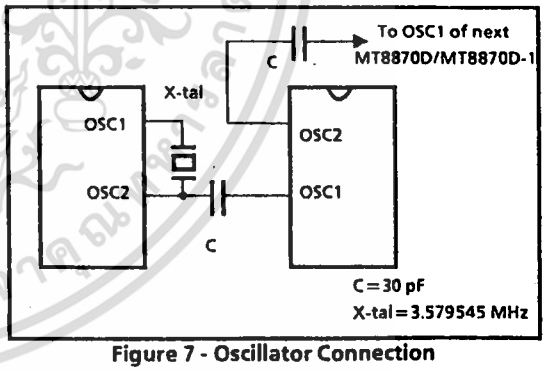


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2 - Recommended Resonator Specifications

Note: Qm = quality factor of RLC model, i.e., 1/2π(R1C1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

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

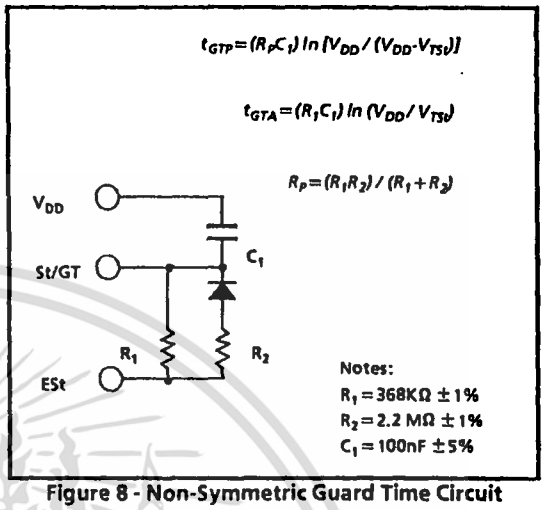


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

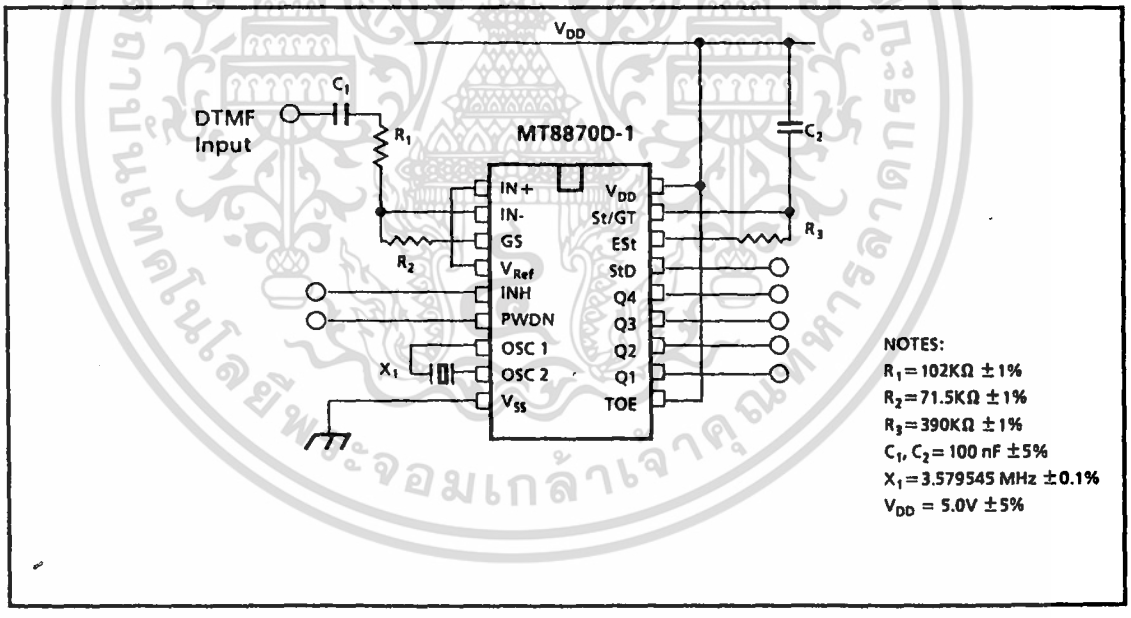


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}		7	V
2	Voltage on any pin	V_I	V_{SS}–0.3	V_{DD}+0.3	V
3	Current at any pin (other than supply)	I_I		10	mA
4	Storage temperature	T_{STG}	–65	+150	°C
5	Package power dissipation	P_D		500	mW

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

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

		Parameter	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1		DC Power Supply Voltage	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2		Operating Temperature	T_O	–40		+85	°C	
3		Crystal/Clock Frequency	fc		3.579545		MHz	
4		Crystal/Clock Freq.Tolerance	Δfc		±0.1		%	

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

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

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}		10	25	μA	PWDN = V_{DD}
2	SUPPLY	Operating supply current	I_{DD}		3.0	9.0	mA	
3	SUPPLY	Power consumption	P_O		15		mW	fc = 3.579545 MHz
4	INPUTS	High level input	V_{IH}	3.5			V	V_{DD} = 5.0V
5	INPUTS	Low level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD} = 5.0V
6	INPUTS	Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		μA	V_{IN} = V_{SS} or V_{DD}
7	INPUTS	Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10) = 0, V_{DD} = 5.0V
8	INPUTS	Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	μA	INH = 5.0V, PWDN = 5.0V, V_{DD} = 5.0V
9	INPUTS	Input impedance (IN+, IN–)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10	INPUTS	Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2	2.4	2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V_{OL}			V_{SS}+0.03	V	No load
12	OUTPUTS	High level output voltage	V_{OH}	V_{DD}-0.03			V	No load
13	OUTPUTS	Output low (sink)-current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	V_{OUT} = 0.4 V
14	OUTPUTS	Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.8		mA	V_{OUT} = 4.6 V
15	OUTPUTS	V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V_{DD} = 5.0V
16	OUTPUTS	V_{Ref} output resistance	R_{OR}		1		kΩ	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ¹	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	0.75 V ≤ V_{IN} ≤ 4.25 V biased at V_{Ref} = 2.5 V
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_C	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{pp}	Load ≥ 100 kΩ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870D AC Electrical Characteristics - V_{DD} = 5.0V ± 5%, V_{SS} = 0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ¹	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5		869	mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2, 3, 6, 9, 12
3	Positive twist accept				8	dB	2, 3, 6, 9, 12
4	Frequency deviation accept		±1.5% ± 2 Hz				2, 3, 5, 9
5	Frequency deviation reject		±3.5%				2, 3, 5, 9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2, 3, 4, 5, 9, 10
7	Noise tolerance			-12		dB	2, 3, 4, 5, 7, 9, 10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2, 3, 4, 5, 8, 9, 11

¹Typical figures are at 25 °C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

*NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 10.

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

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

*NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

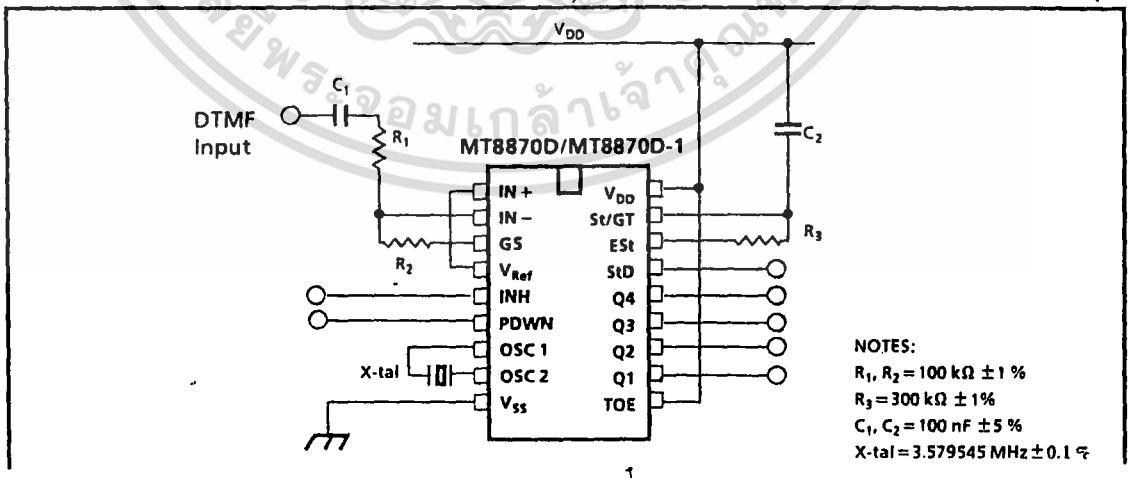
AC Electrical Characteristics - V_{DD} = 5.0V ± 5%, V_{SS} = 0V, -40°C ≤ To ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 10.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Conditions
1	TIMING	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 1
2		Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 1
3		Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	Note 2
4		Tone duration reject	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	Note 2
5		Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
6		Interdigit pause reject	t_{DO}	20			ms	Note 2
7	OUTPUTS	Propagation delay (St to Q)	t_{PQ}		8	11	µs	TOE = V_{DD}
8		Propagation delay (St to StD)	t_{PStD}		12	16	µs	TOE = V_{DD}
9		Output data set up (Q to StD)	t_{QStD}		3.4		µs	TOE = V_{DD}
10		Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t_{PTE}		50		ns	load of 10 kΩ, 50 pF
11		Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 kΩ, 50 pF
12	PDWN	Power-up time	t_{PU}		30		ms	Note 3
13		Power-down time	t_{PD}		20		ms	
14	CLOCK	Crystal /clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
15		Clock input rise time	t_{LHCL}			110	ns	Ext. clock
16		Clock input fall time	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
17		Clock input duty cycle	DC_{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
18		Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			30	pF	

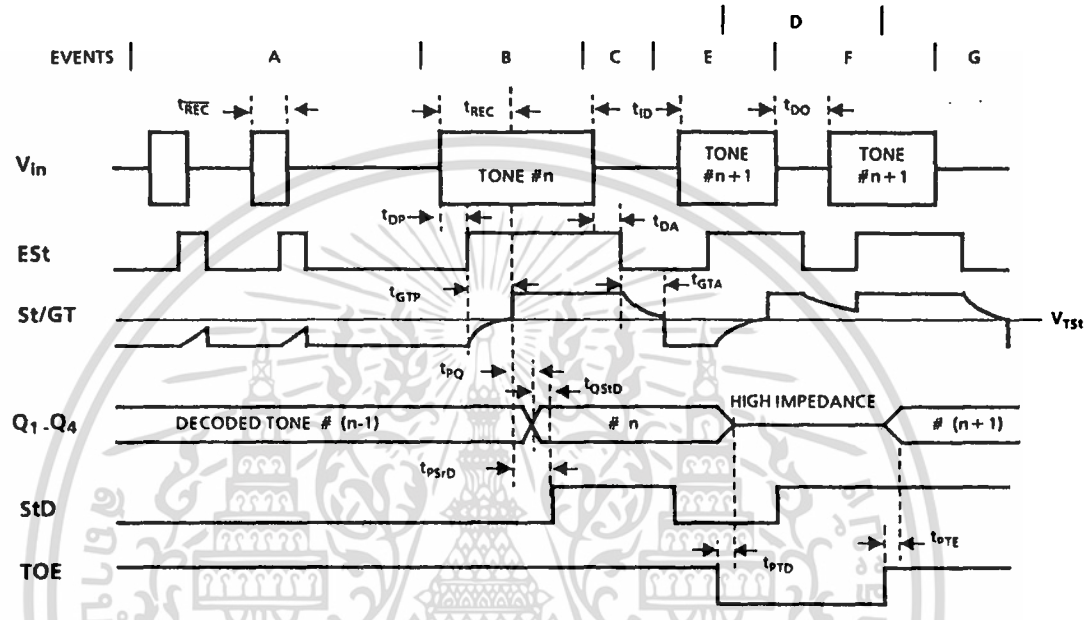
‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

*NOTES:

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

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

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
ESt EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
St/GT STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
Q_1-Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
StD DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.

$t_{\overline{REC}}$ MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECTED AS VALID.
t_{REC} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION.
t_{ID} MINIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
t_{DO} MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
t_{DP} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{DA} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{GTP} GUARD TIME, TONE PRESENT.
t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11- Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145412
MC145413
MC145512

2

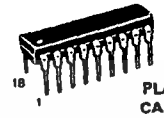
Advance Information

Pulse/Tone Repertory Dialer

Low Power Silicon-Gate CMOS

The MC145412/13 and MC145512 are silicon gate, monolithic CMOS integrated circuits which convert keyboard inputs into either pulse or DTMF outputs. They are packaged in a standard 18 pin (0.3" wide) plastic DIP.

- 3 × 4 or 4 × 4 Keyboard Compatibility Which Allows the Use of 2-of-7, 2-of-8, or Form A Type Keyboards
- MC145413 Adds Keyboard Selectable Pause Switch Function
- Single Pin Switchable Between DTMF, 10 pps and 20 pps
- 500 Hz Tone Signal Output in the Pulse Dialing Mode
- Memory Storage for Ten 18 Digit Numbers, Including Last Number Redial
- Uses 3.579545 MHz Colorburst Crystal
- Telephone Line Powered
- Silicon Gate CMOS Technology for 1.7–5.5 V Low Power Operation
- Stand Alone DTMF Dialer/Stand Alone Pulse Dialer
- Mute Output Used to Isolate Receiver from Dialing Output
- Memory Programming Options by Keyboard Configuration

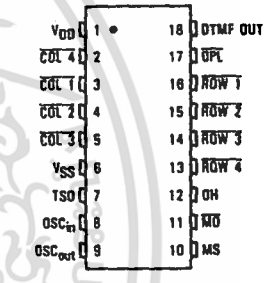


PLASTIC
CASE 707

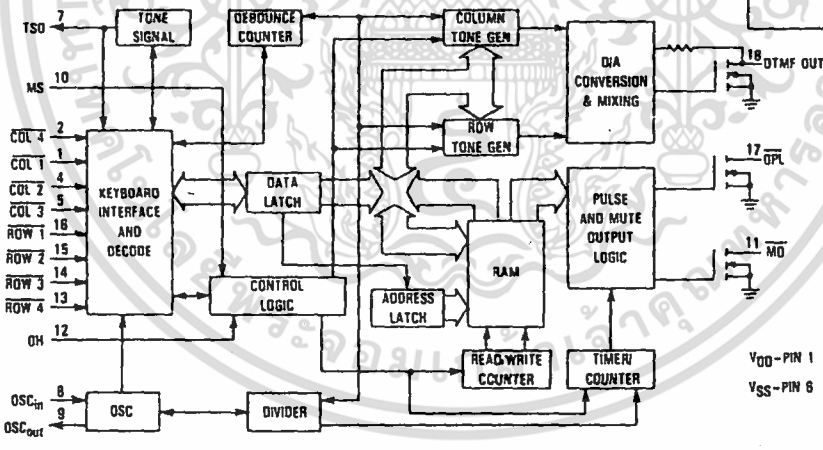
Ordering Information

MC145 X X X X
- P Plastic
- 4 40/60 M/B Ratio
- 5 32/68 M/B Ratio

PIN ASSIGNMENT



BLOCK DIAGRAM



This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (V_{SS} = 0 V)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	−0.5 to +8.0	V
Operating Temperature	T_A	−30 to +60	°C
Storage Temperature	T_{stg}	−65 to +150	°C
DC Current Drain Per Pin	I	10	mA
Maximum Voltage On Any Pin Relative to V_{SS} On Any Pin Relative to V_{DD}	 V_{in1} V_{in2}	 −0.5 +0.5	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = −30 to 60°C, V_{DD} = 2.5 V, V_{SS} = 0 V, Unless Otherwise Noted)

Characteristics		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
DC Supply Voltage	Pulse Mode DTMF Mode	V_{DD}	2.0 2.5	– –	5.5 5.5	V
Operating Current	Pulse Mode (MS = V_{DD}) DTMF Mode (MS = V_{SS})	I_{DD}	– –	0.25 1.0	0.7 2.0	mA
Memory Retention Voltage		V_{stby}	1.7	–	–	V
Memory Retention Current	(V_{DD} = 1.7 V) (V_{DD} = 2.5 V)	I_{stby}	– –	1.0 1.2	2.0 2.5	µA
Input Voltage, Row/Column/OH	"0" Level "1" Level	V_{IL} V_{IH}	– 0.8 V_{DD}	– –	0.2 V_{DD} –	V
Row/Column Input Impedance	To V_{DD} To V_{SS}	Z_{in}	– –	100 2	– –	kΩ
OH Pull-Up Resistance		R	–	50	–	kΩ
Input Capacitance (All Inputs)		C_{in}	–	10	–	pF
MS Pin Input Impedance		Z_{in}	50	200	–	kΩ
Output Sink Current	(V_{DD} = 2.5 V) TSO Pin $\overline{MO}$ Pin $\overline{OPL}$ Pin (V_{DD} = 4.0 V) $\overline{MO}$ Pin $\overline{OPL}$ Pin	I_{OL}	0.5 1.0 1.0 3.0 4.5	0.7 2.0 2.0 – –	– – – – –	mA
TSO Output Source Current (V_{out} = 2.0 V)		I_{OH}	0.5	0.7	–	mA
Output Leakage Current	$\overline{MO}$, $\overline{OPL}$ Pins	I_{lkg}	–	–	1.0	µA
DTMF Output Level Referenced to V_{DD}/2 (V_{DD} = 2.5 to 4.0 V, RL = 600 Ω to V_{DD})	Row Tone Column Tone	V_{out}	260 330	310 390	370 460	mV RMS
DTMF Output Tone Leakage (V_{DD} = 3.5, RL = 600 Ω, 300 to 4000 Hz)			–	–	−80	dBm
DTMF Output Tone Distortion (V_{DD} = 3.5, RL = 600 Ω, 300 to 4000 Hz)			–	–	5	%
Pre-Emphasis			1	2	2.5	dB
DTMF Output Leakage Current While Not Dialing Tones (V_{DD} = 2.5 V)			–	–	1.0	µA
DTMF Output Sink Current While Dialing Tones			20	–	–	µA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS (T_A = 25°C, V_{DD} = 2.5 V, Osc. Freq. = 3.579545 MHz, Unless Otherwise Noted)

Characteristics		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Row/Column Scan Frequency		f	–	250	–	Hz
Key Debounce Time		t_{DB}	16	–	20	ms
DTMF Tone Duration for Keypad Dialing		t_{w1}	60	78	–	ms
DTMF Tone Duration for Memory Dialing		t_{w2}	90	102	110	ms
Inter-Digit Pause Time	DTMF (Memory Dialing)	t_{ID}	90	98	110	ms
	Pulse 10 pps		0.8	1.0	1.2	s
	20 pps		0.4	0.5	0.6	
MS Pin Scan Rate		t_{rms}	–	1	–	kHz
Make/Break Ratio	MC145412/13	MBR	–	40/60	–	%
(MS = Open or V_{DD})	MC145512		–	32/68	–	
Outpulsing Rate	MS = Open	f_{OPL}	–	10	–	pps
	MS = V_{DD}		–	20	–	
MUTE Output ($\overline{MO}$) Overlap Time		t_{MO}	–	2	–	ms
TSO Output Frequency		f_{TSO}	–	500	–	Hz
TSO Output Duration		t_{TSO}	35	–	40	ms
DTMF Cycle Time	(Memory Dialing)		–	5	–	tones/s
	(Keypad Dialing)		–	10	–	
DTMF Frequency Deviation			–	–	+1.0	%
Predigit Mute	MC145412/13 Pulse 10 pps	t_d	–	40	–	ms
	20 pps		–	20	–	
	MC145512 Pulse 10 pps		–	32	–	
	20 pps		–	16	–	
	DTMF		–	1	–	

PIN DESCRIPTIONS

V_{DD}, V_{SS}—POWER SUPPLY (PIN 1, PIN 8)

DC power is supplied to the part on these two pins, with V_{DD} being the most positive. Permissible ranges are from 1.7 to 5.5 V.

MS—MODE SELECT (PIN 10)

The MS pin is a three state input for switching between DTMF, 10 pps, and 20 pps dialing modes. Mode selection is done during the first key entry debounce period after the dialer has completed a dialing sequence or has just come off hook. When this pin is not scanned it is high impedance.

This pin is a combination input and weak output. The input circuitry has the capability to determine each of these three states. When the pin is open the weak driver will be able to clock the pin at 1 kHz. The relationship between pin input voltage and operating mode is shown in Table 1 below.

Table 1. Mode Select Options

MS	Dialing Mode
V_{DD}	20 pps Pulse Dialing
Open	10 pps Pulse Dialing
V_{SS}	DTMF Dialing

OH-ON-HOOK (PIN 12)

Connecting the OH pin to V_{DD}, or allowing it to float sets the device in the on-hook mode. Connecting this pin to V_{SS} selects the off-hook mode. When in the on-hook mode, repertory memory can be programmed without a dialing output.

TSO—TONE SIGNAL OUTPUT (PIN 7)

TSO emits 500 Hz tone signals after valid key inputs are accepted providing audio feedback for key depressions, except when DTMF tones are generated. This pin also outputs a tone during on-hook programming.

DTMF OUT—DUAL TONE MULTIFREQUENCY OUTPUT (PIN 18)

When the MS pin is set to V_{SS} the DTMF OUT pin outputs tones corresponding to the row and column of the key depressed. Simultaneously depressing two or more keys in a single row (or column) will generate the corresponding row (or column) tone on 4 x 4 keypad mode only.

In pulse dialing mode (MS = V_{DD} or float) and during on-hook programming this pin is high impedance. While outputting tones, this pin has a dc bias at ($V_{DD} - V_{SS}$)/2. DTMF OUT is an open drain output requiring an external pull-up to V_{DD}. This pull-up resistor must satisfy the instantaneous current requirements of the internal feedback network in addition to the load applied to the pin.

$\overline{OPL}$—OUTPULSING (PIN 17)

This pin outputs pulses at 10 pps (MS is open) or 20 pps (MS = V_{DD}). The MC145412/13 have a make/break ratio of 40/60, while the MC145512 has a make/break ratio of 32/68. In the DTMF dialing mode (MS = V_{SS}), this output is high impedance. During on-hook programming this pin will not outpulse. This pin is an open drain N-channel output which pulls low to break the loop current.

$\overline{MO}$—MUTE OUTPUT (PIN 11)

The Mute Output is an open drain N-channel output that pulls to V_{SS} during $\overline{OPL}$ outpulsing and during off-hook key depressions and memory dialing in DTMF mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KEYBOARD INPUTS—(PINS 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16)

The keyboard inputs allow either a single contact (Class A) keyboard, or a standard 2-of-8 or 2-of-7 keyboard with V_{SS} tied to common. A valid key entry occurs when either a single row is tied to a single column, or a single row and column are simultaneously connected to V_{SS}. Connecting pin 2, $\overline{COL\ 4}$, to V_{DD} sets the part to 3 × 4 keyboard mode. Keyboard mode selection is performed during application of power.

Typical keyboard configurations are shown in Figure 1.

OSC_{in}, OSC_{out} (PIN 8, PIN 9)

A 3.579545 MHz crystal is required as the frequency reference for the on-chip oscillator. Crystal biasing is accomplished by an internal resistor and capacitors.

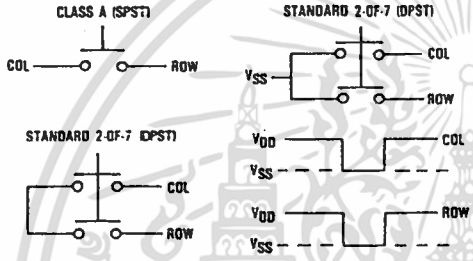


Figure 1. Keyboard Configurations

GENERAL DEVICE DESCRIPTION

The MC145412/MC145512 and the MC145413 provide users with switchable pulse and DTMF dialing functions. The MC145412/MC145512 change dialing modes via the MS pin. The MC145413 allows users to switch dialing modes via the keyboard in addition to the MS pin. All devices have 10 memories, LNR (last number redial) inclusive, each 18 digits long.

On application of power, there is a 64 ms initialization period during which the oscillator is enabled and the keyboard inputs are disabled. During initialization $\overline{COL\ 4}$ is scanned to set the keyboard mode. If the $\overline{COL\ 4}$ input is high (V_{DD}) the dialer is set to the 3 × 4 keypad mode, otherwise the 4 × 4 keypad mode is selected. Changing modes is not possible after this initialization period.

During normal dialing, the oscillator starts when a key is depressed. The key input is debounced for 32 ms. During this debounce period the RAM and dialing circuits are disabled, the mode select pin is scanned to determine the dialing mode (either 10 pps, 20 pps, or DTMF). After debounce, the keypad entry is checked and the input is latched into LNR memory followed by a stop code. This process continues until 18 digits have been entered. If a 19th digit is entered, it will over-write the first digit and will be followed by a stop code. When dialing, the device fetches data from memory until a stop code is encountered or 18 digits have been dialed.

During manual DTMF dialing, a minimum tone duration of 60 ms DTMF is output and will continuously output in 32 ms increments as long as the key is depressed. The DTMF OUT pin is designed to drive an external PNP transistor which can be used to modulate tip and ring voltage at the DTMF frequencies.

If the first key is for redial or recall, the device will respond accordingly, either redialing the last number entered, or recalling and dialing the number selected by a subsequent key depression. Responses to dialing sequences for 4 × 4 keyboards are shown in Figure 2, and 3 × 4 keyboard responses are shown in Figure 3.

The MC145412 series can be configured with an external battery to provide memory retention power and allow on-hook programming of the repertory memory. If the part is in the on-hook mode and a key is depressed, the oscillator will start and the key entry will be stored in the last number redial memory. Dialing outputs will not be activated while the device is in the on-hook condition. Dialing inputs will be stored in last number redial memory, as during off-hook operation. After the number has been entered in the on-hook mode, it can be stored in repertory memory. For the 4 × 4 keyboard, pressing the STORE key (* for 3 × 4 keyboard), followed by a digit (1 through 9) will store the number in the repertory memory location specified by the digit.

The RECALL key for the 4 × 4 keypad is used to recall and dial numbers stored in the repertory memory. The digit immediately following the RECALL key designates the memory location of the number to be auto-dialed. For the 4 × 4 keyboard, a last number redial can be accomplished if the RED/P key ($\overline{COL\ 4}$, $\overline{ROW\ 1}$) is the first key depressed after an on-hook to off-hook transition. Otherwise the RED/P key will effect a 4 second pause. If the pulse mode is selected, redial can be accomplished if the first key depressed on a transition to off-hook is #. For the 3 × 4 keyboard, redial occurs if the first key depressed is *,0.

The PAUSE key ($\overline{COL\ 4}$, $\overline{ROW\ 2}$) for the MC145412/MC145512 will cause a 4 second pause. The PAUSE/S key ($\overline{COL\ 4}$, $\overline{ROW\ 2}$) is a feature offered on the MC145413. Depressing this key will cause a 4 second delay, and will switch dialing modes. PAUSE (and PAUSE/S) is stored in memory for pauses (and mode switching) during auto-dialing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. MANUAL DIALING—OFF-HOOK (PULSE OF DTMF MODE)

D1 D2 D3 ---- DN

ALL DIGITS ENTERED WILL BE STORED IN THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER. PRESSING * OR # WILL DIAL OUT THE DTMF SIGNAL IN TONE MODE ONLY.

2. MANUAL DIALING WITH AUTO ACCESS PAUSE—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

D1 ..... DN REDIP DX ..... DY

D1 ..... DN PAUSE DX ..... DY MC145412/MC145512 ONLY

D1 ..... DN * DX ..... DY PULSE MODE ONLY

THE AUTO ACCESS PAUSE WILL NOT OCCUR DURING MANUAL DIALING IN DTMF MODE. IT IS RETRIEVED DURING RECALL OR REDIAL.

3. STORING NUMBERS INTO MEMORY—ON-HOOK/OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

D1 ..... DN STORE A A = 1–9 MEMORY ADDRESS

THIS OPERATION TRANSFERS THE DIGITS D1 TO DN FROM THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER TO AN ADDRESS SPACE SPECIFIED BY "A". DIALING OUTPUTS ARE NOT ACTIVATED DURING ON-HOOK PROGRAMMING.

4. MEMORY REDIAL—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

RECALL A A = 1–9 MEMORY ADDRESS

5. LAST NUMBER REDIAL—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

REDIP

OR

PULSE MODE ONLY

REDIALS THE NUMBER THAT WAS PREVIOUSLY ENTERED INTO THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER.

6. PULSE-TO-TONE MODE SWITCH—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

D1 ..... DN PAUSE/S DX ..... DY MC145413 ONLY

7. CASCADED DIALING—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

D1 ..... DN //////// RECALL A CASCADE MANUAL DIALING WITH RECALL
A = 1–9 MEMORY ADDRESS

RECALL A1 //////// RECALL A2 CASCADE MEMORY RECALLS
A1, A2 = 1–9 MEMORY ADDRESSES

REDIP //////// RECALL A CASCADE LAST NUMBER REDIAL WITH MEMORY RECALL
A = 1–9 MEMORY ADDRESS

//////// WAIT UNTIL PREVIOUS REDIAL OR RECALL SIGNALS HAVE BEEN SENT BEFORE SUBSEQUENT ENTRIES ARE MADE.

8. SIGNALING * AND # TONES—OFF-HOOK (DTMF MODE ONLY)

* OUTPUTS * TONE

OUTPUTS # TONE

4 × 4 KEY MATRIX

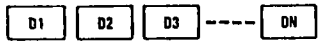
COL 1	COL 2	COL 3	COL 4	
1	2	3	REDIP	ROW 1
4	5	6	PAUSE	ROW 2
7	8	9	STORE	ROW 3
*	0	#	RECALL	ROW 4

MC145413 PAUSE/S KEY FOR PAUSE & SWITCHING DIALING MODES

Figure 2. 4×4 Keyboard Dialing Sequences

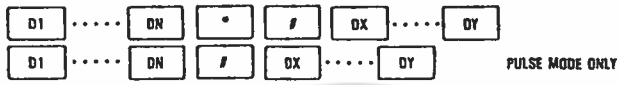
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. MANUAL DIALING—OFF-HOOK (PULSE OF DTMF MODE)



ALL KEY ENTRIES, EXCEPT * AND #, WILL BE STORED IN THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER. PRESSING * OR # WILL NOT DIAL OUT THE DTMF SIGNAL IN TONE MODE. FOR SIGNALING, * OR # SHOULD BE PRESSED TWICE.

2. MANUAL DIALING WITH AUTO ACCESS PAUSE—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



THE AUTO ACCESS PAUSE WILL NOT OCCUR ON MANUAL DIALING IN DTMF MODE. IT CAN ONLY BE RETRIEVED DURING RECALL OR REDIAL.

3. STORING NUMBERS INTO MEMORY—ON-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

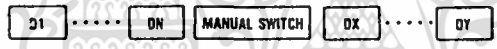
THIS OPERATION TRANSFERS THE DIGITS D1 TO DN FROM THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER TO AN ADDRESS SPACE SPECIFIED BY "A".

4. MEMORY REDIAL—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

5. LAST NUMBER REDIAL—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

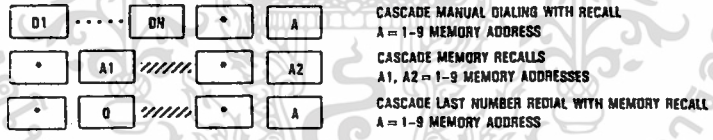
THIS OPERATION REDIALS THE LAST NUMBER ENTERED OFF-HOOK AND RETRIEVES DATA FROM MEMORY ADDRESS 0.

6. PULSE-TO-TONE AND TONE-TO-PULSE SWITCHING—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



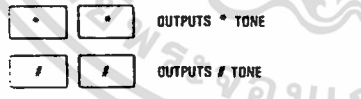
MODE SELECT (MS) PIN HAS TO BE MANUALLY SWITCHED TO DETERMINE THE DIALING MODE. DIALING MODE SELECTION WITH MANUAL SWITCH IS NOT PROGRAMMED INTO THE LAST NUMBER REDIAL MEMORY.

7. CASCADED DIALING—OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



////// WAIT UNTIL PREVIOUS REDIAL OR RECALL SIGNALS HAVE BEEN SENT BEFORE SUBSEQUENT ENTRIES ARE MADE.

8. SIGNALING * AND # TONES—OFF-HOOK (DTMF MODE ONLY)



3 × 4 KEY MATRIX

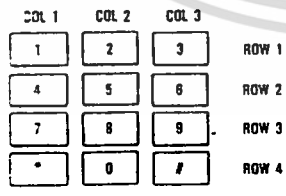


Figure 3. 3 × 4 Keyboard Dialing Sequences

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

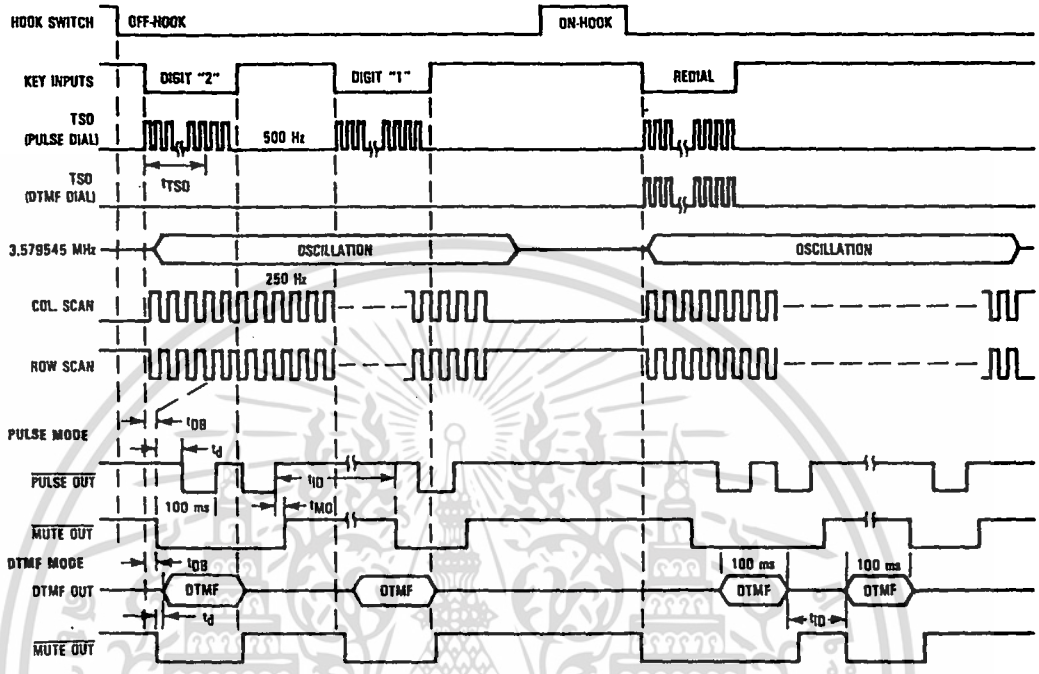


Figure 4. Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor Corporation

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

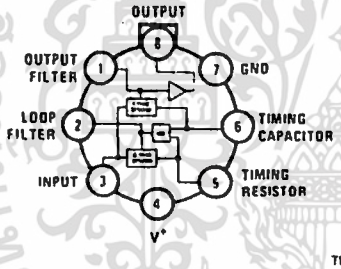
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01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

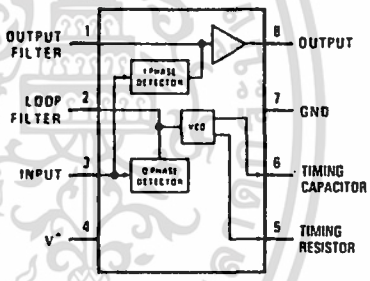


TL/H/6975–1

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, 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

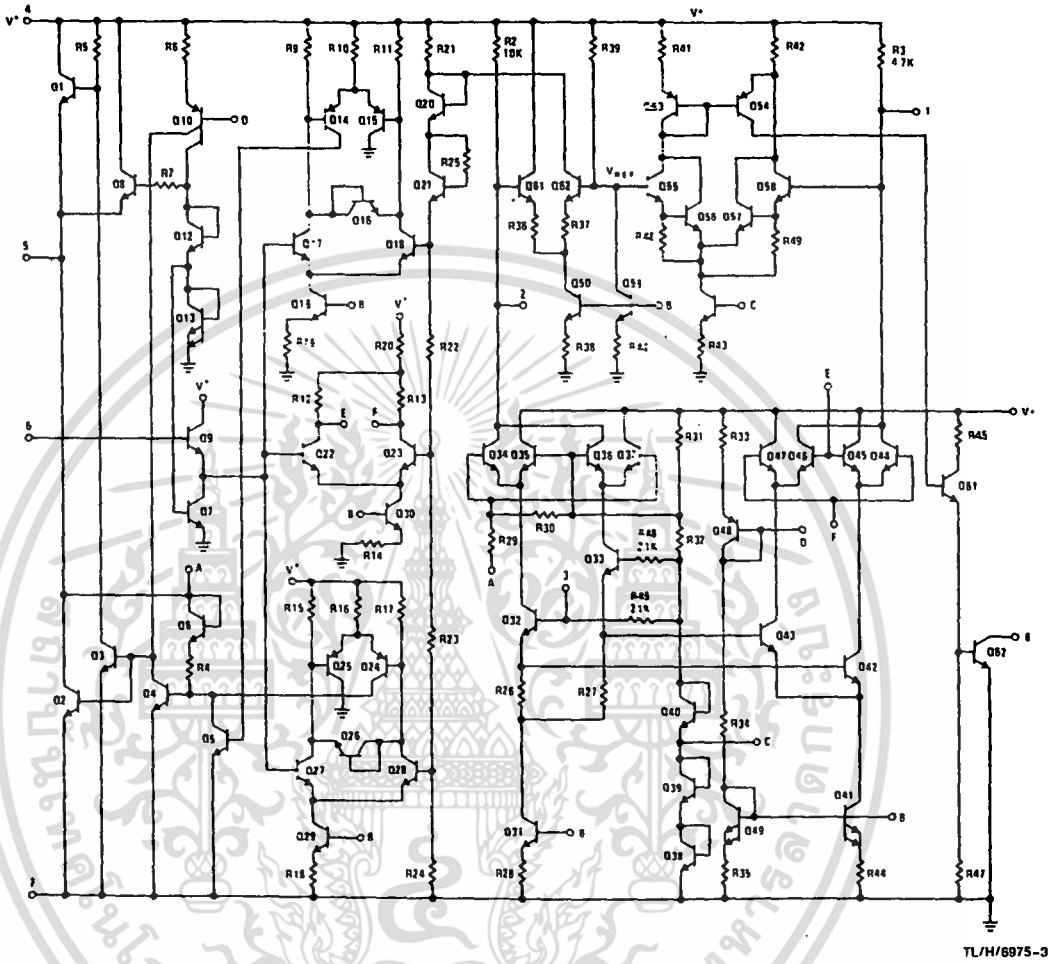
Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	R_L = 20k		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	R_L = 20k		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		kΩ
Smallest Detectable 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 Outband 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

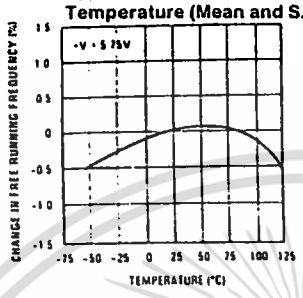


TL/H/6975–3

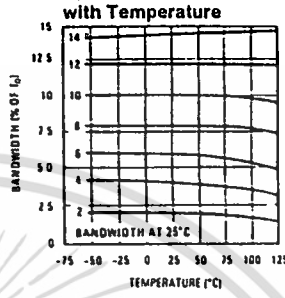
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

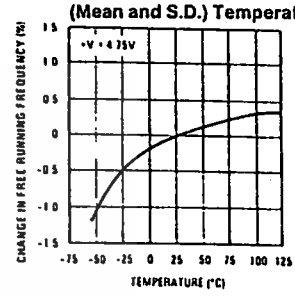
Typical Frequency Drift with Temperature (Mean and S.D.)



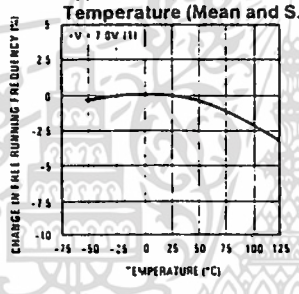
Typical Bandwidth Variation with Temperature



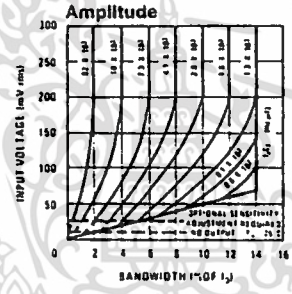
Typical Frequency Drift with (Mean and S.D.) Temperature



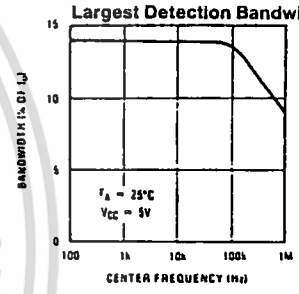
Typical Frequency Drift with Temperature (Mean and S.D.)



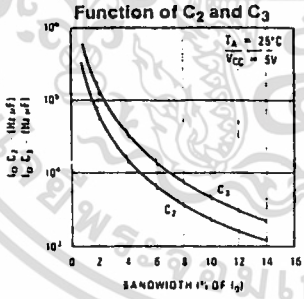
Bandwidth vs Input Signal Amplitude



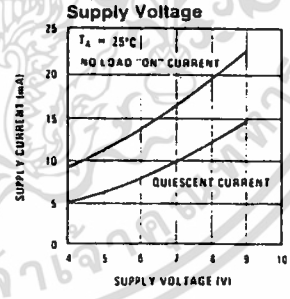
Largest Detection Bandwidth



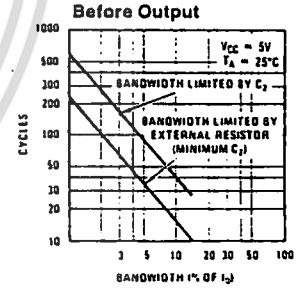
Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



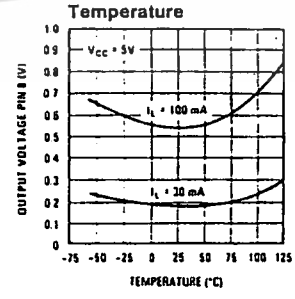
Typical Supply Current vs Supply Voltage



Greatest Number of Cycles Before Output



Typical Output Voltage vs Temperature

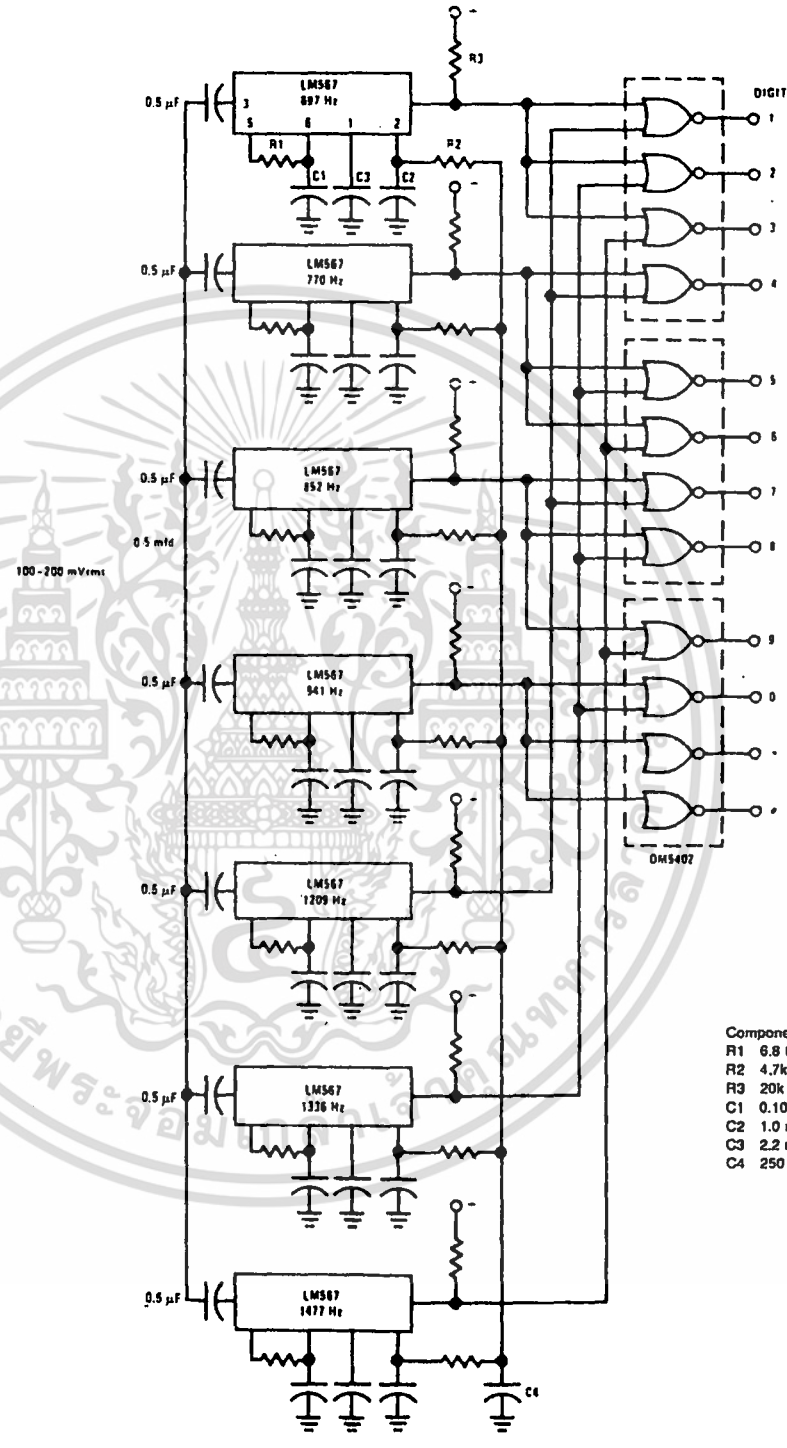


TL/H/6975–4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Touch-Tone Decoder



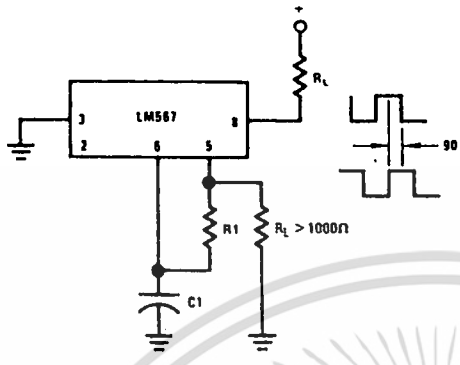
Component values (typ)
R1 6.8 to 15k
R2 4.7k
R3 20k
C1 0.10 mfd
C2 1.0 mfd 6V
C3 2.2 mfd 6V
C4 250 mfd 6V

TL/H/8975–5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

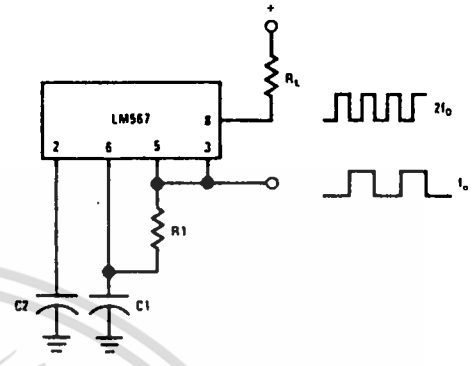
Oscillator with Quadrature Output



Connect Pin 3 to 2.6V to invert Output

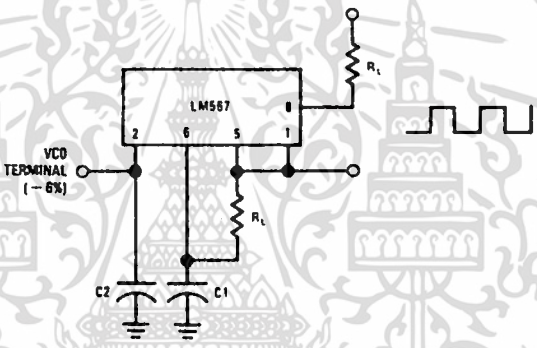
TL/H/6975–6

Oscillator with Double Frequency Output



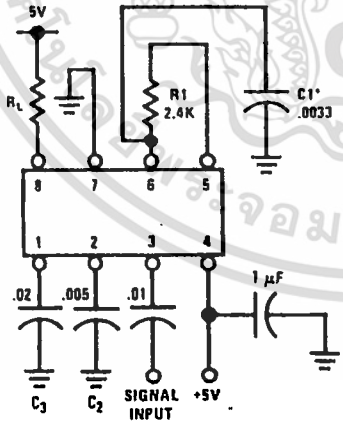
TL/H/6975–7

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

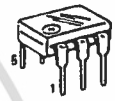
C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOC3041
MOC3042
MOC3043

6-Pin DIP Optoisolators
Triac Driver Output

6-PIN DIP
OPTOISOLATORS
TRIAC DRIVER OUTPUT
400 VOLTS



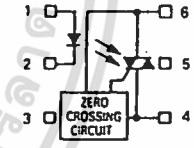
CASE 730A-02
PLASTIC

These devices consist of gallium arsenide infrared emitting diodes optically coupled to a monolithic silicon detector performing the function of a Zero Voltage Crossing bilateral triac driver.

They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 240 Vac lines, such as solid-state relays, industrial controls, motors, solenoids and consumer appliances, etc.

- Simplifies Logic Control of 240 Vac Power
- Zero Voltage Crossing
- High Breakdown Voltage: V_{DRM} = 400 V Min
- High Isolation Voltage: V_{ISO} = 7500 V Guaranteed
- Small, Economical, 6-Pin DIP Package
- dv/dt of 2000 V/μs Typ, 1000 V/μs Guaranteed
- UL Recognized, File No. E54915
- VDE approved per standard 0883/6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380/VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE0110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204/VDE0113, VDE0160, VDE0832, VDE0833, etc.
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.

COUPLER SCHEMATIC



1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
   DO NOT CONNECT
6. MAIN TERMINAL

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE			
Reverse Voltage	V_R	6	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Negligible Power in Output Driver Derate above 25°C	P_D	120 1.41	mW mW/°C
OUTPUT DRIVER			
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	400	Volts
Peak Repetitive Surge Current (PW = 100 μs, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	150 1.76	mW mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	250 2.94	mW mW/°C
Junction Temperature Range	T_J	−40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	−40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)	—	260	°C

(1) Isolation surge voltage, V_{ISO}, is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED						
Reverse Leakage Current (V_R = 6 V)		I_R	—	0.05	100	μA
Forward Voltage (I_F = 30 mA)		V_F	—	1.3	1.5	Volts
OUTPUT DETECTOR (I_F = 0 unless otherwise noted)						
Leakage with LED Off, Either Direction (Rated V_{DRM}, Note 1)		I_{DRM1}	—	2	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction (I_{TM} = 100 mA Peak)		V_{TM}	—	1.8	3	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Note 3)		dv/dt	1000	2000	—	V/μs
COUPLED						
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V, Note 2)	MOC3041	I_{FT}	—	—	15	mA
	MOC3042		—	—	10	
	MOC3043		—	—	5	
Holding Current, Either Direction		I_H	—	100	—	μA
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec)		V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
ZERO CROSSING						
Inhibit Voltage (I_F = Rated I_{FT}, MT1-MT2 Voltage above which device will not trigger.)		V_{IH}	—	5	20	Volts
Leakage in Inhibited State (I_F = Rated I_{FT}, Rated V_{DRM}, Off State)		I_{DRM2}	—	—	500	μA

Notes: 1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
2. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT}. Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (15 mA for MOC3041, 10 mA for MOC3042, 5 mA for MOC3043) and absolute max I_F (60 mA).
3. This is static dv/dt. See Figure 7 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

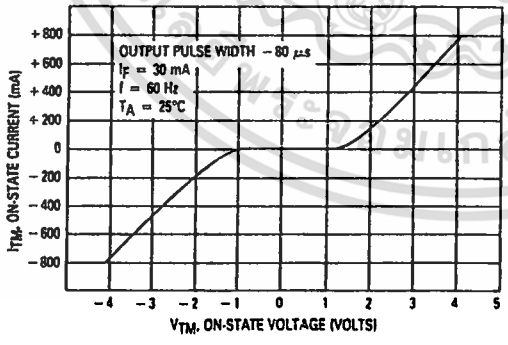


Figure 1. On-State Characteristics

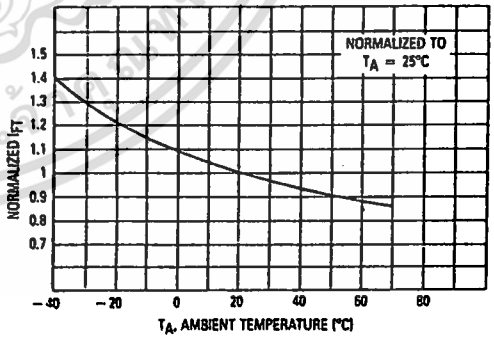


Figure 2. Trigger Current versus Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

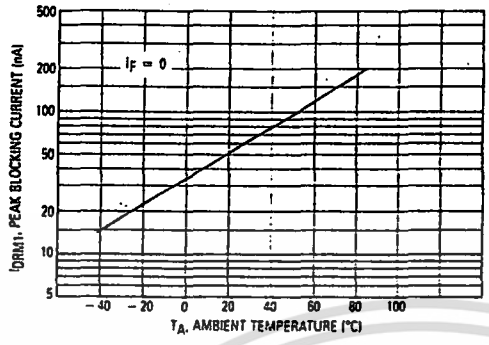


Figure 3. I_{DRM1}, Peak Blocking Current versus Temperature

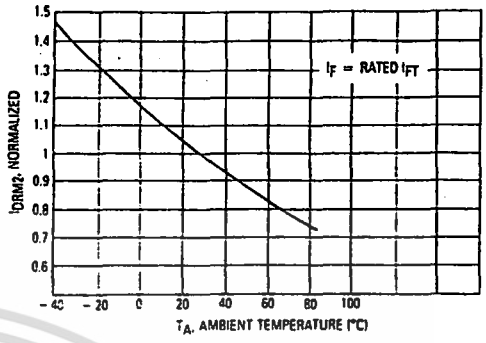


Figure 4. I_{DRM2}, Leakage in Inhibit State versus Temperature

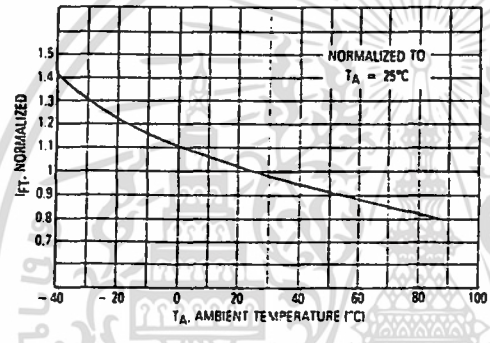


Figure 5. Trigger Current versus Temperature

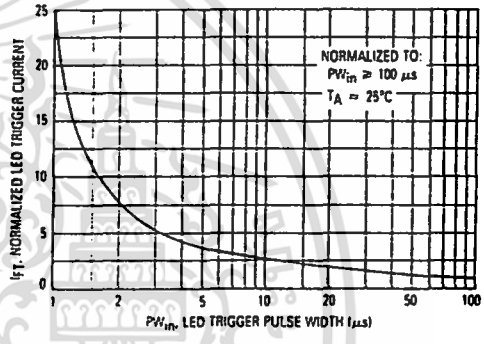
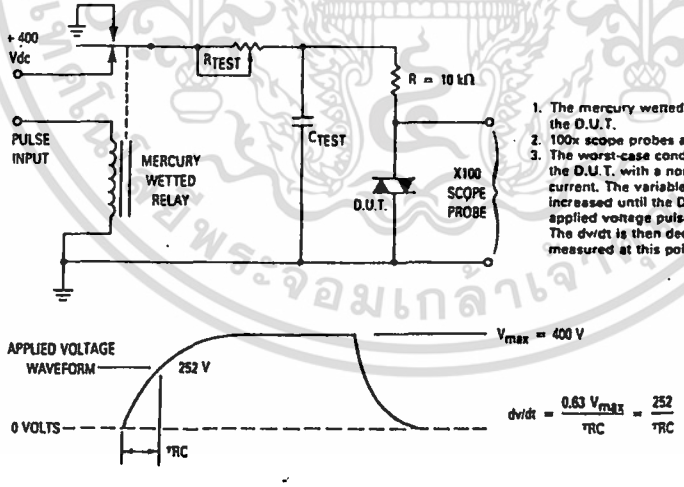


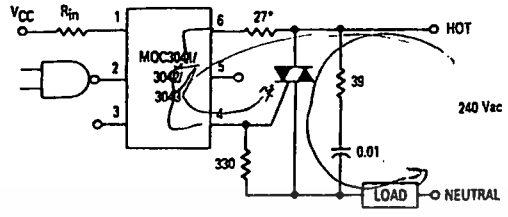
Figure 6. LED Current Required to Trigger versus LED Pulse Width



1. The mercury wetted relay provides a high speed repeated pulse to the D.U.T.
2. 100x scope probes are used, to allow high speeds and voltages.
3. The worst-case condition for static dv/dt is established by triggering the D.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable R_{TEST} allows the dv/dt to be gradually increased until the D.U.T. continues to trigger in response to the applied voltage pulse, even after the LED current has been removed. The dv/dt is then decreased until the D.U.T. stops triggering. t_{RC} is measured at this point and recorded.

Figure 7. Static dv/dt Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

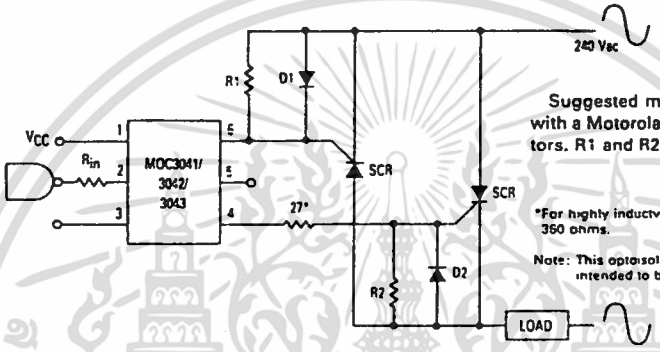


*For highly inductive loads (power factor < 0.5), change this value to 360 ohms.

Typical circuit for use when hot line switching is required. In this circuit the "hot" side of the line is switched and the load connected to the cold or neutral side. The load may be connected to either the neutral or hot line.

R_{in} is calculated so that I_F is equal to the rated I_{FT} of the part, 5 mA for the MOC3043, 10 mA for the MOC3042, or 15 mA for the MOC3041. The 39 ohm resistor and 0.01 μF capacitor are for snubbing of the triac and may or may not be necessary depending upon the particular triac and load used.

Figure 8. Hot-Line Switching Application Circuit



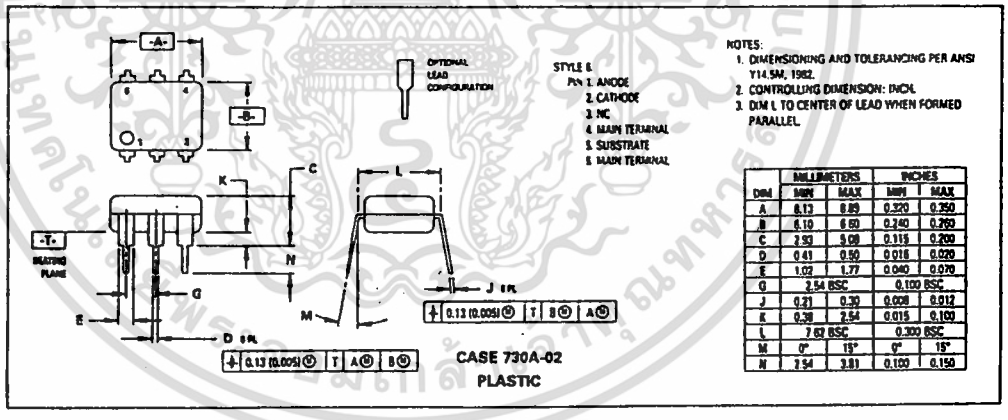
Suggested method of firing two, back-to-back SCR's, with a Motorola triac driver. Diodes can be 1N4001; resistors. R1 and R2, are optional 330 ohms.

*For highly inductive loads (power factor < 0.5), change this value to 360 ohms.

Note: This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only.

Figure 9. Inverse-Parallel SCR Driver Circuit

OUTLINE DIMENSIONS



DIM	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	INCHES MIN	INCHES MAX
A	8.13	8.89	0.320	0.350
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	2.93	5.08	0.115	0.200
D	0.41	0.50	0.016	0.020
E	1.02	1.77	0.040	0.070
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
J	0.21	0.30	0.008	0.012
K	0.38	2.54	0.015	0.100
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	2.54	3.81	0.100	0.150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6-Pin DIP Optoisolators
Transistor Output

4N25
4N25A
4N26
4N27
4N28

6-PIN DIP
OPTOISOLATORS
TRANSISTOR OUTPUT

These devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Convenient Plastic Dual-in-Line Package
- Most Economical Optoisolator
- High Input-Output Isolation Guaranteed — 7500 Volts Peak
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications
- UL Recognized, File Number E54915
- VDE approved per standard 0883/6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380/VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204/VDE0113, VDE0160, VDE0832, VDE0833, etc.
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.

CASE 730A-02
PLASTIC

SCHEMATIC

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

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
LED Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Output Detector	P_D	120	mW
Derate above 25°C		1.41	mW/°C
OUTPUT TRANSISTOR			
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	V_{ECO}	7	Volts
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I_C	150	mA
Detector Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Input LED	P_D	150	mW
Derate above 25°C		1.76	mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ T_A = 25°C	P_D	250	mW
Derate above 25°C		2.94	mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	−55 to +100	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	T_{sol}	260	°C

(1) Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED						
Forward Voltage (I_F = 10 mA)	T_A = 25°C	V_F	—	1.15	1.5	Volts
	T_A = −55°C		—	1.3	—	
	T_A = 100°C		—	1.05	—	
Reverse Leakage Current (V_R = 3 V)		I_R	—	—	100	μA
Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_J	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR						
Collector-Emitter Dark Current (V_{CE} = 10 V, T_A = 25°C	4N25,25A,26,27	I_{CEO}	—	1	50	nA
	4N28		—	1	100	
(V_{CE} = 10 V, T_A = 100°C)	All Devices	I_{CEO}	—	1	—	μA
Collector-Base Dark Current (V_{CB} = 10 V)		I_{CBO}	—	0.2	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I_C = 1 mA)		$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage (I_C = 100 μA)		$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	Volts
Emitter-Collector Breakdown Voltage (I_E = 100 μA)		$V_{(BR)ECO}$	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain (I_C = 2 mA, V_{CE} = 5 V)		h_{FE}	—	500	—	—
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V_{CE} = 0)		C_{CE}	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{CB} = 0)		C_{CB}	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{EB} = 0)		C_{EB}	—	9	—	pF
COUPLED						
Output Collector Current (I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)		I_C				mA
	4N25,25A,26		2	7	—	
	4N27,28		1	5	—	
Collector-Emitter Saturation Voltage (I_C = 2 mA, I_F = 50 mA)		$V_{CE(sat)}$	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_{on}	—	2.8	—	μs
Turn-Off Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_r	—	1.2	—	μs
Fall Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec)		V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance (V = 500 V)		R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_{ISO}	—	0.2	—	pF

TYPICAL CHARACTERISTICS

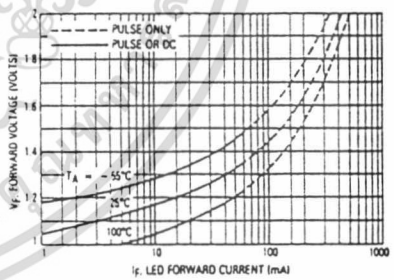


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

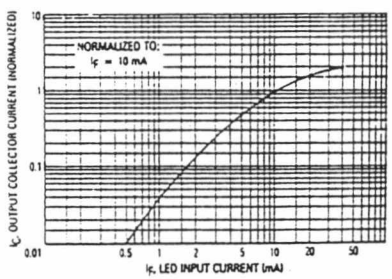


Figure 2. Output Current versus Input Current

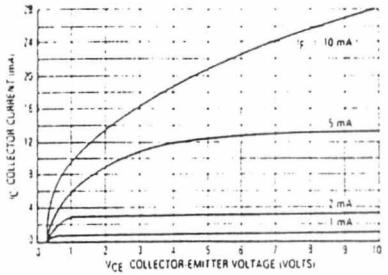


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

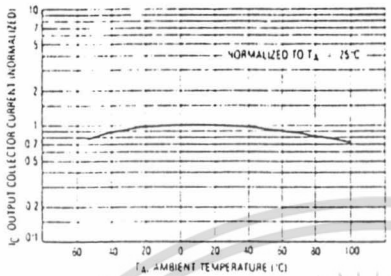


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

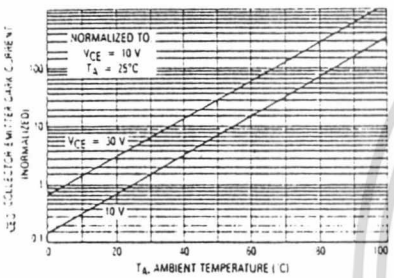


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

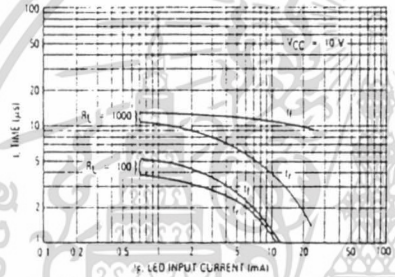


Figure 6. Rise and Fall Times

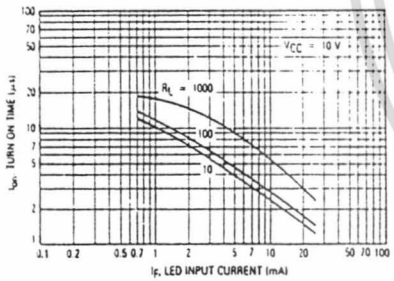


Figure 7. Turn-On Switching Times

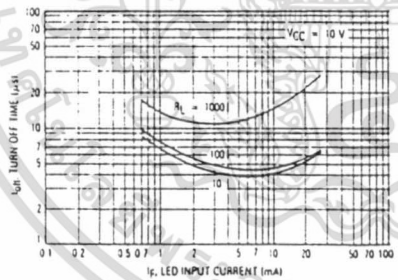


Figure 8. Turn-Off Switching Times

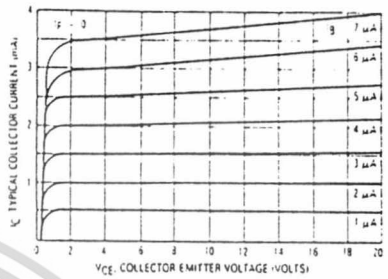


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

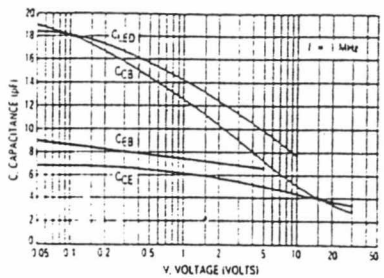


Figure 10. Capacitances versus Voltage

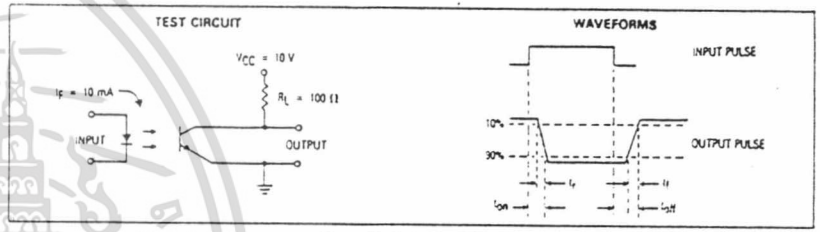
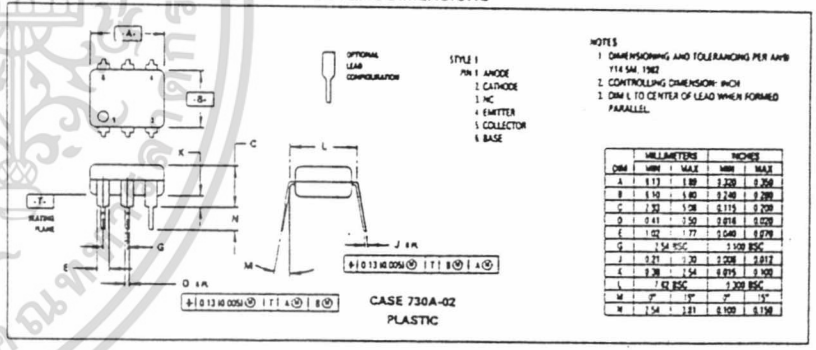


Figure 11. Switching Times

OUTLINE DIMENSIONS



DIM	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	INCHES MIN	INCHES MAX
A	8.13	8.89	0.320	0.350
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	3.30	5.08	0.115	0.200
D	0.41	0.50	0.016	0.020
E	1.02	1.77	0.040	0.070
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
J	0.21	0.30	0.008	0.012
K	2.79	3.54	0.015	0.100
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.54	1.01	0.100	0.150

เอกสารอ้างอิง

[1] Anthony J. Caristi,"Electronic Telephone Project ,second edition", Howard W. Sams & Co. A Division of Macmillan,Inc.

[2] John D. Lenk, " Complete Guide to Telephone Equipment Troubleshooting and Repair"Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, N.J.07632.

[3] Kenneth J. Alaya, "The 8051 Microcontroller Architecture, Programing and Application", Wester Carolina University, West Publishing Company.

[4] น.อ.ธ. ธวัชชัย เลื่อนฉวี, "เทคโนโลยีโทรศัพท์", พิมพ์ครั้งที่ 3 พฤษภาคม 2533,โรงพิมพ์ศุภาลัยมีเดีย จำกัด.

[5] ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์, ปิยพงศ์ เผ่าวนิช " คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอน-โทรลเลอร์ MCS-51" , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำโครงงานพิเศษ

นางสาวพรทิพย์ เตรียมประทีป เกิดวันที่ 26 ตุลาคม พ.ศ. 2516 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม จากนั้นเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2538

นายเอกกมล นิลอาชา เกิดวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนราชวินิตบางแก้วในพระบรมราชูปถัมภ์ จากนั้นเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้