

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแจ้งเตือนภัยผ่านโทรศัพท์มือถือโดยอัตโนมัติ
HOUSEHOLD APPLIANCES CONTROL AND ALARM SYSTEM USING
MOBILE PHONE



2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 82438
วัน,เดือน,ปี... 11 ก.ค. 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

๗๑๙๔๑๐๕๖
b.....
i.....

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแจ้งเตือนภัยผ่านโทรศัพท์มือถือโดยอัตโนมัติ
HOUSEHOLD APPLIANCES CONTROL AND ALARM SYSTEM USING
MOBILE PHONE



ปริญญาานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

ปริญญาานิพนธ์ ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแจ้งเตือนภัยผ่าน โทรศัพท์มือถือ โดยอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นาย นิพนธ์ พลอยหิน

2. นางสาว



ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแจ้งเตือนภัยผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยอัตโนมัติ

นาย นิพนธ์ พลอยหิน รหัส 48015168

นางสาว สิริธัญญา ภัคมาน รหัส 48015197

บทคัดย่อ

ระบบควบคุม
ควบคุมโดยใช้การ
ควบคุมอุปกรณ์เครื่อง
โทรศัพท์มือถือ ระบบ
โดยอัตโนมัติและ
รหัสตัวเลขที่เป็นสิ
ระบบทั้งหมดจะใ
ควบคุมอุปกรณ์ใ



้ในระบบที่
มือถือ เพื่อ
เข้ามายัง
การรับสาย
จะส่งเป็น
ทำงานของ
รวมทั้งการ
งใช้ไฟฟ้า

ภายในบ้านเพื่อการควบคุมและระบบโทรออกที่หมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถโปรแกรมเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ

HOUSEHOLD APPLIANCES CONTROL AND ALARM SYSTEM USING MOBILE PHONE

Mr. Nipont Ployhin ID.48015168

Miss. Sirinya Pakkaman ID.48015197

supervisor

Abstract

This project is a system for controlling household appliances via mobile telephone. The system uses a mobile telephone to send control signals. The Microcontroller (MCU) is used as the main controller. In the previous part for the system, the MCU is used for sensing for controlling the household appliances by a telephone number.



munication
a mobile
y (DTMF)
ls from the
ance status
y a call to

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้นก็ด้วยความร่วมมือร่วมใจกันของผู้ร่วมโครงการ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะสามารถสร้างประโยชน์ให้แก่ท่านผู้อ่านที่สนใจได้ไม่มากนักน้อย หากมีข้อผิดพลาดประการใดก็ตาม ทางคณะผู้จัดทำก็ขอรับไว้เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ท้ายที่สุดนี้ทางคณะผู้จัดทำก็ขอขอบคุณอาจารย์ รศ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์และอาจารย์ทุกท่านของทางภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้ให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการผลักดันให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้



๔
.....
น)
๗๖
.....
งาน)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและ	2
2.1 มาตรฐาน	2
2.2 MICR	2
2.3 บอร์ด	13
2.4 รายละเอียด	16
2.5 ชุดคำสั่ง	20
2.6 จอแสดงผล	23
2.7 รายละเอียด	32
บทที่ 3 การออกแบบ	37
3.1 การออกแบบ	37
3.2 ลักษณะ	37
3.3 ส่วนค	38
3.4 ส่วนค	43
3.5 วงจร MT 8870 (ส่วนแปลงสัญญาณ DTMF เป็นรหัส BCD 8421)	44
3.6 วงจรขยายพอร์ตอินพุตเอาต์พุต โดยใช้ IC 8255	44
3.7 วงจร Matrix Switch	45
3.8 วงจร ISD 4003 (ส่วน Record และ Playback ข้อความเสียง)	46
3.9 วงจรควบคุม และตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	47
3.10 วงจรส่วนรักษาความปลอดภัย	48
3.11 โพลีชาร์ทการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	51
3.12 โหมดการรักษาความปลอดภัย	59
บทที่ 4 ผลการทดลอง	63



สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์
ภาคผนวก
กิตติกรรมประกาศ
หนังสืออ้างอิง

หน้า

65



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การจัดขาของ MCS-51(เบอร์ AT89S52)	3
รูปที่ 2.2 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR แต่ละตัว	5
รูปที่ 2.3 วงจรภายในของ Timer/Counter#0 ทำงานในโหมด 1	9
รูปที่ 2.4 วงจรภายในของ Timer/Counter#1 ทำงานในโหมด 2	11
รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์กับรีจิสเตอร์ SCON	12
รูปที่ 2.6 รูปไอซีบี	14
รูปที่ 2.7 วงจรการ	15
รูปที่ 2.8 รูปแบบก	16
รูปที่ 2.9 แสดงคว	18
รูปที่ 2.10 แสดงก	20
รูปที่ 2.11 แสดงก	20
รูปที่ 2.12 แสดงคั	32
รูปที่ 2.13 แสดงค	34
รูปที่ 3.1 แสดงบลี	37
รูปที่ 3.2 แสดงวงจ รับและส่ง	345 เพื่อ 38
รูปที่ 3.3 แสดงการ	39
รูปที่ 3.4 แสดงการ	39 40
รูปที่ 3.5 แสดงการใช้ Hyper Terminal ในการรับสายของปลายทาง	41
รูปที่ 3.6 แสดงการใช้ Hyper Terminal ในการตรวจสอบการรับสายของปลายทาง ในกรณีที่ ปลายทางยังไม่มีกรรับสาย	42
รูปที่ 3.7 แสดงการใช้ Hyper Terminal ในการตรวจสอบการรับสายของปลายทาง ในกรณีที่ ปลายทางรับสายแล้ว	43
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรการเชื่อมต่อระหว่าง MT 8870 กับ MCS-51 และ Siemens C45	44
รูปที่ 3.9 แสดงวงจรการเชื่อมต่อระหว่าง AT89S52 และ 8255	45
รูปที่ 3.10 แสดงวงจรการเชื่อมต่อระหว่าง AT89S52 กับ Matrix Switch	46
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรการเชื่อมต่อระหว่าง ISD 4003, AT89S52, MCS 51, 8255 และ LCD	47



สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.12 แสดงวงจรควบคุม และตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	48
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรส่วนตรวจจับสถานะอุปกรณ์ คว้นไฟและการบุกรุก	49
รูปที่ 3.14 แสดงวงจรรวมของระบบควบคุมและแจ้งเตือนภัยผ่าน โทรศัพท์มือถืออัตโนมัติ	50
รูปที่ 3.15 แสดงการทำงานโดยรวมของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	52
รูปที่ 3.16 แสดงรายการย่อยของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อกด 1 เพื่อเข้าสู่ระบบฝาก	
ข้อความเสี	53
รูปที่ 3.17 แสดงการ	54
รูปที่ 3.18 แสดงการ	55
รูปที่ 3.19 แสดงการ	56
รูปที่ 3.20 แสดงการ	57
รูปที่ 3.20 (ต่อ) แสดง	58
รูปที่ 3.21 แสดงการ	59
รูปที่ 3.22 แสดงการ	60
รูปที่ 3.23 แสดงการ	61
รูปที่ 3.24 แสดงการ	62



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเลือกแมงก์ของหน่วยความจำส่วนล่างเพื่อติดต่อกับรีจิสเตอร์แมงก์ R0 - R7	6
ตารางที่ 2.2 แสดง โหมดการทำงานของ Serial Port	13
ตารางที่ 2.3 หน้าที่ของขาต่างๆ ของไอซีISD4003	14
ตารางที่ 2.3 (ต่อ) หน้าที่ของขาต่างๆ ของไอซีISD4003	15
ตารางที่ 2.4 คำสั่งต่างๆ ของ ISD4003	15
ตารางที่ 2.5 แสดง	19
ตารางที่ 2.6 ตาราง	21
ตารางที่ 2.6 (ต่อ) ๕	22
ตารางที่ 2.7 แสดง	22
ตารางที่ 2.7 (ต่อ) ๕	23
ตารางที่ 2.8 ชื่อแล C35, S35,	23
ตารางที่ 2.9 การทำ	24
ตารางที่ 2.10 แสดง LCD	29
ตารางที่ 2.10 (ต่อ) ภายใน I	30
ตารางที่ 2.10 (ต่อ) ภายใน LCD	31
ตารางที่ 2.11 แสดงสัญญาณของพอร์ท C ในโหมด 1	35
ตารางที่ 2.12 แสดงสัญญาณของพอร์ท C ในโหมด 2	36



บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน โทรศัพท์ได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของบุคคลในสังคมมากขึ้นจนอาจกล่าวได้ว่า โทรศัพท์ได้กลายเป็นปัจจัยหลักในการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล ดังนั้นการศึกษาถึงการทำงาน และการนำระบบโครงข่ายที่มีความสลับซับซ้อนนี้มาใช้งานในรูปแบบต่างๆจึงเกิดขึ้นอย่างมากมาย โทรศัพท์เคลื่อนที่ก็เป็นระบบโครงข่ายระบบหนึ่งที่มีความแพร่หลายไปทั่วทุกมุมโลก และสามารถเข้าถึงแหล่งชุมชนในชนบทได้ดีกว่าเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการนำระบบของสื่อสารนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อความสะดวกสบายของ

การใช้งานส่วน:

ปัจจุบันมักจะต่อ

พื้นฐานเข้าไปไม่

ประยุกต์การใช

เตือนภัยโดยผ่าน

โทรศัพท์พื้นฐาน

ในการควบคุมอุ

ครงง

ไมโครคอนโทรล

(AT COMMAND)

ถอดรหัสดีทีเอ็ม

ไมโครคอนโทร

ภาพรวมของระบบการทำงานคือ ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยการส่งรหัสดีทีเอ็มเอฟ เข้ามาซึ่งระบบจะทำการถอดรหัสสัญญาณและตรวจสอบว่าผู้ใช้ต้องการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือต้องการฝากข้อความถึงเจ้าของบ้านถ้าผู้ใช้ต้องการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าระบบก็จะสอบถาม Password เพื่อเข้าสู่การทำงานเพื่อให้ผู้ใช้เลือกควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าตามต้องการ และระบบจะมีการบอกถึงสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นอยู่ในขณะนั้นด้วยและระบบยังสามารถแจ้งเตือนภัยเมื่อมีเหตุฉุกเฉิน เกิดอัคคีภัย หรือผู้ใช้ลืมปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านทิ้งไว้ โดยระบบจะทำการโทรออกอัตโนมัติไปยังเบอร์โทรศัพท์ที่ตั้งไว้ล่วงหน้า โดยจะมีแบบจำลองเหตุต่างๆ เพื่อใช้กับระบบ



รูปแบบของ

อัตโนมัติใน

ายโทรศัพท์

นี้ได้ทำการ

ฟ้า และแจ้ง

บบเครือข่าย

ท์อัตโนมัติ

และการใช้

ท์เคลื่อนที่

บบ เช่น การ

ุมจะใช้งาน

ในปัจจุบัน

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 มาตรฐาน RS 232

ใช้ RS-232 เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมที่มีคนนิยมใช้มากที่สุด กำหนดโดย EIA (Electronics Industry Association) หรือสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ของอเมริกา ตั้งแต่ปี 1969 โดยมีจุดเริ่มต้นจากความต้องการที่จะกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับ โมเด็มในสมัยนั้น ตัวมาตรฐานจะกำหนดสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อนี้ด้วยกันทั้งหมด 4 หัวข้อหลักๆ ด้วยกันคือ

1. คุณสมบัติทางไฟ
 2. คุณสมบัติทางกล
 3. หน้าที่การทำงาน
 4. มาตรฐานการเชื่อมต่อ
- ลักษณะโดยทั่วไป ข้อมูลแบบจุดต่อจุด สองฝั่งจะเป็นอะสายสัญญาณอื่นรับสายไว้ที่ 50 พุด (Logic) ของข้อมูล และระดับแรงดันแรงดันที่มีค่าอยู่ระหว่างสถานะ 0 และ 1



การสื่อสาร
จริงๆแล้วทั้ง
โดยอาจใช้
ความยาว
ทางตรง
สถานะ 0
ช่วงระดับ
ณระหว่าง

2.2 MICROCONTROLLER

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) เป็นชื่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพมากมายไม่ว่าจะเป็นหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกวงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณออกทางเอาต์พุต หน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดีโดยช่วยลดจำนวนของอุปกรณ์และขนาดของระบบลงในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้นภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม โปรเจกต์นี้จะเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89S52 ซึ่งมีราคาถูกโดยจะมี Flash Rom 8 Kbyte, Ram 256 Byte, Timer/Counter 2 ตัว

AT89S52

1	P1.0	VCC	40
2	P1.1	P0.0	39
3	P1.2	P0.1	38
4	P1.3	P0.2	37
5	P1.4	P0.3	36
6	P1.5	P0.4	35
7	P1.6	P0.5	34
8	P1.7	P0.6	33



2.2.1 การ

ไมโครคอนโทรล

มีเหมือนกันดัง

แสดงในรูปที่ 2.1 โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้

- ขา CC ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 V
- ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ
- ขาพอร์ต 0 (P 0.0 - P 0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขอแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A 0 – A 7) และขา

ข้อมูล (D 0 – D 7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานให้เป็นที่ทั้งขา
ติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

- ขาพอร์ต 1(P 0.0 - P 0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับ
ใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการ
เขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนี้ในอนุกรมAT89Sxx จะ
ใช้ขา P 1.0เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P 1.1เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์
2 ในขณะที่ขา P 1.4 ถึง P 1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

- ขาพอร์ต 2 มี 8 ขา (P 2.0 - P 2.7) แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับ
ใช้งานทั่วไป ถ้า

เขียนข้อมูล “1” ไ
ลอย (float) จึงมีอิ
ยังถูกใช้งานในกา

- ขาพอร์ต 3 (P 3.0
ใช้งานทั่วไป ถ้า

ได้โดยการเขียนขั
สถานะปล่อยลอ

นอกจากนั้นขาพ
P 3.0 ใช้เป็นขาอิน

P 3.1 ใช้เป็นขาอิน
P 3.2 ใช้เป็นขาอิน

P 3.3 ใช้เป็นขาอิน
P 3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่องที่ 0 หรือขา T0

P 3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 หรือ ขา T1
P 3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ \overline{WR} ในกรณีที่ ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P 3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ \overline{RD} ในกรณีที่ ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
ขาเรซีต ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซต

สถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมกซีนไซเกิล โดยที่วงจรถูกกำเนิดสัญญาณนาฬิกา
ยังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างป็นปกติ

- ขา $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ (Address Latch Enable/Programming pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุม
การแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขา



ได้โดยการ
งานะปล่อย
ขอพอร์ตนี้

พุตสำหรับ

พอร์ตนั้นมี
อินพุตได้
นี้

0

1

สำหรับรหัสของการโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีอีพรอม

- ขา \overline{PSEN} (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขาดิตต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

- ขา \overline{EA}/V_{pp} (External Access/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม
 การเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ “1” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับการโปรแกรม

- ขา XTAL1 และ XTAL2 ใช้สำหรับวงจรการทำงาน

2.2.2 รีจิสเตอร์
 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับรีจิสเตอร์ที่ใช้ด้วยกัน 22 ตัว สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ใน AT89C52 และ

แอดเดรสอยู่ระหว่าง 80H - FFH ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลส่วนบนสามารถเข้าถึงได้โดยตรง ในรูปที่ 2.2 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR แต่ละตัวในหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน สำหรับรายละเอียดเบื้องต้นของรีจิสเตอร์ SFR มีดังนี้



ใน “0” เป็น
 ขานี้เป็น
 โทลเลอร์
 วยความจำ
 การแรงดัน
 ารกำหนด

ชทั้งหมดมี
 ะ 28 ตัวใน
 นี้เนื่องจาก
 ร์ SFR มี

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

รูปที่ 2.2 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR แต่ละตัว

ตารางที่ 2.1 การเลือกเบงก์ของหน่วยความจำส่วนล่างเพื่อติดต่อกับรีจิสเตอร์เบงก์ R0 - R7

RS1	RS0	เบงก์ของรีจิสเตอร์	ช่วงแอดเดรส
0	0	เบงก์ 0	00H - 07H
0	1	เบงก์ 1	08H - 0FH
1	0	เบงก์ 2	10H - 17H
1	1	เบงก์ 3	18H - 1FH

- รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรม (Program Status Word: PSW)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 32 บิต กำหนดค่าในแต่ละสถานะของการทำซีพียูกระทำคำสั่งเปลี่ยนแปลงนั้น สถานะของโปรแกรม ซึ่งเป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ 0 เป็นอันดับแรก และลำดับการติดต่อกับรีจิสเตอร์แอกคิวมูลเตอร์ มีขนาด 8 บิต มีผลจากการทำงานของลอจิก ก่อนที่จะส่ง



คำสั่งหรือรีจิสเตอร์ที่เก็บแฟลคเมื่อผลของการดำเนินการเก็บจำส่วนล่างออกใช้เบงก์ที่กำหนดค่า

ผลลัพธ์ที่ได้ศาสตร์และอาจเรียกกรี

สแตตัสเวิร์ดแอกคิวมูลเตอร์อย่างสั้นๆ ว่า รีจิสเตอร์ A หรือ ACC รีจิสเตอร์ A นี้สามารถเข้าถึงระดับบิตได้ นั่นหมายความว่า สามารถกระทำคำสั่งหรือกำหนดค่าในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ตัวนี้ได้ อย่างไรก็ตาม รีจิสเตอร์ B มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ FOH มีหน้าที่พิเศษคือ หากมีความต้องการคูณหรือหารทางคณิตศาสตร์ จะต้องนำข้อมูลที่ต้องการหารหรือคูณนั้น มาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ B นี้แล้วจึงกระทำคำสั่งการคูณหรือหารกับค่าในรีจิสเตอร์ A ต่อไปในกรณีที่ไม่ได้มีความต้องการคูณหรือหารข้อมูล สามารถใช้รีจิสเตอร์ B นี้ในการเก็บข้อมูลทั่วไปได้ เหมือนกับรีจิสเตอร์ปกติ และสามารถเข้าถึงในระดับบิตได้เช่นเดียวกับ รีจิสเตอร์ A

- โปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter: PC)

มีขนาด 16 บิต มีหน้าที่แจ้งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมในตำแหน่งถัดไปที่ซีพียูจะต้องไปทำงาน รีจิสเตอร์ PC เป็นรีจิสเตอร์ตัวเดียวที่ไม่ได้จัดสรรไว้ร่วมกับรีจิสเตอร์ SFR ตัวอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงค่าของรีจิสเตอร์ PC จะขึ้นอยู่กับผลของการกระทำคำสั่งแต่ละคำสั่งภายในหน่วยความจำโปรแกรมที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนดรีจิสเตอร์ PC มีความสำคัญมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมว่า ดำเนินไปตามลำดับขั้นตอนตามที่กำหนดไว้หรือไม่

- สแต็กพอยน์เตอร์ (Stack Pointer)

รีจิสเตอร์ตัวชี้สแต็ก มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 81H ใช้ในการเก็บค่าตำแหน่งของตัวชี้สแต็ก ซึ่งสามารถเปลี่ยน

ย่อกลับมายังโปร

ว่า ตัวชี้สแต็กมีค่า

- รีจิสเตอร์ชี้ข้อมูล

มีขนาด 16 บิต โ

แต่ละตัวมีขนาด

แอดเดรสของหน่วย

- รีจิสเตอร์พอร์ต

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด

ด้วยกันทั้งสิ้น 4 ตัว

แอดเดรสอยู่ที่ 90H

มีแอดเดรสอยู่ที่

ข้อมูลออกไปพอร์ต

- รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serial Data Buffer: SBUF)

รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 99H ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ทำการส่งออกหรือรับเข้าของวงจรรีจิสเตอร์ที่มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดยภายในรีจิสเตอร์ SBUF นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล และรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูล เมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลเพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านทางขา TxD หรือขา P3.1 ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ต่อไป สำหรับการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านมาจากขา RxD หรือ P3.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สำหรับรายละเอียดของรีจิสเตอร์ SBUF และวงจร



ลโปรแกรม

หมายความ

H

ด้ดำ (DPL)

การเก็บค่า

ด้วย

MCS-51มี

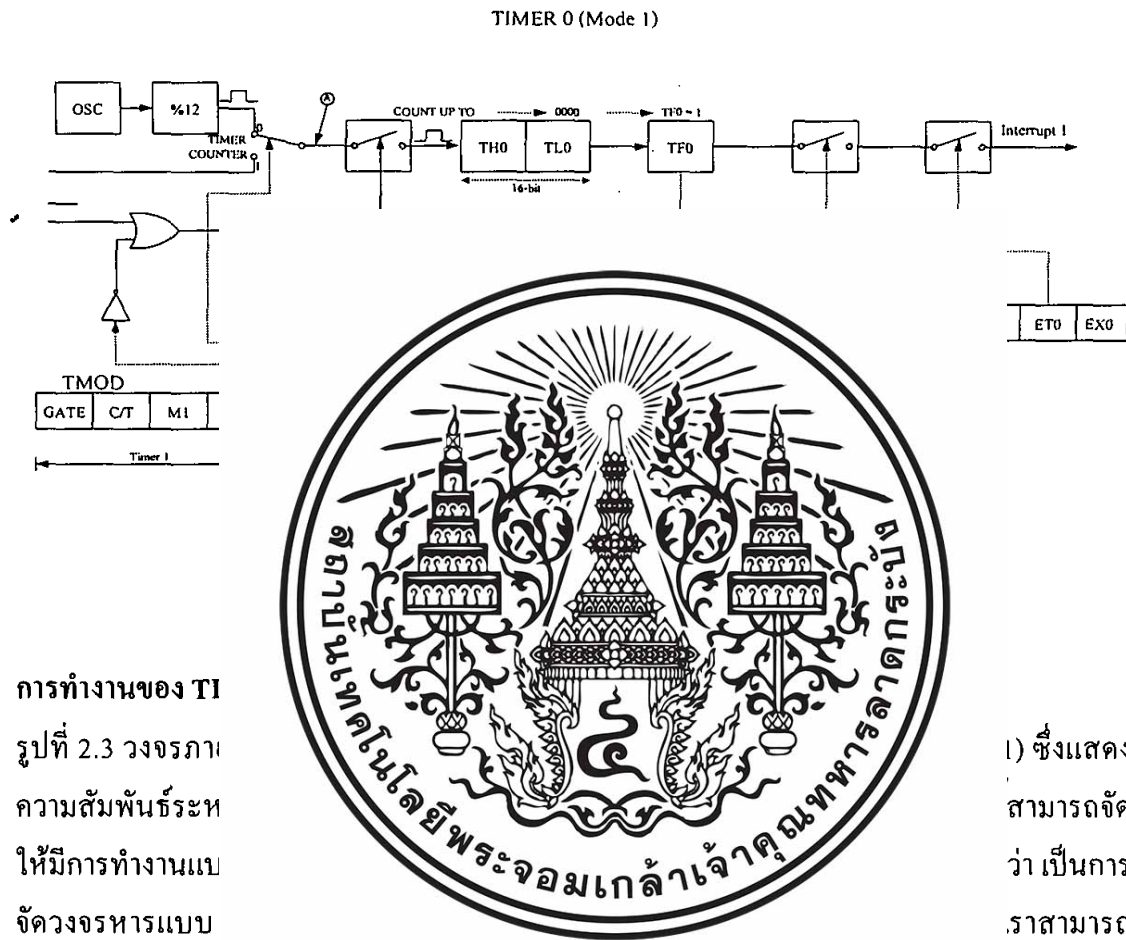
1 หรือ P1มี

3 หรือ P3

นหรือเขียน

2.2.3 การทำงานของ TIMER

ในโปรเจกต์นี้เราจะกล่าวถึงแค่การทำงานในบางโหมดของ Timer ที่จะนำไปใช้ในการทำงานของระบบเท่านั้น



การทำงานของ TI
รูปที่ 2.3 วงจรภาพ
ความสัมพันธ์ระห
ให้มีการทำงานแบ
จัดวงจรหารแบบ
อธิบายการทำงาน

การทำงานของวงจร Timer/Counter#0

1. วงจร OSC ซึ่งวงจรนี้จะเชื่อมต่อกับ X-Tal ภายนอกเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกา 11.0592 MHz
2. สัญญาณนาฬิกาที่ได้จะส่งไปให้วงจรหารความถี่ด้วยค่า 12 เราก็จะได้ความถี่ 921600 Hz
3. ความถี่ที่ได้ก็จะส่งมาที่สวิตช์ตัวหนึ่ง ทำหน้าที่เลือกสัญญาณนาฬิกาจากวงจร OSC หรือจากขา TO ของ Mcs-51 เบอร์ AT89S52
4. เราต้องให้วงจรทำงานเป็นแบบ Timer เพราะฉะนั้นเราจึงให้บิต C/T เป็น "0" เพื่อเลือกสัญญาณนาฬิกาจากวงจร OSC เพราะฉะนั้นรีจิสเตอร์ TMOD = 01H

1) ซึ่งแสดง
สามารถจัด
ว่าเป็นการ
เราสามารถ

5. ตอนนี้ที่จุด A มีความถี่ 921600 Hz จากนั้นจะเจอสวิตช์อีกตัวหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่เปิดปิดสัญญาณนาฬิกาที่จะเข้าไปยังวงจร โดยการควบคุมของบิต TRO ของรีจิสเตอร์ TCON กับบิต Gate ของรีจิสเตอร์ TMOD

6. บิต Gate จะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สัญญาณจากขา INTO ควบคุมการเปิดปิดของสัญญาณนาฬิกาที่จุด A เพราะฉะนั้นเราจะให้บิตนี้เป็น "0"

7. ดังนั้นบิต TRO ก็จะทำหน้าที่เปิด/ปิด สัญญาณนาฬิกาที่จุด A ที่จะเข้าไปวงจร หากบิตนี้เป็น "1" สัญญาณนาฬิกาก็จะผ่านเข้าไปได้

8. เมื่อสัญญาณนาฬิกาเข้ามาถึงวงจรหาร โดยรีจิสเตอร์ TH0 TLO ให้นำตัวหาร

9. รีจิสเตอร์ TH0,

10. เมื่อนับจนถึง C

การตรวจสอบบิต I

11. ถ้าเป็นมันจะทำ

ขั้นตอนในการหา

วิธีที่ 1; 1. กำหนดค

โดยใช้สูตร

2. เอาค่าค

3. นำค่า Fc

4. นำค่า Cc

5. นำค่า 1C

6. TH0 =

วิธีที่ 2; Tc = 6553

$12 \times \Gamma$

แปลงค่าที่ได้ให้เป็นเลขฐาน 16

TH0 = ไบท์สูงของผลลัพธ์ที่ได้

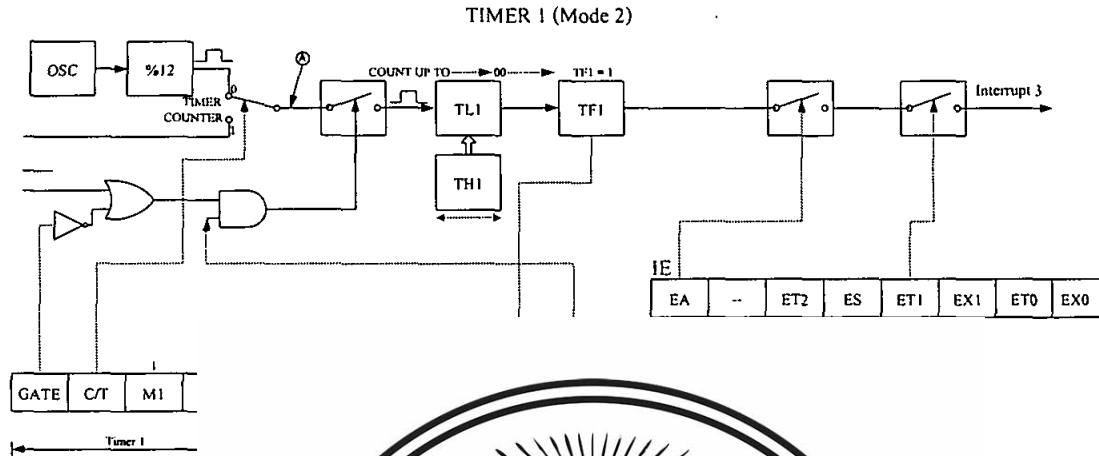
TLO = ไบท์ต่ำของผลลัพธ์ที่ได้



S52 จะทำ

ปีนความถี่

การทำงานของ TIMER 1 (MODE 2)



รูปที่ 2.4 วงจรภาพ
ความสัมพันธ์ระห
ให้มีการทำงานแ
Timer 1 ทำงานใ
สามารถอธิบายกา
1. วงจร OSC ซึ่งว
Tal 11.0592 MHz



1) ซึ่งแสดง
สามารถจัด
มันจึงจัดให้
ตามถ้ ซึ่งเรา
ซึ่งเราใช้ X-

2. สัญญาณนาฬิกาที่ เตะจะตง เบ เหมงจรท เรทว เมตวอยค 1 2 เว เตะจะ เตะว เมต 921600 Hz
3. ความถี่ที่ได้ก็จะมีมาเจอสวิทซ์ตัวหนึ่ง ทำหน้าที่เลือกสัญญาณนาฬิกาจากวงจร OSC หรือจากขา T1 ของ Mcs-51 เบอร์ AT89S52
4. ในที่นี้เราต้องให้วงจรทำงานเป็นแบบ Timer เพราะฉะนั้นเราจึงให้บิต C/T เป็น "0" เพื่อเลือกสัญญาณนาฬิกาจากวงจร OSC
5. ความถี่ 921600 Hz จะผ่านไปเจอสวิทซ์อีกตัวหนึ่ง โดยการควบคุมของบิต TR1 ของรีจิสเตอร์ TCON กับบิต Gate ของรีจิสเตอร์ TMOD บิต Gate จะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สัญญาณจากขา INT1 มาควบคุมการเปิดปิดของสัญญาณนาฬิกาที่จุด A เพราะฉะนั้นเราจะให้บิตนี้เป็น "0" ฉะนั้นรีจิสเตอร์ TMOD = 20H

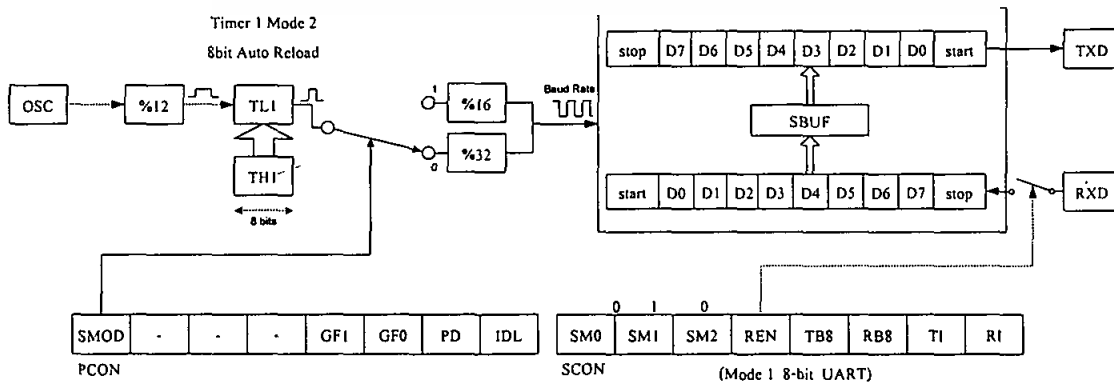
- 6. ดังนั้นบิต TR1 ก็จะทำหน้าที่เปิด/ปิด สัญญาณนาฬิกาที่จุด A ที่จะเข้าไปวงจรหาร ถ้าบิตนี้เป็น "1" สัญญาณนาฬิกาจะผ่านเข้าไปได้เมื่อสัญญาณนาฬิกาเข้ามาถึงวงจรหาร โดยมีรีจิสเตอร์ TL1 เป็นตัวหารเราก็คือสามารถหาค่าของ TL1 ได้ว่าจะให้หารเท่าไร
- 7. รีจิสเตอร์ TL1 จะทำหน้าที่เป็นวงจร Counter แบบนับขึ้นซึ่งมันจะนับค่าที่เราตั้งเอาไว้ไปเรื่อยๆ จนค่าของ TL1 เป็น 00H
- 8. เมื่อนับจนถึง 00 ค่าที่อยู่ใน TH1 จะถูกโหลดเข้าไปที่ TL1 ทันที ขณะเดียวกันบิต TF1 จะถูกเซตเป็น "1" ทันที จากนั้น MCS-51 เบอร์ AT89S52 จะทำการตรวจสอบบิต EA และบิต ET1 ของรีจิสเตอร์ IE ว่าเป็น "1" ทั้งคู่หรือไม่ ถ้าเป็นมันจะทำการ interrupt ทันที

2.2.4 หลั

เริ่มต้นจากการสรุ
ให้ใช้ Timer 1 เท
Timer 0 ในบทที่ค
หมายความว่า เม
ค่าของ TL1 จะถู
สเตอร์ TL1 ทันที
สัญญาณนาฬิกา
ส่งไป ยังวงจรห
วงจรหาร หลังจาก
ข้อมูล และรับข้อ
SCON ดังรูป



2 จะบังคับ
มค 1 ของ
uto Reload
สเตอร์ TL1
เข้าไปที่รีจ
ง TL1 เป็น
ญาณจะถูก
เป็นตัวเลือก
ในการส่ง
บรีจิสเตอร์



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์กับรีจิสเตอร์ SCON

ตารางที่ 2.2 แสดง โหมดการทำงาน ของ Serial Port

SMO	SM1	MODE	Description	Baud Rate
0	0	0	Shift Registers	Fosc/12
0	1	1	8-bit UART	variable
1	0	2	9-bit UART	Fosc/64 or Fosc/32
1	1	3	9-bit UART	variable

SCON

SMO	SM1
-----	-----

RI

SM2 : ใช้ในกา

REN : บิตเลือก

TB8 : บิตที่ 9 ี

RB8 : บิตที่ 9 ี

TI : จะเป็น “

RI : จะเป็น “

วิธีการคำนวณหาค้

1. กำหนดค่า
2. นำความถี่
3. $F_{osc}/F = 1$

 $F_t/32 = Co ; Smod$ 4. $od = 1$ 5. $100H - Co \rightarrow TH1$ 

2.3 ส่วนบันทึกเสียง (ISD4003-05M)

ส่วนบันทึกเสียงเป็นส่วนที่ทำหน้าที่บันทึกและเล่นเสียง(Record/play) ซึ่งใช้ไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD4003-05M ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

ISD4003 – 5M

1	SS	SCLK	28
2	MOSI	Vccd	27
3	MISO	XCLK	26
4	Vssd	INT	25
5	NC	RAC	24
6	NC	Vssa	23
7	NC	NC	22
8	NC	NC	21



2.3.1 คุณสมบัติ

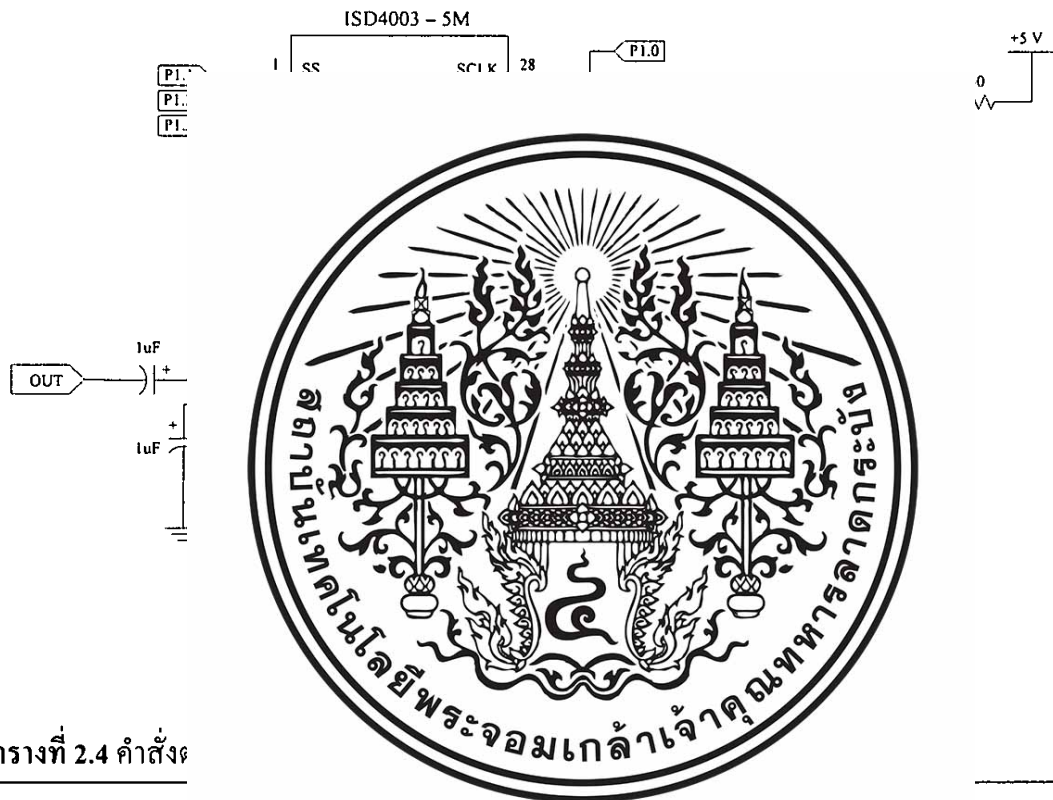
- สามารถเล่นและ
- ทำงานที่แรงดัน 3
- กินกระแส 15 mA
- บันทึกได้นาน 4,
- บันทึกซ้ำได้มาก
- จัดจำได้นานถึง 100 ปี
- ติดต่อสื่อสารแบบ SPI (Serial Peripheral Interface)

ตารางที่ 2.3 หน้าทีของขาต่างๆ ของไอซี ISD4003

SS,SCLK,MISO,MOSI	เป็นขาสัญญาณที่ใช้ในการควบคุม ISD4003
XCLK	เป็นขาจับสัญญาณนาฬิกาเพื่อการSamplingสัญญาณเสียงแต่โดยปกติแล้วเราจะใช้สัญญาณนาฬิกาภายในดังนั้นถ้าขานี้ไม่ใช้จะต่อลงGround
INT	ขานี้จะเป็นลอจิก "0" เมื่อเล่นจนหมดหน่วยความจำ หรือ เล่นจนหมดในแต่ละข้อความนั้น
ANA IN+,ANA IN-	เป็นขาอินพุตเพื่อรับสัญญาณเสียงจากภายนอกเพื่อการบันทึกเสียง

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) หน้าที่ของขาต่างๆ ของไอซีISD4003

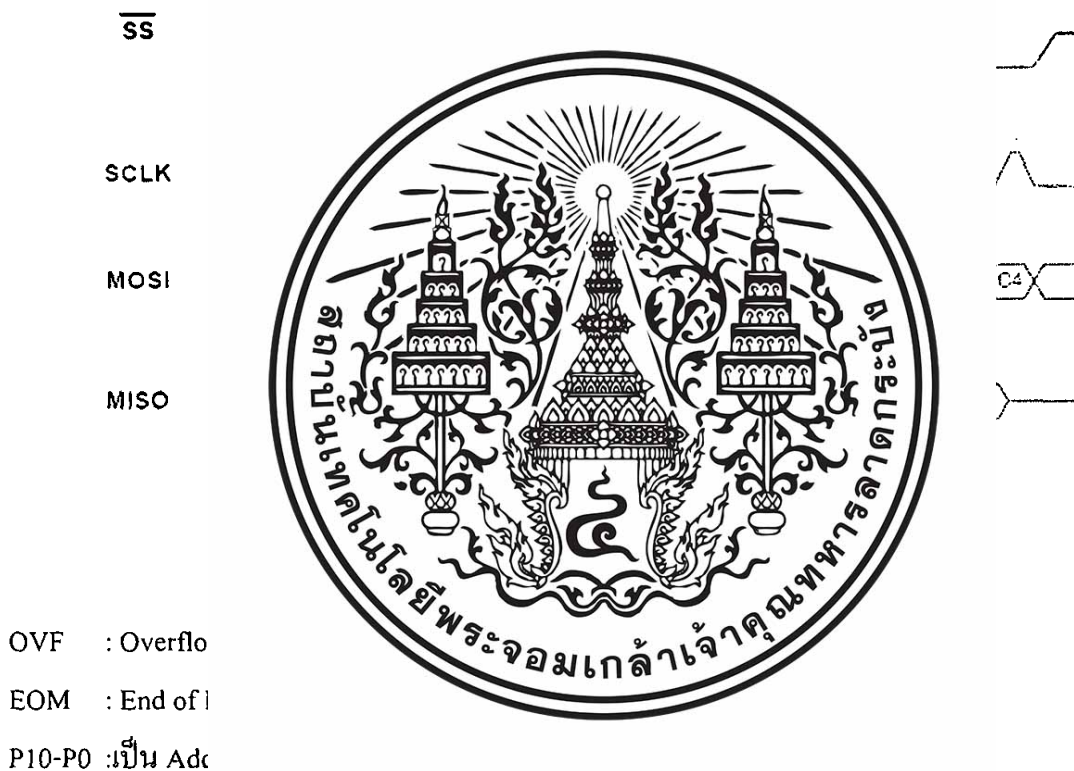
AOUT	สัญญาณเสียงจะออกจากขานี้เมื่อ เมื่ออยู่ในโหมดของการ Play
AM CAP	เป็นขาที่ใช้ในการลดสัญญาณรบกวนขณะเล่นเสียง
VccD, VccA	เป็นขาไฟเลี้ยง ของไอซีทำงานที่แรงดัน 3 V
VssD, VssA	เป็นขา Ground ของไอซี



ตารางที่ 2.4 คำสั่ง

คำสั่ง	C4	C3	C2	C1	C0	A10	A9	.	.	A0	ข้อมูล
Power Up	0	0	1	0	0	000	0000	0000			0x2000
SETPLAY	1	1	1	0	0	A10-A0				0xExxx	
PLAY	1	1	1	1	0	000	0000	0000			0xF000
SETREC	1	0	1	0	0	A10-A0				0xAxxx	
REC	1	0	1	1	0	000	0000	0000			0xB000
STOP	0	0	1	1	0	000	0000	0000			0x3000
PWRDOWN	0	0	0	1	0	000	0000	0000			0x1000

Power Up	: เริ่มต้นการทำงาน
SETPLAY	: กำหนด Address ที่จะเล่น
PLAY	: เล่นเสียง
SETREC	: กำหนด Address ที่จะบันทึก
REC	: บันทึกเสียง
STOP	: หยุดการเล่นหรือบันทึกเสียง
PWRDOWN	: หยุดการทำงาน



2.4 รายละเอียดและหลักการทำงานของส่วนถอดรหัส DTMF

IC MT8870 เป็นตัวสร้างสัญญาณ Digital เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่ง IC MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐาน สองขนาด 4 บิต

2.4.1 คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

2.4.2 การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครื่องคิดการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์

- ใช้ในเครื่องชุมร
- ใช้กับงานด้านโ
- เครื่องกันขโมย

- การควบคุมอุปก
- ใช้ทำเครื่องสอ

MT8870 เป็นไอซี

- ขา1: IN+ เป็นข
- ขา2: IN- เป็นขา
- ขา3: GS (Gain ต่อตัวด้านทาน (R
- ขา4: VRef (Re ใช้ไบอัสทางด้าน
- ขา5: INH (Inhit

“1” จะไม่ตรวจจับสัญญาณอินพุต โดยปกติการใช้งานทั่วไปจะต่อลงกราวด์

- ขา6: PWDN (Power Down) ขานี้จะใช้กำหนดสภาวะสแตนด์บายและหยุดผลิตสัญญาณนาฬิกา โดยปกติการใช้งานทั่วไปจะต่อลงกราวด์

- ขา7: OSC1 เป็นสัญญาณนาฬิกาอินพุต

- ขา8: OSC2 เป็นสัญญาณนาฬิกาเอาต์พุต ขานี้จะต่อคริสตอลค่า 3.579545 MHz กับ ขา OSC1 ซึ่งภายในนั้นมีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่

- ขา9: VSS กราวด์



มาโดยการ

/DD/2ซึ่งจะ

้าเป็นลोजิก

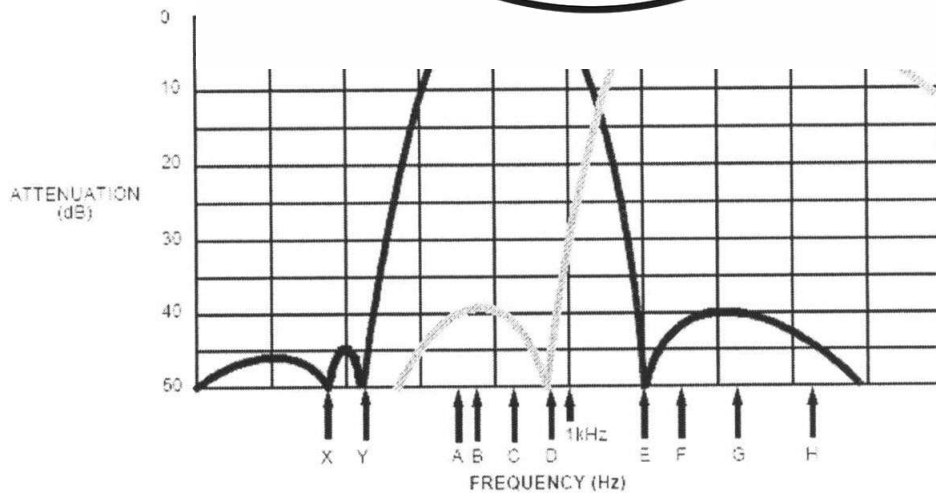
- ขา10: TOE (Three state Output Enable) ขานี้จะใช้ในการกำหนดสถานะที่เอาต์พุต Q1-Q4 ถ้าเป็นลอจิก “1” เอาต์พุตจะค้างสถานะตามสัญญาณอินพุตที่เข้ามาตลอดเวลา ถ้าเป็นลอจิก “0” เอาต์พุตจะเป็น high impedance
- ขา11-ขา14: Q1-Q4 ขานี้เป็นเอาต์พุตแสดงไบนารี 4 บิต 3 สถานะ โดยการกำหนดที่ขาTOE
- ขา15: StD (StrobeD) ขานี้ใช้แสดงสัญญาณอินพุตที่เข้ามาหรือแสดงการตรวจจับสัญญาณอินพุต โดยจะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก “1” เมื่อมีสัญญาณโทนเข้ามาแล้วให้เอาต์พุตทั้ง 4 บิตออกไป จะกลับเป็นลอจิก “0” อีกครั้งเมื่อแรงดันที่ขา S/GT ลดลงต่ำกว่า VTSt
- ขา16: ESt (Early สัญญาณโทนเข้ามา
- ขา17: S/GT (S ช่วงเวลาในการตร มาแล้วให้เอาต์พุต ส่วนของการ์ดใหม่ สถานะของขานี้จะ
- ขา18: VDD ไฟใ ภาครองสัญญาณ ความถี่สูงและควา switched capacitor



หนึ่งเมื่อมี

ละกำหนด
โทนที่เข้า
ใหม่ ใน
อยู่นอก

มถึ คือช่วง
(six-order
มถึต่ำ



RECISE
IAL TONES

X=350 Hz
Y=440 Hz

DTMF TONES

A=697 Hz
B=770 Hz
C=852 Hz
D=941 Hz
E=1209 Hz
F=1336 Hz
G=1477 Hz
H=1633 Hz

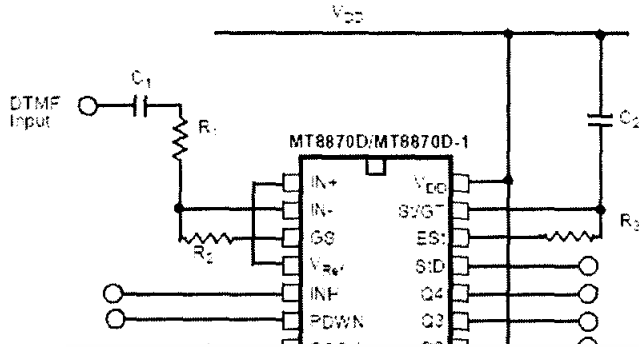
รูปที่ 2.9 แสดงความถี่ที่ได้จากภาครองความถี่

ภาคถอดรหัสความถี่ DTMF ที่ถูกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (early steering) ก็จะเป็นแอกทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากค่าความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

F _{Low}	F _{HIGH}	NO	TOE	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
697							1
697							0
697							1
770							0
770							1
770							0
852							1
852							0
852							1
941							0
941							1
941							0
697							0
770	1633	C	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

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป ในโครงงานนี้จะใช้วงจรรูปที่ 2.10



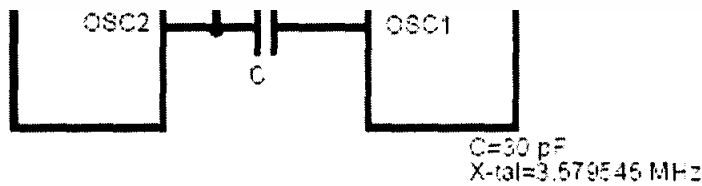
1%
5%
MHz ± 0.1%

รูป

ภาคกำเนิดความถี่
MHz ก็สามารถทำได้



ขนาด 3.58



รูปที่ 2.11 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

2.5 ชุดคำสั่ง AT Command (AT Command Set)

ชุดคำสั่งนี้ใช้ในการควบคุมการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่และ โมเด็ม (MODEM) โดยการส่งข้อมูลด้วยรูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication) โดยที่ เกิดจากการคิดค้นของบริษัท Hayes Microcomputer Products Inc. เพื่อใช้งานโมเด็มสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

และได้รับความนิยมอย่างมาก จนถือเป็นมาตรฐานอันหนึ่ง มาตรฐานคำสั่งนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Hayes Command Set เป็นคำสั่งที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดการทำงานต่างๆ ของโมเด็มได้โดยใช้ซอฟต์แวร์สั่งงานจากคอมพิวเตอร์ ไปยังโมเด็มโดยตรงซึ่งในระบบของโทรศัพท์เคลื่อนที่หลายๆ รุ่นหลายยี่ห้อจะมีส่วนของโมเด็มประกอบอยู่ภายในด้วย ดังนั้นจึงสามารถที่จะใช้คำสั่ง AT Command ในการควบคุมการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องใช้การป้อนคำสั่งผ่านทางปุ่มกดของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อเข้าถึงฟังก์ชันการทำงานต่างๆ เช่น การสั่งให้มีการโทรออก การส่ง SMS การรับสายเรียกเข้า การปรับความดังของเสียง

2.5.1 ชุดคำสั่ง AT Command สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซีเมนส์ รุ่น C35, S35, M35, C45

ในการติ
รูปแบบการติดต่อ
19200 บิตต่อวิน
Command ดังที่
เมื่อจบคำสั่งให้
รับคำสั่งไปทำงาน
อื่นอีก ซึ่งจะ
โทรศัพท์เคลื่อนที่
อินเทอร์เน็ตโดย
ซีเมนส์ รุ่น C35,
ภาคผนวก



จะต้องใช้
คำสั่งข้อมูล
คำสั่ง AT
Γ เสมอและ
เคลื่อนที่จะ
เป็นรูปแบบ
อื่นให้กับ
ผลอยู่จะถูก
ที่เคลื่อนที่
ที่ส่วนของ

ตารางที่ 2.6 ตาราง

คำสั่ง	ค
A/	ทวนคำสั่งล่าสุด
AT	ส่วนที่อยู่ข้างหน้าสำหรับทุกๆ คำสั่ง
ATA	เป็นคำสั่งให้มีการตอบรับสัญญาณโทรศัพท์ ที่มีการเรียกเข้าเมื่อกระทำคำสั่งนี้จะเกิดการติดต่อระหว่างปลายทางทั้งสองด้านจะเริ่มขึ้น
ATD<str>;	เป็นคำสั่งให้โทรออกอัตโนมัติหรือที่เรียกว่า AUTO DAILING โดยที่<str>จะแทนด้วยตัวอักษร P หรือ T ซึ่งเป็นการแสดงว่าจะใช้ลักษณะการหมุนแบบ PULSE หรือ TONE ไม่จำเป็นต้องกำหนดก็ได้ แต่ส่วนที่สำคัญคือจะต้องใส่เครื่องหมาย ; ไว้ท้ายหมายเลขโทรศัพท์ที่จะทำการโทรออก ตัวอย่างเช่นต้องการโทรไปยังหมายเลข 027390120 จะใช้คำสั่ง

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) ตารางแสดงตัวอย่างชุดคำสั่ง AT COMMAND

คำสั่ง	ความหมาย
	ATD027390120;
ATD<n>;	เป็นคำสั่งให้โทรออกหมายเลขโทรศัพท์จากสมุดโทรศัพท์ปัจจุบันที่ตำแหน่งเบอร์ n การเลือกสมุดโทรศัพท์ที่ได้โดยใช้คำสั่ง AT+cpbs
ATH	เป็นคำสั่งวางสาย
AT^SCNI	เป็นคำสั่งสำหรับตรวจสอบข้อมูลของเบอร์ที่โทรออก <code>^SCNI: 1 <cc> <number> <type> <CR> E></code> ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ C P < 0 1 2 < <type> ประเภทของหมายเลข

2.5.2 ผลตอบสนองต่างๆ จากโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อได้รับคำสั่ง

ตารางที่ 2.7 แสดงผลตอบสนองต่างๆ จากโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อได้รับคำสั่ง

ผลตอบสนอง	ความหมาย
OK	ทำตามคำสั่งสำเร็จ
RING	ตรวจพบสัญญาณกระดิ่ง หรือมีสายเรียกเข้า
NO CARRIER	ไม่สามารถเชื่อมต่อได้สำเร็จหรือยกเลิกการติดต่อ
ERROR	ไม่สามารถปฏิบัติตามคำสั่งได้หรือคำสั่งมีความยาวเกินไป

แบบ Bit Map ก็จะสร้างเป็นภาพใดๆ ก็ได้ตามต้องการ แนวทางในการใช้งานของทั้ง 2 แบบมีลักษณะใกล้เคียงกัน การใช้งานโดยทั่วไปมักจะใช้แบบ Dot Matrix มากกว่าเนื่องจากราคาถูกกว่า และเพียงพอต่องานส่วนใหญ่

2.6.1 คุณสมบัติของ Dot Matrix LCD Module

- ตัวอักษรแสดงด้วย Dot Matrix ขนาด 5 x 8 Dot
- มีให้เลือกหลายรุ่นตามการใช้งาน โดยมีจำนวนตัวอักษรและบรรทัดแตกต่างกัน
- การใช้งานง่ายและสะดวก ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงแค่ส่งข้อมูลให้กับLCD Module เท่านั้น ข้อความก็จะปรากฏบนแผงแสดงและจะค้างไว้ตลอดทำให้ไม่ต้องเสียเวลาของระบบ
- มีคำสั่งพิเศษสำ CURSOR,
ON OFF CURSO
- กินกระแสไฟน้อย

2.6.2 ขา

- ขา 1 CC สำหรับ
- ขา 2 () CC V สั
- ขา 3 () EE V แะ
- ขา 4 (RS) เป็น “
- เป็น “0” เลือกใ้
- ขา 5 (R W) เป็น
- เป็น “0” ต้องกา
- ขา 6 (E) สัญญา
- ขา 7 – 14 () 0 -



ตารางที่ 2.9 การทำงานของสัญญาณ E

RS	R/W	E	OPERATION
0	0		Write instruction code
0	1		Read busy flag and address counter
1	0		Write data
1	1		Read data

สำหรับการ Clear display โดยจะทำการเขียนตัวอักษร Space ลงไปใน DDRAM ทั้งหมดและกำหนดค่า DDRAM Address ให้เป็น 0 พร้อมทั้ง Cursor จะกลับไปตำแหน่งซ้ายบนสุดของจอภาพ

2. CURSOR AT HOME

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄	DB ₃	DB ₂	DB ₁	DB ₀
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

สำหรับกำหนดค่า DDRAM Address ให้เป็น 0 พร้อมทั้ง Cursor จะไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายบนสุดของจอภาพโดยที่ข้อมูล

3. ENTRY MOD

RS	R/W
0	0

I/D = 0 กำหนด
 I/D = 1 กำหนด
 S = 0 เมื่อเขียนซ้ำ
 S = 1 เมื่อเขียนซ้ำ
 การกำหนดค่า I/E
 ไม่ใช่คำสั่ง Clear



I ₁	DB ₀
	S

งค่า I/D
 แล้วจะต้อง

4. DISPLAY ON

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄	DB ₃	DB ₂	DB ₁	DB ₀	
0	0	0	0	0	0	0	0	D	C	B

D = 0 กำหนดให้ Off Display
 D = 1 กำหนดให้ On Display
 C = 0 กำหนดให้ Off Cursor
 C = 1 กำหนดให้ On Cursor โดย Cursor จะเป็นเส้นขีดได้ตัวอักษร
 B = 0 กำหนดให้ไม่มีการกระพริบที่ตำแหน่ง Cursor
 B = 1 กำหนดให้มีการกระพริบที่ตำแหน่ง Cursor

5. DISPLAY SHIFT

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄	DB ₃	DB ₂	DB ₁	DB ₀
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

S/C = 0 กำหนดให้เลื่อน Cursor ตามทิศทาง R/L ไป 1 ตำแหน่ง

S/C = 1 กำหนดให้เลื่อนข้อความบนแผงแสดงตามทิศทาง R/L ไป 1 Column

R/L = 0 กำหนดให้ทิศทางไปทางซ้าย

R/L = 1 กำหนดให้ทิศทางไปทางขวา

6. FUNCTION S

RS	R/W
0	0

DL = 0 กำหนดให้

DL = 1 กำหนดให้

การกำหนดค่า D/
แรก หลังจากจ่าย

N = 0 กำหนดให้

N = 1 กำหนดให้

F = 0 กำหนดให้

F = 1 กำหนดให้

7. SET CGRAM

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄	DB ₃	DB ₂	DB ₁	DB ₀
0	0	1	CGRAM ADDRESS						

สำหรับการกำหนด Address ของ CGRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้วการอ่านและเขียนDATA ที่ต่อจากนี้จะเป็นไปตาม Address ที่กำหนดทันที

8. SET DDRAM ADDRESS

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄	DB ₃	DB ₂	DB ₁	DB ₀
0	0	1	DDRAM ADDRESS						



DB ₁	DB ₀
	*

it ตั้งแต่ครั้ง

สำหรับการกำหนด Address ของ DDRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้วการอ่านและเขียนDATA ที่ต่อจากนี้จะเป็นไปตาม Address ที่กำหนดทันที ตำแหน่งของ Address ในแต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างกันบ้าง เพราะจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัดไม่เท่ากัน

9. BUSY FLAG AND ADDRESS READ

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄	DB ₃	DB ₂	DB ₁	DB ₀
0	0	1	BF ADDRESS						

สำหรับการอ่านค่า BF (Busy Flag) ซึ่งบอกถึงความพร้อมของ LCD Module ในการรับข้อมูล ถ้า BF = 0 หมายความว่า
ยังเป็นการอ่านค่า

2.6.4 กข

1. WRITE DATA

RS	R
1	0

สำหรับการเขียน จะถูกเพิ่มหรือลด เขียนจะเป็น DDF

2. READ DATA

RS	R
1	1



DB ₇	DB ₀
[]	


แล้วAddress Set และการที่ใด

DB ₇	DB ₀
[]	

DATA

สำหรับการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ DDRAM หรือ CGRAM โดยเมื่อทำการเขียนแล้วAddress จะถูกเพิ่มหรือลดลงโดยอัตโนมัติตามที่กำหนดจากค่า I/D ก็ขึ้นกับว่าก่อนหน้าคำสั่งนี้มีการกำหนด Addressที่ใด ๆ

ตารางที่ 2.10 แสดงตารางแสดงชุดคำสั่งพื้นฐานการควบคุมการทำงานของคอนโทรลเลอร์ภายใน LCD

คำสั่ง	รหัสควบคุม				อธิบาย	ช่วงเวลาใน การประมวลผล	
	RS	R/W	DB ₀	DB ₇			
เคลียร์จอแสดงผล	0	0	0	0		ผลและส่งเคอร์เซอร์ หน้าเริ่มต้น	82 μ s - 1.64 ms
เลื่อนเคอร์เซอร์ ไปยังเริ่มต้น	0	0	0	0		อยู่ที่จุดเริ่มต้นและวิ ตุลที่ผ่านมาแล้ว โดย AM ไม่มีการเปลี่ยน	40 μ s - 1.6 ms
กำหนดโหมดป้อนข้อมูล	0	0	0	0		เลื่อนของเคอร์เซอร์ สิ่งนี้มีผลเมื่อมีการ เลไปยัง LCD โหมด แสดงผลปิดหรือเปิด	40 μ s
ร่ายผลการแสดงผล	0	0	0	0		ที่เคอร์เซอร์ปิด หรือด้วยหรือไม่	40 μ s
ควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์ และตัวอักษร	0	0	0	0		การเลื่อนของเคอร์เซอร์และตัวอักษร โดยที่ข้อมูลใน DD-Ram ไม่มีการเปลี่ยน	40 μ s

ตารางที่ 2.10 (ต่อ) แสดงตารางแสดงชุดคำสั่งพื้นฐานการควบคุมการทำงานของคอนโทรลเลอร์ภายใน LCD

คำสั่ง	รหัสควบคุม			ช่วงเวลาในการประมวลผล
	RS	RAW	DB	
เซตฟังก์ชัน	0	0	0	มดอินเวอร์สไฟ ทัดที่แสดงผล สะเอียด
เซตแอดเดสใน CG-RAM	0	0	0	แอดเดสใน CG-RAM
เซตแอดเดสใน DD-RAM	0	0	1	แอดเดสใน DD-RAM
อ่านเฟลทอวีวีซี	0	1	BF	อบีวีซีและตำแหน่ง แอดเดสสแกนเตอร์



ตารางที่ 2.10 (ต่อ) แสดงตารางแสดงชุดคำสั่งพื้นฐานการควบคุมการทำงานของคอนโทรลเลอร์ภายใน LCD

คำสั่ง	รหัสควบคุม			คำอธิบาย	ช่วงเวลาในการประมวลผล
	RS	R/W	I		
เขียนข้อมูลไปยัง CG หรือ DD-RAM	1	0		CG หรือ DD-RAM ที่เคอร์เซอร์ชี้แล้ว	40 μ s
อ่านข้อมูลจาก CG หรือ DD-RAM	1	1		CG หรือ DD-RAM ที่เคอร์เซอร์ชี้แล้ว	40 μ s
	RD = 1 : เพิ่ม S = 1 : คำอธิบาย S/C = 1 : คำอธิบาย R/L = 1 : เลื่อน DL = 1 : 8 บิต N = 1 : 2 บิต F = 1 : 5 x 10 BF = 1 : การที่เสร็จสิ้น				



2.7 รายละเอียดของไอซี 8255

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกแบบขนาน (Peripheral Interface) มีพอร์ตใช้งาน 3 พอร์ตคือ

- A 8 bits (Port Number 0H)
- B 8 bits (Port Number 1H)
- C 4 bits upper and 4 bits lower (Port Number 2H)

และยังมีพอร์ตควบคุมอีก 1 พอร์ต (Port Number 3H)

2.7.1 โครงสร้างเบื้องต้นของ 8255

8255 เป็น

น



รูปที่ 2.12 แสดงตำแหน่งขาของ 8255

2.7.2 ขาต่างๆของ 8255

D0-D7: เป็นขาสำหรับให้ข้อมูลผ่าน ต่อเข้ากับบัสของไมโครโปรเซสเซอร์

A0-A1: (สัญญาณแอดเดรส) สัญญาณจากทั้งสองขาจะถอดรหัสเป็น 4 รหัส เพื่อ กำหนดรีจิสเตอร์ภายใน

PA0-PA7: เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่เรียกว่า พอร์ต A

PB0-PB7: เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่เรียกว่า พอร์ต B

PC0-PC7: เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ทของ 8255 ที่เรียกว่า พอร์ท C โดยจะแบ่ง เป็น 2 กลุ่ม คือ PC0-PC3, PC4-PC7

CS: (สัญญาณเลือกชิป) เป็นขาที่รับสัญญาณจากภายนอกเพื่อเลือกชิป เมื่อขานี้เป็น "0" จะทำให้ 8255 ต่อเข้ากับระบบบัสของ ไมโครโปรเซสเซอร์

RD: (สัญญาณอ่าน) เป็นสัญญาณอินพุทจากซีพียู เมื่อสัญญาณนี้และสัญญาณ CS เป็น "0" 8255 จะให้ซีพียูอ่านข้อมูลจากบัส

WR: (สัญญาณเขียน) เช่นเดียวกับสัญญาณ RD แต่เป็นการเขียนข้อมูล

RESET: (สัญญาณรีเซ็ต) เป็นสัญญาณจากภายนอกที่ส่งเข้ามาเพื่อทำการรีเซ็ต 8255 เมื่อได้รับสัญญาณนี้ พอร์ท "0" ทั้งหมด จะแอกทีฟที่

2.7.3 รีจิสเตอร์

พอร์ทแต่ละพอร์ท

ถูกกำหนดด้วยแ

RD และ WR เพื่

ส่งเอาต์พุท สัญ

RD-WR-A1-A0

1000: เขียนพอร์ท

0100: อ่านพอร์ท

1001: เขียนพอร์ท

0101: อ่านพอร์ท

1010: เขียนพอร์ท

0110: อ่านพอร์ท C ซึ่งเป็นข้อมูล

1011: เขียนข้อมูล ซึ่งเป็นรหัสควบคุม

0111: อ่านเข้ามา ไม่มีความหมายใด

2.7.4 การกำหนดโหมดการทำงาน

การใช้งาน 8255 นั้นจะต้องส่งรหัสควบคุมเข้าสู่พอร์ทควบคุมเพื่อควบคุม การทำงานของ 8255 การควบคุมการทำงานของ 8255 มีหลายโหมด แต่ละโหมดก็จะแตกต่างกันไป แบ่งเป็น โหมด 0, โหมด 1 และ โหมด 2 โดยรหัสควบคุมการทำงานของ 8255 จะมีขนาด 8 บิต และแต่ละบิต จะมีความหมายของการทำงานดังต่อไปนี้คือ

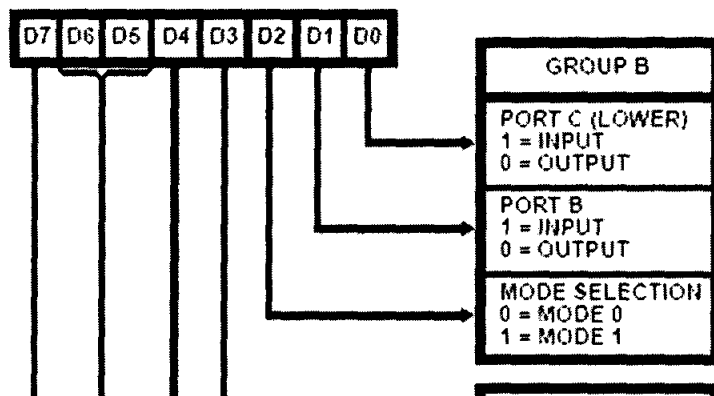


งานได้ ซึ่งจะ

กับสัญญาณ

จะเป็นการ

มลำดับจาก



บิต D7 1
ที่จะกำหนดให้โ
กำหนดให้บิต D7

งในบิตอื่นๆ
จะต้อง

บิต D6 และ D5 ใช้สำหรับกำหนดโหมดการทำงานของ Port-A ให้กับ 8255 ซึ่งสามารถกำหนดได้ 3 โหมด ดังนี้คือ

00 = ให้ Port-A ของ 8255 ทำงานในโหมด 0

01 = ให้ Port-A ของ 8255 ทำงานในโหมด 1

1X = ให้ Port-A ของ 8255 ทำงานในโหมด 2

บิต D4 ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของ Port-A ว่าจะให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต โดยถ้ามีค่าเป็น "1" จะเป็นอินพุต แต่ถ้าเป็น "0" จะเป็นเอาต์พุต

บิต D3 ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของ Port-C บน (PC4-PC7) ว่าจะให้เป็นอินพุต หรือเอาต์พุต โดยถ้ามีค่าเป็น "1" จะเป็นอินพุต แต่ถ้าเป็น "0" จะเป็นเอาต์พุต

บิต D2 ใช้สำหรับเลือกโหมดการทำงานของ Port-B โดยเลือกได้ 2 โหมดคือ ถ้ามีค่าเป็น "0" จะเป็นโหมด 0 แต่ถ้ามีค่าเป็น "1" จะเป็นโหมด 1

บิต D1 ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของ Port-B ว่าจะให้เป็นอินพุทหรือเอาต์พุท โดยถ้ามีค่าเป็น "1" จะเป็นอินพุท แต่ถ้าเป็น "0" จะเป็นเอาต์พุท

บิต D0 ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของ Port-C ล่าง (PC0-PC3) ว่าจะให้เป็นอินพุท หรือเอาต์พุท โดยถ้ามีค่าเป็น "1" จะเป็นอินพุท แต่ถ้าเป็น "0" จะเป็นเอาต์พุท

การทำงานในโหมด 0

ในโหมดนี้ทุกพอร์ทสามารถเป็นได้ทั้งอินพุทและเอาต์พุท ทั้งพอร์ท A, พอร์ท B, พอร์ท C บน และ พอร์ท C

การทำงานในโหมด

เป็นโหมด

พอร์ท A และ พ

พอร์ท C

พอร์ท C

เมื่อให้ 8255 เป็น

ผังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 แส



โดยการใช้

พอร์ท C จะมีค่า

PC3	INTR-A	INTR-A
PC4	STB-A	I/O
PC5	IBF-A	I/O
PC6	I/O	ACK-A
PC7	I/O	OBF-A

การทำงานในโหมด 2

การทำงานในโหมด 2 นั้น จะใช้พอร์ท A สามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งพอร์ทอินพุท และพอร์ทเอาต์พุท โดยโครงสร้างของพอร์ท A ทั้งอินพุทและเอาต์พุทจะมี ตัวตรวจสอบสัญญาณทั้งคู่ ในขณะที่พอร์ท C จะทำหน้าที่เป็นสัญญาณตรวจสอบ โดยมีสัญญาณแต่ละขาดังตารางที่ 2.12 ตารางที่ 2.12 แสดงสัญญาณของพอร์ท C ในโหมด 2

พอร์ท C	ความหมาย
PC0	I/O



เมื่อโปร
โหมด 1 ก็ได้ ซึ่ง

0 หรือ

บทที่ 3

การออกแบบและการทดลอง

3.1 การออกแบบระบบ

จากรูปแสดงบล็อกไดอะแกรมโดยรวมของระบบ หน่วยประมวลผลจะเป็นตัวควบคุมการทำงานของโทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ตามที่ส่วนแสดงข้อความเสียงระบุ โดยจะมีส่วนแปลงสัญญาณเป็นตัวเลขรหัส DTMF ที่ถูกส่งมาจากผู้ใช้ภายนอกให้เป็นรหัส BCD 8421 เพื่อส่งต่อกับหน่วยประมวลผล นอกจากนี้ยังมีส่วนตรวจสอบสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าและส่วนรักษาความปลอดภัยซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับอัคคีภัยหรือเหตุบกรุกเพื่อแจ้งเตือนกรณีเกิดเหตุ

ส่วนเปลี่ยน Password และเป็



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมโดยรวมของระบบ

3.2 ลักษณะการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ

ในการสื่อสารกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโทรศัพท์มือถือนั้นจะเป็นแบบอนุกรม (Serial Communication) การสื่อสารในรูปแบบนี้จะทำให้สามารถประหยัดพอร์ตลงไปได้มากโดยการส่ง

ข้อมูลทีละบิต (bit) ผ่านสายสัญญาณเส้นเดียวจนครบทั้ง 8 บิต หรือ 1 ไบท์ (Byte) โดยจะส่งบิตต่ำ ออกไปก่อน

ในโปรเจกต์นี้จะใช้มาตรฐาน RS-232 ในการเชื่อมต่อกันระหว่าง Hyper Terminal กับ โทรศัพท์มือถือ Siemens C45 เพื่อทดสอบการรับส่งสัญญาณกับโทรศัพท์มือถือก่อนการปฏิบัติงานจริง แล้วจึงนำไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89S52 มาเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ Siemens C45 โดยใช้การเชื่อมต่อกันแบบ RS-232 เพื่อรับสัญญาณ หรือส่งรหัสคำสั่งในการควบคุมโทรศัพท์ ที่เรียกว่า AT-Command โดยผ่านทางขา Tx และ Rx ของโทรศัพท์มือถือ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 กับ Siemens C45 เพื่อรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรม

3.3 ส่วนตรวจจับสัญญาณต่างๆที่เข้ามายังโทรศัพท์มือถือ

ในส่วนนี้จะตรวจจับสัญญาณจากขา Rx ของโทรศัพท์มือถือ Siemens C45 โดยโทรศัพท์มือถือจะส่งข้อมูลแบบอนุกรมออกมาด้วยอัตราเร็ว 19,200 บิต/วินาที ดังนั้นจึงต้องทำการตั้งค่าอัตราการรับส่งข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 ให้เป็น 19,200 บิต/วินาที ด้วยเช่นกัน

โดยในส่วนของ การตรวจจับสัญญาณเรียกเข้า นั้น เมื่อมีสายเรียกเข้า โทรศัพท์ จะส่งคำว่า “RING” ออกมาทางขา Rx ของโทรศัพท์ โดยแสดงดังรูปที่ 3.3 เป็นการใช้ Hyper Terminal ในการทดสอบการรับสัญญาณจากโทรศัพท์เมื่อมีสายเรียกเข้า



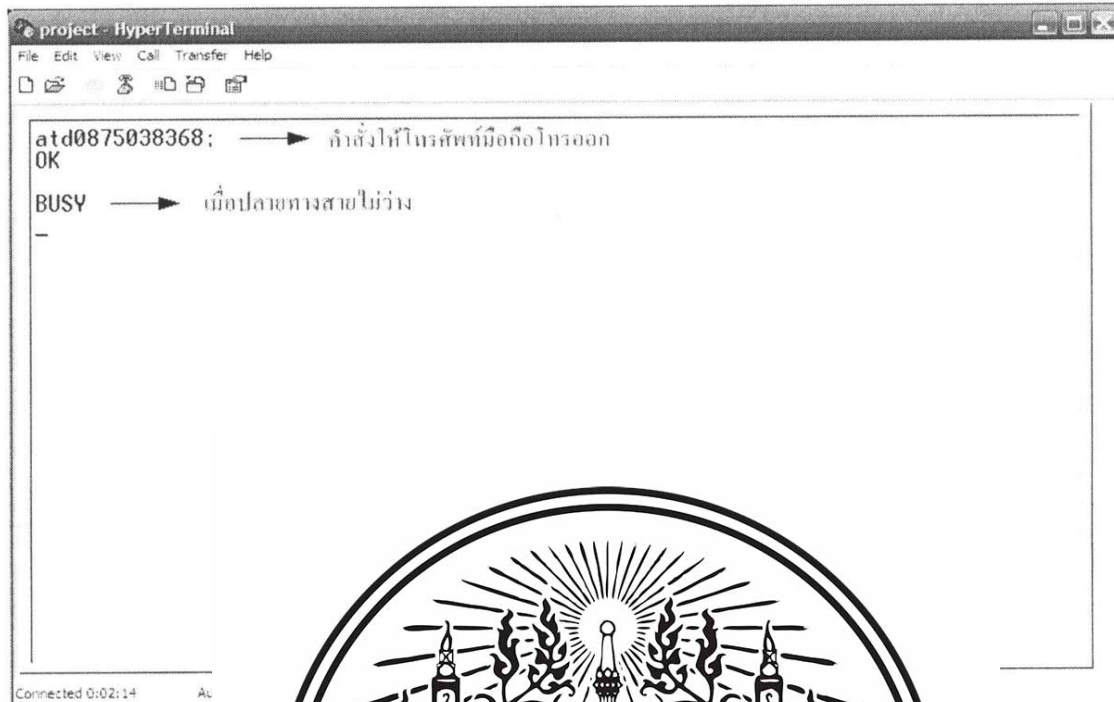
รูป

โทรศัพท์

ในการทดสอบ

ในลักษณะ

เดียวกับการตรวจจับสัญญาณเรียกเข้า โดยสัญญาณที่ไม่โครคอนโทรลเลอร์จะได้จากโทรศัพท์มือถือจะเป็นคำว่า “BUSY” ดังแสดงในรูปที่ 3.4



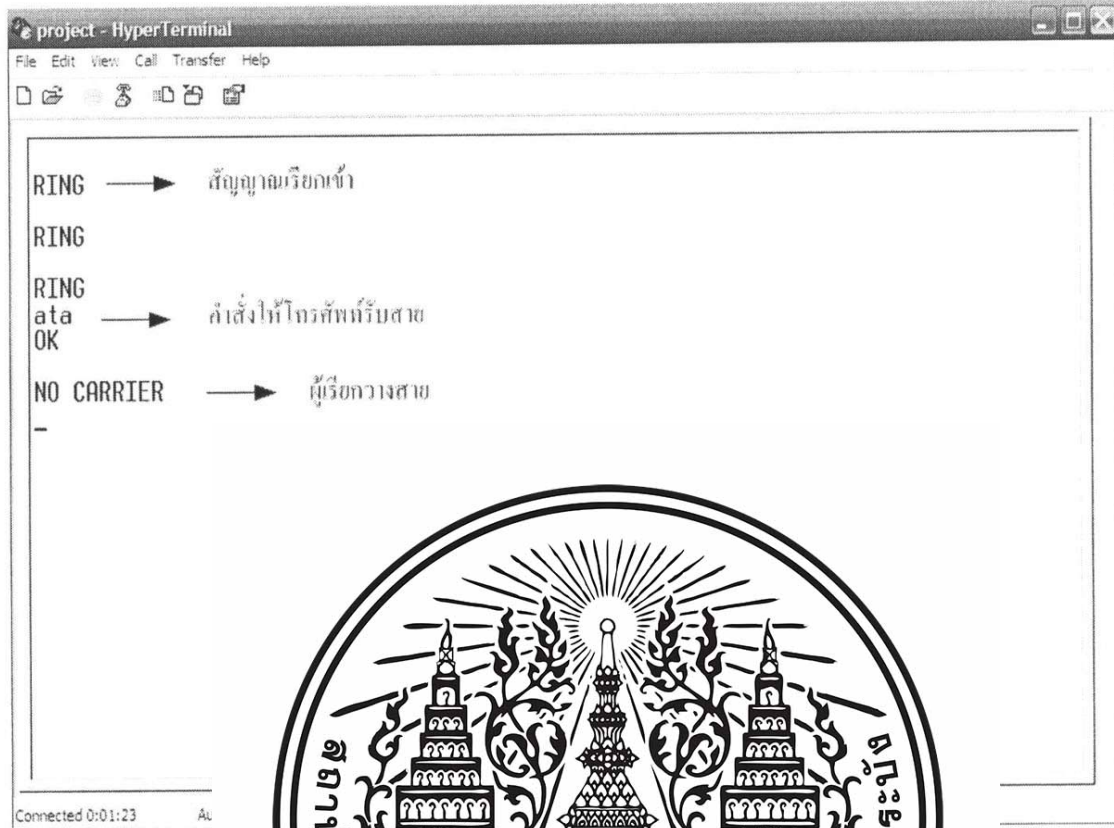
รูปที่ 3.4 แสดง

และเมื่อเครื่องโทร
ไม่โครคอนโทรล



ไม่ว่าง

'ออกมาให้

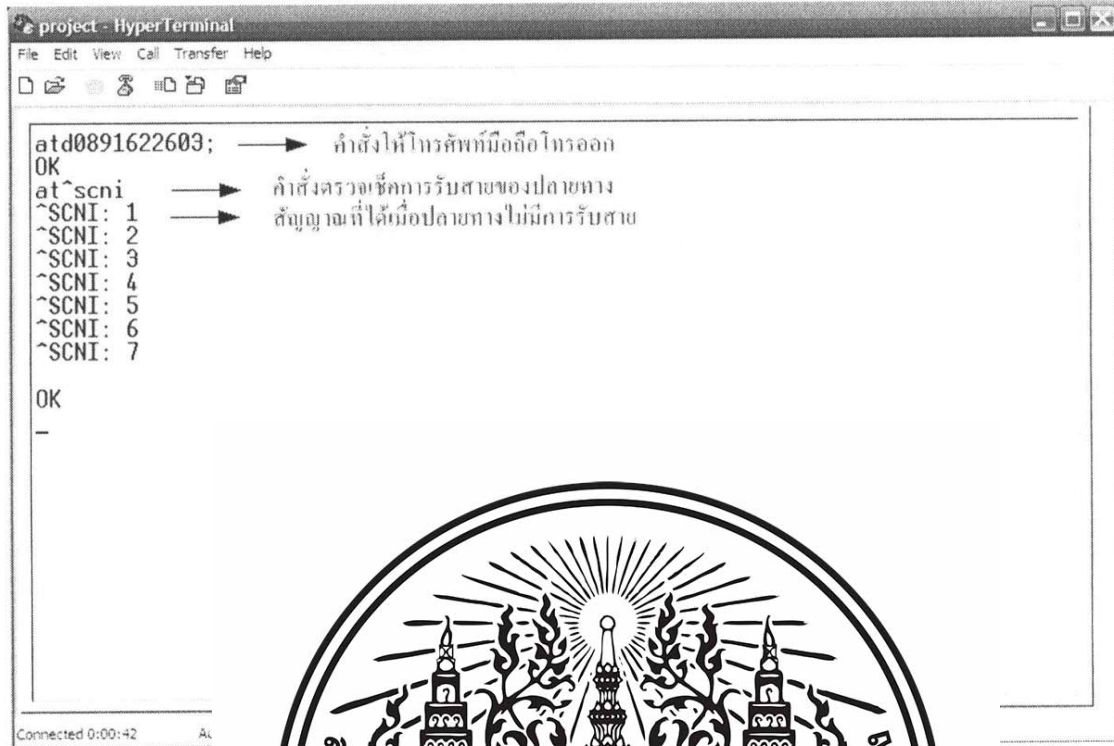


รูปที่ 3.5

ในส
่งรหัสคำสั่ง AT
จากขา Rx ของโมเด็มที่ต่อสายกับคอมพิวเตอร์

สายมีการ

จะทำการ
ณที่อ่านได้



รูปที่ 3.6 |

และเมื่อปลายทาง



าง ในกรณี



```

project - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
atd0891622603;  → คำสั่งให้โทรศัพท์มือถือโทรออก
OK
at^scni          → คำสั่งตรวจเช็คการรับสายของปลายทาง
^SCNI: 1,1,0891622603,129 → สัญญาณที่ได้รับเมื่อปลายทางมีกรับสาย
^SCNI: 2
^SCNI: 3
^SCNI: 4
^SCNI: 5
^SCNI: 6
^SCNI: 7
OK
-
Connected 0:02:31 Au

```

รูปที่ 3.71

3.4 ส่วนควบคุมการ
ในส่วนนี้
Command ซึ่งแสดง
ออกไปยังโทรศัพท์

ด้วยอัตราเร็ว 19,200 บิต/วินาที โดยจะต้องส่งรหัส 0x0D ซึ่งเป็นรหัสแอสกีของปุ่ม Enter บนคีย์บอร์ดตามหลังคำสั่งออกไปทุกครั้งเพื่อให้เหมือนกับเป็นการกดปุ่ม Enter เพื่อส่งคำสั่ง เช่น ATD0891622603; 0x0D เป็นคำสั่งที่ให้โทรศัพท์มือถือโทรออกไปที่เบอร์ 0891622603; โดยอัตโนมัติ โดยจะต้องส่งรหัส 0x0D ออกไปด้วย โดยจากรูปที่ 3.4 เป็นการใช้ Hyper Terminal เพื่อทดสอบการส่งรหัสคำสั่ง “ ATD0891622603; ” เพื่อให้โทรศัพท์โทรออกไปยังเบอร์ที่ตั้งไว้และจากรูปที่ 3.5 เป็นการใช้ Hyper Terminal เพื่อทดสอบการส่งรหัสคำสั่ง “ATA” เพื่อให้โทรศัพท์รับสายเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า



ง ในกรณี

ยกว่า AT-
คำสั่งต่างๆ
ในเบอร์กรม

3.5 วงจร MT 8870 (ส่วนแปลงสัญญาณ DTMF เป็นรหัส BCD 8421)

วงจรนี้จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล โดยจะนำสัญญาณมาจากขั้วไฟของโทรศัพท์มือถือ ซึ่ง ไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต คือ Q1 – Q4 โดยจะทำการกรองสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มคือความถี่สูง และความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่ และความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน

ถูกต้อง เมื่อได้:

ไมโครคอนโทรลเลอร์

ว่าความถี่นั้น

อินพุตของ

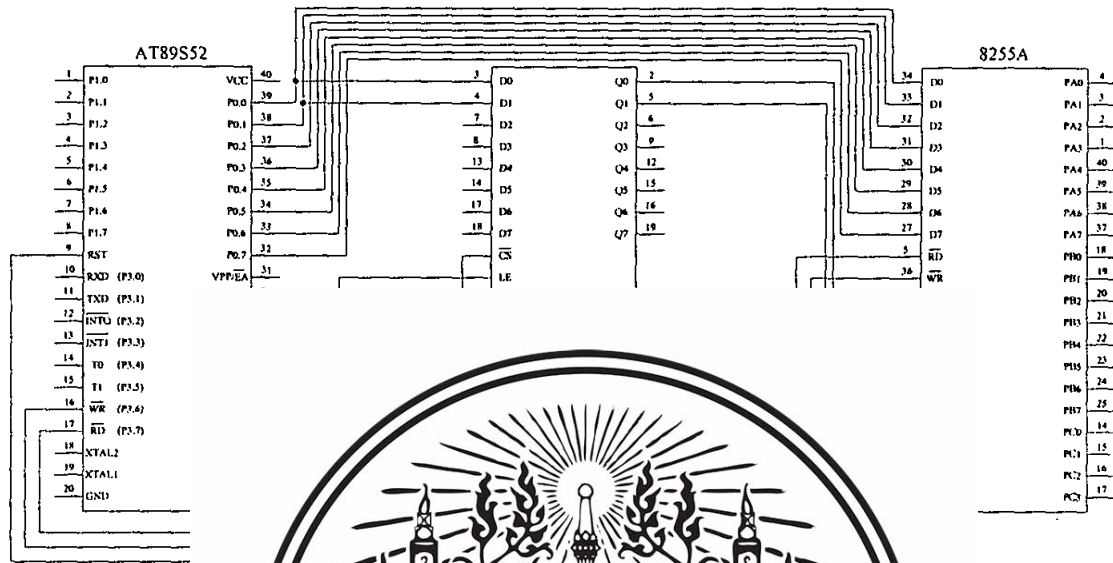


รูปที่ 3.8 แสดงวงจรการเชื่อมต่อระหว่าง MT 8870 กับ AT89S52 และ Siemens C45

3.6 วงจรขยายพอร์ตอินพุตเอาต์พุตโดยใช้ IC 8255

จากรูปที่ 3.9 เป็นวงจรการเชื่อมต่อกันระหว่าง AT89C51RD2 กับ 8255 ซึ่งในโครงการนี้จะใช้งาน 8255 ในโหมด 0 เท่านั้น คือเป็นโหมดอินพุตหรือเอาต์พุตอย่างใดอย่างหนึ่งทั้ง 3 พอร์ต

คือ A, B และ C โดยจะทำการส่งรหัสควบคุม 0X82 ให้กับ Control Port เพื่อเซทโหมดการทำงานให้ 8255 ทำงานโหมด 0 โดยพอร์ต A และ C เป็นเอาต์พุต ส่วนพอร์ต B เป็นอินพุต



3.7 วงจร Matri

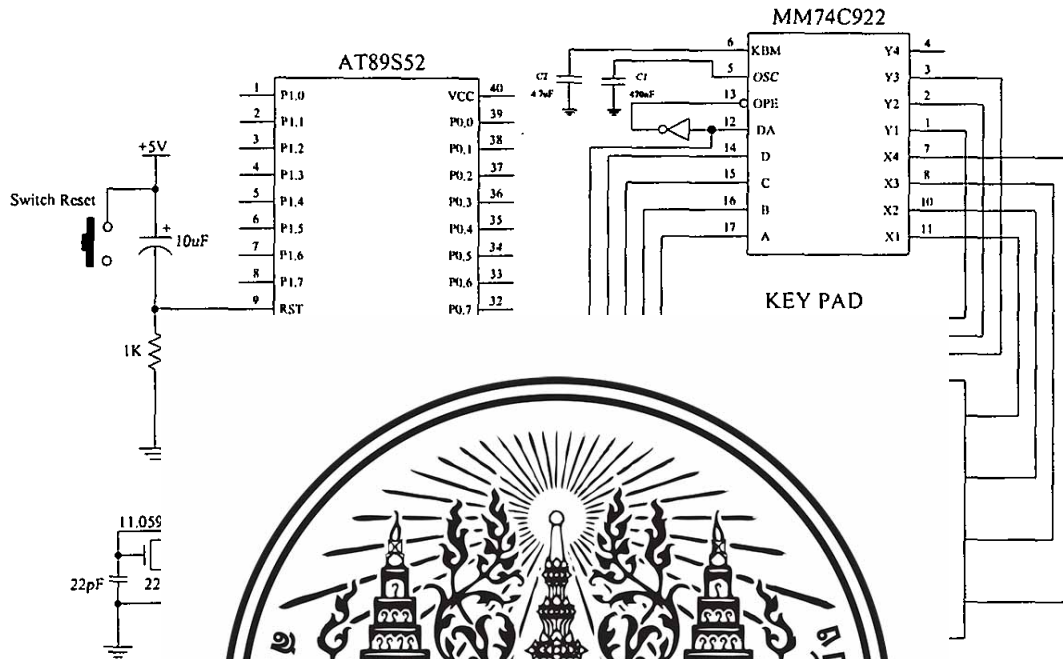
การใช้พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการใช้พอร์ตมงาน แต่ปัญหาค

สวิตซ์เข้าไปพอร์ตของมากขึ้นก็ต้องให้การใช้ตรรกซ์ โดยมี

การต่อวงจรในลักษณะแถว (Row) และหลัก (Column) ซึ่งจะมีจำนวนของสวิตซ์ได้ทั้งหมดเท่ากับจำนวนของแถวคูณด้วยจำนวนของหลักนั่นเอง

การต่อสวิตซ์ในลักษณะของเมตริกซ์นั้นจะทำให้ประหยัดการใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ลงไปได้มาก แต่ในโครงการชิ้นนี้จะมีการนำไอซีเบอร์ MM74C922 เข้ามาควบคุมกับเมตริกซ์สวิตซ์เพื่อให้ประหยัดพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ลงไปได้มากขึ้น โดยปกติถ้าเป็นเมตริกซ์สวิตซ์ขนาด 4x3 จะต้องใช้พอร์ต 7 ขา แต่ถ้านำไอซีเบอร์ MM74C922 เข้ามาต่อรวมด้วยจะทำให้เราใช้พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 5 ขา คือขา A, B, C, D และขา DA โดยขา A, B, C, D จะแสดงรหัส BCD 8421 ออกมาจากการถอดรหัสการกดเมตริกซ์สวิตซ์ของ

ไอซีเบอร์ MM74C922 โดยจะสามารถใช้กับสวิตช์ได้ 2⁴ สวิตช์ คือเมตริกซ์สวิตช์ 4x4 ส่วนขา DA จะเป็นตัวบอกว่าการกดสวิตช์เกิดขึ้น



รูปที่



3.8 วงจร ISD 400

สำหรับก

- 1) Record Mode
- 2) Playback Mode

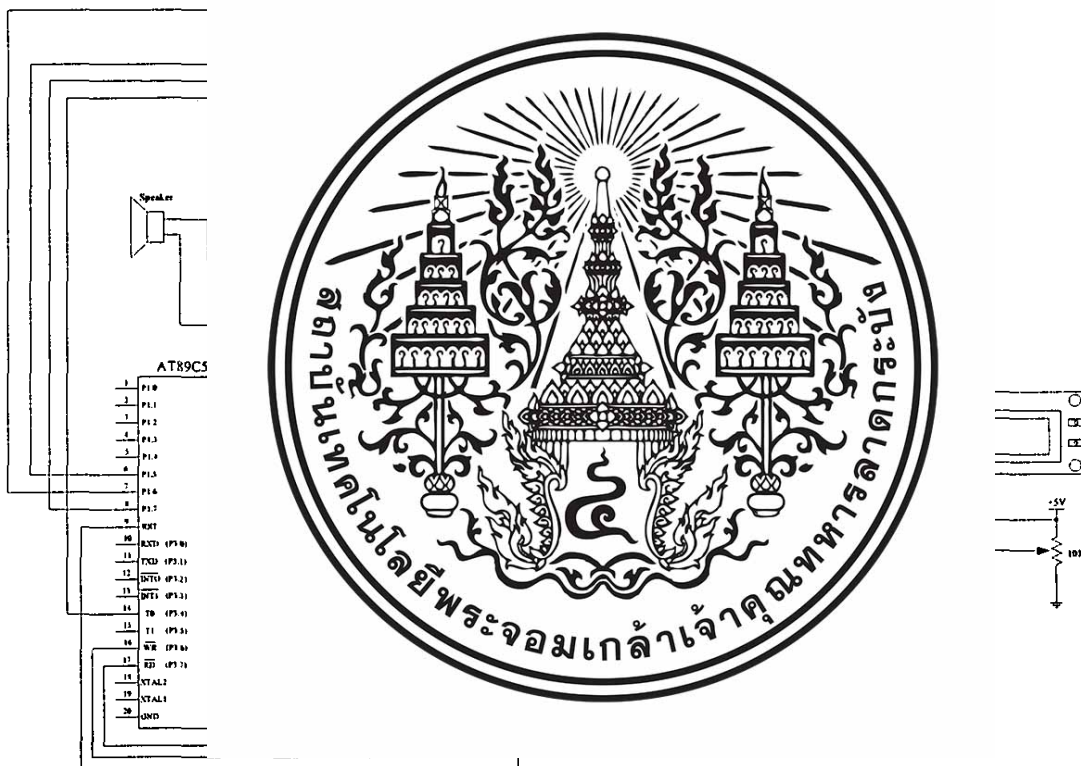
สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานของวงจรของวงจรถัดไป

การส่งรหัสคำสั่งเข้าไปยัง ISD 4003 นั้นสามารถทำได้โดยการส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยเริ่มแรกจะให้ขา SS เป็น Low ก่อน แล้วจึงส่งรหัสในการควบคุมตามตารางที่ 2.4 โดยจะส่งข้อมูลเข้าไปยังขา MOSI ทีละ 1 บิต และจะต้องมีสัญญาณ clock 1 ลูกเข้าไปกับการส่งข้อมูลในแต่ละบิตด้วย โดยจะส่งสัญญาณ clock เข้าไปที่ขา SCLK โดยจะทำการแบบนี้ 16 รอบ เพราะรหัสคำสั่งมี 16 บิต ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวส่งรหัสคำสั่ง

1) Record Mode ขั้นตอนในการบันทึกเสียงนั้นจะทำได้โดยการส่งรหัสคำสั่ง POWER UP (0x2000) เข้าไปยังขา MOSI ก่อนเพื่อเป็นการเปิดการทำงานของ ISD 4003 แล้วจึงใส่รหัสคำสั่ง SETREC (0xAxxx) เข้าไปเพื่อเลือกตำแหน่ง Address ที่จะบันทึกเสียงเสร็จแล้วทำการส่งรหัส

คำสั่ง REC (0xB000) เข้าไปเพื่อทำการบันทึกเสียงและถ้าต้องการหยุดบันทึกเสียงก็จะส่งรหัสคำสั่ง STOP (0x3000) เข้าไป

2) Playback Mode ขั้นตอนในการเล่นข้อความเสียงที่ได้บันทึกไว้ออกมานั้นจะมีหลักการเหมือนกับการ RECORD แต่จะต่างกันตรงที่คำสั่ง SETREC จะเปลี่ยนเป็น SETPLAY (0xExxx) และคำสั่ง REC จะเปลี่ยนเป็น PLAY (0xF000) โดย ISD 4003 จะมีการส่งค่าของ Address ที่เล่นอยู่ในปัจจุบันออกมาทางขา MISO ทำให้เรารู้ว่าข้อความที่ต้องการอยู่ใน Address ไหน โดยจะทำการโชว์ค่าของ Address ออกทาง LCD

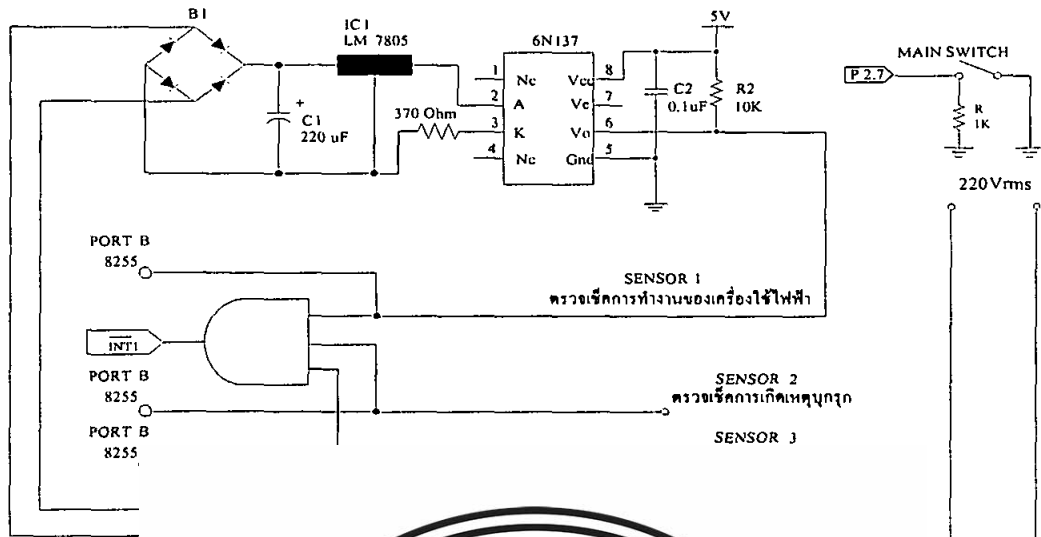


รูปที่ 3.11 แสดงวงจรการเชื่อมต่อระหว่าง ISD 4003, AT89S52 , 8255 และ LCD

3.9 วงจรควบคุม และตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

เป็นส่วนของวงจรควบคุมการเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการของการใช้สวิตช์ 2 ทาง โดยผู้ใช้สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้โดยตรงและผ่านทางระบบควบคุมทางโทรศัพท์มือถือ

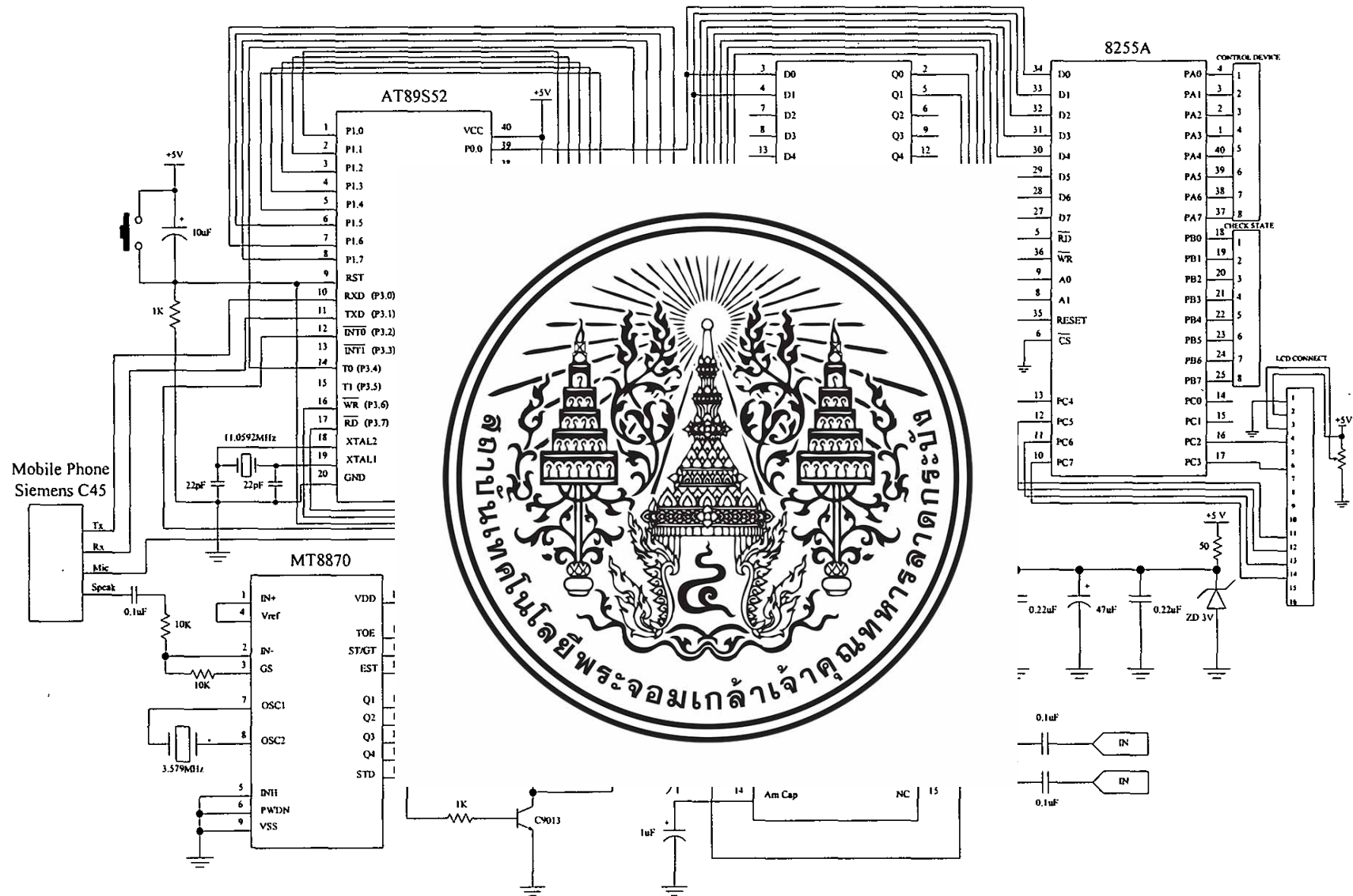
ในส่วนของการตรวจสอบสถานะนั้นจะอาศัยหลักการที่กล่าวว่าเมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเปิดขึ้นจะมีกระแสไหลตามมาด้วย โดยกระแสจะไหลผ่านตัวต้านทาน R check ที่ต่ออนุกรมไว้เพื่อนำ



PORT A
8255

รูปที่





รูปที่ 3.14 แสดงวงจรรวมของระบบควบคุมและแจ้งเตือนภัยผ่าน โทรศัพท์มือถืออัตโนมัติ

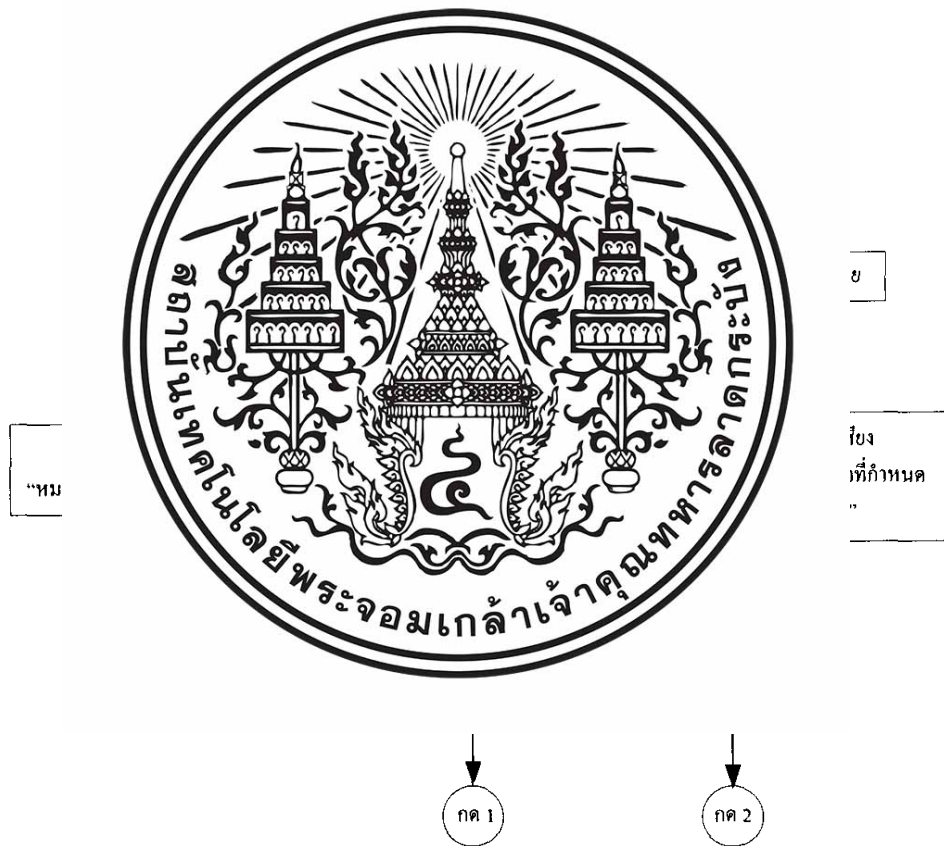
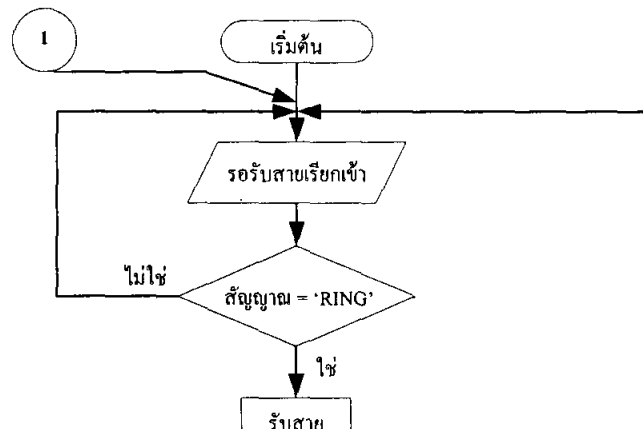
3.11 โฟลว์ชาร์ตการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำงานของระบบโดยรวมของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ดังนี้คือ เมื่อมีสัญญาณเข้ามาซึ่งโทรศัพท์มือถือ หน่วยประมวลผล จะทำการตรวจสอบว่าเป็นสัญญาณชนิดใด ถ้าเป็นสัญญาณเรียกเข้า โทรศัพท์มือถือจะส่งคำว่า RING ออกมาให้กับหน่วยประมวลผล หน่วยประมวลผลจะสั่งให้โทรศัพท์มือถือรับสายโดยอัตโนมัติ และจะสั่งให้วงจร ISD4003 ทำงาน โดยจะส่งสัญญาณเสียงตอบรับใน Address ที่กำหนดออกไปยังขาไมค์โครโฟนของโทรศัพท์มือถือ เพื่ออธิบายเงื่อนไขในการทำงานของระบบ และเมื่อมีการส่งรหัส DTMF เข้ามา วงจร MT8870 ก็จะนำสัญญาณเสียง DTMF จากขาลำโพงของโทรศัพท์มือถือเพื่อถอดรหัส DTMF เป็น BCD 8421 และส่งรหัสดังกล่าวไปให้:

ระบบ แต่ถ้าผู้ใ
รูปที่ 3.15

คำสั่งใดของ
อัตโนมัติ ตาม

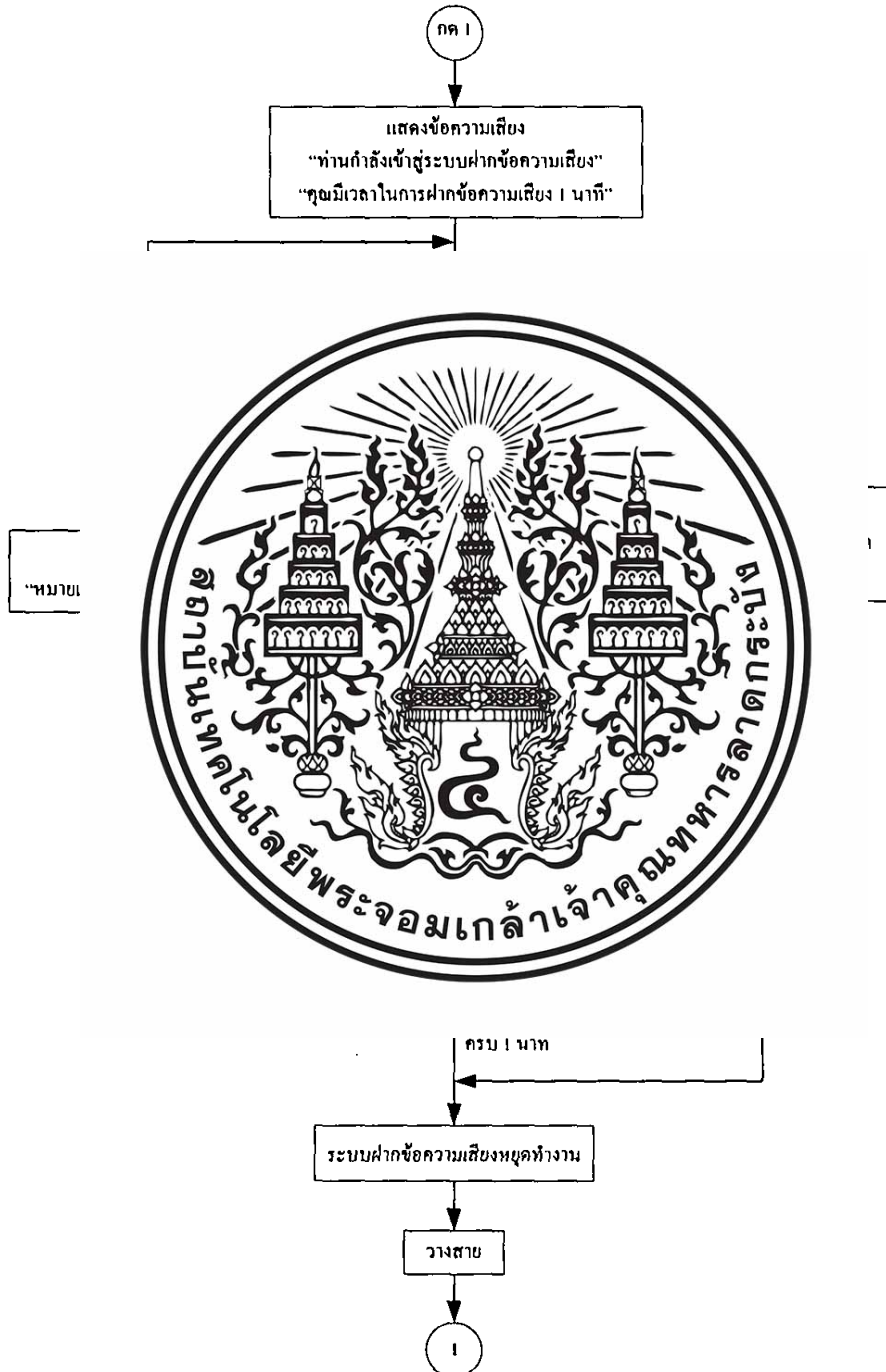




รูปที่ 3.15 แสดงการทำงานโดยรวมของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.16 แสดงรายการย่อยของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อกค 1 เพื่อเข้าสู่ระบบฝากข้อความเสียง (Record Mode) เมื่อมีการกค 1 ซึ่งตรงกับคำสั่งในการฝากข้อความเสียงหน่วยประมวลผลก็จะสั่งให้วงจร ISD4003 ทำงาน โดยจะแสดงข้อความเสียงตอบรับเพื่อเข้าสู่ระบบฝาก

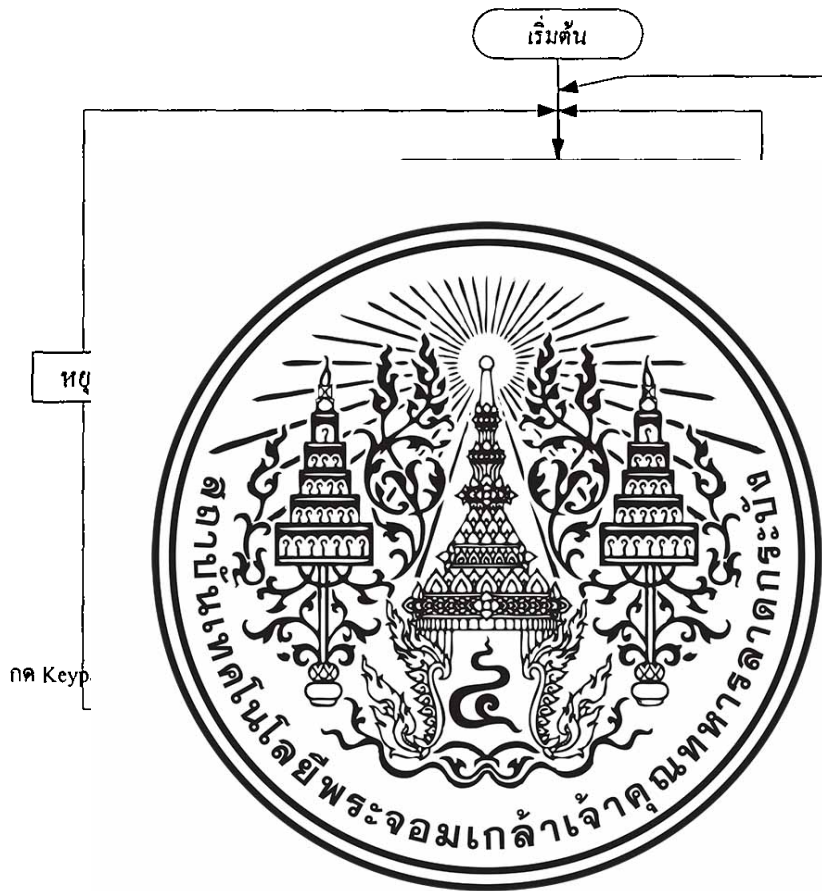
ข้อความเสียง และอธิบายเงื่อนไขในการฝากข้อความเสียง โดยจะมีเวลาในการฝากข้อความเสียงลงบน ISD 4003 เป็นเวลา 1 นาที เมื่อครบ 1 นาที หรือผู้ใช้กดปุ่มใดๆก่อนเวลา ระบบจะทำการวางสายเพื่อรอสายเรียกเข้าครั้งต่อไป



รูปที่ 3.16 แสดงรายการย่อยของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อกด 1 เพื่อเข้าสู่ระบบฝาก

ข้อความเสียง (Record Mode)

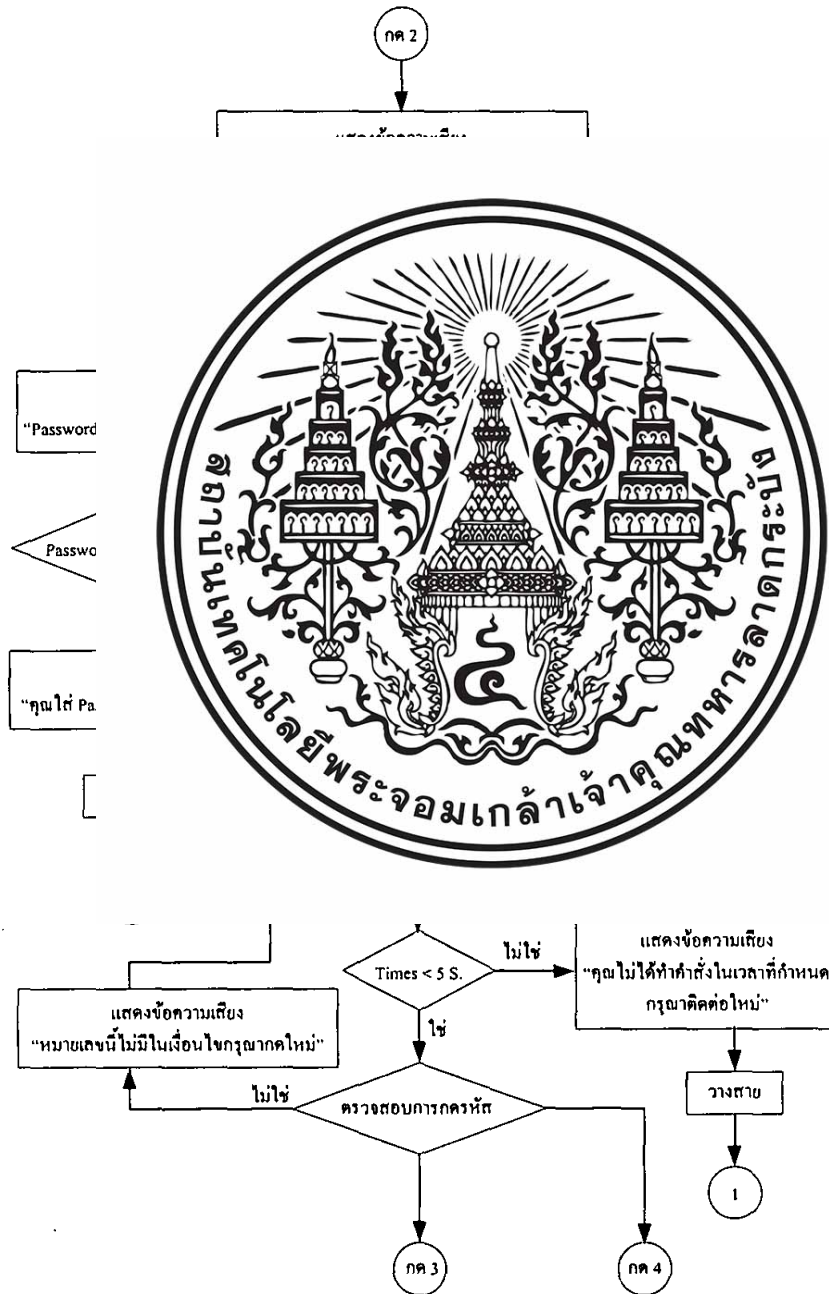
จากรูปที่ 3.17 แสดงการทำงานของส่วน Playback Mode เมื่อมีการเปิดข้อความเสียงที่ได้บันทึกไว้ออกมา โดยการกด Keypad หมายเลข 1 ค้างไว้ 2 วินาที วงจร ISD4003 ก็จะทำการเล่นเสียงที่บันทึกไว้ออกมาทางลำโพงจนกว่าจะเล่นข้อความจนหมดหรือมีการสั่งให้หยุดคือมีการกด Keypad ปุ่มใดๆ อีกครั้ง ระบบก็จะหยุดเล่นข้อความเสียงแล้วกลับไปรอการทำงานครั้งต่อไป



รูปที่ 3.17 แสดงการทำงานของส่วน Playback Mode

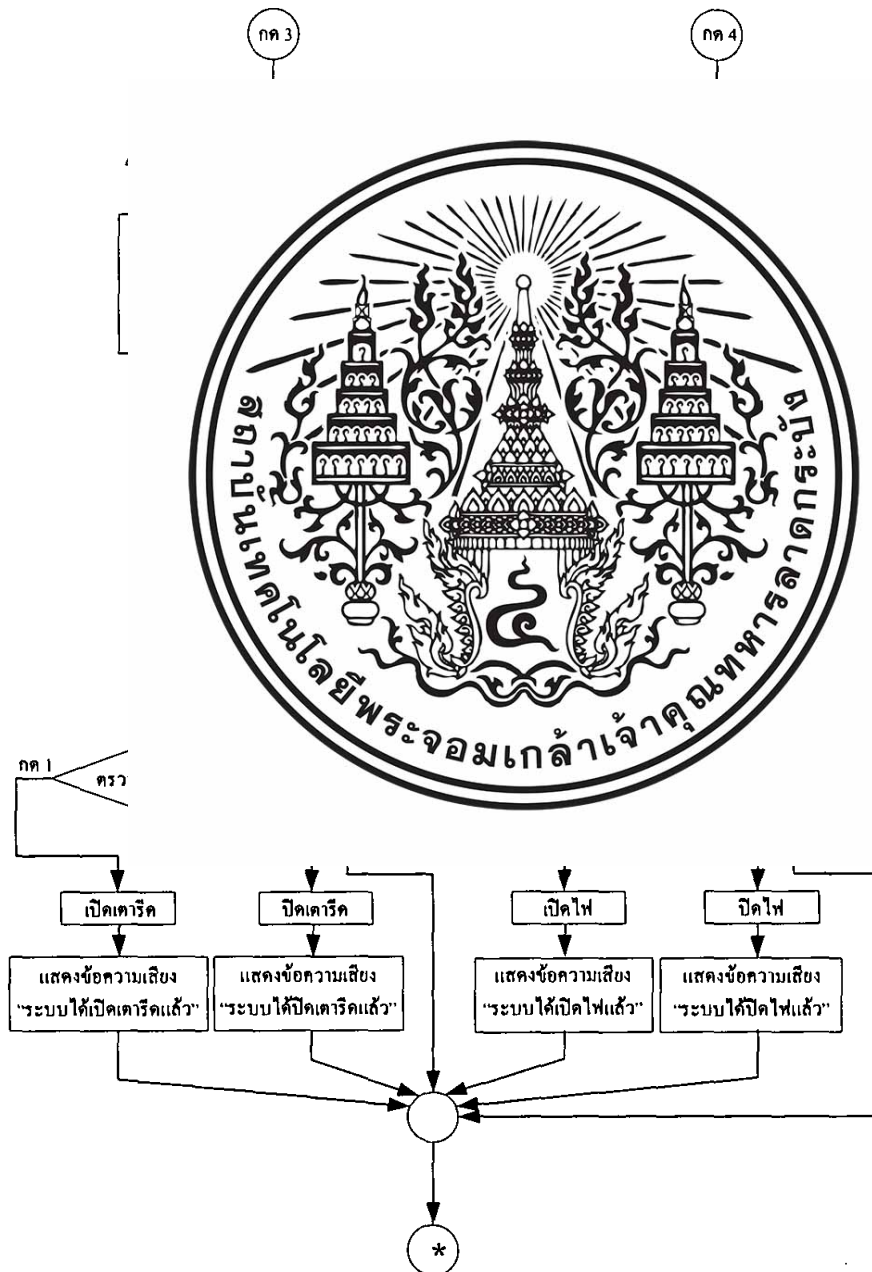
จากรูปที่ 3.18 แสดงการทำงานของส่วนเปลี่ยน Password และเบอร์โทรศัพท์เพื่อแจ้งเตือนภัย เมื่อมีการกด Keypad '#' ค้างไว้ 2 วินาที ระบบก็จะเข้าสู่ส่วนของการเปลี่ยน Password และเบอร์โทรศัพท์เพื่อแจ้งเตือนภัย โดยถ้าต้องการเปลี่ยน Password จะให้ใส่ Password ได้ 4 ตัว ส่วนถ้าผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนหมายเลขโทรศัพท์ระบบก็จะให้เลือกว่าต้องการที่จะเปลี่ยนเบอร์โทรศัพท์เพื่อแจ้งเตือนภัยเมื่อมีเหตุฉุกเฉิน หรือเกิดอัคคีภัย โดยเมื่อผู้ใช้ใส่เบอร์โทรศัพท์ครบแล้วให้กดปุ่ม '*' ตามหลังก็เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการเปลี่ยนเบอร์โทรศัพท์

จากรูป 3.19 เมื่อผู้เรียกสายมีการกด 2 ซึ่งตรงกับคำสั่งในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบ จะทำการถาม Password ก่อนจะเข้าสู่การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อป้องกันผู้ก่อกวน โดยผู้ใช้ สามารถใส่ Password ผิดได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ถ้าผู้ใช้ใส่ Password ผิดต้องระบบก็จะอนุญาตให้ผู้ใช้เข้าสู่ การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยวงจร ISD4003 จะทำหน้าที่อธิบายเงื่อนไขในการควบคุมอุปกรณ์ ไฟฟ้า

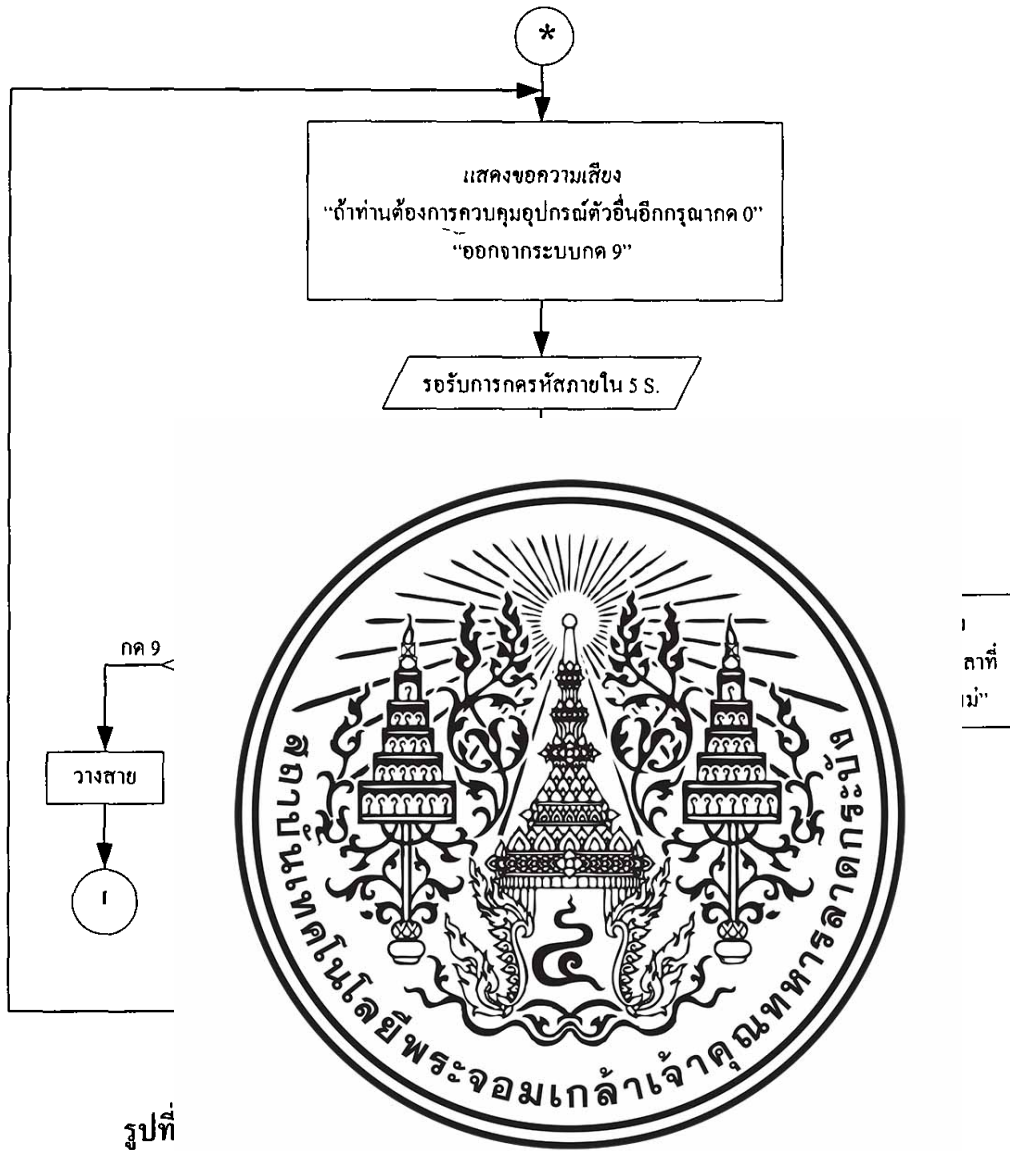


รูปที่ 3.19 แสดงการทำงานย่อยเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อกด 2

จากรูป 3.20 เมื่อผู้ใช้งานมีการกดหมายเลข 3 เพื่อควบคุมเตาโรค หรือ 4 เพื่อควบคุมหลอดไฟ ระบบจะทำการตรวจเช็คสถานะการทำงานของอุปกรณ์ตัวที่ถูกเลือกกว่าเปิดหรือปิดอยู่ในขณะนั้น โดยถ้ามีการเลือกที่จะเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวใดตัวหนึ่ง หน่วยประมวลผลก็จะส่งสัญญาณเพื่อไปทริก วงจรจับ RELAY เพื่อควบคุมอุปกรณ์ตามที่ต้องการและจะมีการแจ้งสถานะการทำงานของอุปกรณ์ ไฟฟ้าหลังการควบคุม โดยอุปกรณ์แต่ละตัวนั้นจะสามารถควบคุมการเปิด/ปิด ได้ 2 วิธีคือ ใช้ Manual Switch หรือ โทรศัพท์เข้ามาสั่งการ



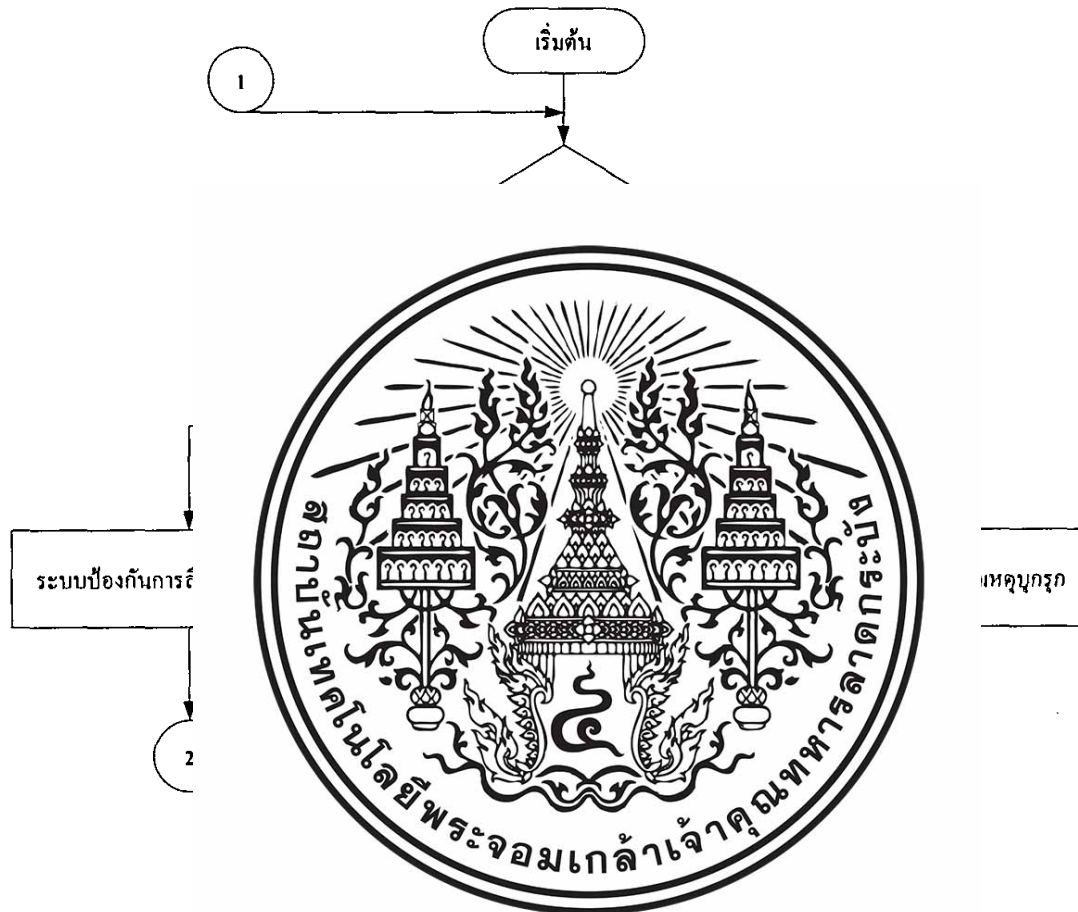
รูปที่ 3.20 แสดงการทำงานย่อยเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อกด 3, 4



รูปที่

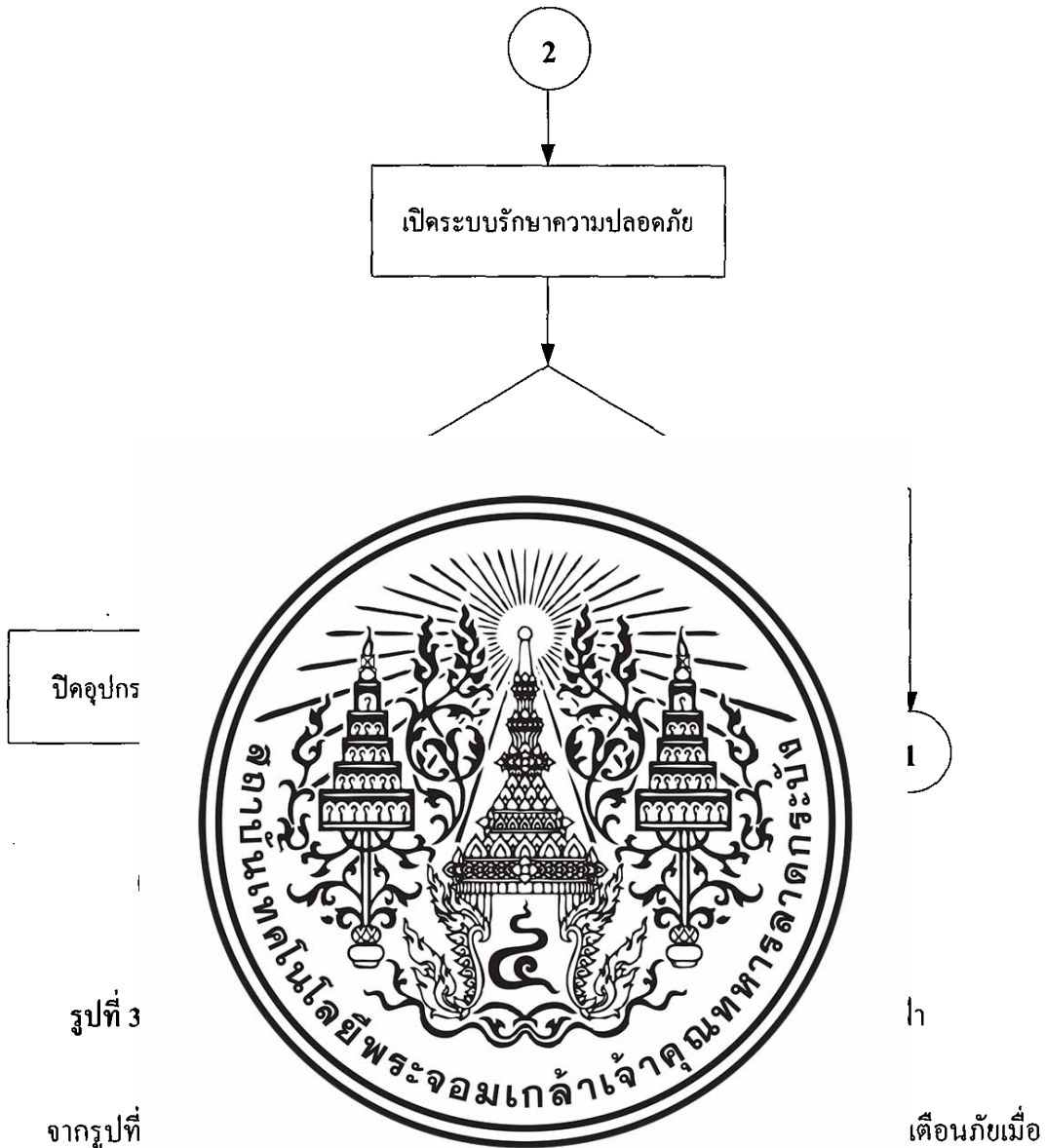
3.12 โหมตการรักษาความปลอดภัย

จากรูปที่ 3.21 เมื่อมีสัญญาณลอจิก '0' เข้ามาที่ขา INT1 ของ AT89S52 ก็จะเข้าระบบรักษาความปลอดภัยโดยระบบรักษาความปลอดภัยจะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้า ส่วนแจ้งเตือนเมื่อเกิดอัคคีภัย และส่วนแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุบุกรุก



รูปที่ 3.21 แสดงการทำงานโดยรวมของระบบรักษาความปลอดภัย

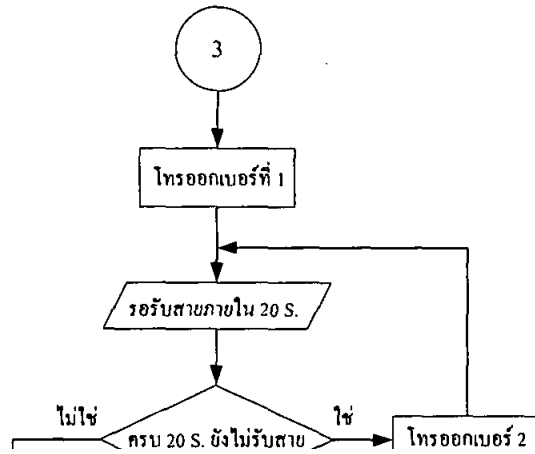
จากรูปที่ 3.22 เมื่อผู้ใช้ทำการปิด Main Switch เพื่อเปิดระบบรักษาความปลอดภัย ระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวใดเปิดอยู่บ้าง ซึ่งระบบจะถือว่าเป็นการลัดวงจรไฟฟ้า ระบบจะทำการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยอัตโนมัติทันที



จากรูปที่
เกิดเหตุบุกรุกนั้น

เตือนภัยเมื่อ
Sensor ตรวจ

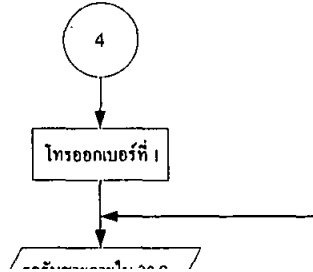
พบว่าเกิดเหตุบุกรุกขึ้น ระบบก็จะทำการโทรออกไปยังเบอร์โทรศัพท์ที่ได้ตั้งเอาไว้ล่วงหน้าและระบบจะเช็คว่ามีกรรับสายภายใน 20 วินาที หรือไม่ ถ้าไม่ระบบจะทำการวางสายแล้วโทรออกไปยังเบอร์ที่ 2 ถ้าภายใน 20 วินาทียังไม่มีการรับสายระบบก็จะโทรไปเบอร์ที่ 2 ซ้ำอีกครั้ง เมื่อมีการรับสาย วงจร ISD 4003 ก็จะแจ้งข้อความเสียงให้ผู้รับสายทราบว่ามีการเกิดเหตุบุกรุกขึ้นพร้อมแจ้งที่อยู่ให้ทราบ และผู้รับสายสามารถฟังซ้ำได้โดยการกด '0' โดยระบบจะตรวจสอบว่ามีกรกดหมายเลข '0' เพื่อฟังซ้ำหรือวางสาย โดยถ้ามีการวางสาย ระบบจะหยุดทำงานแล้วกลับไปรอการทำงานใหม่ ระหว่างที่ระบบเสียงตอบรับอัตโนมัติทำงาน ผู้ใช้สามารถกดรหัสก่อนได้เลยโดยไม่ต้องรอให้ระบบเสียงตอบรับพูดข้อความจนจบ เพราะนำสัญญาณ STOBE ที่ได้จากวงจร MT8870 มาทำสัญญาณ INTERRUPT เพื่อตัดเสียงจากระบบตอบรับให้หยุดทำงานแล้วเข้าสู่เมนูถัดไป



รูปที่ 3.24

จากรูปที่ 3.24 เมื่อระบบตรวจสอบพบที่เกิดอัคคีภัยขึ้น โดยในสถานการณ์แจ้งเตือนภัยเมื่อเกิดอัคคีภัยนั้นจะเริ่มโดยเมื่อมีการเปิด Main Switch เพื่อเปิดระบบแจ้งเตือนอัคคีภัย และ Sensor ตรวจสอบที่เกิดอัคคีภัยขึ้น ระบบก็จะทำการโทรออกไปยังเบอร์โทรศัพท์ที่ได้ตั้งเอาไว้ล่วงหน้า และระบบจะเช็คว่ามีกรรับสายภายใน 20 วินาที หรือไม่ ถ้าไม่ระบบจะทำการวางสายแล้วโทรออกไปยังเบอร์ที่ 2 ถ้าภายใน 20 วินาทียังไม่มีการรับสายระบบก็จะโทรไปเบอร์ที่ 2 ซ้ำอีกครั้ง เมื่อมีการรับสาย วงจร ISD 4003 ก็จะแจ้งข้อความให้ผู้รับสายทราบว่ามีกรเกิดอัคคีภัยขึ้นพร้อมแจ้งที่อยู่ให้ทราบ และผู้รับสายสามารถฟังซ้ำได้โดยการกด '0' โดยระบบจะตรวจสอบว่ามีกรกดหมายเลข '0' เพื่อฟังซ้ำหรือวางสาย โดยถ้ามีการวางสาย ระบบจะหยุดทำงานแล้วกลับไปรอกร

ทำงานใหม่ ระหว่างที่ระบบเสียงตอบรับอัตโนมัติทำงาน ผู้ใช้สามารถกดรหัสก่อนได้เลยโดยไม่ต้องรอให้ระบบเสียงตอบรับพูดข้อความจนจบ เพราะนำสัญญาณ STOBE ที่ได้จากวงจร MT8870 มาทำสัญญาณ INTERRUPT เพื่อตัดเสียงจากระบบตอบรับให้หยุดทำงานแล้วเข้าสู่เมนูถัดไป



รูปที่ 3.24 แสดงที่วางใน เครื่องหมายของระบบเชิงเตนเมยเทศชกรเมย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแจ้งเตือนภัยผ่าน โทรศัพท์มือถือโดยอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันต่อไปนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS 51) สามารถทำการตรวจจับสัญญาณเรียกเข้าจากโทรศัพท์มือถือ ซึ่งจะส่งรหัสแอสกีของคำว่า “RING” ออกมา และตรวจจับการวางสายของโทรศัพท์ปลายทางซึ่งจะส่งรหัสแอสกีของคำว่า “NO CARREAR” ออกมาจากโทรศัพท์มือถือและสามารถสั่งการโทรศัพท์มือถือให้โทรคลก วางสาย และรับสายโดยใช้ AT COMMAND ได้

2. เมื่อมีการกด

โทรศัพท์มือถือ

โทรศัพท์มือถือให้

ต่อได้อย่างถูกต้อง

ด้วยสัญญาณความ

3. ไมโครคอนโทร

สามารถนำรหัส E

ปลายทางกดปุ่ม

4. วงจรตรวจเช็ค

ไฟฟ้าได้ว่าเปิดหรือ

ของอุปกรณ์จะเป็น

ของอุปกรณ์จะเป็น

5. เมื่อ Sensor

โทรศัพท์มือถือโทรออกไปยังเบอร์โทรศัพท์ที่ได้ตั้งไว้และสามารถตรวจสอบการรับสายของโทรศัพท์ปลายทางได้โดยการส่งรหัส AT^SCNI ให้กับโทรศัพท์มือถือ

6. เมื่อมีการเปิด Main Switch เพื่อเปิดระบบรักษาความปลอดภัยระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเปิดอยู่บ้างซึ่งถ้าตรวจพบระบบจะถือว่าเป็นการลืมนปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและจะทำการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ

7. วงจรส่วนควบคุมเสียงสามารถแสดงข้อความเสียงตามลำดับการทำงานและสามารถทำการบันทึกข้อความเสียงเมื่อผู้ใช้ต้องการฝากข้อความเสียงถึงเจ้าของบ้าน และเจ้าของบ้านยังสามารถทำการเปิดฟังข้อความเสียงที่ฝากไว้ได้อีกด้วยโดยการกดปุ่มหมายเลข 2 บนคีย์สวิตช์



TMF มาซึ่ง

ถ้าโพรงของ

ประมวลผล

ประกอบไป

เป็นต้น

870 ได้และ

องอุปกรณ์

การทำงาน

การทำงาน

การสั่งให้

8. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS 51) สามารถส่งสัญญาณไปทรานซิสเตอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตามเงื่อนไข และผู้ใช้สามารถเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เองโดยใช้ Manual Switch ซึ่งจะใช้หลักการของสวิตช์ 2 ทาง
9. วงจรขยายพอร์ตที่ใช้ IC 8255 สามารถขยายพอร์ตอินพุตเอาต์พุตได้คือ PORT A และ C เป็นเอาต์พุต และ PORT B เป็นอินพุต โดยการป้อนรหัสควบคุมให้กับ Control Port เป็น 0x82
10. ผู้ใช้สามารถเปลี่ยน Password และ เบอร์โทรศัพท์ที่ใช้แจ้งเตือนภัยได้ตามต้องการโดยใช้ Matrix Switch ตามขั้นตอนที่แสดงบนหน้าจอ LCD
11. ในกรณีที่ผู้ใช้ขอย้ายที่บ้านแล้วไม่ได้เปิด Main Switch เพื่อเปิดระบบไว้ ถ้าเกิดมีเหตุที่ต้องแจ้งเตือนภัยขึ้นระบบ
เพื่อเตือนแทน

ห้รอดังขึ้น



บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแจ้งเตือนภัยผ่านโทรศัพท์มือถือโดยอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามคำสั่งที่ตั้งไว้แต่ยังมีบางส่วนที่มีเกิดปัญหา ซึ่งปัญหาที่พบได้แก่

1. วจร ISD4003 เวลาเล่นข้อความเสียงออกมานั้นจะมีสัญญาณรบกวนออกมาด้วยทำให้เสียงที่ได้ไม่ชัดเจนจึงต้องนำตัวเก็บประจุมาต่อคร่อมที่ขาสัญญาณเอาท์พุท เพื่อกรองสัญญาณรบกวนลง กราวด์ ทำให้สัญญาณเสียงดีขึ้นในระดับหนึ่ง
2. ในส่วนแสดงข้อความเสียงคดบงรับ เกิดเสียงในวจร ISD4002 ทำงานบางครั้งเสียงที่อัดไว้จะขาดๆหายๆไป ซึ่ง
3. ในการนำระบบเพียงพอดต่อจำนวน
4. วจร MT8870 ผิดพลาดขึ้น
5. ระบบนี้ยังใช้โทรศัพท์ และ Pas ระบบจึงควรใช้ไฟ



ขึ้นเพื่อให้

รมเกิดการ

ทำให้เบอร์
ที่ไฟดับได้

หนังสืออ้างอิง

1. ปราโมทย์ พัฒนพันธ์ชัย และ ปวิรินทร์ พิภูมแก้ว, “เครื่องจัดลำดับอัตโนมัติ”, ปรียญานิพนธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2542
2. นพคุณ บุญปิ่น และ สิทธิศักดิ์ เตชะเมธีกุล, “การพัฒนาเครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์อัตโนมัติ”, ปรียญานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544
3. Available from: <http://www.elecnet.chandra.ac.th/learn/tipntrick/sourcecode/Frame-3a.html>
4. Available from: ht
5. Available from: [ht](#)







Single-Channel: 6N137, HCPL-2601, HCPL-2611 Dual-Channel: HCPL-2630, HCPL-2631 High Speed-10 MBit/s Logic Gate Optocouplers

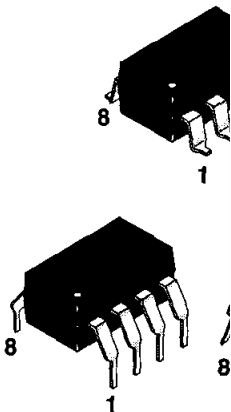
Features

- Very high speed-10 MBit/s
- Superior CMR-10 kV/μs
- Double working voltage-480V
- Fan-out of 8 over -40°C to +85°C
- Logic gate output
- Storable output
- Wired OR-open collector
- U.L. recognized (File

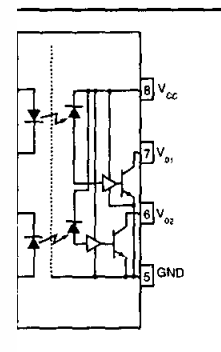
Applications

- Ground loop eliminator
- LSTTL to TTL, LSTTL c
- Line receiver, data trans
- Data multiplexing
- Switching power supplie
- Pulse transformer repla
- Computer-peripheral in

Package



6N137
HCPL-2601
HCPL-2611



HCPL-2630
HCPL-2631

Description

The 6N137, HCPL-2601/2611 single-channel and HCPL-2630/2631 dual-channel optocouplers consist of a 850 nm AlGaAs LED, optically coupled to a very high speed integrated photo-detector logic gate with a storable output. This output features an open collector, thereby permitting wired OR outputs. The coupled parameters are guaranteed over the temperature range of -40°C to +85°C. A maximum input signal of 5 mA will provide a minimum output sink current of 13mA (fan out of 8).

or common mode rejection and HCPL-2631 has a minimum L-2611 has a minimum

Truth Table (Positive Logic)

Input	Enable	Output
H	H	L
L	H	H
H	L	H
L	L	H
H	NC	L
L	NC	H

A 0.1μF bypass capacitor must be connected between pins 8 and 5. (See note 1)

Single-Channel: 6N137, HCPL-2601, HCPL-2611 Dual-Channel: HCPL-2630, HCPL-2631 High Speed-10 MBit/s Logic Gate Optocouplers

Absolute Maximum Ratings ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Value	Units	
Storage Temperature	T_{STG}	-55 to +125	$^\circ\text{C}$	
Operating Temperature	T_{OPR}	-40 to +85	$^\circ\text{C}$	
Lead Solder Temperature	T_{SOL}	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$	
EMITTER				
DC/Average Forward Input Current	Single Channel Dual Channel (Each Channel)	I_F	50 30	mA
Enable Input Voltage Not to exceed V_{CC} by more than 500 mV	Single Channel	V_E	5.5	V
Reverse Input Voltage	Each Channel	V_R	5.0	V
Power Dissipation	Single Channel Dual Channel (Each Channel)	P_I	100 45	mW
DETECTOR				
Supply Voltage	V_{CC}	7.0	V	
Output Current		50	mA	
Output Voltage		50		
Collector Output		7.0	V	
Power Dissipation		85	mW	
		60		

Recommended Conditions

Parameter
Input Current, Low Level
Input Current, High Level
Supply Voltage, Output
Enable Voltage, Low Level
Enable Voltage, High Level
Low Level Supply Current
Fan Out (TTL load)

*6.3mA is a guard band
5.0 mA or less.



Units
μA
mA
V
V
V
$^\circ\text{C}$

ant threshold value is

Electrical Characteristics ($T_A = 0$ to 70°C Unless otherwise specified)
Individual Component Characteristics

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ**	Max	Unit
EMITTER						
Input Forward Voltage	($I_F = 10\text{mA}$)	V_F			1.8	V
	$T_A = 25^\circ\text{C}$			1.4	1.75	
Input Reverse Breakdown Voltage	($I_R = 10\mu\text{A}$)	B_{VR}	5.0			V
Input Capacitance	($V_F = 0, f = 1\text{MHz}$)	C_{IN}		60		pF
Input Diode Temperature Coefficient	($I_F = 10\text{mA}$)	$\Delta V_F/\Delta T_A$		-1.4		mV/ $^\circ\text{C}$
DETECTOR						
High Level Supply Current	Single Channel	I_{CCH}		7	10	mA
	Dual Channel			$(V_{CC} = 5.5\text{V}, I_F = 0\text{mA})$	10	
Low Level Supply Current	Single Channel	I_{CCL}		9	13	mA
	Dual Channel			$(V_{CC} = 5.5\text{V}, I_F = 10\text{mA})$	14	
Low Level Enable Current	$(V_{CC} = 5.5\text{V}, V_E = 0.5\text{V})$	I_{EL}		-0.8	-1.6	mA
High Level Enable Current*	$(V_{CC} = 5.5\text{V}, V_E = 0.5\text{V})$	I_{EH}		-0.6	-1.6	mA
High Level Enable Voltage						V
Low Level Enable Voltage					0.8	V

Switching Chara

AC Characteristics

Propagation Delay Time to Output High Level					
Propagation Delay Time to Output Low Level					
Pulse Width Distortion					
Output Rise Time (10-90%)					
Output Rise Time (90-10%)					
Enable Propagation Delay Time to Output High Level					
Enable Propagation Delay Time to Output Low Level					
Common Mode Transient Immunity (at Output High Level)					V/ μs
	HCPL-2601, HCPL-2631	(Fig. 14)	5000	10,000	
	HCPL-2611	$ V_{CM} = 400\text{V}$	10,000	15,000	
Common Mode Transient Immunity (at Output Low Level)					V/ μs
	6N137, HCPL-2630	$(R_L = 350\Omega) (I_F = 7.5\text{mA}, V_{OL}(\text{Max.}) = 0.8\text{V})$		10,000	
	HCPL-2601, HCPL-2631	$(T_A = 25^\circ\text{C})(\text{Note 11})(\text{Fig. 14})$	5000	10,000	
	HCPL-2611($T_A = 25^\circ\text{C}$)	$ V_{CM} = 400\text{V}$	10,000	15,000	



otherwise specified)

Typ**	Max	Unit
45	75	ns
	100	
45	75	ns
	100	
3	35	ns
50		ns
12		ns
20		ns
20		ns
		V/ μs
	10,000	
	10,000	
	10,000	
	10,000	
	10,000	
	10,000	
	15,000	

Transfer Characteristics ($T_A = -40$ to $+85^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified)

DC Characteristics	Test Conditions	Symbol	Min	Typ**	Max	Unit
High Level Output Current	($V_{CC} = 5.5\text{ V}, V_O = 5.5\text{ V}$) ($I_F = 250\ \mu\text{A}, V_E = 2.0\text{ V}$) (Note 2)	I_{OH}			100	μA
Low Level Output Current	($V_{CC} = 5.5\text{ V}, I_F = 5\text{ mA}$) ($V_E = 2.0\text{ V}, I_{CL} = 13\text{ mA}$) (Note 2)	V_{OL}		.35	0.6	V
Input Threshold Current	($V_{CC} = 5.5\text{ V}, V_O = 0.6\text{ V}$, $V_E = 2.0\text{ V}, I_{OL} = 13\text{ mA}$)	I_{FT}		3	5	mA

Isolation Characteristics ($T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)

Characteristics	Test Conditions	Symbol	Min	Typ**	Max	Unit
Input-Output Insulation Leakage Current	(Relative humidity = 45%) ($T_A = 25^\circ\text{C}, t = 5\text{ s}$) ($V_{I-O} = 3000\text{ VDC}$) (Note 12)	I_{I-O}			1.0*	μA
Withstand Insulation Test Voltage	(RH < 50%, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	V_{ISO}	2500			V_{RMS}
Resistance (Input to Outp						Ω
Capacitance (Input to Out						pF

** All Typical at $V_{CC} = 5\text{ V}$,

NOTES

1. The V_{CC} supply to ea tantalum capacitor with GND pins of each devi
2. Each channel.
3. Enable Input - No pull
4. t_{PLH} - Propagation dela level on the LOW to H
5. t_{PHL} - Propagation dela level on the HIGH to L
6. t_r - Rise time is measur
7. t_f - Fall time is measure
8. t_{ELH} - Enable input prop the 1.5 V level on the l
9. t_{EHL} - Enable input prop the 1.5 V level on the l
10. CM_H - The maximum to > 2.0 V). Measured in
11. CM_L - The maximum to $V_{OUT} < 0.8\text{ V}$). Measur
12. Device considered a ti



ther a ceramic or solid to the package V_{CC} and

urrent pulse to the 1.5 V

urrent pulse to the 1.5 V

se.

ie.

ie input voltage pulse to

ie input voltage pulse to

ne high state (i.e., V_{OUT}

ne low output state (i.e.,

f together.

Fig.1 Low Level Output Voltage vs. Ambient Temperature

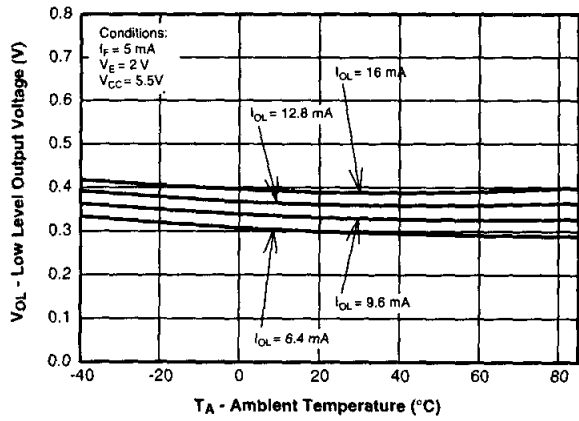


Fig. 2 Input Diode Forward Voltage vs. Forward Current

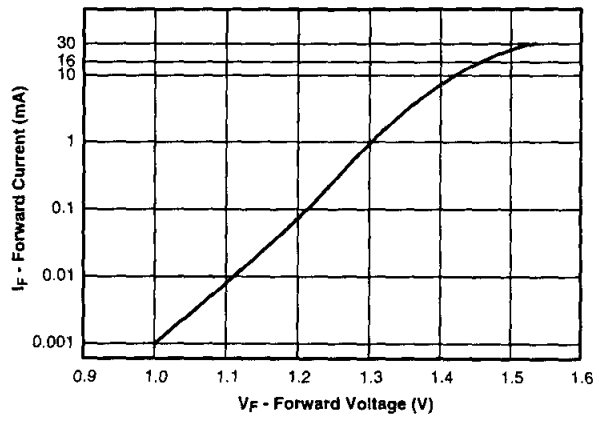


Fig.3 Switching Time vs. Forward Current

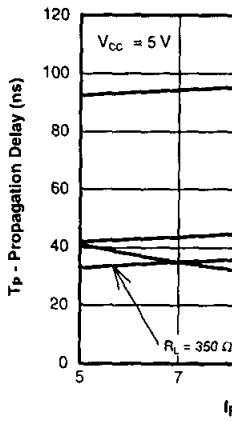


Fig. 4 Low Level Output Current vs. Ambient Temperature

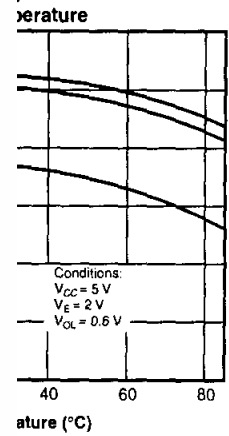


Fig. 5 vs.

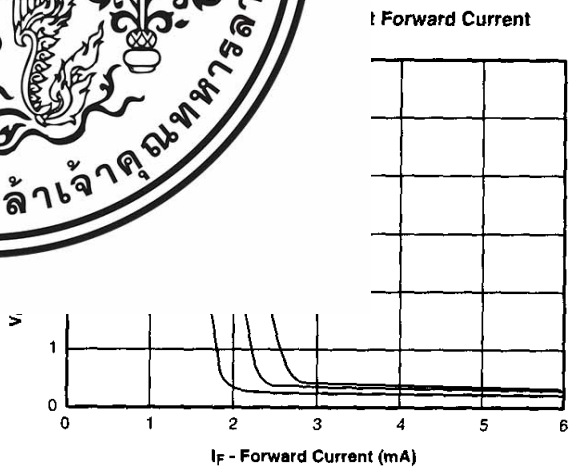
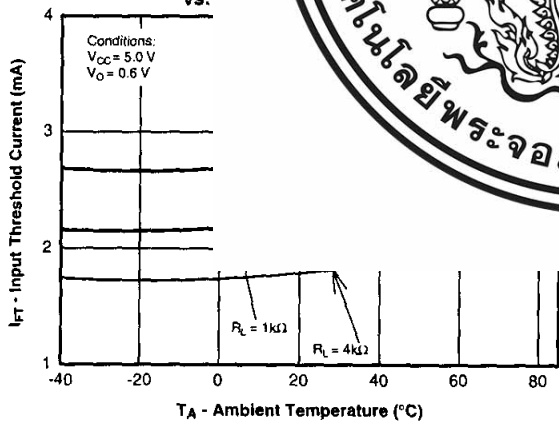


Fig. 7 Pulse Width Distortion vs. Temperature

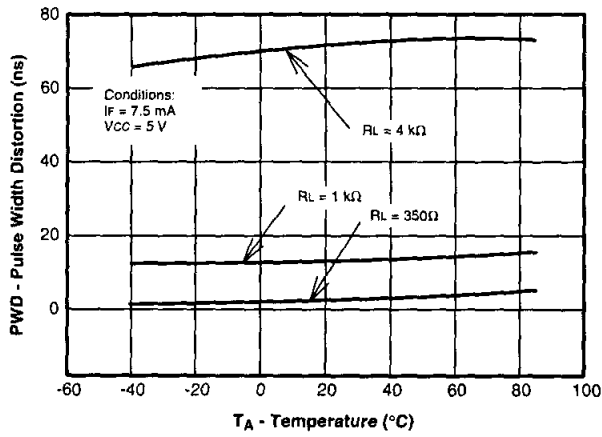


Fig. 8 Rise and Fall Time vs. Temperature

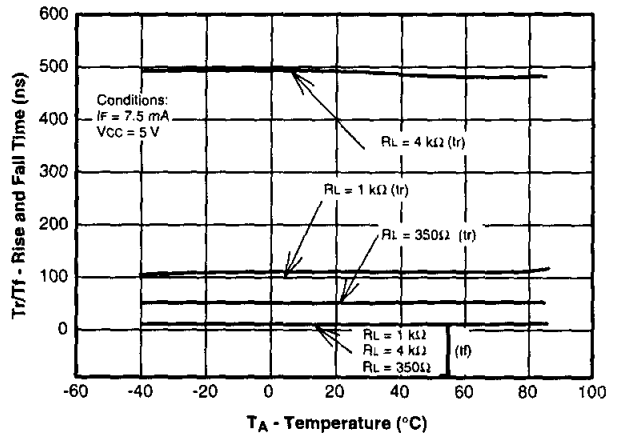


Fig. 9 Enable Propagation Delay vs. Temperature

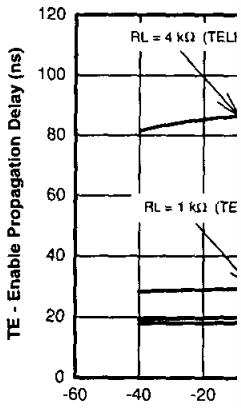
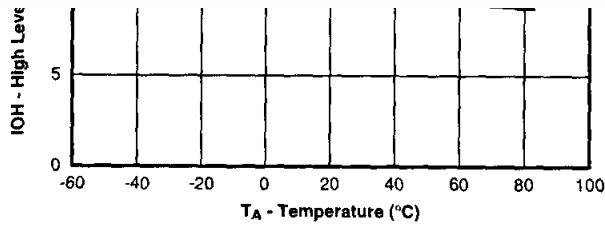
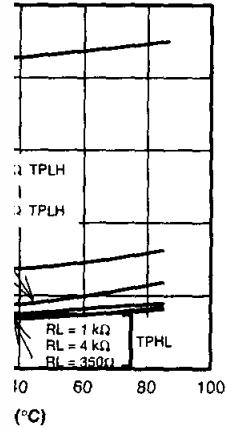


Fig. 10 Output Delay vs. Temperature



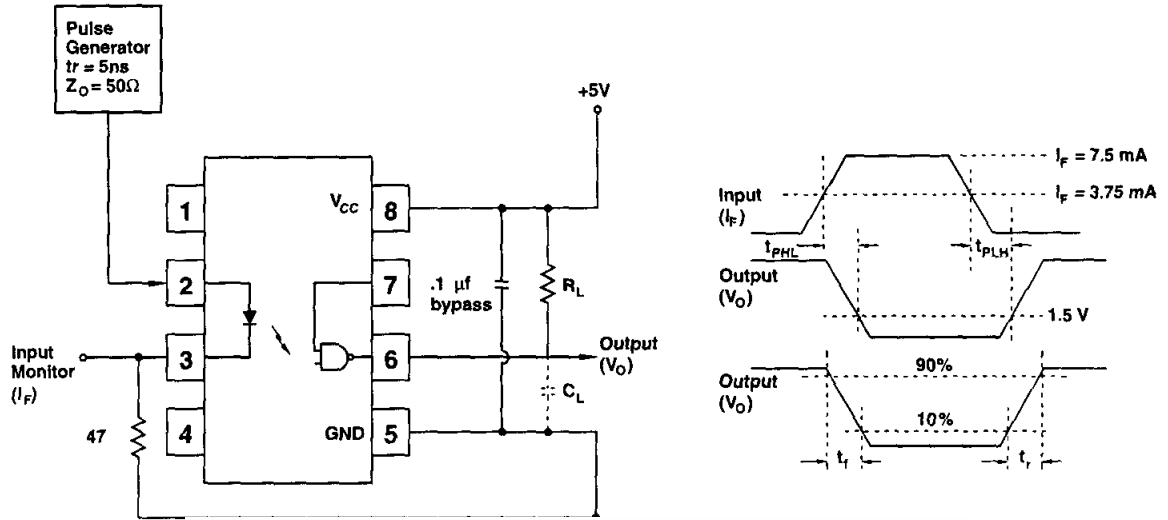


Fig. 13 Test Circuit t_{EHL} and t_{ELH} .

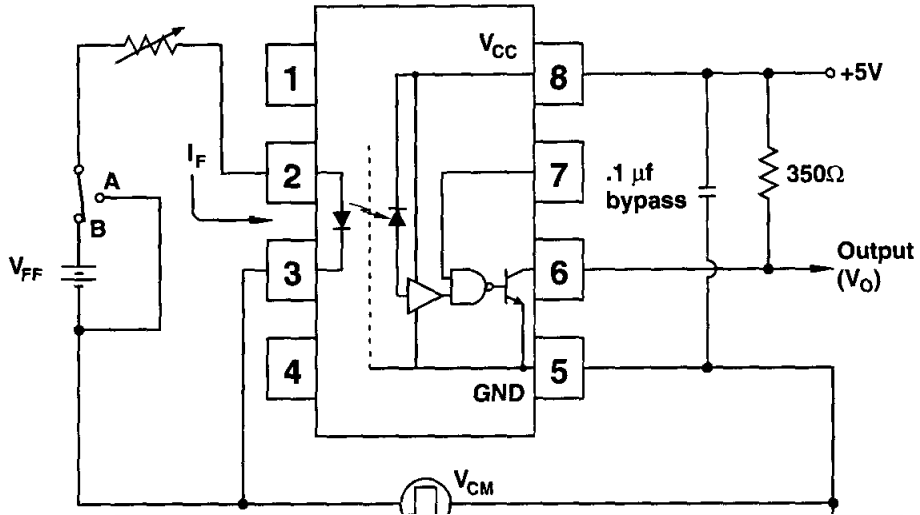


Fig. 14 Test Circuit Common Mode Transient Immunity

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/MT887

ISSUE 3

May1995

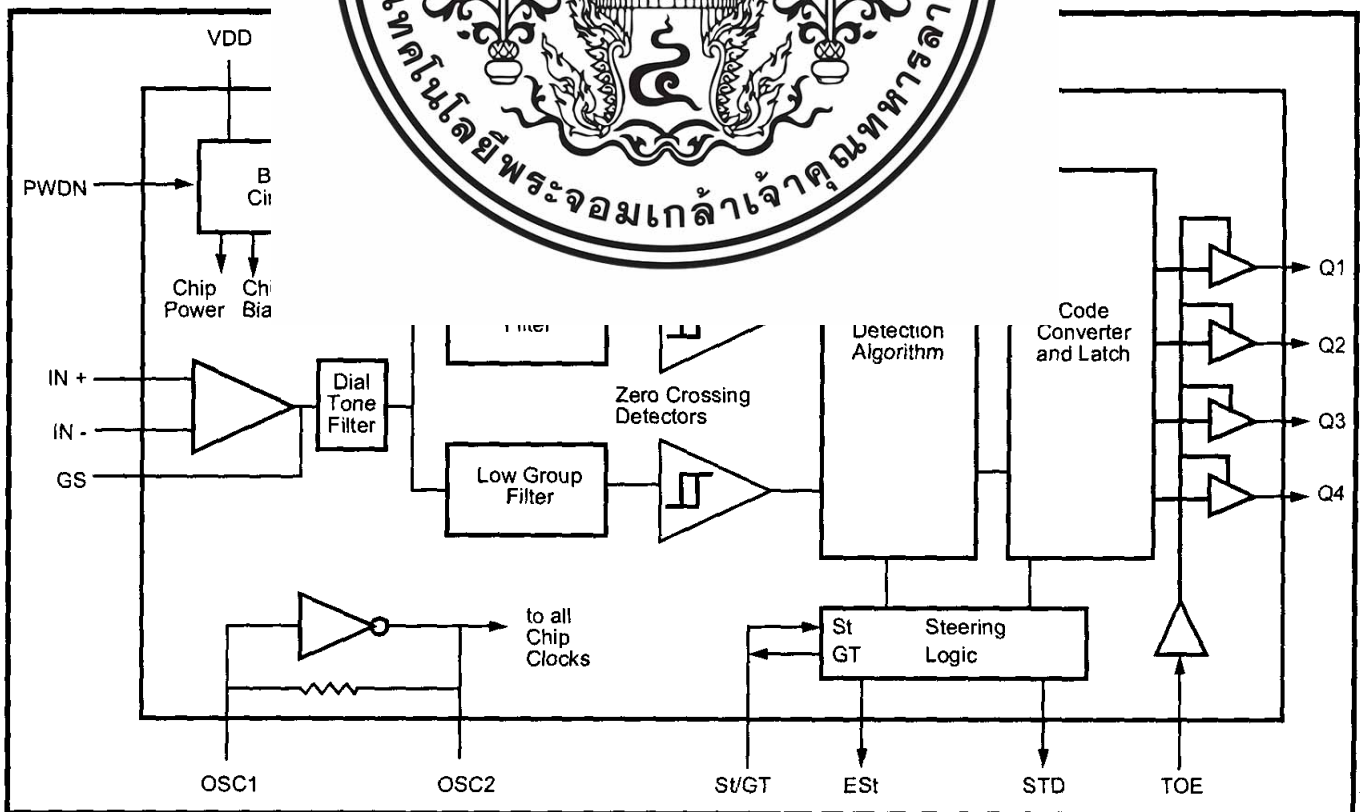
Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
MT8870DT/DT-1	20 Pin TSSOP
-40 °C to +85 °C	

Description
Applications

- Receiver system CEPT Spec (MT8)
- Paging systems
- Repeater systems
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answer

is a complete DTMF the bandsplit filter and The filter section uses ques for high and lower uses digital counting encode all 16 DTMF tone-ternal component count is ion of a differential input d latched three-state bus


Figure 1 - Functional Block Diagram

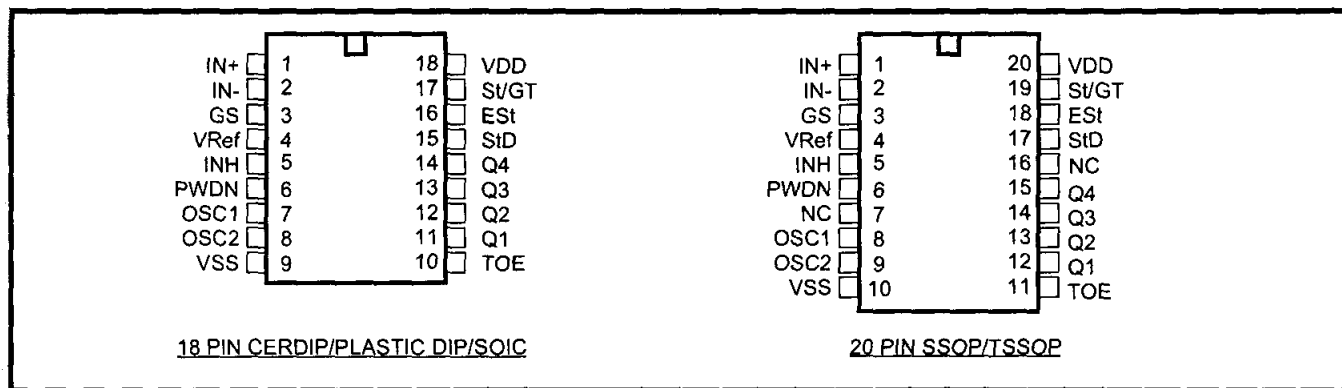


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	No
2	2	IN-	Inv
3	3	GS	Gal fee
4	4	V _{Ref}	Ref anc
5	5	INH	Inh anc
6	6	PWDN	Por pin
7	8	OSC1	Clo
8	9	OSC2	Clo con
9	10	V _{SS}	Grc
10	11	TOE	Thr pull
11-14	12-15	Q1-Q4	Thr last impedance.
15	17	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on S/VT falls below V _{TSI} .
16	18	EST	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause EST to return to a logic low.
17	19	S/VT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V _{TSI} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V _{TSI} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of EST and the voltage on St.
18	20	V _{DD}	Positive power supply (Input). +5V typical.
	7, 16	NC	No Connection.



for connection of
at mid-rail (see Fig. 6
characters A, B, C
its the oscillator. This
OSC1 and OSC2
Q1-Q4. This pin is
corresponding to the
data outputs are high

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 incorporates notch filters to prevent exceptional dial tone filter output is followed by a capacitor filter section prior to limiting. Limited amplitude comparators which prevent detection of tone outputs of the comparators swings at the frequency signals.

Decoder Section

Following the filter section, digital counting section verifies frequencies of the input tones they correspond to a complex averaging algorithm simulation by external

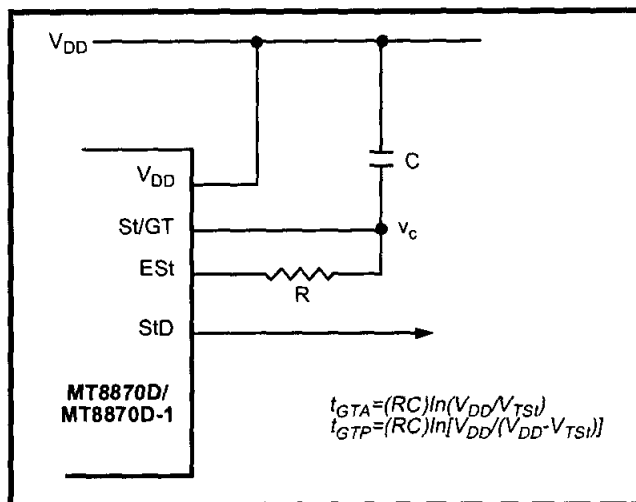


Figure 4 - Basic Steering Circuit

all frequency deviations during algorithm has been optimum combination of tolerance to the presence of multiple tones) and noise. When the presence of two valid tones is detected, the "signal condition" is entered, the "Early Steering" is set to an active state. Any other condition will cause Est to reset the "Steering Circuit".



decoded tone pair, the signal duration (referred to as the "condition"). This check is performed over a time constant driven by the steering circuit (see Figure 4) to verify the signal.

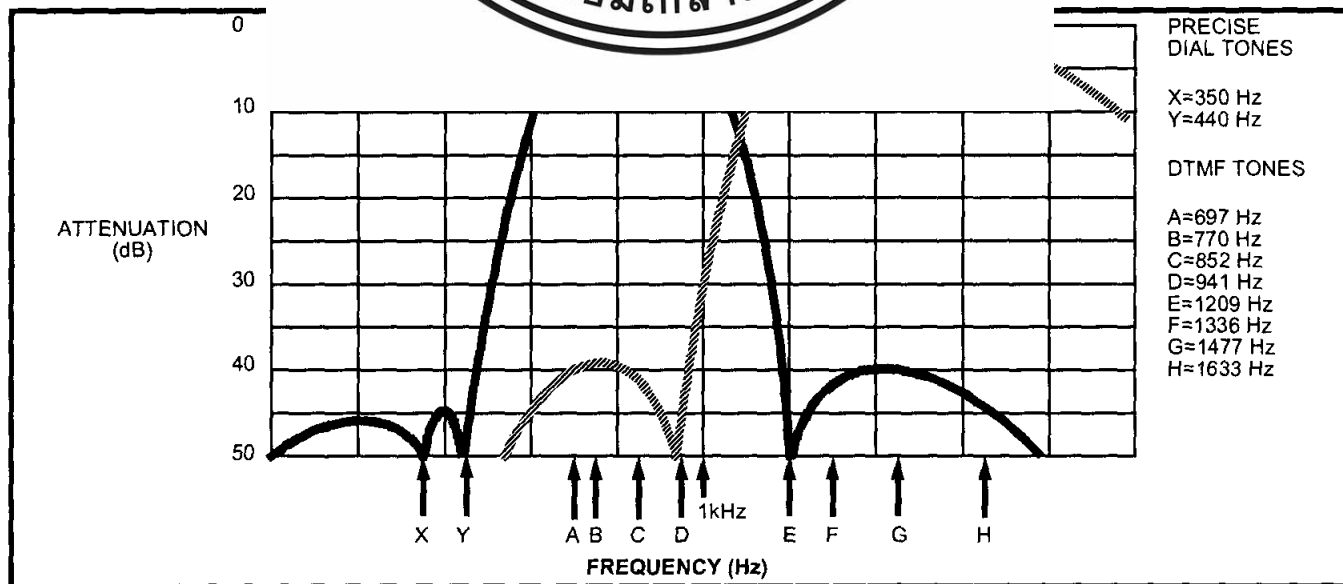


Figure 3 - Filter Response

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 external tailor performance to meet 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

	1	1	0
	1	1	1
	0	0	0

ected, the output code remain the same as the bus detected code

Guard Time Adjustmer

In many situations not duration and interdigital circuit shown in Figure values are chosen accor

$$t_{REC} = t_{ID} = t_{DP}$$

The value of t_{DP} is a de 11) and t_{REC} is the min recognized by the receive



Decode Table
HIGH IMPEDANCE

tions, leaving R to be

its may be used to hard times for tone t (t_{GTA}). This may be ifications which place on both tone duration time adjustment also system parameters unity. Increasing t_{REC}

improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DO} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

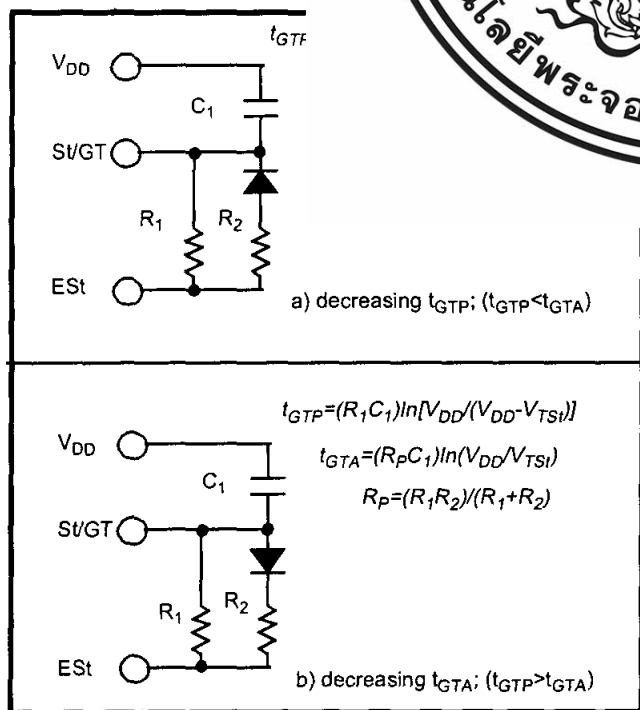


Figure 5 - Guard Time Adjustment

Power-down and Inhibit Mode

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

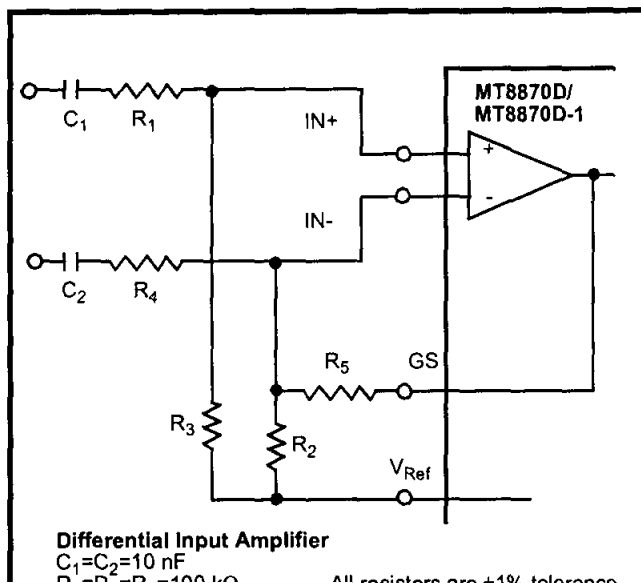
Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A, B, C, and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source inputs at mid-rail. Provide a feedback resistor to adjust the gain. The input pins are connected with the op-amp configuration biasing the input at differential configuration adjustment of gain with

Crystal Oscillator

The internal clock (in addition of an external normally connected) is terminated Input Configuration to configure several employing only a crystal oscillator output of the coupled through a 30 pF input (OSC1) of the next are connected in a similar for details. The unbalanced loading arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.



All resistors are $\pm 1\%$ tolerance.
 All capacitors are $\pm 5\%$ tolerance.

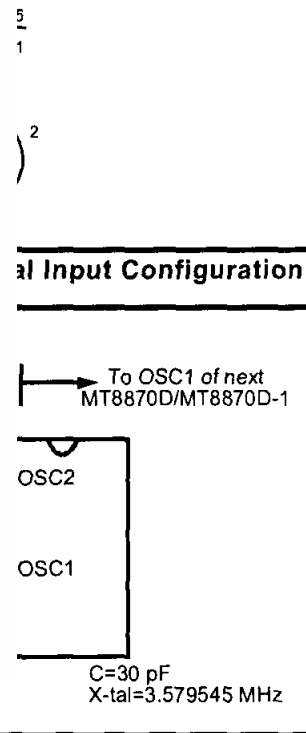


Figure 7 - Oscillator Connection

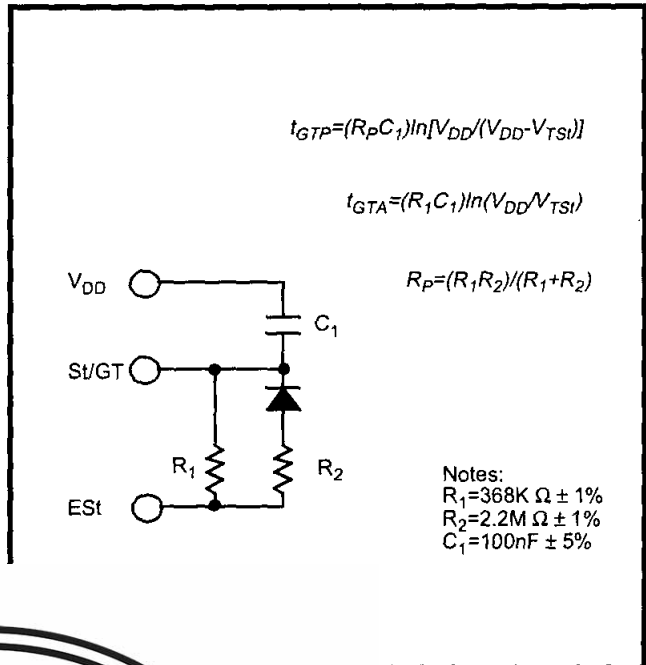
Parameter	Unit	Resonator
R1	Ohms	10.752
L1	mH	.432
C1	pF	4.984
C0	pF	37.915
Qm	-	896.37
Δf	%	$\pm 0.2\%$

Table 2. Recommended Resonator Specifications
 Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2\pi fR1C1$.

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R₁ and R₂ to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting in GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R₃ and C₂ are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.



Guard Time Circuit

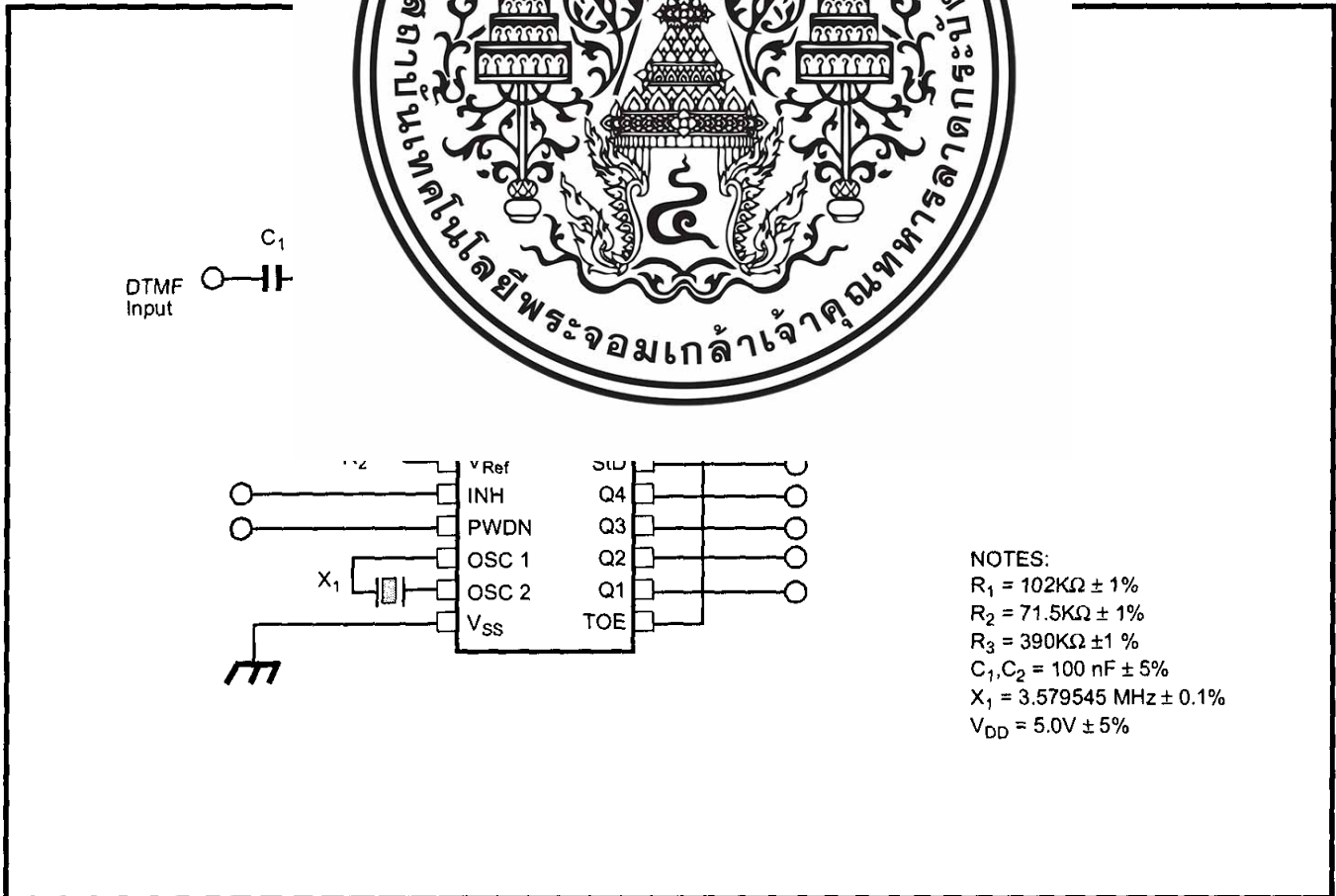


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

Absolute Maximum Ratings[†]

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

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

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

	Parameter	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supp						
2	Operating Temp						
3	Crystal/Clock Fr						
4	Crystal/Clock Fr						

[‡] Typical figures are at 25°C

DC Electrical Char

	Chara		Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions	
1	S U P P L Y	Standby sup						
2		Operating su						
3		Power const						
4	I N P U T S	High level in						
5		Low level in						
6		Input leakag						
7		Pull up (sour						
8		Pull down (sink) current	I _{SI}		15	45	μA	
9		Input impedance (IN+, IN-)	R _{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V _{TSt}	2.2	2.4	2.5	V	V _{DD} = 5.0V
11	O U T P U T S	Low level output voltage			V _{SS} +0.03	V	No load	
12		High level output voltage	V _{OH}	V _{DD} -0.03			V	No load
13		Output low (sink) current	I _{OL}	1.0	2.5		mA	V _{OUT} =0.4 V
14		Output high (source) current	I _{OH}	0.4	0.8		mA	V _{OUT} =4.6 V
15		V _{Ref} output voltage	V _{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V _{DD} = 5.0V
16		V _{Ref} output resistance	R _{OR}		1		kΩ	

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



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

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			M Ω	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	$0.75 V \leq V_{IN} \leq 4.25 V$ biased at $V_{Ref}=2.5 V$
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_C	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{pp}	Load $\geq 100 k\Omega$ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitance						
10	Resistive load (GS)						
11	Common mode range						

MT8870D AC Electrical Characteristics

	Characteristics
1	Valid input signal level tone of composite signal
2	Negative twist acceptance
3	Positive twist acceptance
4	Frequency deviation
5	Frequency deviation
6	Third tone tolerance
7	Noise tolerance
8	Dial tone tolerance



using Test Circuit shown in

Notes*
1,2,3,5,6,9
1,2,3,5,6,9
2,3,6,9,12
2,3,6,9,12
2,3,5,9
2,3,5,9
2,3,4,5,9,10
2,3,4,5,7,9,10
2,3,4,5,8,9,11

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

***NOTES**

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

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

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

[‡] Typical figures are at 25

ng.

***NOTES**

1. dBm= decibels above
2. Digit sequence consis
3. Tone duration= 40 ms
4. Signal condition consi
5. Both tones in compos
6. Tone pair is deviated l
7. Bandwidth limited (3 k
8. The precise dial tone
9. For an error rate of be
10. Referenced to lowes
11. Referenced to the mi
12. Referenced to Fig. 1
13. Guaranteed by desig



y range between 480-3400Hz.

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Conditions
T I M I N G	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 1
	Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 1
	Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	Note 2
	Tone duration reject	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	Note 2
	Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
	Interdigit pause reject	t_{DO}	20			ms	Note 2
O U T P U T S	Propagation delay (St to Q)	t_{PQ}		8	11	μs	TOE= V_{DD}
	Propagation delay (St to StD)	t_{PStD}		12	16	μs	TOE= V_{DD}
	Output data set up (Q to StD)	t_{QStD}		3.4		μs	TOE= V_{DD}
	Propagation delay (TOE to Q ENABLE)			50		ns	load of 10 k Ω , 50 pF
	Propagation delay (Q to TOE)					ns	load of 10 k Ω , 50 pF
P D W N	Power-up time					ms	Note 3
	Power-down time					ms	
C L O C K	Crystal/clock frequency					MHz	
	Clock input rise time					ns	Ext. clock
	Clock input fall time					ns	Ext. clock
	Clock input duty cycle					%	Ext. clock
	Capacitive load					pF	



[‡] Typical figures are at 25°C.

***NOTES:**

1. Used for guard-time (t_{DA}).
2. These, user adjustable, are recommendations.
3. With valid tone present.

minimums and maximums

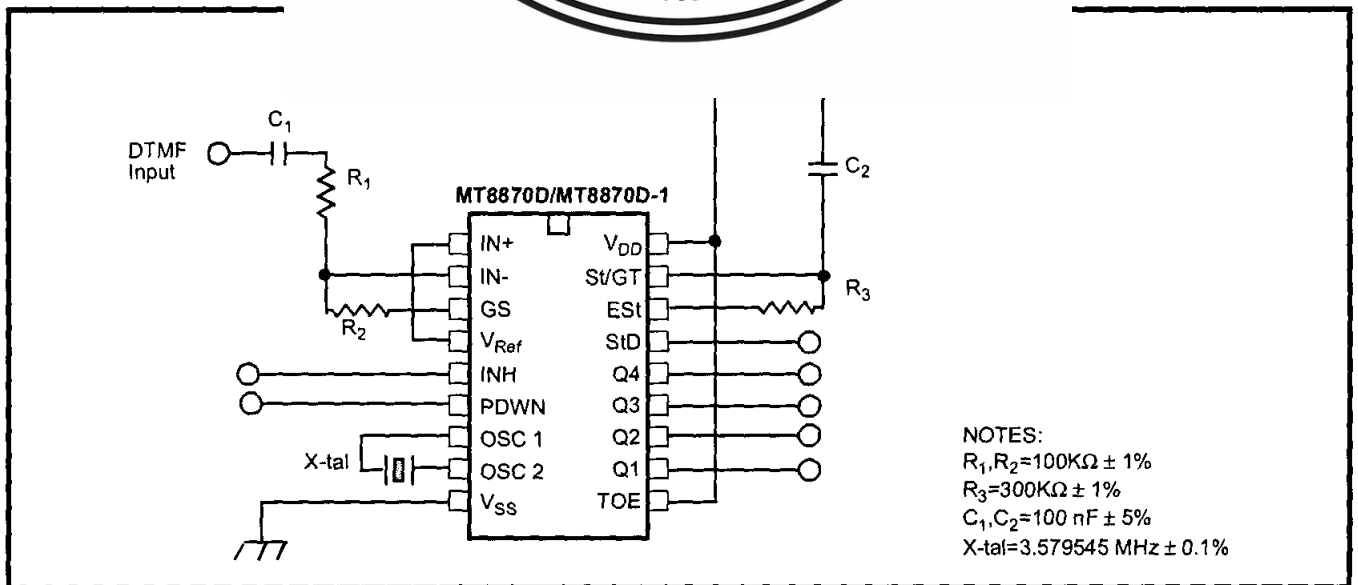
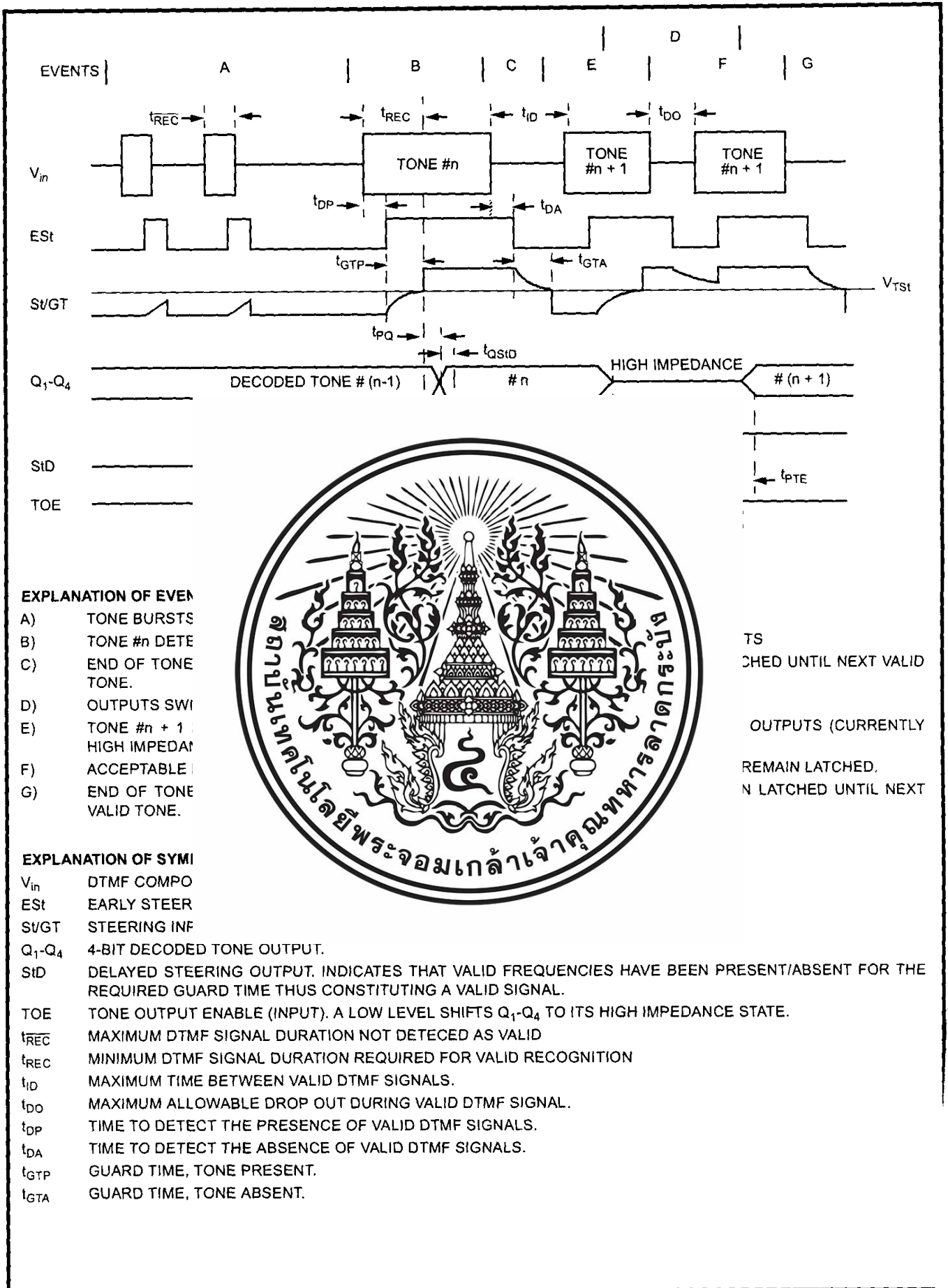


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration



EXPLANATION OF EVEN

- A) TONE BURSTS
- B) TONE #n DETE
- C) END OF TONE TONE.
- D) OUTPUTS SWI
- E) TONE #n + 1 HIGH IMPEDAT
- F) ACCEPTABLE
- G) END OF TONE VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMI

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

TS
CHANGED UNTIL NEXT VALID

OUTPUTS (CURRENTLY
REMAIN LATCHED.
N LATCHED UNTIL NEXT

Figure 11 - Timing Diagram

ISD4003 Series

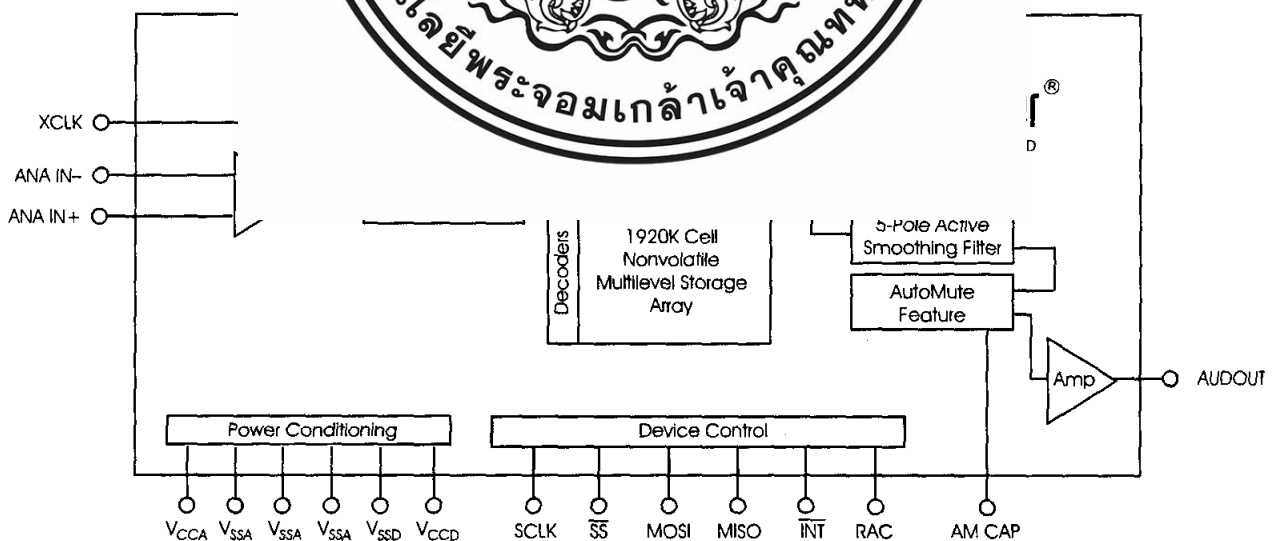
Single-Chip Voice Record/Playback Devices

4-, 5-, 6-, and 8-Minute Durations

GENERAL DESCRIPTION

The ISD4003 ChipCorder® Products provide high-quality, 3-volt, single-chip Record/Playback solutions for 4- to 8-minute durations which are ideal for compact portable products. The ISD4003 series includes an on-chip oscillator, an on-chip filter, AutoMute™ feature, and high density, multilevel storage. The ISD4003 series is designed for use with processor- or microcontroller-based address and control signals via a Serial Peripheral Interface to minimize

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This single-chip solution is made possible by integrated multilevel storage technology. Audio signals are stored in their natural form, providing high-fidelity reproduction.



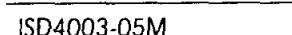
June 2000

FEATURES

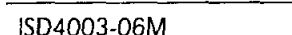
- Single-chip voice Record/Playback solution
- Single +3 volt supply
- Low-power consumption
 - Operating current:
 - I_{CC} Play = 15 mA (typical)
 - I_{CC} Rec = 25 mA (typical)
 - Standby current: 1 μ A (typical)
- Single-chip durations of 4, 5, 6, and 8 minutes
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- AutoMute feature provides background noise attenuation during periods of silence
- No algorithm development required
- Microcontroller SPI Interface
- Fully addressable to handle multiple messages
- Nonvolatile message storage
- Power consumption controlled by SPI or Microwire control register
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Available in die form, PDIP, SOIC, TSOP, and chip scale packaging (CSP)
- Extended temperature (-20°C to + 70°C) and industrial temperature (-40°C to +85°C)



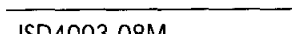
ISD4003-04M



ISD4003-05M



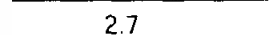
ISD4003-06M



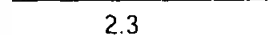
ISD4003-08M



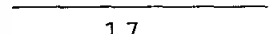
3.4



2.7



2.3



1.7

Table of Contents

ISD4003 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
4-, 5-, 6-, and 8-Minute Durations

DETAILED DESCRIPTION	1
Speech/Sound Quality	1
Duration	1
Flash Storage	1
Microcontroller Interface	1
Programming	2
PIN DESCRIPTIONS	2
Voltage Inputs (V_{CCA} , V_{CCD})	2
Ground Inputs (V_{SSA} , V_{SSD})	2
Non-Inverting Analog Input	2
Inverting Analog Input	3
Audio Output (A_{OUT})	3
Slave Select (\overline{SS})	3
Master Out Slave In	4
Master In Slave Out	4
Serial Clock (SC)	4
Interrupt (\overline{INT})	4
Row Address Column Address Strobe	4
External Clock Input	4
AutoMute™ Feature	5
SERIAL PERIPHERAL INTERFACE	5
Message Cueing	6
Power-Up Sequence	6
SPI Port	7
SPI Control Register	7
TIMING DIAGRAMS	14
DEVICE PHYSICAL DIMENSIONS	19
ORDERING INFORMATION	25



FIGURES, CHARTS, AND TABLES IN THE ISD4003 SERIES DATA SHEET

Figure 1:	ISD4003 Series TSOP and PDIP/SOIC Pinouts	1
Figure 2:	ISD4003 CSP Pinout	2
Figure 3:	ISD4003 Series ANA IN Modes	3
Figure 4:	SPI Port	7
Figure 5:	SPI Interface Simplified Block Diagram	8
Figure 6:	Timing Diagram	14
Figure 7:	8-Bit Command Format	14
Figure 8:	16-Bit Command Format	15
Figure 9:	Playback/Record and Stop Cycle	15
Figure 10:	Application Example Using SPI	16
Figure 11:	Application Example Using Microwire	17
Figure 12:	Application Example Using SPI Port on Microcontroller	17
Figure 13:	Application Example Using SPI with a Chip Scale Packaged Device	18
Figure 14:	28-Lead 8x12.4 mm Plastic Thin Small Outline Package (TSOP) Type I (E)	19
Figure 15:	28-L	20
Figure 16:	28-L (S)	21
Figure 17:	ISD4	22
Figure 18:	ISD4	24
Table 1:	Ext	5
Table 2:	Op	6
Table 3:	SPI C	7
Table 4:	Ab	8
Table 5:	Op	8
Table 6:	DC F	9
Table 7:	AC F	9
Table 8:	Ab	11
Table 9:	Op	11
Table 10:	DC F	11
Table 11:	AC F	12
Table 12:	SPI A	13
Table 13:	Plas	19
Table 14:	Plas	20
Table 15:	Plas	21
Table 16:	ISD4	23
Table 17:	CSP DIMENSIONS	24



DETAILED DESCRIPTION

SPEECH/SOUND QUALITY

The ISD4003 ChipCorder series includes devices offered at 4.0, 5.3, 6.4, and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. Increasing the duration within a product series decreases the sampling frequency and bandwidth, which affects sound quality. Please refer to the ISD4003 Series Product Summary table on the front page to compare filter pass band and product durations.

The speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization and compression associated with other solutions. Direct analog storage reproduction of voice effects not available in other solutions.

DURATION

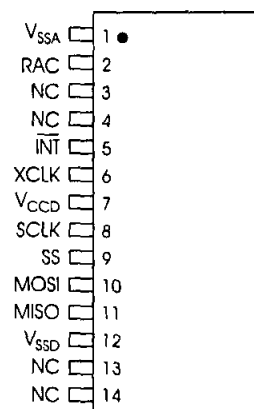
To meet end system requirements, products are available in 1 and 8 minutes.

FLASH STORAGE

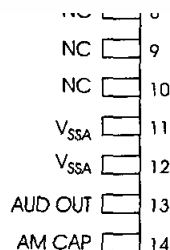
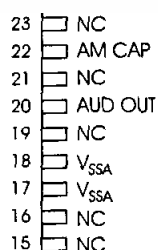
One of the benefits of ISD's ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, which provides zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years (typically) without power. In addition, the device can be re-recorded (typically) over 100,000 times.

MICROCONTROLLER INTERFACE

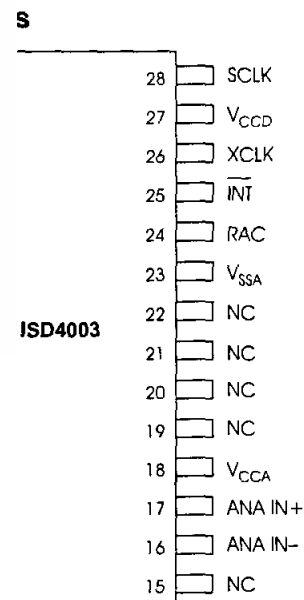
A four-wire (SCLK, MOSI, MISO, \overline{SS}) SPI interface is provided for ISD4003 control and addressing functions. The ISD4003 is configured to operate as a peripheral slave device, with a microcontroller-read/write access to all registers through this SPI interface (INT) and internal read/write provided for handshake.



ISD4003



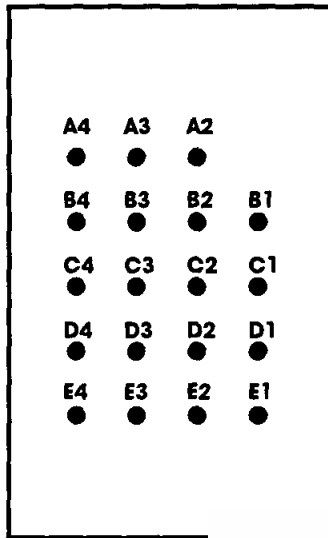
28-PIN TSOP



ISD4003

PDIP/SOIC

Figure 2: ISD4003 CSP Pinout



Bottom View

Name	Ball Location	TSOP Pin #
V _{SSA}	A2	18
AMCAP	A3	22
ANA IN+	A4	25
V _{SSA}	B1	17
AUDOUT	B2	20
ANA IN-	B3	24
V _{CCA}	B4	26
V _{SSD1}	C1	12
V _{SSD2}	C2	N/A
V _{CCD2}	C3	N/A

Name	Ball Location	TSOP Pin #
V _{SSA}	C4	1
MOSI	D1	10
SCLK	D2	8
XCLK	D3	6
RAC	D4	2
MISO	E1	11
SS	E2	9
V _{CCD1}	E3	7
INT	E4	5

PROGRAMMING

The ISD4003 series is used in many applications, where speech playback is controlled by a microcontroller. The desired message and playback parameters can easily be programmed.

PIN DESCRIPTIONS

VOLTAGE INPUTS (V_{CCA}, V_{CCD})

To minimize noise, the power supply pins in the ISD4003 devices should be decoupled as close to the package as possible. These +3 V busses are provided on pins and should be tied to the power supply as possible. In addition, these supplies should be decoupled as close to the package as possible.

GROUND INPUTS (V_{SSA}, V_{SSD})

The ISD4003 series utilizes separate analog and digital ground busses. The analog ground (V_{SSA}) pins should be tied together as close to the package as possible and connected through a low-impedance path to power supply ground. The



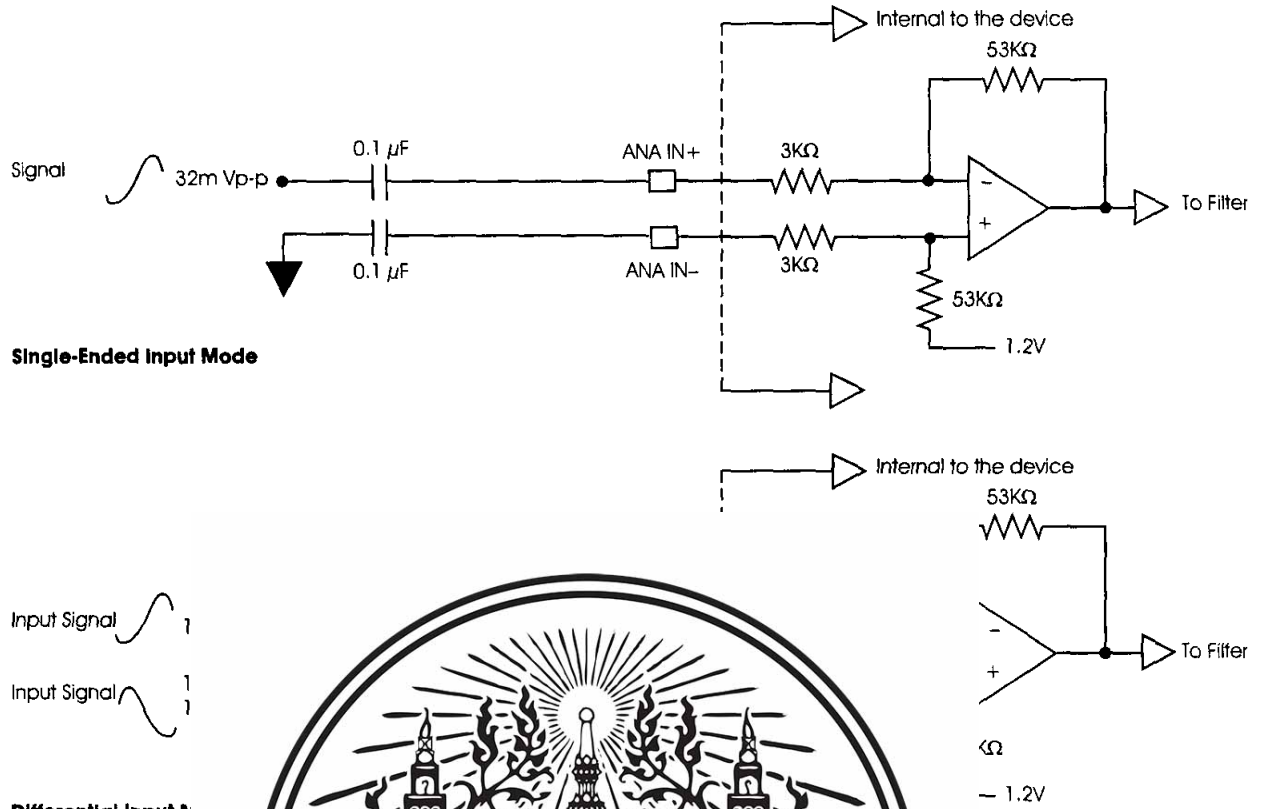
could be connected to a low-impedance path to power supply ground. The impedance between the V_{SSD} pin is less than the impedance between V_{SSD} and V_{SS}. In a chip-on-board area must be connected to power supply ground.

(ANA IN+)

ANA IN+ is an analog input that transmits or records. The analog input can be driven in single ended or differential input mode, a maximum signal should be applied to this pin.

A capacitor should be capacitively connected to this pin for optimal signal quality. This capacitor value, together with the 3 kΩ input impedance of ANA IN+, is selected to give cutoff at the low frequency end of the voice passband. In the differential-input mode, the maximum input signal at ANA IN+ should be 16 mVp-p for optimal signal quality. The circuit connections for the two modes are shown in Figure 3 on page 3.

Figure 3: ISD4003 Series ANA IN Modes



INVERTING ANALOG

This pin is the inverting input to the differential-input mode. The maximum signal amplitude should be 16 mVp-p max. For optimal signal quality, the input impedance at ANA IN- should be equal to that at ANA IN+. The input impedance at ANA IN- is nominally 56 KΩ. In the single-ended mode, ANA IN- should be capacitively coupled to V_{SSA} through a capacitor equal to that used on the ANA IN+ input.

AUDIO OUTPUT (AUD OUT)

This pin provides the audio output to the user. It is capable of driving a 5 KΩ impedance. It is recommended that this pin be AC coupled.

SLAVE SELECT (SS)

This input, when LOW, will select the ISD4003 device.

is always at 1.2 volts when powered up. When in playback mode, a resistor connects AUD- to 1.2 volt analog ground. The resistor is approximately 53KΩ and varies somewhat according to the sample rate of the device. This relatively high impedance allows this pin to be connected to an audio bus without loading it down.

MASTER OUT SLAVE IN (MOSI)

This is the serial input to the ISD4003 device. The master microcontroller places data on the MOSI line one half-cycle before the rising clock edge to be clocked in by the ISD4003 device.

MASTER IN SLAVE OUT (MISO)

This is the serial output of the ISD4003 device. This output goes into a high-impedance state if the device is not selected.

SERIAL CLOCK (SCLK)

This is the clock input to the ISD4003. It is generated by the master device (microcontroller) and is used to synchronize data transfers in and out of the device through the MOSI and MISO pins. Data is latched into the ISD4003 on the rising edge of SCLK and shifted out on the falling edge of SCLK.

INTERRUPT (INT)

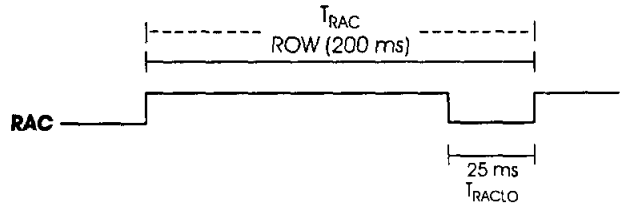
The ISD4003 interrupt pin is active low. It is set when an Overflow (OV) marker is detected. The INT pin. Each operation through the device will generate an interrupt. The interrupt is active during the message cueing cycles. The next time an SPI cycle is received, the INT status can be read by the microcontroller.

Overflow Flag (OV) indicates that the end of the message has been reached and the device has been ready for playback operation.

End of Message (EOM) flag is set only during playback. The EOM is found. There are two options per row.

ROW ADDRESS CLOCK (RAC)

This is an open drain output pin that provides a signal with a 200 ms period at the 8 KHz sampling frequency. (This represents a single row of memory and there are 1200 rows of memory in the ISD4003 series devices.) This signal stays HIGH for 175 ms and stays LOW for 25 ms when it reaches the end of a row.



8.75 μsec and stays in the CUE mode. The detailed description of the AC Parameters taken on other samples.

When first initiated, the RAC signal is active for the T_{RACLO} period. This is the sample and hold circuitry. The signal can be used for various purposes.

The ISD4003 products are available in two versions. These products have an internal sampling rate that is maintained to ±1 percent of the nominal value over the entire operating voltage range.

The internal clock has a -6/+4 percent tolerance, over the extended temperature, industrial temperature and voltage ranges. A regulated power supply is recommended for industrial temperature range parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin in Table 1.



MESSAGE CUEING

Message cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical location of the message. This operation is used during playback. In this mode, the messages are

skipped 1600 times faster than in normal playback mode. It will stop when an EOM (end of message) marker is reached. Then, the internal address counter will point to the next message.

Table 2: Opcode Summary

Instruction	Opcode <5 bits> Address <11 bits>	Operational Summary
POWERUP	00100 <XXXXXXXXXX>	Power-Up: Device will be ready for an operation after T_{PUD} .
SETPLAY	11100 <A10-A0>	Initiates Playback from address <A10-A0>.
PLAY	11110 <XXXXXXXXXX>	Playback from the current address (until EOM or OVF).
SETREC	10100 <A10-A0>	Initiates a Record operation from address <A10-A0>.
REC	10110 <XXXXXXXXXX>	Records from current address until OVF is reached.
SETMC	11101 <	10-A0>.
MC ¹	11111 <	if the current message yes are present.
STOP	0X110 <	
STOPWRDN	0X01X <	ver-down) mode.
RINT ²	0X110 <	

1. Message Cueing can begining of a play



out of the ISD4003,
sing shifted in. Care
a data shifted in is
m operation. It is
a and start a new
see Figure 6 through

POWER-UP SEQUENCE

The ISD4003 will be re T_{PUD} (25 ms approxi The user needs to wait tional command. For dress 00 the following be used.

Playback Mode

1. Send POWERUP command.
2. Wait T_{PUD} (power-up delay).
3. Send SETPLAY command with address 00.
4. Send PLAY command.

The device will start playback at address 00 and it will generate an interrupt when an EOM is reached. It will then stop playback.

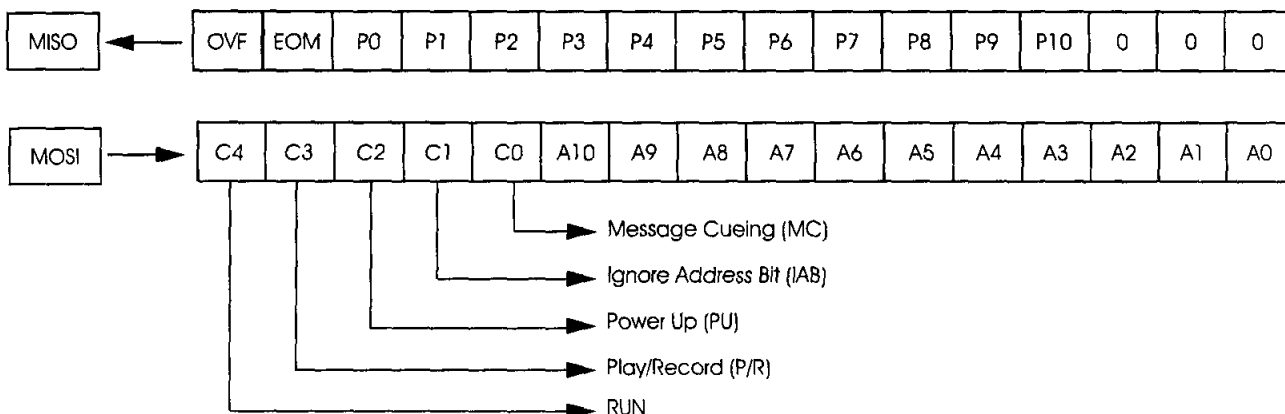
5. Send SETREC command with address 00.
6. Send REC command.

The device will start recording at address 00 and it will generate an interrupt when an overflow is reached (end of memory array). It will then stop recording.

SPI PORT

The following diagram describes the SPI port and the control bits associated with it.

Figure 4: SPI Port



SPI CONTROL REGISTER

The SPI control register controls Message Cueing, Power-Up and

Play, Record, Message Cueing pointers.

Control Register	Bit	Function
RUN	= 1	Start
	= 0	Stop
P/R	= 1	Play
	= 0	Record
MC	= 1	Enable Message Cueing
	= 0	Disable Message Cueing



Register Function

control
 control bit
 address register (A10-A0)
 address register contents in (A10-A0)
 row pointer register
 register

- When IAB (Ignore Address Bit) is set to 0, a playback or record operation starts from address (A9-A0). For consecutive playback or record, IAB should be changed to a 1 before the end of that row (see RAC timing). Otherwise the ISD4003 will repeat the operation from the same row address. For memory management, the Row Address Clock (RAC) pin and IAB can be used to move around the memory segments.

Figure 5: SPI Interface Simplified Block Diagram

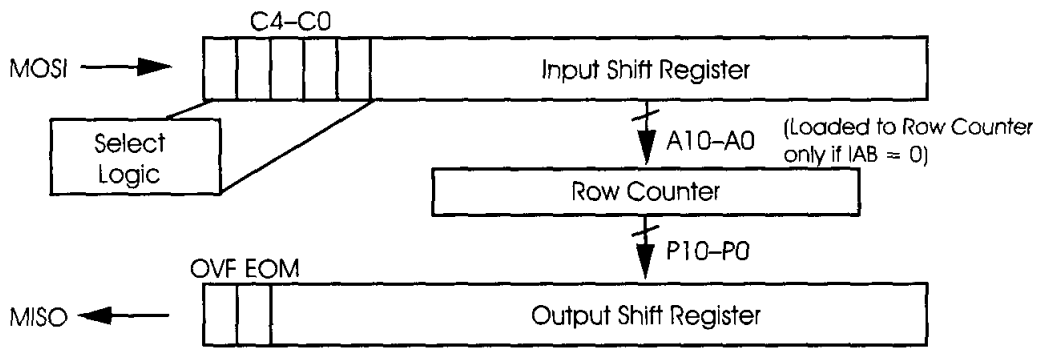


Table 4: Absolute Maximum Ratings (Packaging)

Condition
Junction temperature
Storage temperature range
Voltage applied to any pin
Voltage applied to any pin (Input current limited to 10 mA)
Voltage applied to MCINT, RAC and SS pins (Input current limited to ±20 mA)
Lead temperature (soldering – 10 second)
$V_{CC} - V_{SS}$



Table 5: Absolute Maximum Ratings (Parts)

Condition	Value
Junction temperature	0°C to +70°C
Storage temperature range	-20°C to +70°C
Voltage applied to any pin	-40°C to +85°C
Voltage applied to MCINT, RAC and SS pins (Input current limited to ±20 mA)	+2.7 V to +3.3 V
Lead temperature (soldering – 10 second)	0 V

1. 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.

Table 6: DC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Parameters	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
V _{IL}	Input Low Voltage			V _{CC} x 0.2	V	
V _{IH}	Input High Voltage	V _{CC} x 0.8			V	
V _{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I _{OL} = 10 μA
V _{OL1}	RAC, INT Output Low Voltage			0.4	V	I _{OL} = 1 mA
V _{OH}	Output High Voltage	V _{CC} - 0.4			V	I _{OH} = -10 μA
I _{CC}	V _{CC} Current (Operating) — Playback — Record		15	30	mA	R _{EXT} = ∞ ⁽³⁾
			25	40	mA	R _{EXT} = ∞ ⁽³⁾
I _{SB}	V _{CC} Curre				μA	(3) (4)
I _{IL}	Input Leak				μA	
I _{HZ}	MISO Tristc				μA	
R _{EXT}	Output Lo				KΩ	
R _{ANA IN+}	ANA IN+ I				KΩ	
R _{ANA IN-}	ANA IN- Ir				KΩ	
A _{ARP}	ANA IN+ c				dB	(5)

1. Typical values: T_A =
2. All min/max limits a percent tested.
3. V_{ECA} and V_{CCD} cor
4. SS = V_{CCA} = V_{CCD}.
5. Measured with Autc



specifications are 100

Symbol	Parameters	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
F _S	Sampling Frequency	ISD4003-04M	3.0		KHz	(5)
		ISD4003-08M	4.0		KHz	(5)
F _{CF}	Filter Pass Band	ISD4003-04M	3.4		KHz	3-dB Roll-Off Point ^{(3) (7)}
		ISD4003-05M	2.7		KHz	3-dB Roll-Off Point ^{(3) (7)}
		ISD4003-06M	2.3		KHz	3-dB Roll-Off Point ^{(3) (7)}
		ISD4003-08M	1.7		KHz	3-dB Roll-Off Point ^{(3) (7)}
T _{REC}	Record Duration	ISD4003-04M	4		min	(6)
		ISD4003-05M	5		min	(6)
		ISD4003-06M	6		min	(6)
		ISD4003-08M	8		min	(6)

Table 7: AC Parameters (Packaged Parts)

T _{PLAY}	Playback Duration	ISD4003-04M	4	min	(6)
		ISD4003-05M	5	min	(6)
		ISD4003-06M	6	min	(6)
		ISD4003-08M	8	min	(6)
T _{PUD}	Power-Up Delay	ISD4003-04M	25	msec	
		ISD4003-05M	31.25	msec	
		ISD4003-06M	37.5	msec	
		ISD4003-08M	50	msec	
T _{STOP} or T _{PAUSE}	Stop or Pause in Record or Play	ISD4003-04M	50	msec	
		ISD4003-05M	62.5	msec	
		ISD4003-06M	75	msec	
		ISD4003-08M	100	msec	
T _{RAC}	RAC Clock Period	ISD4003-04M	200		(10) 0) 0) 0)
T _{RACLO}	RAC Clock I Time				
T _{RACM}	RAC Clock I in Message Cueing Mode				
T _{RACML}	RAC Clock I Time in Mes Cueing Mode				
THD	Total Harmc				> 1 KHz
V _{IN}	ANA IN Inpu				Peak-to-Peak ^{(4) (8) (9)}



1. Typical values: T_A =
2. All min/max limits are tested. ifications are 100 percent
3. Low-frequency cut off depends upon the value of external capacitors (see Pin Descriptions).
4. Single-ended input mode. In the differential input mode, V_{IN} maximum for ANA IN+ and ANA IN- is 16 mVp-p.
5. Sampling Frequency can vary as much as ±2.25 percent over the commercial temperature, and voltage ranges, and -6/+4 percent over the extended temperature, industrial temperature and voltage ranges. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).
6. Playback and Record Duration can vary as much as ±2.25 percent over the commercial temperature and voltage ranges, and -6/+4 percent over the extended temperature, industrial temperature and voltage ranges. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).
7. Filter specification applies to the antialiasing filter and the smoothing filter. Therefore, from input to output, expect a 6dB drop by nature of passing through both filters.
8. The typical output voltage will be approximately 570mVp-p with V_{IN} at 32mVp-p.
9. For optimal signal quality, this maximum limit is recommended.
10. When a record command is sent, T_{RAC} = T_{RAC} + T_{RACLO} on the first row addressed.

Table 8: Absolute Maximum Ratings (Die)⁽¹⁾

Condition	Value
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Voltage applied to any pad	(V _{SS} - 0.3 V) to (V _{CC} + 0.3 V)
Voltage applied to any pad (Input current limited to ±20 mA)	(V _{SS} - 1.0 V) to (V _{CC} + 1.0 V)
Voltage applied to MOSI, SCLK, INT, RAC and SS pins (Input current limited to ±20 mA)	(V _{SS} - 1.0 V) to 5.5V
V _{CC} - V _{SS}	-0.3 V to +7.0 V

1. Stresses above those damage to the device maximum ratings may result in functional operation.

Table 9: Operating Conditions (Die)

Condition	Value
Commercial operating temperature range	0°C to +50°C
Supply voltage (V _{CC}) ⁽¹⁾	+2.7 V to +3.3 V
Ground voltage (V _{SS}) ⁽²⁾	0 V

1. V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}

2. V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}.



Symbol	Units	Conditions
V _{IL}	V	Input Low V
V _{IH}	V	Input High V
V _{OL}	V	Output Low
V _{OL1}	V	RAC, INT Output Low
V _{OH}	V	Output High
I _{CC}	mA	V _{CC} Current — Playback — Record
I _{SB}	μA	V _{CC} Current
I _{IL}	μA	Input Leakage
I _{HZ}	μA	MISO Tristate Current
R _{EXT}	kΩ	Output Load Impedance
R _{ANA IN+}	kΩ	ANA IN+ Input Resistance
R _{ANA IN-}	kΩ	ANA IN- Input Resistance
A _{ARP}	dB	ANA IN+ or ANA IN- to AUDOUT Gain

1. Typical values: T_A = 25°C and 3.0 V.

2. All min/max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.

3. V_{ECA} and V_{CCD} connected together.

4. SS = V_{CCA} = V_{CCD}, XCLK = MOSI = V_{SSA} = V_{SSD} and all other pins floating.

5. Measured with AutoMute feature disabled.

Table 11: AC Parameters (Die)

Symbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
F _S	Sampling Frequency	ISD4003-04M	8.0		KHz	(5)
		ISD4003-05M	6.4		KHz	(5)
		ISD4003-06M	5.3		KHz	(5)
		ISD4003-08M	4.0		KHz	(5)
F _{CF}	Filter Pass Band	ISD4003-04M	3.4		KHz	3dB Roll-Off Point (3) (6)
		ISD4003-05M	2.7		KHz	3dB Roll-Off Point (3) (6)
		ISD4003-06M	2.3		KHz	3dB Roll-Off Point (3) (6)
		ISD4003-08M	1.7		KHz	3dB Roll-Off Point (3) (6)
T _{REC}	Record Duration	ISD4003-04M	4		min	(5)
		ISD4003-05M	5		min	(5)
		ISD4003-06M	6		min	(5)
		ISD4003-08M	8		min	(5)
T _{PLAY}	Playback					(5) (5) (5) (5)
T _{PUD}	Power-Up					
T _{STOP} or T _{PAUSE}	Stop or Pause Record					
T _{RAC}	RAC Clock					(9) (9) (9) (9)
T _{RACLO}	RAC Clock Time					
T _{RACM}	RAC Clock Period in Message Cueing Mode	ISD4003-04M	125		μsec	
		ISD4003-05M	156.3		μsec	
		ISD4003-06M	187.5		μsec	
		ISD4003-08M	250		μsec	
T _{RACML}	RAC Clock Low Time in Message Cueing Mode	ISD4003-04M	15.63		μsec	
		ISD4003-05M	19.53		μsec	
		ISD4003-06M	23.44		μsec	
		ISD4003-08M	31.25		μsec	



Table 11: AC Parameters (Die)

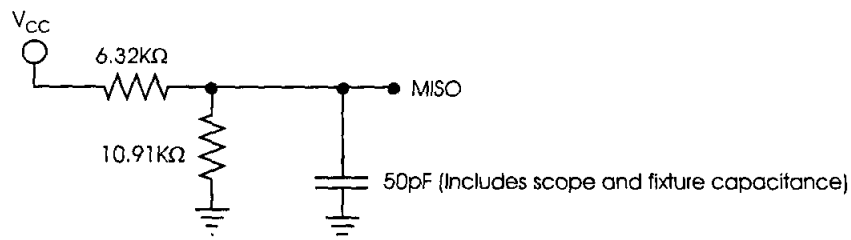
Symbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
THD	Total Harmonic Distortion		1	2	%	@ 1 KHz
V _{IN}	ANA IN Input Voltage			32	mV	Peak-to-Peak ^{4,7,8}

1. Typical values: $T_A = 25^\circ\text{C}$ and 3.0 V.
2. All min/max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.
3. Low-frequency cut off depends upon the value of external capacitors (see Pin Descriptions).
4. Single-ended input mode. In the differential input mode, V_{IN} maximum for ANA IN+ and ANA IN- is 16 mV peak-to-peak.
5. Sampling Frequency and Duration can vary as much as ± 2.25 percent over the commercial temperature and voltage ranges. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).
6. Filter specification applies to the anti-aliasing filter and to the smoothing filter.
7. The typical output V peak-to-peak.
8. For optimal signal
9. When a record co



Symbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
T _{SSS}	SS S				ns	
T _{SSH}	SS H				ns	
T _{DIS}	Da				ns	
T _{DIH}	Da				ns	
T _{PD}	Ou				ns	
T _{DF} ⁽²⁾	Ou				ns	
T _{SSmin}	SS H				ns	
T _{SCKhi}	SCI				ns	
T _{SCKlow}	SCI				ns	
F ₀	CLK Frequency			1,000	KHz	

1. Typical values: $T_A = 25^\circ\text{C}$ and 3.0 V. Timing measured at 50 percent of the V_{CC} level.
2. Tristate test condition.



TIMING DIAGRAMS

Figure 6: Timing Diagram

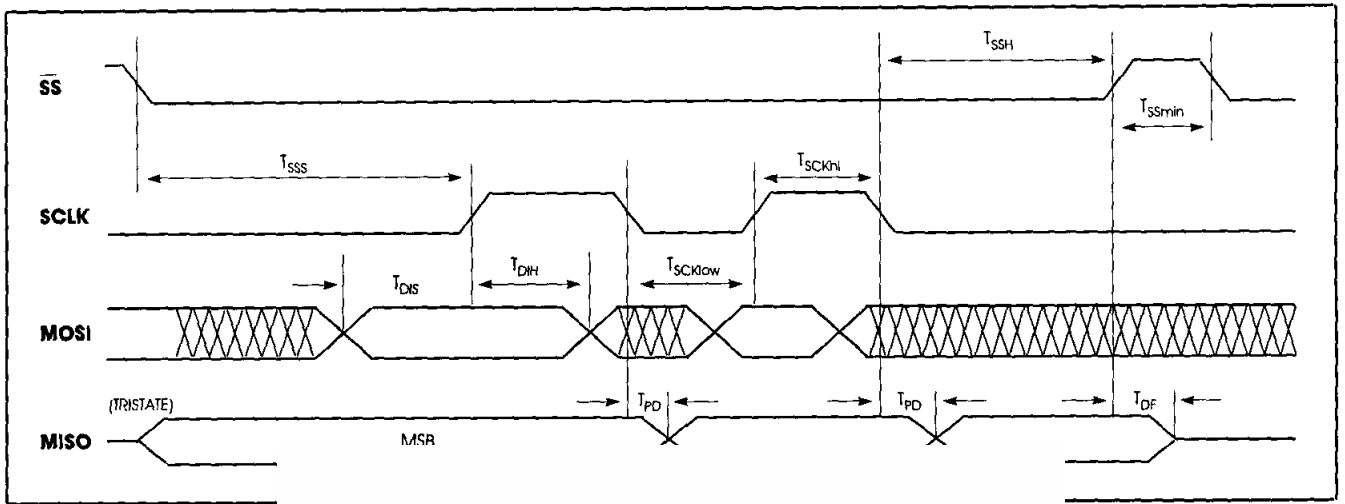


Figure 8: 16-Bit Command Format

