สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์

AUTOMATIC WARNNING TELEPHONE SYSTEM

โดย

นายชานนท์ อินฉา

นายบรรเทา สุทธิจันทร์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....62528
วัน,เดือน,ปี.....19 ส.ค. 2549

b.....11629880.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์

AUTOMATIC WARNNING TELEPHONE SYSTEM

โดย

นายชานนท์ อินถา 46015049

นายบรรเทา สุทธิจันทร์ 46015059

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. นิภา ลีลารุจิ

รศ. ณรงค์ เหมกรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

ผ่านการตรวจต้นฉบับแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์

AUTOMATIC WARNNING TELEPHONE SYSTEM

ผู้จัดทำ

1.นายชานนท์ อินถา 46015049

2.นายบรรเทา สุทธิจันทร์ 46015059

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. นิภา ลีลารุจิ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ณรงค์ เหมกรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์

AUTOMATIC WARNNING TELEPHONE SYSTEM

โดย นายชานนท์ อินถา 46015049

นายบรรเทา สุทธิจันทร์ 46015059

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.นิภา ลีลารุจิ

รศ.ณรงค์ เหมกรณ์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้สร้างระบบแจ้งเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์โดยมีส่วนของตัวตรวจจับซึ่งใช้ลิมิตสวิทช์, ตัวตรวจจับควัน และ ตัวตรวจจับอุณหภูมิในแต่ละชั้นของอาคารเป็นตัวส่งสัญญาณเป็นสถานะ (on-off) หรือ สัญญาณไฟฟ้าเพื่อแจ้งสถานะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบว่าอยู่ในสถานะใดเพื่อจะสามารถสั่งการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยโปรแกรมด้วยโปรแกรมหากตัวตรวจจับแจ้งสถานะมายังไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสถานะไปให้ออดเตือนภัยดังขึ้น พร้อมโทรออกผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยสามารถกำหนดหมายเลขโทรศัพท์ที่จะโทรออกได้ด้วยโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์หากไม่มีการรับสายก็จะมีการเรียกซ้ำด้วยวงจร Busy & Ring back tone แต่ถ้ามีการรับสายก็จะทำการส่งเสียงที่ทำการบันทึกไว้ในวงจรบันทึกเสียงให้ผู้ที่ถูกเตือนทราบ

ABSTRACT

This project is " Automatic Warnning Telephone System " using limit switch, smoke detector and temperature sensor to detect the status (on-off). If someone invade to the building the sensor will send signals to the microcontroller. The alarm burglar will be loudly. In the same time, the microcontroller will control the telephone to dial the number of building owner or someone who are listed in the program. While the contact is success it will sent the voice message to the recieving subsciber. However, the contact isn't success the ring back tone circuit will redial again.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็ด้วยความช่วยเหลือ ให้ คำแนะนำ และคำปรึกษา จาก รศ. นิภา ลีลารุจิ และ รศ. ณรงค์ เหมกรณ์ ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย ขอขอบคุณพ่อแม่ที่ให้กำเนิด และ เลี้ยงดูเราเป็นอย่างดีและสุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือตลอดมา และโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ร่วมทำโปรเจ็คที่เสียสละเป็นอย่างมากในการทำโปรเจคครั้งนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการ	2
	2.1 ระบบโทรศัพท์	2
	2.2 การทำงานของโทรศัพท์	2
	2.3 สัญญาณโทรศัพท์	4
	2.4 การติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์	5
	2.4.1 เครื่องส่ง	5
	2.4.2 เครื่องรับ	5
	2.5 ระบบโทรศัพท์แบบส่งความถี่คู่	7
	2.6 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม DTMF	8
	2.7 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF	8
	2.7.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบ DTMF	8
	2.7.2 การถอดรหัสความถี่ระบบ DTMF	13
	2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	13
	2.8.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89S8252	13
	2.8.2 โครงสร้างของ MCS-51	15
	2.8.3 การจัดการหน่วยความจำของ MCS-51	16
	2.8.4 สถาปัตยกรรม MCS-51	16
	2.8.5 การทำงานของ MCS-51	17
	2.8.6 การอินเตอร์รัพต์	18
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	19
	3.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) และโครงสร้างของระบบ	19
	3.2 การทำงานโดยร่วมของระบบ	19
	3.3 ส่วนควบคุม	21
	3.4 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์	22
	3.5 หลักการทำงานของวงจรตรวจจับอุณหภูมิ	25
	3.6 ส่วนอุปกรณ์ตรวจจับ	25
	3.6.1 อินฟราเรดเซ็นเซอร์สำหรับสัญญาณลอจิก	25
	3.6.2 หลักการทำงานวงจรอินฟราเรดด้านภาคส่ง	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6.3 หลักการทำงานวงจรอินฟราเรดด้านภาครับ	27
3.7 หลักการทำงานวงจรตรวจจับควัน	28
3.8 ส่วนควบคุมการยกหูวางหูโทรศัพท์	29
3.9 ส่วนสร้างสัญญาณ DTMF	30
3.10 ส่วนวงจรตรวจสัญญาณจากสายโทรศัพท์ (Tone Detector)	30
3.11 ส่วนไอซีบันทึกเสียง ISD 2590	32
3.11.1 คุณสมบัติของ ISD 2590 และไอซีในตระกูล ISD 2500	32
3.11.2 การทำงานเบื้องต้น	34
3.11.3 วงจรใช้งานของวงจร ISD 25XX	35
3.11.4 การประยุกต์ใช้งาน	38
3.11.5 การกำหนดตำแหน่งแอดเดรสเพื่อใช้ในการบันทึกและการเล่นกลับ	38
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	40
4.1 ผลการทดลองของวงจรอุณหภูมิ	40
4.2 ผลการทดลองภาคส่งของวงจรอินฟราเรด	41
4.3 ผลการทดลองภาครับของวงจรอินฟราเรด	43
4.4 ผลการทดลองของวงจรบันทึกเสียง	46
4.5 ผลการทดลองจากวงจรตรวจจับควัน	47
4.6 ผลการทดลองจากการกดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ	50
4.7 ผลการทดลองจากการวัดสัญญาณยกหู (Dial Tone)	52
4.8 ผลการทดลองจากการวัดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)	53
4.9 ผลการทดลองจากการวัดสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)	54
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	60
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์	3
รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณโทรศัพท์	6
รูปที่ 2.3 แสดงแป้นกดเลขหมายและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ	7
รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงของระบบ DTMF	9
รูปที่ 2.5 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ	10
รูปที่ 2.6 แผนภาพแสดงวงจรภายในไอซีเบอร์ TCM5087	11
รูปที่ 2.7 รูปสัญญาณของระบบ DTMF	12
รูปที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของ MCS-51	15
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์	20
รูปที่ 3.2 โฟล์วชาร์ตการทำงานของระบบ	21
รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับอุณหภูมิ	25
รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของการทำงานของโมดูลอินพุทแบบลอจิก	25
รูปที่ 3.5 วงจรอินฟราเรดด้านภาคส่ง	27
รูปที่ 3.6 วงจรอินฟราเรดด้านภาครับ	28
รูปที่ 3.7 แสดงการแตกตัวของอิออนและการรวมตัวกับอนุภาคควัน	28
รูปที่ 3.8 วงจรตรวจจับควัน	29
รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมการวางหู-ยกหูโทรศัพท์	29
รูปที่ 3.10 แสดงวงจรสร้างสัญญาณ DTMF	30
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณ Busy Tone และ Ring Back Tone	32
รูปที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมภายในของไอซี ISD 25XX	33
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรประยุกต์การใช้งาน ISD 25XX	35
รูปที่ 4.1 ผลิตความถี่สัญญาณคลื่นพาหะ 40 KHz ปรับค่าที่ VR 100 K	41
รูปที่ 4.2 ผลิตความถี่ของสัญญาณโทนสามารถปรับค่า VR 100 K ปรับให้ได้ 1KHz	42
รูปที่ 4.3 ภาคส่งอินฟราเรด	42
รูปที่ 4.4 ภาครับอินฟราเรด	43
รูปที่ 4.5 ขยายความถี่ที่ได้รับมาได้ให้มีความแรงขึ้น	44
รูปที่ 4.6 ขณะมีสิ่งกีดขวางของ IC แสดงสถานะ "1"	44
รูปที่ 4.7 ขณะไม่มีสิ่งกีดขวางของ IC แสดงสถานะ "0"	45
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างสัญญาณเสียงที่ได้จากการบันทึกลงในไอซี ISD 2590	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.9 สัญญาณ Detector Output ขา 1 ของไอซี MC14467P1 ขณะที่ไม่มีควัน (Test mode) 47

รูปที่ 4.10 สัญญาณ Detector Output ขา 1 ของไอซี MC14467P1 ขณะที่ไม่มีควัน (จากควันจริง) 48

รูปที่ 4.11 สัญญาณ Output ขา 10 ของไอซี MC14467P1 ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับ Relay ขณะที่ไม่มีควัน (Test mode) 48

รูปที่ 4.12 สัญญาณ Output ขา 10 ของไอซี MC14467P1 ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับ Relay ขณะที่มีควัน (จากควันจริง) 49

รูปที่ 4.13 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณเลข 1 ที่กำเนิดจาก TCM 5087 ซึ่งความถี่ 697 Hz และ 1209 Hz 50

รูปที่ 4.14 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณเลข 2 ที่กำเนิดจาก TCM 5087 ซึ่งความถี่ 697 Hz และ 1366 Hz 51

รูปที่ 4.15 ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณเลข 3 ที่กำเนิดจาก TCM 5087 ซึ่งความถี่ 697 Hz และ 1477 Hz 51

รูปที่ 4.16 รูปสัญญาณยกหู (Dial Tone) 52

รูปที่ 4.17 รูปสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) 53

รูปที่ 4.18 รูปสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) 54

รูปที่ 4.19 แสดงภาพวงจรจริงของตัวตรวจจับอุณหภูมิ 55

รูปที่ 4.20 แสดงภาพวงจรจริงของตัวตรวจจับอินฟราเรด 55

รูปที่ 4.21 แสดงภาพวงจรจริงของตัวตรวจจับควัน 56

รูปที่ 4.22 แสดงภาพวงจรจริงของตัวบันทึกเสียง 56

รูปที่ 4.23 แสดงภาพวงจรจริงของตัววงจรสัญญาณพร้อมหมุนและสร้างสัญญาณ DTMF 57

รูปที่ 4.24 แสดงภาพวงจรจริงของวงจรตรวจจับ Busy Tone และส่วนของการประมวลผล 57

รูปที่ 4.25 แสดงภาพวงจรจริงของวงจรตรวจจับ Ring Back Tone 58

รูปที่ 4.26 แสดงภาพวงจรจริงของ "ระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์" แบบสมบูรณ์ 58

รูปที่ 4.27 ภาพแสดงแบบจำลองโครงสร้างอาคาร 59

รูปที่ 4.28 ภาพการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับภายในอาคาร 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการแจ้งสภาวะการใช้งานทางโทรศัพท์	4
ตารางที่ 2.2 แสดงความถี่ระบบ DTMF	8
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีในตระกูล ISD 25XX	34
ตารางที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้า ISD 2590	34
ตารางที่ 3.3 การใช้งานและควบคุมการทำงานของ ISD 2590	38
ตารางที่ 3.4 การกำหนดแอดเดรสของ ISD 2590	39
ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิกับความต้านทานและแรงดัน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารนับเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก โทรศัพท์ก็เป็นการติดต่อสื่อสารวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกสบาย และสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างรวดเร็ว และในปัจจุบันการนำสัญญาณดีทีเอ็มเอฟมาประยุกต์ใช้งานนั้นจึงส่งผลให้โทรศัพท์สามารถใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น

สำหรับโครงงานนี้เป็นโครงงานระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ ซึ่งเป็นการนำโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้ในการใช้เป็นอุปกรณ์เตือนภัยที่เกิดขึ้นภายในอาคารได้ กล่าวคือเมื่อเกิดเหตุคือมีผู้บุกรุกเข้ามาภายในอาคาร ระบบจะทำการโทรศัพท์อัตโนมัติไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่ทำการบันทึกเอาไว้ล่วงหน้า พร้อมทั้งส่งสัญญาณเสียงแจ้งเหตุร้ายที่เกิดขึ้น โดยหมายเลขโทรศัพท์และข้อความเสียงแจ้งเหตุสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยเปลี่ยนแปลงได้โดยผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการและผู้รู้เลขหมายสมาชิกให้สามารถเรียกสลับคู่สนทนาต่างๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นลงได้

โทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 ระบบคือ ระบบ Cross bar (หน้าปัดแบบหมุน) ซึ่งเป็นระบบเดิมที่ใช้แต่แรก กับระบบ DTMF (หน้าปัดแบบกดปุ่ม) Dual Tone Multi Frequency เป็นระบบใหม่ที่นำมาใช้แทนที่สำหรับข้อดีกว่าจะนำเสนอต่อไป และในที่นี้จะเน้นเฉพาะระบบ DTMF ซึ่งเป็นระบบที่ใช้มากในปัจจุบัน ในระบบโทรศัพท์จะประกอบด้วย

1. การเรียกทางโทรศัพท์ (Telephone call) คือ การเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ระหว่างสมาชิกผู้เรียกและผู้รับ

2. เครื่องโทรศัพท์ (Telephone set) คือ อุปกรณ์สำหรับสมาชิกใช้พูดและฟังในการสนทนาโครงข่ายโทรศัพท์ เมื่อต้องการเรียกก็หมุนหรือกดหมายเลขผู้รับที่หน้าปัด

3. ผู้เรียก (Calling subscriber) หรือ สมาชิกผู้เรียก คือ ผู้เริ่มต้นการเรียกจะด้วยการแจ้งให้พนักงานช่วยต่อกับผู้รับ หมุนหรือกดหมายเลขของผู้รับเมื่อเครื่องโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของเครื่องชุมสายอัตโนมัติ

4. ผู้รับ (Called subscriber) สมาชิกผู้ถูกเรียก คือ ผู้ตอบรับการเรียกทางโทรศัพท์เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing signal)

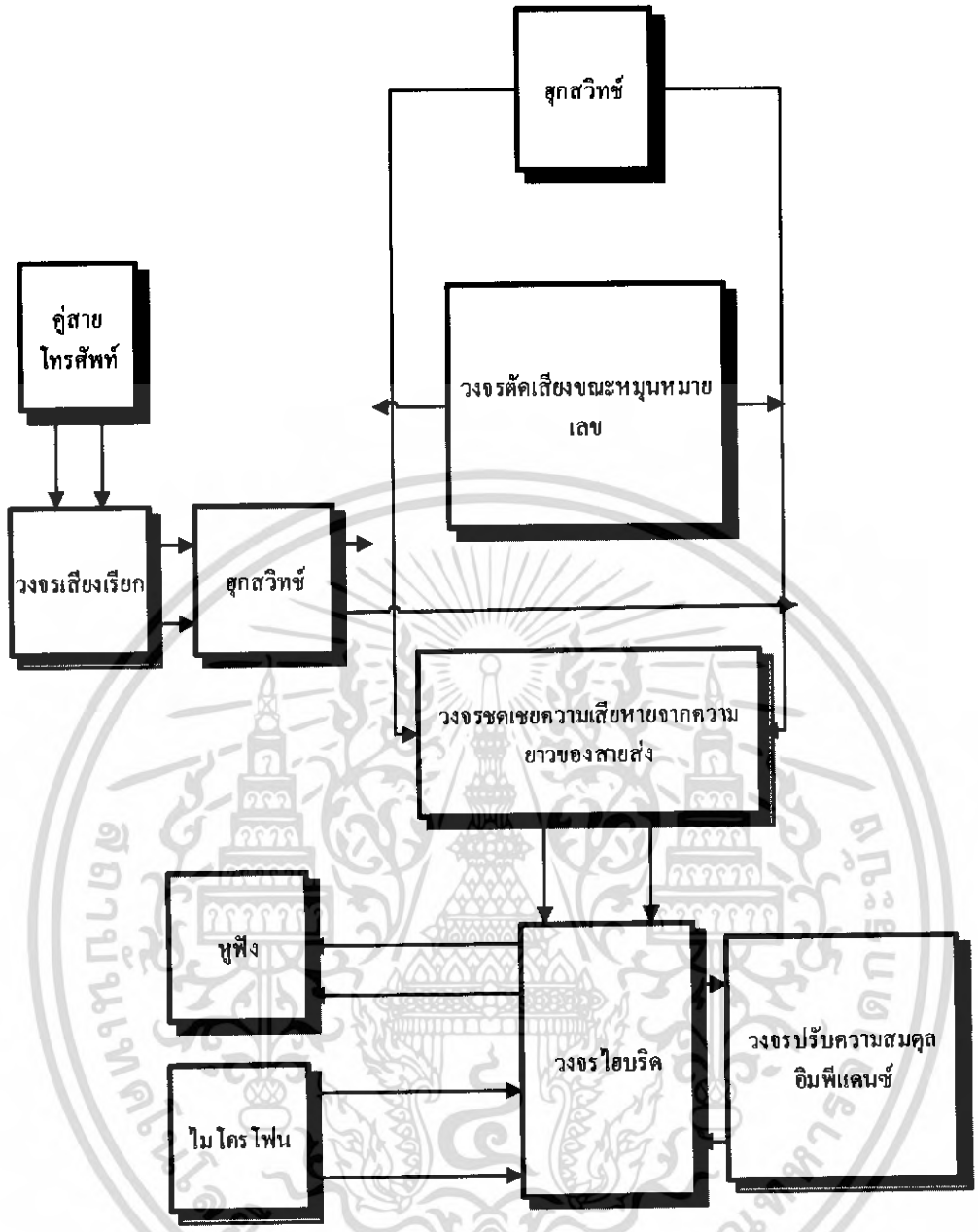
5. คู่สายสมาชิก (Subscriber line) คือ คู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูดแจกจ่ายออกมาจากสถานี ที่ติดตั้งเครื่องชุมสายท้องถิ่นไปยังบ้านของผู้เช่า หรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ

6. เครื่องชุมสายโทรศัพท์ (อัตโนมัติ) (Automatic telephone switching) คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียกกับผู้รับโดยอัตโนมัติ

2.2 การทำงานของโทรศัพท์

โทรศัพท์จะมี แผนภูมิ (Block diagram) การทำงานดังรูปที่ 2.1 ซึ่งแสดงส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยจะเชื่อมต่อด้วยสาย T (Tip) และสาย R (Ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสายก็คือ วงจรกำเนิดสัญญาณเรียก (Ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing singnal) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงคือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ ฮุกสวิตช์ (Switch hook) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังฮุกสวิตช์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากฮุกสวิตช์ก็จะสามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นฮุกสวิตช์ก็จะเปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ก็ไหลผ่านขดลวดรีเลย์ที่ชุมสายด้วยก็จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลง เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่ง สัญญาณหมุน (Dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการติดต่อด้วยมายังชุมสายหลังจากที่ชุมสายได้รับหมายเลขที่ถูกส่งออกมาแล้ว ชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุนซึ่งกระบวนการตอนนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สัญญาณโทรศัพท์

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวัน และเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารสำคัญมากอย่างหนึ่งคือโทรศัพท์ เครื่องโทรศัพท์ที่เห็นกันอยู่ไปโดยมากเป็นแบบกดปุ่ม เครื่องโทรศัพท์ชนิดนี้จะทำงานโดยส่งสัญญาณที่มีความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียง ในการกดแต่ละหมายเลขครั้งหนึ่งจะมีการส่งสัญญาณเสียงที่ได้มาจากมอดูเลต (Modulate) สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน 2 สัญญาณออกไปยังชุมสายโทรศัพท์ หรือที่เรียกสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ (Dual Tone Multi Frequency) สัญญาณต่างๆ ที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งมาตามคู่สายโทรศัพท์จะเป็นสัญญาณแจ้งให้ผู้ใช้ทราบถึงสภาวะการใช้งานโทรศัพท์ โดยสัญญาณนี้แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

1. สัญญาณพร้อมหมุน (Dial Tone) เป็นสัญญาณที่ทางชุมสายใช้แจ้งไปยังผู้ใช้โทรศัพท์ว่าอุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายพร้อมที่จะทำการต่อโทรศัพท์ให้กับผู้ใช้โทรศัพท์

2. สัญญาณเรียกกลับ หรือ สัญญาณแจ้งว่าสายว่าง (Ringback Tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกใช้ทราบว่า สายของผู้ที่ถูกเรียกว่าง และกำลังทำการเรียกอยู่

3. สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) เป็นสัญญาณที่ทางชุมสายส่งไปยังเครื่องผู้รับเพื่อบอกให้ทราบว่า ขณะนี้มีการติดต่อมา

4. สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกใช้ทราบว่าไม่สามารถติดต่อกับเครื่องรับโทรศัพท์เลขหมายที่กำลังติดต่อในขณะนั้นได้

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการแจ้งสภาวะการใช้งานทางโทรศัพท์

ชนิดของสัญญาณ	การส่งสัญญาณ	ความถี่สัญญาณ(เฮิรตซ์)
สัญญาณพร้อมหมุน	ต่อเนื่องไม่ขาดหาย	350 มอดูเลตกับ 440
สัญญาณเรียกกลับ	ดัง 2 วินาที เงียบ 4 วินาที	25
สัญญาณกระดิ่ง	ดัง 2 วินาที เงียบ 4 วินาที	440 มอดูเลตกับ 620
สัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่าง	* ขาดหาย 30ครั้งต่อนาทีเมื่อสายในชุมสายไม่ว่าง * ขาดหาย 60ครั้งต่อนาทีเมื่อเครื่องรับโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อถูกใช้งานอยู่ * ขาดหาย 120ครั้งต่อนาทีเมื่อทรั้งค์ไม่ว่าง	480 มอดูเลตกับ 620

หมายเหตุ ทรั้งค์ หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการสับสวิทช์ระหว่างคู่สายโทรศัพท์

ระดับสัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์นั้น มีทั้งสัญญาณที่เป็นไฟกระแสตรง (DC) และสัญญาณที่เป็นไฟกระแสสลับ (AC) ซึ่งระดับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณระหว่างคู่สายจะแตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

2.4.1เครื่องส่ง

1. ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์จะมีศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48V.

2. เมื่อมีผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ศักดาจะลดลงเหลือ 8 V. พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุนซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 mV ความถี่ 400 Hz กับความถี่ประมาณ 50 Hz ซึ่งเมื่อกดรหัสสัญญาณความถี่แล้วสัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป

3. กดรหัส (Code) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 7 รหัส รหัสความถี่ที่ส่งจะเป็นสัญญาณผสมกันสองความถี่เป็นความถี่สูงและต่ำผสมกัน แต่ละหมายเลขจะมี DTMF อยู่หนึ่งคู่

4. ขณะที่รอรับจะมีสัญญาณตอบกลับสองแบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่คือ สัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่าง ตามลำดับ

5. เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะขึ้นกับความดังของเสียงพูดตามสาย

6. เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดศักดาจะกลับไปที่ 48V ดังเดิม

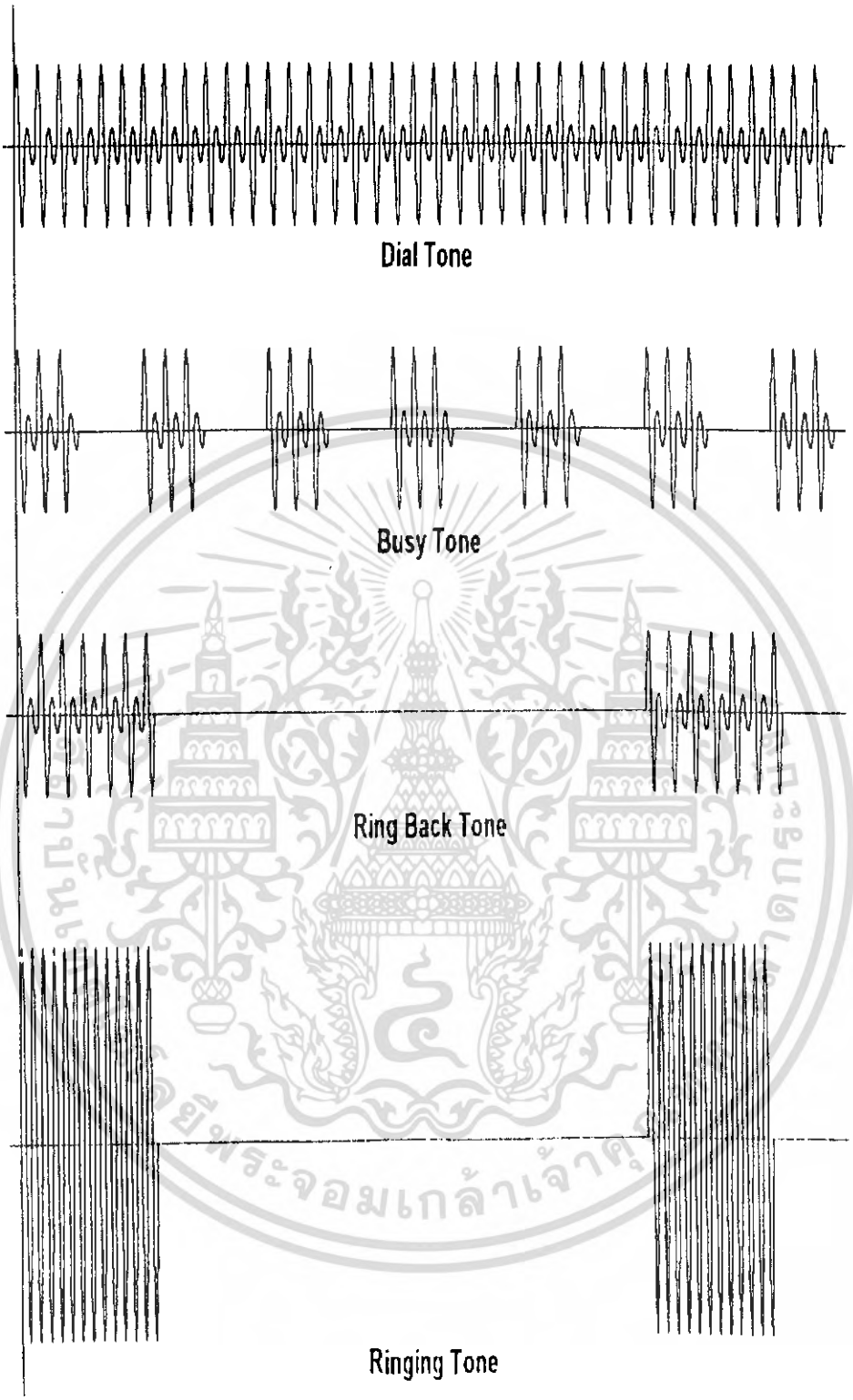
2.4.2 เครื่องรับ

1. ขณะที่วางหูจะมีศักดาแรงดันตกคร่อมสายอยู่ 48V. เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกจะมีขนาดประมาณ 100Vrms จังหวะดัง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง

2. จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ขนาดศักดากระแสตรงจะเหลือ 8V. และมีการกระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด

3. เมื่อสิ้นสุดการสนทนา วางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาจะกลับไปที่ 48V. ตามเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

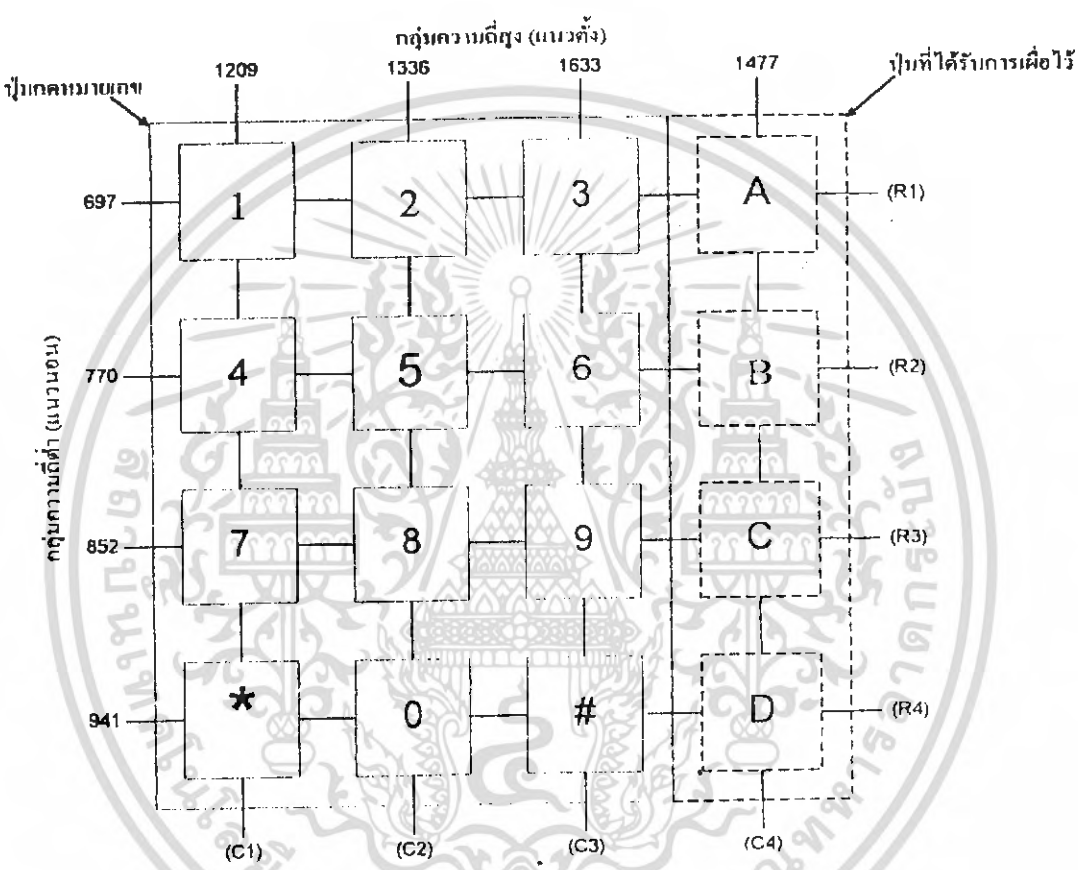


รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ระบบโทรศัพท์แบบส่งความถี่คู่ (DUAL TONE MULTI FREQUENCY TYPE)

ระบบนี้มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนหมายเลขที่กดซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปอยู่ในย่านความถี่เสียงพูด 0-4 KHz ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆ จะแสดงไว้ในรูป 2.3 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz มอดูเลตกันออกมา



รูปที่ 2.3 แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม DTMF

1. สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขลงได้ ทำให้มีผลคือ เวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้งลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับ traffic ได้มากขึ้น

2. สามารถใช้วงจรทาง solid state electronic แทนอุปกรณ์ทางด้าน mechanic จึงทำให้ความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งหมายเลขมากขึ้น

3. สามารถเพิ่มปุ่มกดขึ้นได้อีก 4 ปุ่ม (Column ที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่นๆ

4. มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ Stored Program Control

2.7 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF

2.7.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency encoder)

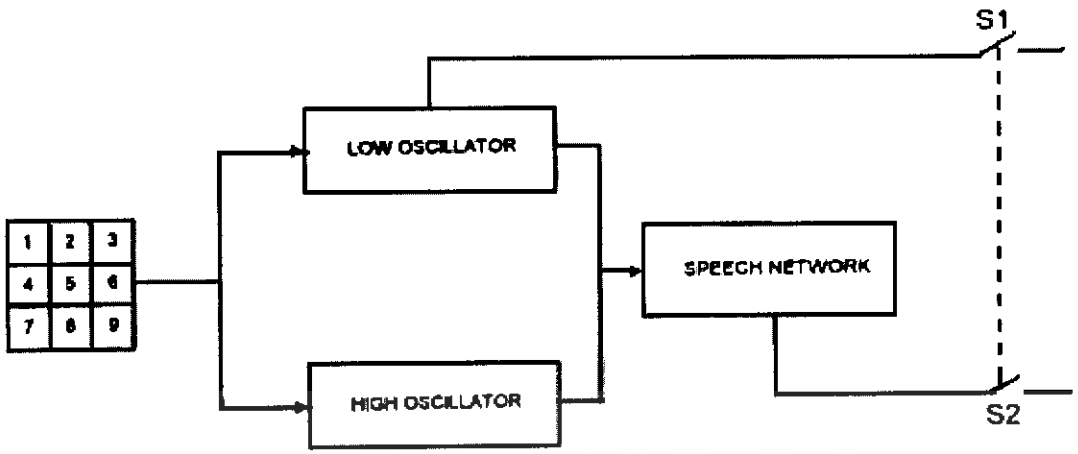
ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF นี้จะใช้การส่งสัญญาณไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์โดยจะมีข้อดี เหนือระบบพัลซ์หลายอย่าง เช่น หมุนโทรศัพท์ได้รวดเร็วกว่า และสามารถที่จะส่งสัญญาณไปบนสายส่งเสียงระดับใดๆ ก็ได้ วิธีนี้เป็นการส่งสัญญาณแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่าโดยแต่ละค่าจะเป็นสัญญาณคลื่นรูปซายน์ 2 แบบ แบ่งเป็น กลุ่มความถี่ต่ำ และ กลุ่มความถี่สูงและจะมีลักษณะแสดงดังตาราง 2 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงความถี่ระบบ DTMF

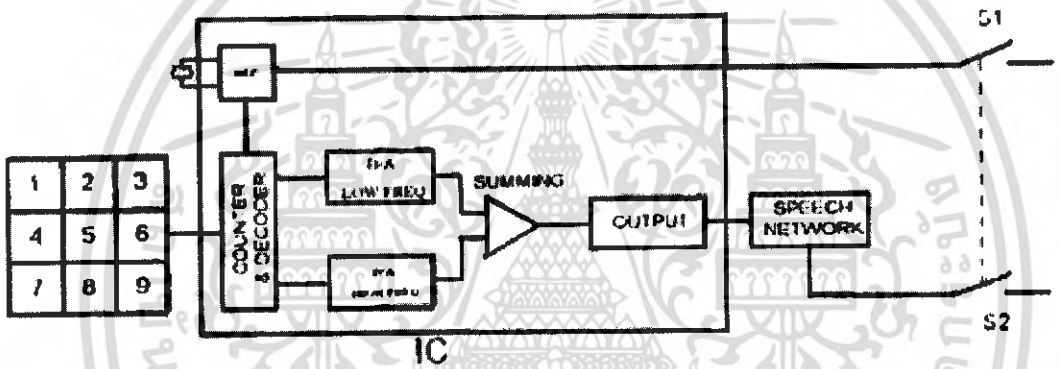
กลุ่มของความถี่ต่ำ (Hz)	กลุ่มของความถี่สูง (Hz)			
	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

ภาคนี้อาจเรียกได้ว่า การโทรออกอัตโนมัติ จะใช้การสั่งงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยออกมาที่พอร์ท แล้วส่งสัญญาณไบนารี่ไปที่ IC 74LS154 ซึ่งเป็นตัวทำหน้าที่เข้ารหัสสัญญาณโดยจะเปลี่ยนเป็นเลขฐานไบนารี่ 4 บิท เป็นเลขฐานสิบ แล้วส่งไปที่ IC 4066 ทำหน้าที่สวิตช์ปิดเปิดให้ขา Row กับขา Column ของ IC TCM 5087 จะเป็นตัวกำเนิดสัญญาณความถี่ค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการโทรออกแล้วนำสัญญาณที่ได้นี้ไปเข้าต่อ Line Telephone เพื่อส่งออกต่อไป ดังรูป 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ก แผนภาพแสดงของระบบ DTMF อุปกรณ์จำพวกพาสซีฟ



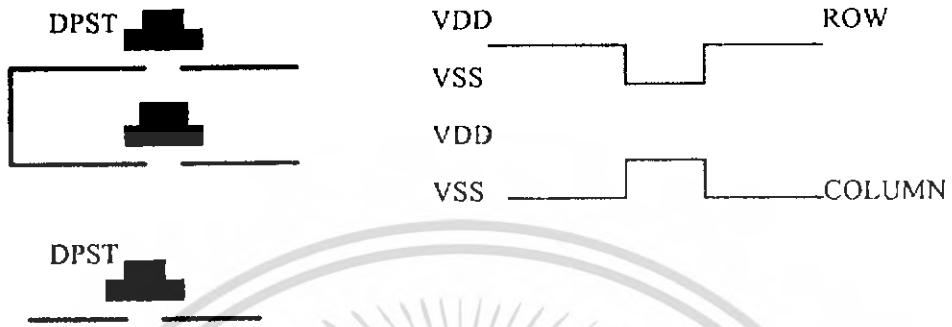
รูปที่ 2.4 ข แผนภาพแสดงของระบบ DTMF ไอซีสำเร็จรูป

ในรูปที่ 2.4 ก. เป็นแผนภาพแสดงของการส่งสัญญาณแบบ DTMF โดยใช้อุปกรณ์จำพวกพาส-ซีฟ (Passive Element) ในการนำมาสร้างวงจรออสซิลเลเตอร์ซึ่งเราจะพบปัญหาว่าอุปกรณ์เหล่านี้จะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป และอายุการใช้งาน ซึ่งจะส่งผลให้ความถี่ที่ผลิตออกมามีความคลาดเคลื่อนไปด้วยทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ในการทำงาน

ดังนั้นการสร้างไอซีสำเร็จรูปมาใช้งานแทนอุปกรณ์พาสซิสย่อมที่จะแก้ปัญหานี้ได้ในระดับหนึ่ง ในรูปที่ 2.4 ข. เป็นแผนภาพแสดงของไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF ซึ่งวงจรภายในจะประกอบด้วยวงจรเลขแต่ละครั้งจะตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวแถวและแนวคอลัมน์ เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวแถว และแนวคอลัมน์ไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสจะเป็นสัญญาณดิจิตอล สัญญาณที่มีความแตกต่างกันจากนั้นนำไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอล ไปเป็นอนาล็อกและนำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ (Summing Amp) แล้วจึงถูกส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (Speech Network) และผ่านต่อไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายโทรศัพท์ในที่สุด ไอซีอาจจะถูกออกแบบมาใช้ร่วมกับแป้นปุ่มหมายเลขชนิด SPST (Single-Pole Single-Throw) ก็ได้ดังรูปที่ 2.5



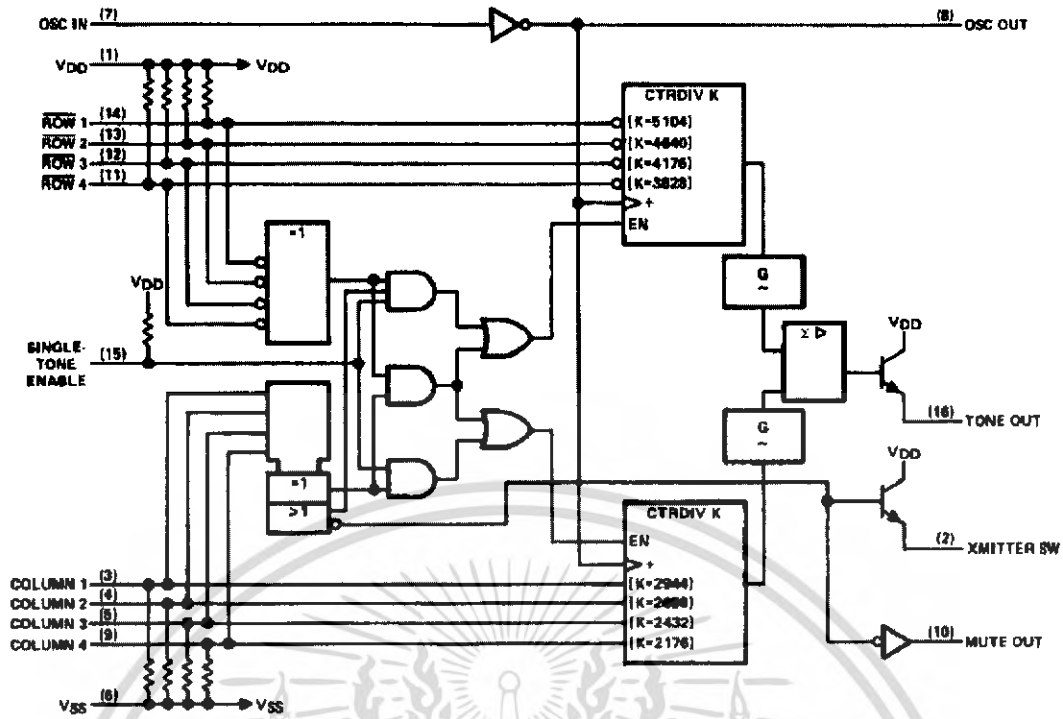
** DPST (dual-pole single throw) ซึ่งเป็นสวิตช์ที่มีสัมผัส 2 หน้า

รูปที่ 2.5 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ

รูปที่ 2.5 เป็นแผนภาพและรูปสัญญาณเมื่อมีการกดปุ่มเลขใดๆ จะสังเกตว่าในการถอดรหัสของแนวแถวจะทำงานที่ลอจิก "0" แต่ในแนวคอลัมน์จะทำงานที่ลอจิก "1" วงจรภายในและขั้นตอนการส่งสัญญาณ

ในรูปที่ 2.6 เป็นแผนภาพแสดงของวงจรภายในไอซีเบอร์ TCM5087 (MK 5087) จะเห็นว่าวงจรภายในจะประกอบด้วยวงจรถอดรหัส ลอจิกเกตและวงจรหารความถี่ (วงจรนับ) หรือ CTRDTV K การทำงานจะเริ่มเมื่อมีการกดหมายเลขโทรศัพท์จะทำให้มีสัญญาณแถว และสัญญาณคอลัมน์เกิดขึ้นและขาสัญญาณ Single Tone Enable จะต้องถูกทำให้แอกทีฟ (Active) สัญญาณแถวและคอลัมน์จะถูกนำไปเลือกค่า K เพื่อนำไปเป็นตัวหารสัญญาณจากวงจรออสซิลเลเตอร์หลัก ซึ่งจะเลือกใช้ค่าความถี่จากวงจร CTRDIV K เพื่อนำไปเป็นตัวหารสัญญาณจากวงจรออสซิลเลเตอร์หลัก ซึ่งจะเลือกใช้ค่าความถี่จากวงจรออสซิลเลเตอร์ให้มีค่า 3.5579545 MHz โดยจะหารด้วยค่า K จากวงจร CTRDIV K ทั้ง 2 วงจร สำหรับลอจิกเกทนั้นถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าการกดปุ่มหมายเลขแต่ละครั้งเป็นการกดเพียงปุ่มเดียวจริงๆ เมื่อตรวจได้ว่าไม่มีการกดปุ่มในเวลาเดียวกันมากกว่า 1ปุ่มจึงค่อยเอาสัญญาณลอจิกจากส่วนนี้ไปเป็นสัญญาณอีนาเบิล (Enable) ให้แก่วงจร CTRDIV K ทั้ง 2 วงจร

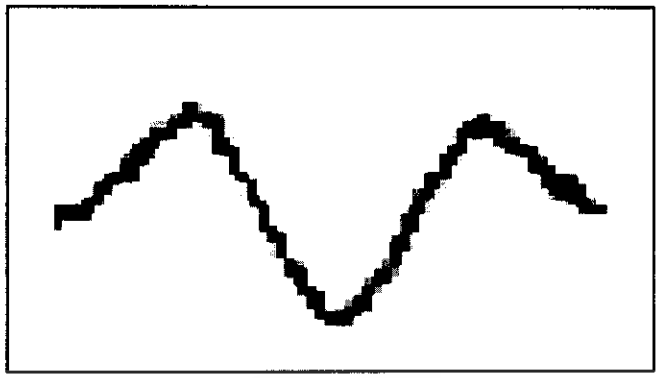
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



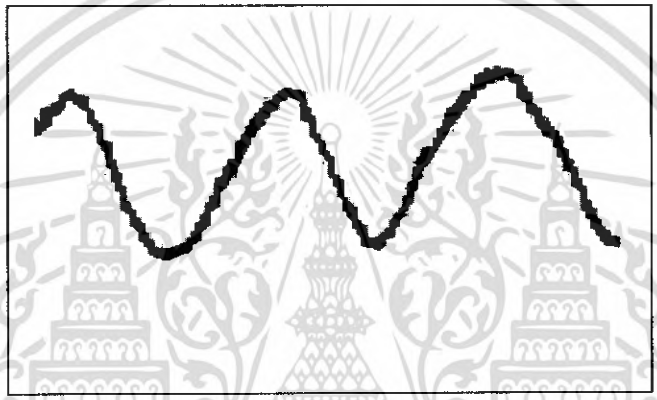
รูปที่ 2.6 แผนภาพแสดงวงจรภายในไอซีเบอร์ TCM 5087

ในส่วนของลอจิกที่มาจากบล็อก >1 หมายความว่า เมื่อใดก็ตามที่มีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ จะเป็นการสัญญาณไปยังขา 10 (Mute out) ซึ่งจะควบคุมให้มีสัญญาณจากวงจรบวกและขยายสัญญาณผ่านเข้าสู่หูฟังในระดับที่เหมาะสม ส่วนสัญญาณที่ขา 2 (Trans sw.) จะถูกนำไปใช้ควบคุมไม่ให้วงจรของการส่งสัญญาณเสียงพูดทำงานเมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขอยู่ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในขณะส่งรหัสหมายเลขอยู่นั่นเอง ย่อมกลับมาดูสัญญาณที่ออกมาจากวงจร CTRDIV K ทั้ง 2 จะถูกนำไปเข้าวงจร D/A เพื่อแปลงเป็นสัญญาณรูปคลื่นซายน์ และ นำมามอดูเลทกันโดยใช้วงจรบวกและขยายสัญญาณก็จะแทนหมายเลขที่ถูกต้องกดนั้นเอง

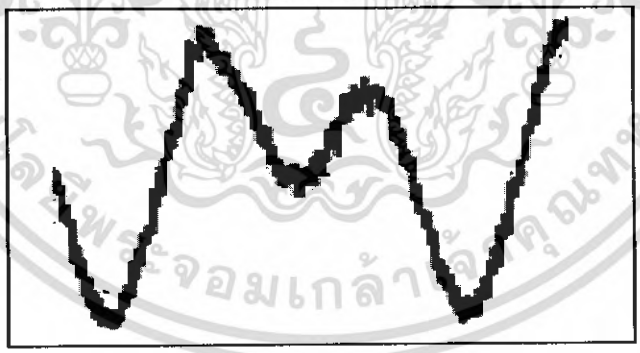
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. แถวที่ 7



ข. คอลัมน์ที่8



ค. การรวมสัญญาณทั้งสองเข้าด้วยกัน

รูปที่ 2.7 รูปสัญญาณของระบบ DTMF

ในรูปที่ 2.7 เป็นรูปสัญญาณที่เกิดขึ้นในการส่งหมายเลข 8 ซึ่งวงจรถอดรหัสจะให้ตำแหน่งในแนวแถวที่ 3 และคอลัมน์ที่ 2 สัญญาณที่ออกมาจาก D/A ก็จะเป็นไปตามรูป 2.7 ก. และ รูป 2.7 ข. ในรูป 2.7 ค. เป็นการรวมสัญญาณทั้ง 2 เข้าด้วยกัน จะสังเกตเห็นว่ารูปสัญญาณจะไม่ใช่สัญญาณที่ต่อเนื่องจาก D/A นั่นเองจึงทำให้สัญญาณมีลักษณะเป็นขั้นบันไดแต่ก็ไม่มีผลใดๆ ในการส่งสัญญาณไปยังชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การถอดรหัสความถี่ระบบ DTMF (DTMF Decoder)

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขทางโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิตอล ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดรหัส DTMF เกิดความผิดพลาดขึ้นซึ่งผู้ออกแบบวงจรต้องคำนึงถึงเสมอ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วงจรจะยังสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้องถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความถี่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน 2% และจะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า 3% จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ได้

2. วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ ก็ต่อเมื่อรับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 ms.

3. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้องก็ต่อเมื่อสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที

4. วงจรถอดรหัสจะต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 275 dB ได้โดยไม่เกิดการผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF มีแอมปลิจูด ต่างกันมากกว่า 6 dB

5. วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลาไม่ว่าขณะจะปรากฏเสียงพูดหรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัสให้ไม่ทำให้การถอดรหัสผิดพลาด

2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) คือไมโครคอมพิวเตอร์แบบที่มีขนาดเล็กโดยบรรจุไว้ในแผงวงจรรวม (Intergrated Circuit) เพียงชิพเดียวเหมาะสำหรับควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ โดยอัตโนมัติโดยผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้ตามต้องการซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยวตระกูล 51 หรือ MCS-51 ที่เลือกใช้ในโครงงานนี้ คือเบอร์ AT89S8252 ของบริษัท ATMEL ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีหน่วยความจำโปรแกรม (ROM) ภายในแบบ Flash Memory ขนาด 8 Kbytes ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบข้อมูลได้ใหม่ถึง 1,000 ครั้งและสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม

2.8.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89S8252

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252 ผลิตโดยบริษัท ATMEL เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญที่สำคัญดังนี้

1. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายใน 8Kbytes ซึ่งเพียงพอต่อการทำงานของโครงงานนี้

2. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรม (Internal RAM) ได้ 256x8 – bit

3. มีหน่วยความจำแบบ EEPROM ซึ่งสามารถเขียนและลบได้ 100,000 ครั้ง ขนาด 2 Kbytes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้แหล่งจ่ายระหว่าง 4-6 โวลท์

5. ใช้ความถี่ระหว่าง 0-24 MHz

6. มีการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม (Series) หรือ Universal Asynchronous Reeeiver Transmitter (UART)

7. มีวงจร Timer /Counter ขนาด 16 บิต 3 ชุด

8. มีการขอขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม (Interrupt Sources) 9 ชุด

9. สามารถเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมดของ Idle (การทำงานปกติ) และ Powerdown (การประหยัดพลังงานไฟฟ้า)

10. สามารถโปรแกรมผ่าน SPI (Serial Peripheral Interface)

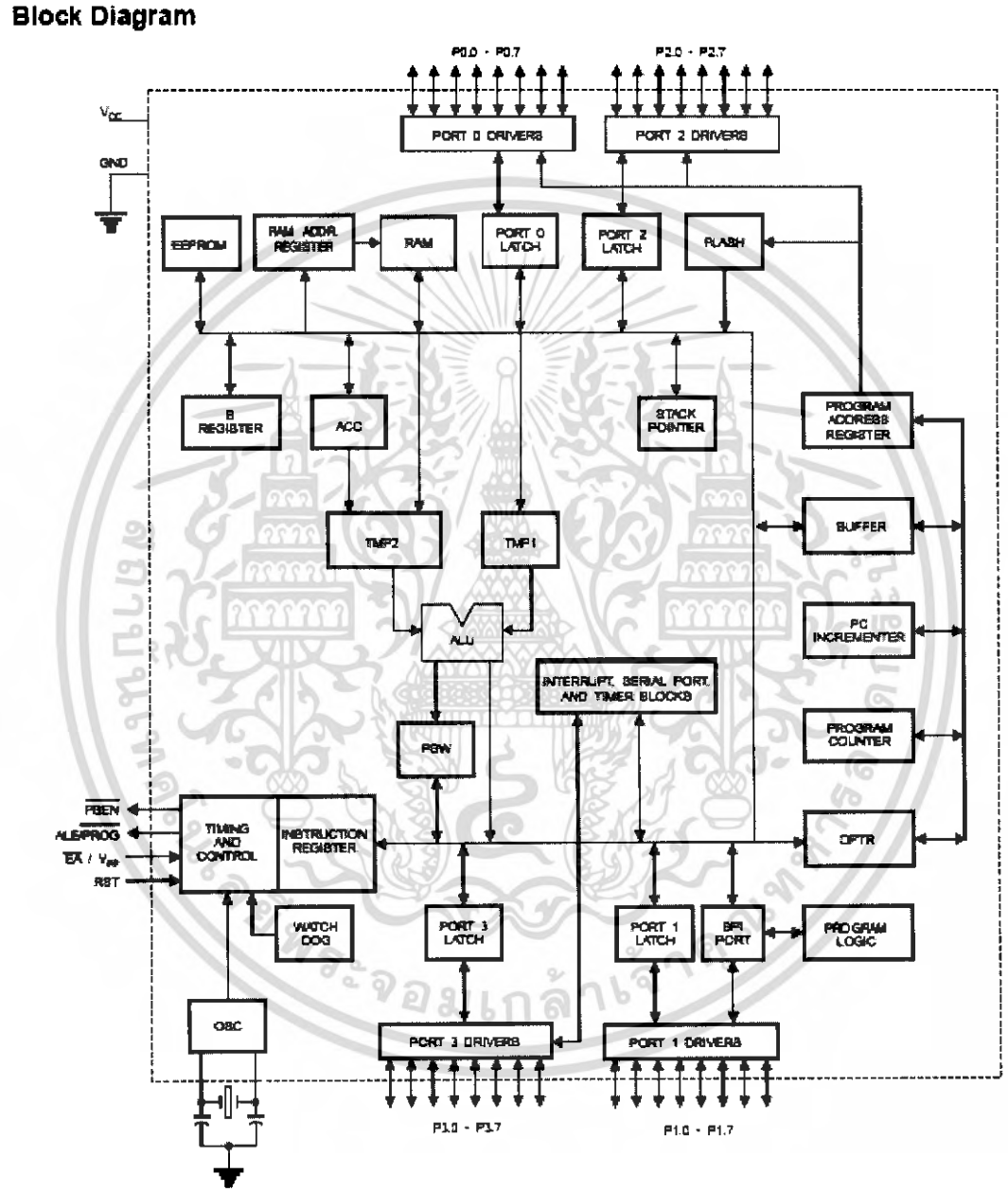
11. สามารถโปรแกรมแบบ Watchdog Timer

จากคุณสมบัติที่กล่าวถึงทำให้ MCS-51 เป็นที่นิยมใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติซึ่งบรรจุไว้ในไอซีรวมเดี่ยว (Single Chip) ขนาด 40 ขาดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้ระบบมีขนาดเล็กทำให้ตรวจสอบหาข้อผิดพลาดได้ง่ายรวมถึงการลดต้นทุนการผลิตหากจะต้องมีการผลิตเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 โครงสร้างของ MCS-51

โครงสร้างภายในของ MCS-51 ประกอบด้วยเกทต่าง ๆ เช่น AND OR และ NOT ซึ่งเกทเหล่านี้จะถูกออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่าง ๆ เช่น วงจรถอดรหัสสร้างสัญญาณนาฬิกาโครงสร้างภายในของ MCS-51 จะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.8 โครงสร้างของMCS-51 ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. CPU (Central Processing Unit) ซึ่งมีส่วนย่อยอีกแต่ละส่วนมีหน้าที่ต่างๆ กันได้แก่ส่วนสร้างสัญญาณควบคุม (Control Unit) ในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ ส่วน ประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Unit)

2. หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล สำหรับไปเก็บไว้และอ่านเอาข้อมูลออกมาจากหน่วยความจำ

3. Input/Output Device ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก

2.8.3 การจัดการหน่วยความจำของ MCS-51

หน่วยความจำของ MCS-51 แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. Program Memory เป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมการทำงานซึ่งจะเป็น ROM (Read Only Memory) เท่านั้นแบ่งเป็นหน่วยความจำภายใน (Internal Memory) ซึ่งจะอยู่ภายใน MCS-51 เบอร์ 8252 จำนวน 8 กิโลไบต์ ตำแหน่งของหน่วยความจำเนื้อที่ 0000H ถึง 0FFFH และหน่วยความจำภายนอก (External Memory) ตำแหน่งหน่วยความจำจะอยู่ที่ 1FFFH ถึง FFFFH

2. Data Memory แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิพมีเพียง 256 ไบต์สำหรับเบอร์ 8252 หน่วยความจำข้อมูลภายนอกชิพมีความจุ 64 กิโลไบต์

2.8.4 สถาปัตยกรรมของ MCS-51

สถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51 ซึ่งจะอธิบายถึงส่วนย่อยๆ ภายใน MCS-51 เพียงชิพเดียวดังรูปที่ 2.8 และสัญญาณจากภายในจะต่อออกมาสู่ภายนอกทางขา (Pin) ต่างๆ ของ MCS-51 ที่มีอยู่ 40 ขา

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 บรรจุอยู่ในไอซีวงจรรวมแบบ Dual Inline Package (DIP) มีขาอยู่ข้างละ 20 ขารวมทั้งหมด 40 ขานั้นจะใช้งานต่าง ๆ กันดังนี้

1. Vcc ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟเลี้ยง +5V

2. Vcc ขา 20 เป็นขาที่ต่อกับกราวด์

3. Port 0 เป็นพอร์ตขนาน 8 บิตอยู่ที่ขา 39 ถึง 32 เริ่มจากบิต 0 ถึง บิต 7 ตามลำดับ (P0.0-P0.7) พอร์ต 0 นี้ใช้ได้ทั้งการรับและส่งตำแหน่งและข้อมูลกับหน่วยความจำหรือใช้เป็นพอร์ตรับ-พอร์ตส่งข้อมูล

4. Port 1 เป็นพอร์ตขนาน 8 บิต คือ ขา P1.0 ถึง P1.7 (ขา 1-8) ใช้ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลเท่านั้น

5. Port 2 อยู่ที่ขา 21 ถึง 28 เป็นพอร์ตขนาน 8 บิต คือ ขา P2.0 ถึง P2.7 ใช้งาน 2 ลักษณะ คือใช้ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก ค่าตำแหน่งนี้เป็น 8 บิตของค่าตำแหน่งและใช้เป็นพอร์ตรับและส่งข้อมูลกับภายนอก

6. Port 3 คือ ขา P3.0 ถึง P3.7 (ขา10-17) พอร์ตนี้ทำหน้าที่เป็น I/O Port และอีกหน้าที่หนึ่ง คือส่งสัญญาณควบคุมออกมาและรับสัญญาณเข้าไป สัญญาณต่างๆ แต่ละบิตมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- P3.0/RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม (UART)

- P3.1/TXD (Serial Output Port) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม (UART)

- P3.2/INT0 (External Interrupt 0) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 0

- P3.3/INT1 (External Interrupt 1) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 1

- P3.4/T0 (Counter0 External Input) ขารับสัญญาณพัลซ์อินพุทเข้าไปยังวงจร Counter 0 (เป็นอินพุทโหมดเคาน์เตอร์)

- P3.5 T1 (Counter1 External Interrupt) ขารับสัญญาณพัลซ์อินพุทเข้าไปยังวงจร Counter 1 (เป็นอินพุทโหมดเคาน์เตอร์)

- P3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) ขาสัญญาณใช้ในการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

- P3.7/RD (External Data Memory Read Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

- RST ขา 9 ใช้สำหรับรีเซ็ทการทำงานของ MCS-51

- ALE (Address Latch Enable) อุปกรณ์ภายนอก จะใช้สัญญาณนี้ในการแลตซ์ข้อมูลที่ส่งออกมาทาง พอร์ต 0

- PSEN (Program Store Enable) คือ ขาที่ 29 ใช้เมื่อต้องการอ่านคำสั่งที่จะนำไปใช้ งานมาจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก

- EA (External Access) คือ ขาที่ 31 เป็นขาอินพุทที่ต่อเข้าไปยังวงจร Timing and Control เพื่อควบคุมการเลือกหน่วยความจำจากภายนอกหรือภายใน

- XTAL1(ขา 19) ขานี้จะใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิสเลเตอร์ภายใน

- XTAL 2 (ขา 18) ขานี้จะใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นเอาท์พุทของวงจรออสซิสเลเตอร์ภายใน

2.8.5 การทำงานของ MCS – 51

การทำงานของ MCS-51 ผู้ใช้จะต้องเขียนโปรแกรมเป็นภาษาเครื่องซึ่งอยู่ในรูปเลขฐาน 2 ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำประเภท Program Memory แต่ละคำสั่งอาจประกอบด้วย 1, 2 หรือ 3 ไบต์ก็ได้มากระทำตามคำสั่งนั้น โดยจะเริ่มจากการทำงานภายใน MCS-51 เองแล้วช่วงต่อไปจะเป็นช่วงการทำงานตามคำสั่ง (Execute Cycle) ซึ่งการทำงานดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับสัญญาณควบคุมที่สร้างจากวงจร Oscillator ทำให้การทำงานต่างๆ เป็นไปตามลำดับ

ในหนึ่งแมชชีนไซเคิล คือช่วงเวลาตั้งแต่ S1 ถึง S6 ซึ่งจะใช้เวลา 12 คาบของสัญญาณออสซิลเลเตอร์ หากใช้ออสซิลเลเตอร์ความถี่ 12 MHz จะได้ว่าใน 1 แมชชีนไซเคิลใช้เวลา 1 ไมโครวินาที ดังนั้นการทำงานใน 1 คำสั่ง ต่ำสุดจะกินเวลาเพียง 1 ไมโครวินาที การทำงานของคำสั่ง INCA ซึ่งเป็นคำสั่ง 1 ไบต์ ทำงานเสร็จภายใน 1 แมชชีนไซเคิล ส่วนการทำงานของคำสั่ง ADD A,# data ซึ่งเป็นคำสั่ง 2 ไบต์ แต่ทำงานเสร็จภายใน 1 แมชชีนไซเคิล ส่วนการทำงานของคำสั่ง MOVX ซึ่งเป็นคำสั่ง 1 ไบต์ แต่ทำงานเสร็จภายใน 2 แมชชีนไซเคิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62528

2.8.6 การอินเตอร์รัพต์

การอินเตอร์รัพท์ของ MCS-51 สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้นได้อย่างน้อย 5 ชนิดได้แก่

1. อินเตอร์รัพต์จากภายนอก 0 (External Interrupt 0)
2. อินเตอร์รัพต์จากภายนอก 1 (External Interrupt 1)
3. อินเตอร์รัพต์ของไทเมอร์ 0 (Timer Flag Interrupt 0)
4. อินเตอร์รัพต์ของไทเมอร์ 1 (Timer Flag Interrupt 1)
5. อินเตอร์รัพต์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial Port Interrupt)

การอินเตอร์รัพต์แต่ละชนิดที่ MCS-51 สามารถรับได้ แบ่งกลุ่มดังนี้

1. External Interrupt เป็นอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นจากภายนอก MCS-51 มี 2 ชนิดคือ External Interrupt0 และ External Interrupt1 โดยต่อเข้าที่ขา 12 (INT0) และขา 13 (INT1) ตามลำดับ ซึ่งสัญญาณอินเตอร์รัพต์ชนิดนี้จะทำงานเมื่อสัญญาณภายนอกที่ส่งเข้ามามีสถานะลอจิกเป็น 0

2. Timer Flag Interrupt อินเตอร์รัพต์ของกลุ่มนี้ประกอบด้วย Timer Flag Interrupt0 และ Timer Flag Interrupt1 เป็นอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นจากภายในตัวเอง จะเกิดขึ้นโดยบิต TF0 หรือ TF1 ถูกเซ็ตเมื่อไทม์เมอร์ 1 เกิด Overflow ขึ้นทำให้เกิดสัญญาณอินเตอร์รัพต์เข้าไปขัดตัวซีพเอง ภายในจังหวะการทำงานของโปรแกรมที่ ทำงานอยู่ขณะนั้นให้ทำงานอื่นแทน

3. Serial Port Interrupt เป็นอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นจากภายในตัวซีพเอง สัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นได้มาจากบิต TI หรือ RI บิตที่ควบคุมการอินเตอร์รัพต์ทั้งสองนี้จะไม่ถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ใน MCS-51 เมื่อซีพียูไปทำงานในโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์ เพราะการเกิดอินเตอร์รัพต์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรมอาจเกิดจากบิต RI หรือ TI ก็ได้ ดังนั้น โปรแกรมในส่วนบริการอินเตอร์รัพต์จะต้องตรวจสอบเองว่า สัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นได้มาจากบิต TI หรือ RI บิตทั้งสองจะถูกเคลียร์โดยซอฟแวร์เท่านั้น

การทำงานเกี่ยวกับการอินเตอร์รัพต์นั้น จะมี Special Function Register ที่เกี่ยวข้องโดยตรง 2 ตัว ได้แก่ IE (Interrupt Enable) และ IP (Interrupt Priority) รีจิสเตอร์ IE สามารถควบคุมการอินเตอร์รัพต์ใน MCS-51 ได้ทั้งหมด โดยใช้บิต EA ให้มีค่าเป็น 0 สัญญาณอินเตอร์รัพต์ทุกชนิดที่เกิดขึ้นจะไม่สามารถอินเตอร์รัพต์ MCS-51 ได้สำหรับรีจิสเตอร์ IP นั้น เราสามารถจัดลำดับความสำคัญของการทำอินเตอร์รัพต์ได้โดยเซ็ทบิตเป็น 1 สำหรับอินเตอร์รัพต์ที่มีความสำคัญสูงและเซ็ทบิตให้เป็น 1 สำหรับอินเตอร์รัพต์ที่มีความสำคัญต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) และโครงสร้างของระบบ

การออกแบบการทำงานจะมีส่วนทำงานหลักอยู่ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยการออกแบบการทำงานจะแบ่งการทำงานเป็น 2 โหมดการทำงานดังนี้

1 . การเตือนภัยและแจ้งเหตุอัตโนมัติ โดยในโหมดนี้จะแยกเป็น 2 กรณี คือ

- กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้
- กรณีขโมยเข้าบ้าน

2 .การเปลี่ยนแปลงและบันทึกเสียงเพื่อแจ้งเหตุ คือ

- เปลี่ยนแปลงหมายเลขที่กำหนด
- ข้อมูลที่เป็นสัญญาณเสียงในไอซีบันทึกเสียง

โดยในการรับคำสั่งต่างๆ ของระบบจะมีส่วนอินพุทรับคำสั่ง 1 ทาง คือ

1. ทางไมโครโฟน ในโหมดการเปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลเสียงที่ใช้แจ้งเหตุในไอซีบันทึกเสียง ISD 2590

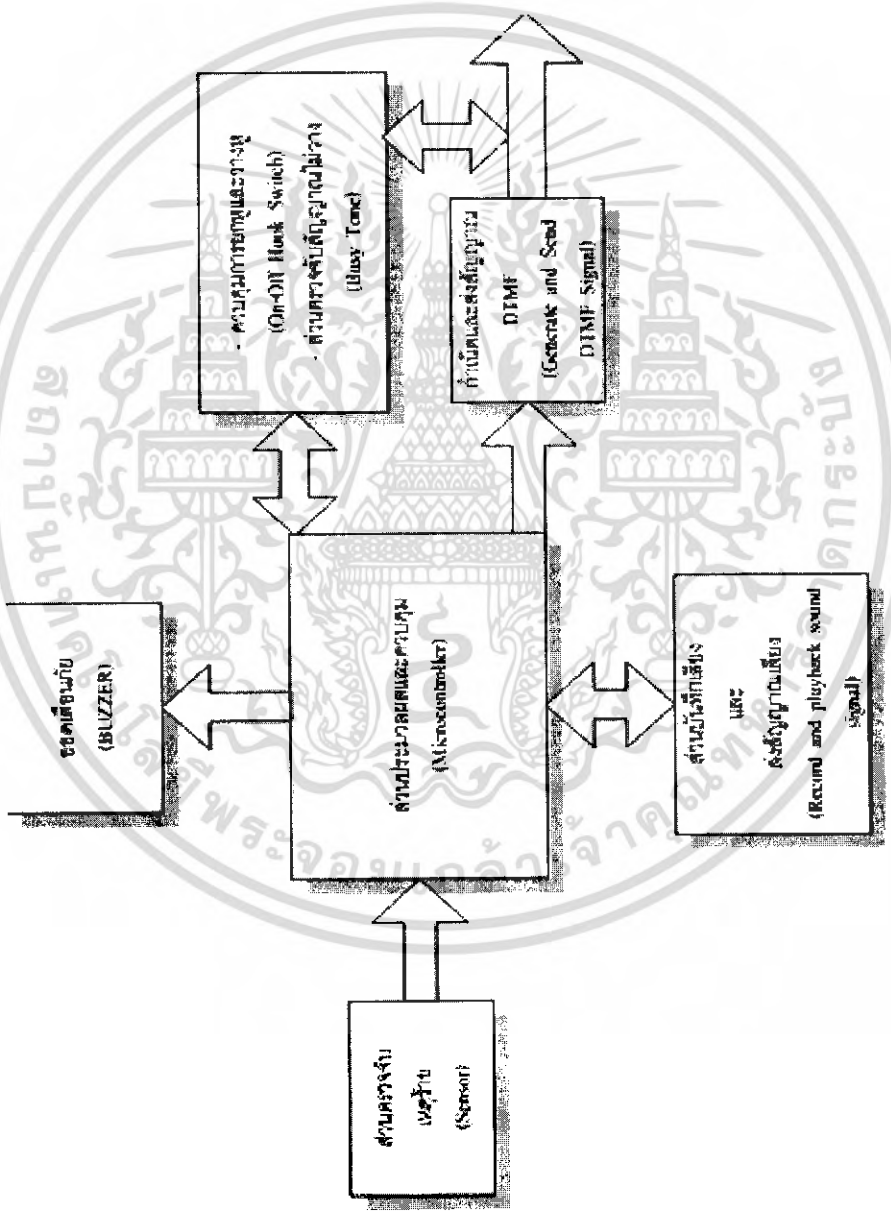
สำหรับการแสดง แอลอีดี (LED) และ ลำโพงในส่วนของข้อมูลแจ้งเหตุที่เป็นสัญญาณเสียง และ สัญญาณออด ซึ่งเป็นสัญญาณเสียงที่ดังขึ้นเพื่อเตือนภัยเมื่อมีผู้บุกรุก

3.2 การทำงานโดยรวมของระบบ

ระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์มีการทำงานโดยรวมคือ เมื่อเซ็นเซอร์ ตรวจจับได้ว่าเหตุร้ายเกิดขึ้นก็จะมีสัญญาณส่งไปยัง ส่วนควบคุม (Controller) ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยส่วนควบคุมจะส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมการยกหู – วางหูโทรศัพท์ เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์แล้ว ส่วนตรวจสอบสัญญาณ จะทำการตรวจสอบสัญญาณว่ามีสัญญาณว่ามีสัญญาณพร้อมหมุน (Dial Tone) หรือไม่ แล้วส่งข้อมูลกลับไปยังส่วนควบคุม ถ้ามีสัญญาณพร้อมหมุนเข้ามา ส่วนควบคุมจะนำหมายเลขโทรศัพท์ที่ได้บันทึกเก็บไว้ล่วงหน้าแล้ว ออกมาหลังจากนั้นจะส่งสัญญาณไปยังส่วนสร้างและส่งสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ เพื่อทำการสร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟตามหมายเลขที่ได้บันทึกไว้และส่งสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ ไปยังคู่สายโทรศัพท์ แต่ถ้าหากภาคตรวจสอบสัญญาณตรวจสอบได้ว่าไม่มีสัญญาณพร้อมหมุน (Dial Tone) ก็จะส่งสัญญาณไปบอกส่วนควบคุมให้ทำการ วางหูโทรศัพท์ก่อนและยกหูโทรศัพท์ใหม่ จนกว่าจะได้รับสัญญาณพร้อมหมุน (Dial Tone) เมื่อทำการหมุนเลขหมายแล้วส่วนตรวจสอบสัญญาณจะตรวจสอบว่าสัญญาณที่ได้รับกลับมาเป็นสัญญาณใด ถ้าเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) ส่วนควบคุมจะทำการส่งหมายเลขโทรศัพท์มาให้ส่วนสร้างและส่งสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ ทำการสร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ และ ส่งออกไปอีกครั้งหนึ่ง และหากตรวจสอบได้ว่ามีสัญญาณสายว่าง (Ring Back Tone) เข้ามาก็จะรอระยะเวลาหนึ่ง ถ้าหากไม่มีผู้รับสาย ส่วนควบคุมก็จะทำการเปลี่ยนหมายเลขใหม่ที่บันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้จนมีผู้รับสาย เมื่อมีผู้รับสาย ส่วนควบคุมจะทำการส่งสัญญาณไปยังส่วนส่งสัญญาณเสียงที่ได้บันทึกไว้ เพื่อทำการส่งเสียงเตือนภัย ส่งไปไปยังผู้รับสายปลายทาง พร้อมส่งเสียงภัยทางออด โดยสามารถกำหนดเวลาในการส่งเสียงเตือนได้ เมื่อส่งสัญญาณเสียงเตือนภัยผ่านโทรศัพท์เรียบร้อยแล้ว ก็จะส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมให้ทำการหยุดการติดต่อ และ ส่งสัญญาณให้ส่วนควบคุมการยกหูและวางหูโทรศัพท์ทำการวางหูโทรศัพท์ และระบบเตือนภัยจะทำเช่นนี้เรื่อยๆ จนกว่าจะสามารถติดต่อและส่งสัญญาณเตือนภัยได้ ซึ่งโครงสร้างของการทำงานของระบบทั้งหมด แสดงได้ตามบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนควบคุม

ในส่วนนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องโดยในโครงงานนี้ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT98S8252 ของ ATMEL เป็นตัวควบคุม โดยภายในไมโครคอนโทรลเลอร์มีพอร์ตอินพุต/เอาท์พุต ทั้งหมด 4 พอร์ต และได้ทำการแบ่งการควบคุมแต่ละพอร์ตในโครงงานนี้ออกเป็นดังนี้

พอร์ต 0 ทั้งหมด (P0.0 - P0.7) ใช้ควบคุมการส่งสัญญาณของไอซีสร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

พอร์ต 1 ใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1.0 ใช้เป็นตัวสวิทช์ของวงจรตรวจจับอินฟราเรด

1.1 ใช้เป็นตัวสวิทช์ของวงจรตรวจจับอุณหภูมิ

1.2 ใช้เป็นสวิทช์ในการ HOOK SWITCH

1.3 ใช้เป็นตัวส่งสัญญาณให้ BUZZER ทำงาน

1.4 ใช้ควบคุมการเช็คสัญญาณ BUSY TONE

1.5 ใช้ควบคุมการเช็คสัญญาณ RING BACK TONE

1.6 ใช้เป็นตัว RESET ของ SOUND_1

1.7 ใช้เป็นตัว PLAY ของ SOUND_1

พอร์ต 2 ใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

2.0 ใช้เป็นตัว RESET ของ SOUND_2

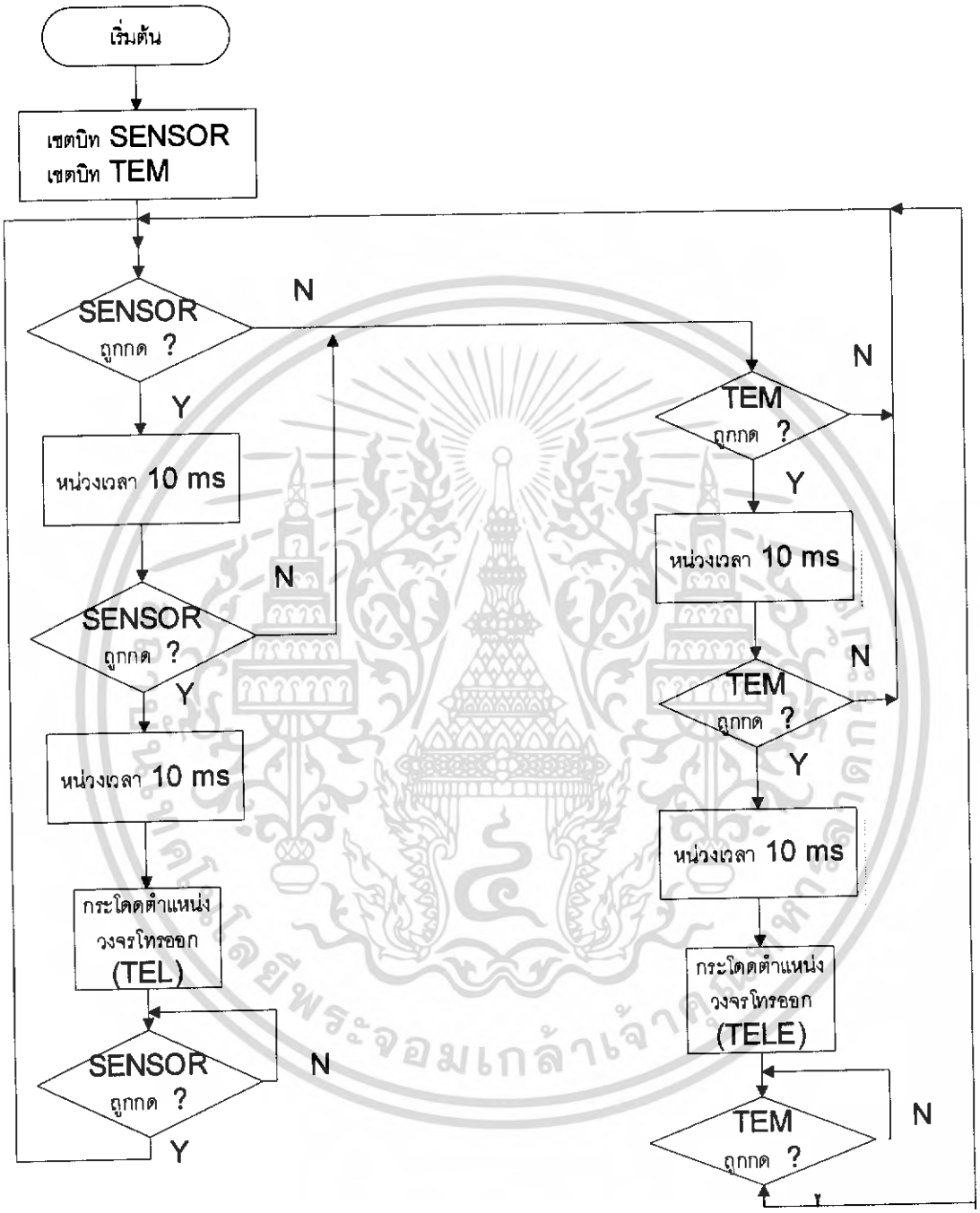
2.1 ใช้เป็นตัว PLAY ของ SOUND_2

2.2 ใช้เป็นตัวควบคุม วงจร RELAY ของ SOUND กับคู่สาย

2.3 ใช้เป็นตัวควบคุม วงจร HOOK ของ SOUND กับคู่สาย

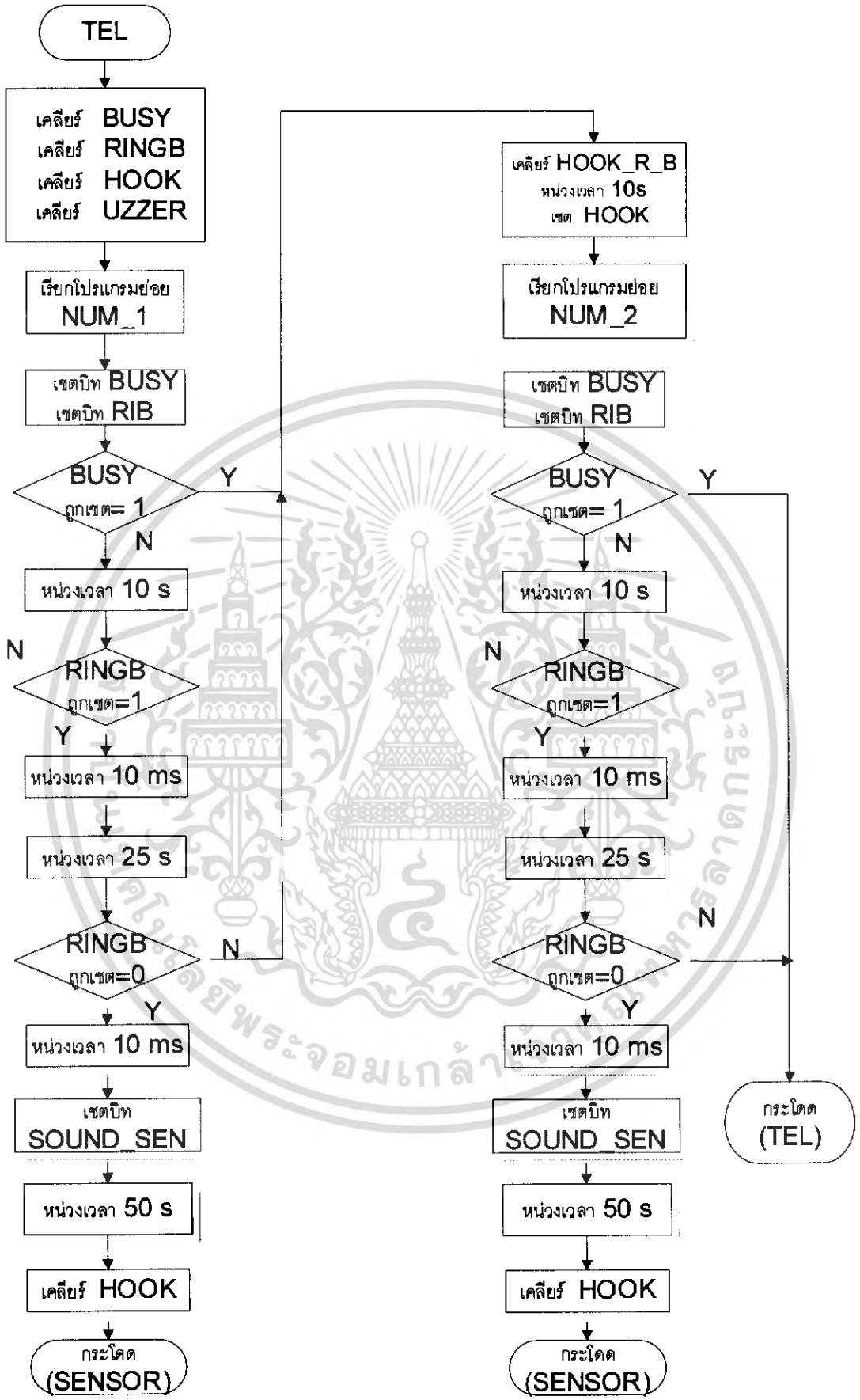
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์



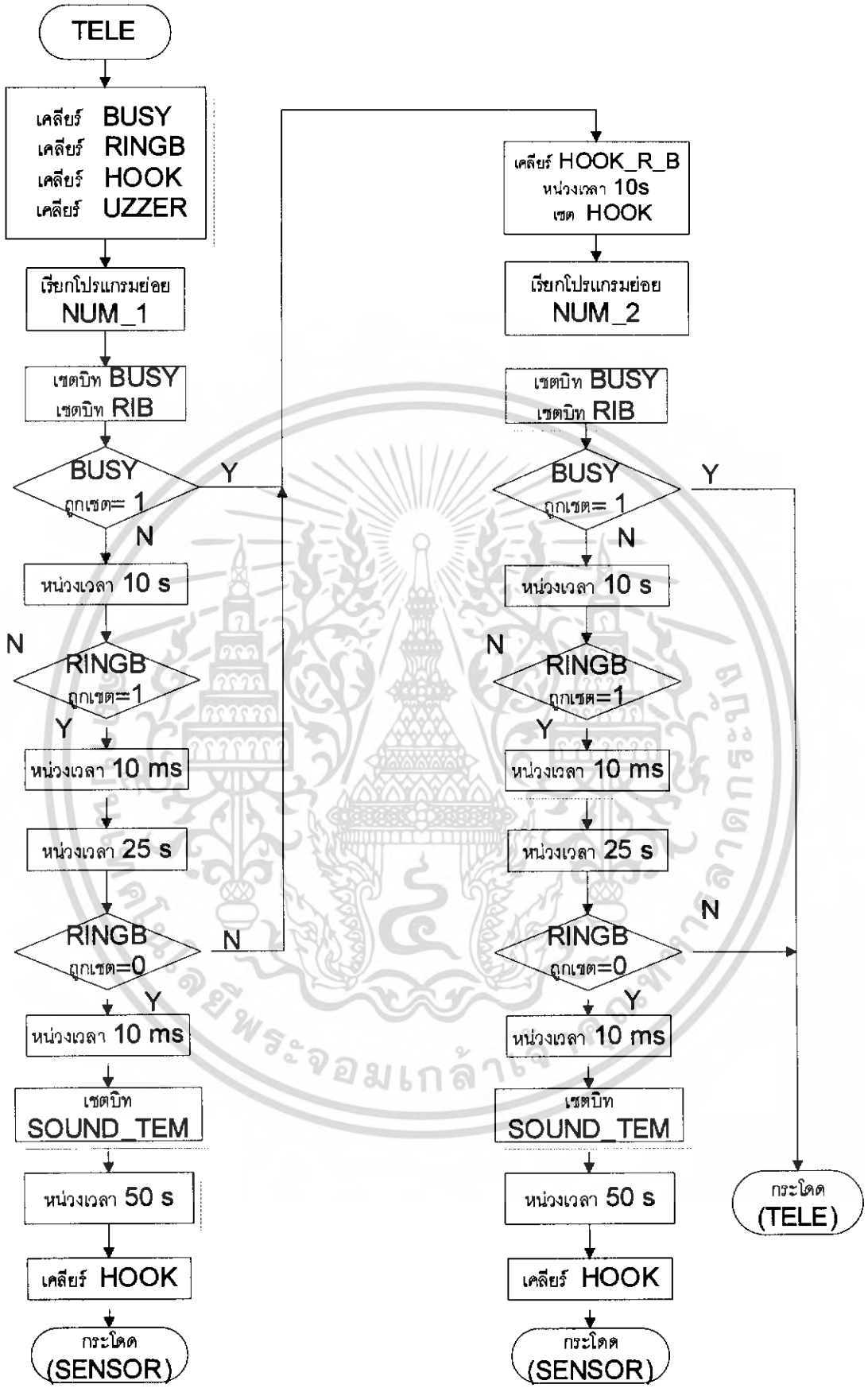
รูปที่ 3.2 โฟล์วชาร์ตการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 โฟล์วชาร์ตการทำงานของระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

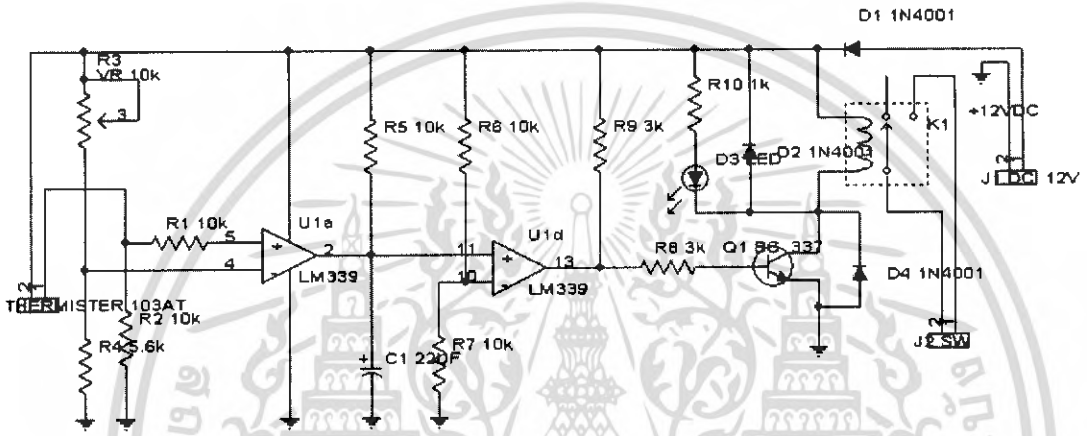


รูปที่ 3. 2 โฟล์วชาร์ตการทำงานของระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 หลักการทำงานของวงจรตรวจจับอุณหภูมิ

การใช้หลักการไอซี OP - AMP เบอร์ LM 339 ที่เป็นตัวเปรียบเทียบรับค่าของแรงดัน (Voltage Signal) ที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิจากเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC 103AT อาศัยหลักการการเปลี่ยนแปลงกระแสแล้วนำค่าแรงดันมาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้เป็นค่าอ้างอิงโดยใช้ VR เป็นตัวปรับค่าแรงดันที่สามารถเลือกค่าได้การตั้งแรงดันค่าอ้างอิง (Vref) คือการตั้งค่าจุดตัดต่อของอุณหภูมินั้นเอง ผลการเปรียบเทียบค่าแรงดันโดย LM339 จะส่งไปยังเบสของ Q1 ทำหน้าที่ขับรีเลย์ใช้ไฟ 12Vdc. เพื่อทดสอบวงจรเทอร์โมสตัทความยืดหยุ่นในการตั้งค่าอุณหภูมิที่ทำการควบคุมได้

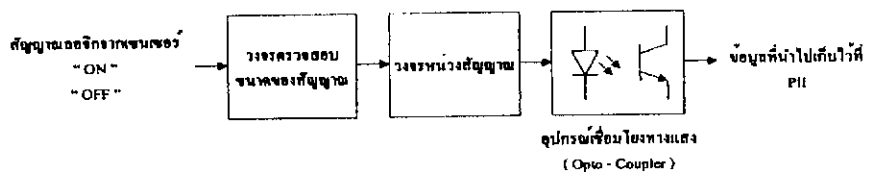


รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับอุณหภูมิ

3.6 ส่วนอุปกรณ์ตรวจจับ

3.6.1 อินฟราเรดเซ็นเซอร์สำหรับสัญญาณลอจิก

อินฟราเรดเซ็นเซอร์แบบนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลกับอุปกรณ์อินพุทภายนอกที่มีลักษณะเป็นสัญญาณไบนารี่หรือดิจิตอลเท่านั้น แล้วนำสัญญาณหรือข้อมูลเหล่านั้นมาปรับแต่งให้มีระดับสัญญาณที่เหมาะสมกับการทำงานของหน่วยประมวลผลเพื่อใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ใช้สร้างขึ้น ซึ่งตรงสร้างภายในของอินพุทโมดูลสำหรับสัญญาณลอจิกจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบ DC ลอจิกและแบบ AC ลอจิก การเลือกใช้งานขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้



รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของการทำงานของโมดูลอินพุทแบบลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

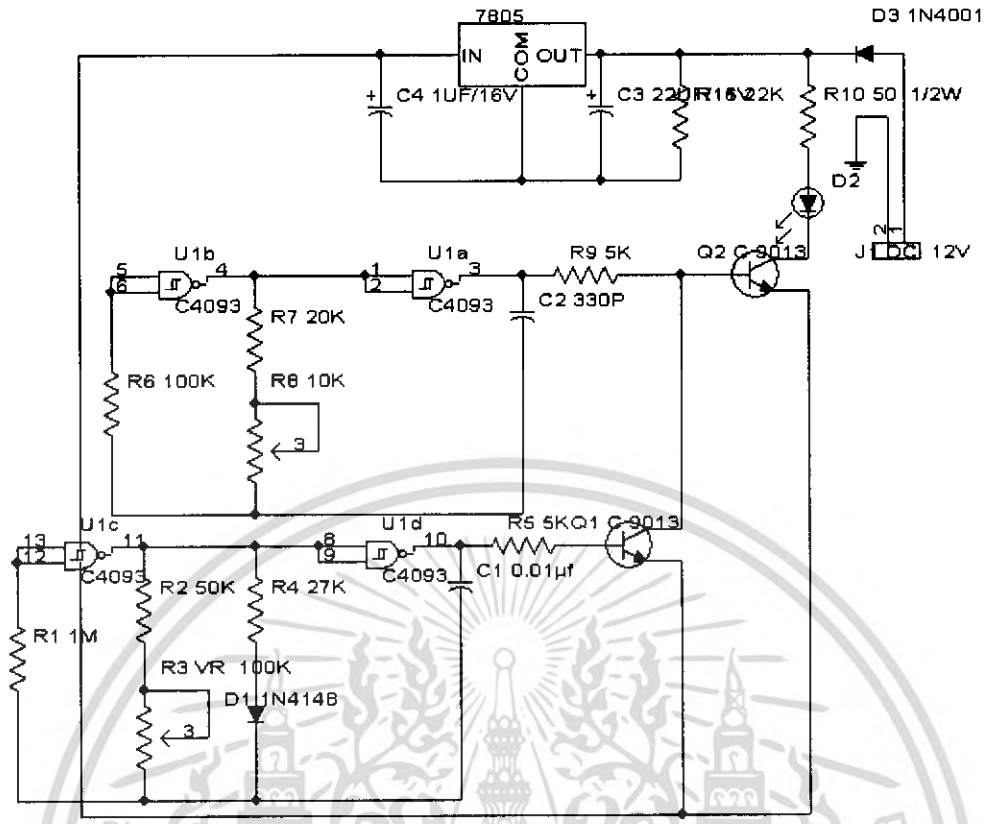
ส่วนประกอบหลักของอินฟราเรดเซ็นเซอร์ คือ อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง (Opto-coupler) ซึ่งจะทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลจากด้านหนึ่งโดยใช้แสงในการส่งผ่านข้อมูล ดังนั้นจึงทำให้สามารถแยกสัญญาณไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับส่วนประมวลผลของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ออกจากกัน ทำให้สามารถป้องกันวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ให้เกิดความเสียหายในกรณีที่เกิดการลัดวงจรที่ภายนอก นอกจากนั้นที่โมดูลอินพุทยังมีส่วนประกอบที่สำคัญอีกก็คือส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจวัดระดับของสัญญาณจากภายนอกที่เหมาะสมกับโมดูลหรือไม่และส่วนที่ทำหน้าที่หน่วงสัญญาณอินพุทเพื่อลดสัญญาณกวนจากภายนอก

วงจรอินฟราเรด (Infrared) ในโครงงานนี้นำมาใช้เพื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวโดยติดตั้งตัวส่งและตัวรับที่บริเวณหน้าต่างหรือประตูบางจุดที่เป็นทางเข้าออก โดยใช้สัญญาณอินฟราเรดจากตัวส่ง ส่งไปยังตัวรับซึ่งในสภาวะปกติที่ไม่มีอะไรมาบังระหว่างตัวส่งกับตัวรับ แสดงว่าไม่มีความเคลื่อนไหวแต่ถ้ามีการบังเกิดขึ้นแสดงถึงมีความเคลื่อนไหวภายในบ้านหรืออาคาร โดยจะมีการส่งเป็นความถี่คงที่เพื่อจะป้องกันปัญหาเกี่ยวกับแสงอินฟราเรดที่มาจากแหล่งอื่น (เช่นแสงอินฟราเรดจากแสงอาทิตย์) ที่เราไม่ต้องการได้

3.6.2 หลักการทำงานวงจรอินฟราเรดด้านภาคส่ง

ได้ใช้ IC 4093 เป็น NAND GATE มีทั้ง 4 ตัวภายในตัว IC 4093 NAND GATE 2 ตัวแรกคือ U1c และ U1d จะทำการผลิต Pulse ความถี่ประมาณ 1 KHz สามารถใช้ R และ C เป็นตัวปรับความถี่ โดยปรับค่าที่ VR 100 K ให้ได้ความถี่ 1 KHz เป็นสัญญาณโทนหรือเป็น Signal ที่ฝากไปกับคลื่นพาหะ และจะใช้ทรานซิสเตอร์ Q1 เบอร์ C9013 เป็นตัวสวิทช์ความถี่ 560 Hz NAND GATE อีก 2 ตัวคือ U1b และ U1a จะทำการผลิต PULSE ความถี่ประมาณ 40 KHz สามารถใช้ R และ C เป็นตัวปรับความถี่ โดยปรับค่าที่ VR 10 K ให้ได้ความถี่ 40 KHz เป็นสัญญาณคลื่นพาหะที่ใช้ในการติดต่อระหว่างตัวรับตัวส่ง ทรานซิสเตอร์ Q2 เบอร์ C9013 จะทำหน้าที่สวิทช์สัญญาณโทนความถี่ 1 KHz ที่ฝากมากับสัญญาณคลื่นพาหะ 40 KHz ดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

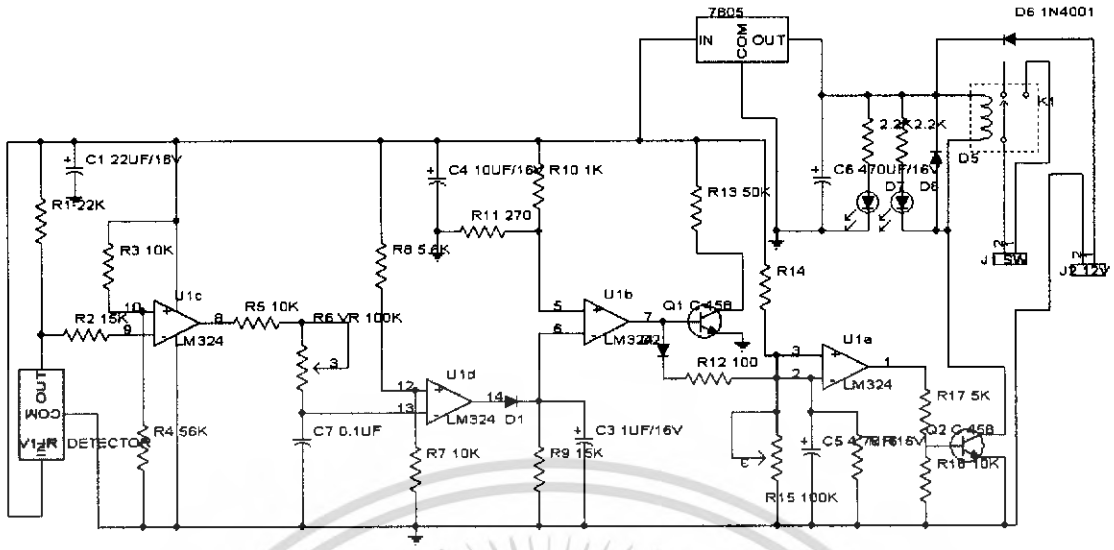


รูปที่ 3.5 วงจรอินฟราเรดด้านภาคส่ง

3.6.3 หลักการทำงานวงจรอินฟราเรดด้านภาครับ

IR Detector จะทำหน้าที่ดีเทคสัญญาณความถี่คลื่นพาหะ 40 KHz และสัญญาณโทนที่ฝากมากับคลื่นพาหะด้วยเป็นสัญญาณที่ต่ำจะขยายด้วย IC LM324 โดยภายในประกอบด้วย Op-Amp 4 ตัวซึ่งทำหน้าที่เป็นชุด Active Filter 2 ตัว เป็นภาคขยาย 2 ตัว ซึ่ง U1c เป็นตัวขยายสัญญาณที่ดีเทคมาได้เพื่อให้มีความแรงของสัญญาณมากขึ้นซึ่งสามารถปรับเพื่อให้เหมาะสมกับความเร็วของวัตถุที่ผ่านโดยใช้ VR1 ส่วน U1d,U1b เป็นตัว Active Filter และ U1a ตัวสุดท้ายเป็นภาคขยายสัญญาณที่จะไปขับทรานซิสเตอร์ Q1 C458 ทำให้รีเลย์ทำงานให้ไฟ LED สีเขียวติดเมื่อมีกระแสไหลผ่านแสดงสถานะโดยสามารถปรับค่าได้เพื่อหน่วงเวลาหยุดการทำงานของรีเลย์ได้โดยใช้ VR2 โดยที่ถ้าดีเทคได้ความถี่ 40 KHz ได้ตรงจะให้เอาท์พุตเป็น Low สถานะเป็น “0” คือไม่มีสิ่งกีดขวาง แต่ในทางกลับกันถ้าดีเทคแล้วได้ความถี่ไม่ตรงก็จะให้เอาท์พุตเป็น High สถานะเป็น “1” คือมีสิ่งกีดขวาง ก็จะส่งสถานะเอาท์พุตไปที่ขา 1 ของ IC LM324 นี้จะส่งไปให้ MCS-51 เพื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขต่อไป

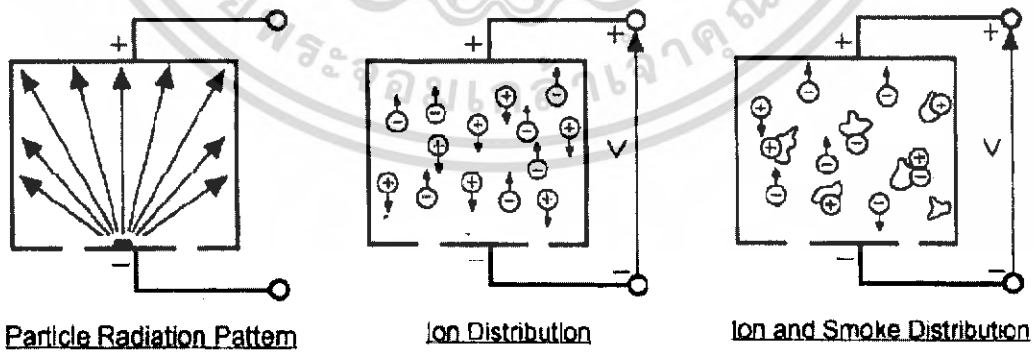
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรอินฟราเรดด้านภาครับ

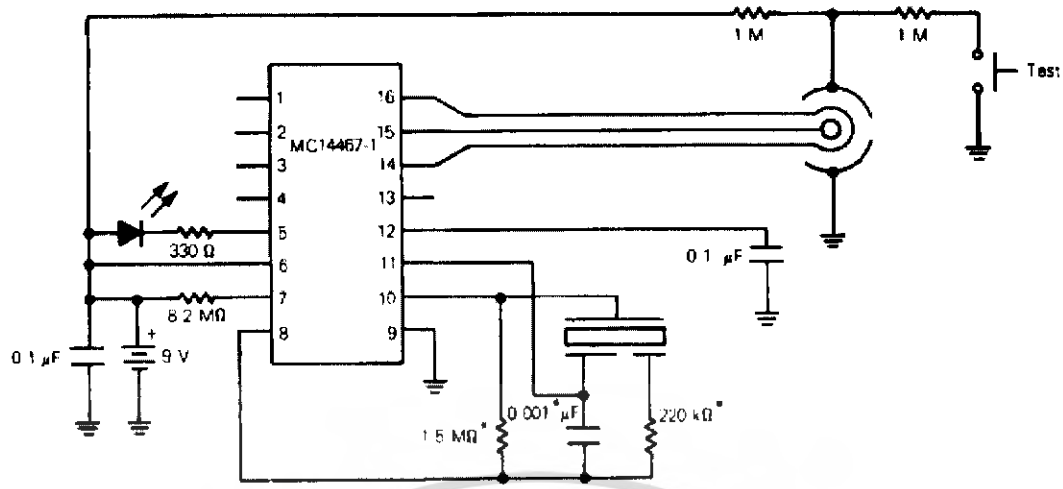
3.7 หลักการทำงานวงจรตรวจจับควัน

อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Ionization Smoke detectors Sensor) เป็นอุปกรณ์การตรวจจับควันแบบ Ionization ที่เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับสัญญาณควันในระยะเริ่มต้นที่มีอนุภาคของควันเล็กมากที่เกิดจากเปลวไฟอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดอณูขนาดเล็กประมาณ 0.01 ถึง 0.3 Micron Ionization Detector ทำงานโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางไฟฟ้าโดยใช้สารกัมมันตภาพรังสีปริมาณน้อยมากซึ่งอยู่ใน Chamber ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับอากาศที่อยู่ระหว่างขั้วบวกและลบ ทำให้ความนำไฟฟ้า (Conductivity) เพิ่มขึ้นมีผลให้กระแสสามารถไหลผ่านได้โดยสะดวกเมื่อมีอนุภาคของควันเข้ามาใน Sensing Chamber นี้อนุภาคของควันจะไปรวมตัวกับอิออนจะมีผลทำให้การไหลของกระแสลดลงด้วยซึ่งทำให้ตัวตรวจควันแจ้งสถานะ ทันทีดังรูปที่ 3.7 และสามารถนำไปประยุกต์มาทำเป็นวงจรใช้งานได้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 แสดงการการแตกตัวของอิออนและการรวมตัวกับอนุภาคควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

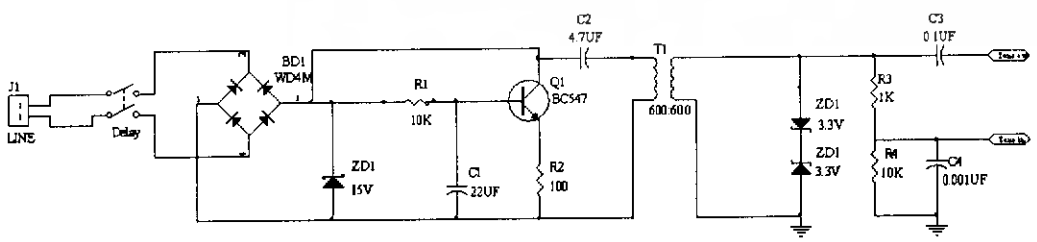


รูปที่ 3.8 วงจรตรวจจับควัน

3.8 ส่วนควบคุมการยกหูวางหูโทรศัพท์

ในการที่จะทำให้ระบบสามารถส่งเบอร์โทรศัพท์หรือสัญญาณดีทีเอ็มเอฟออกไปแจ้งเหตุโดยอัตโนมัติได้ทุกเวลาเมื่อเกิดเหตุร้ายขึ้นว่าเจ้าของบ้านพักอาศัยหรือสำนักงานจะอยู่หรือไม่ก็ตาม เครื่องโทรศัพท์ก็จะต้องสามารถ ส่งสัญญาณดีทีเอ็มเอฟออกไปยังชุมสายโทรศัพท์โดยไม่ต้องทำการยกหูโทรศัพท์

เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ ชุมสายก็จะมองเห็นว่าเครื่องโทรศัพท์นั้นมีความต้านทานอยู่ 600 โอห์ม จากนั้นชุมสายก็จ่ายกระแสให้กับเครื่องโทรศัพท์ ทำให้สามารถกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟและส่งหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อสื่อสารกันได้ จากหลักการนี้เอง ในโครงงานนี้จึงได้ใช้หม้อแปลงขนาด 600 โอห์ม มาทำการต่อในวงจรโดยปกติเมื่อระบบยังไม่ได้เข้าสู่โหมดการทำงานเพื่อแจ้งเหตุและเตือนภัยโดยอัตโนมัตินั้น ระบบจะต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับชุมสายซึ่งสามารถใช้โทรศัพท์ได้ตามปกติ แต่เมื่อระบบได้รับสัญญาณให้ทำการส่งหมายเลขโทรศัพท์เพื่อเตือนภัย หม้อแปลงจะถูกต่อขนานเข้าในระบบโดยที่เครื่องโทรศัพท์ไม่ได้ทำการยกหู แต่ชุมสายจะมองเห็นโทรศัพท์เสมือนว่าได้ยกหูขึ้น ดังนั้นชุมสายจะจ่ายกระแสไปยังเครื่องโทรศัพท์และรอรับสัญญาณดีทีเอ็มเอฟจากเครื่องโทรศัพท์

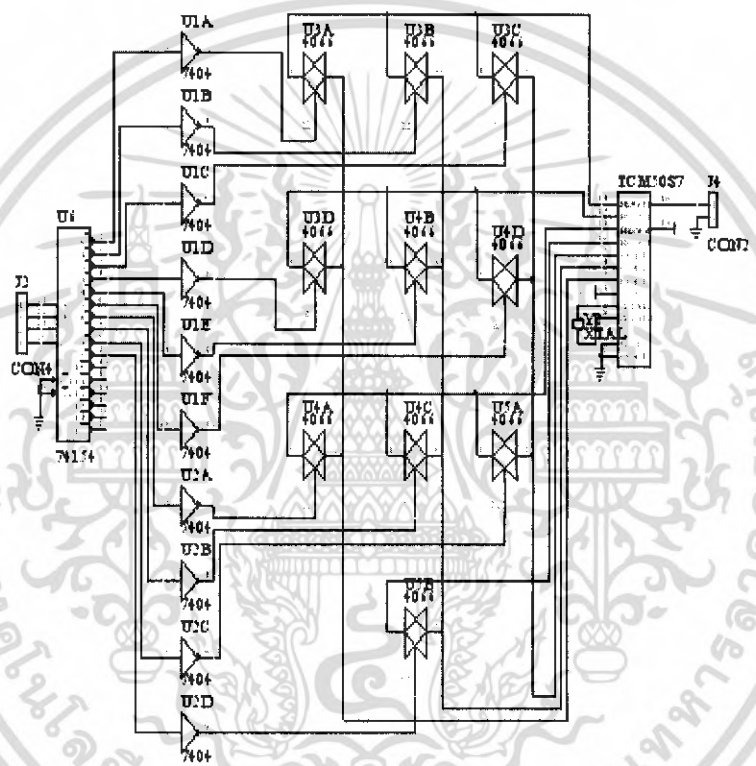


รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมการวางหู – ยกหูโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ส่วนสร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

เป็นส่วนของการสร้างของสัญญาณดีทีเอ็มเอฟโดยอัตโนมัติโดยการควบคุมจากส่วนควบคุมซึ่งส่วนสร้างสัญญาณนี้จะทำการเช็คทางด้าน Column 0–3 ถ้าสวิทช์ของ Keypad เกิดการกดเกิดขึ้นจะทำให้เกิดการผสมกันระหว่างความถี่ต่ำกับความถี่สูงทำให้ได้สัญญาณดีทีเอ็มเอฟออกมาทางขา16 ของ IC TCM 5087 ค่าของความถี่จะได้ออกมาตามตารางที่ 2 การกด Keypad จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์กดแทนสวิทช์ โดยสามารถกำหนดการทำงานของไอซีจากขา 15 (Singal Tone Enable) โดยสถานะ “0” จะไม่มีสัญญาณที่ Tone Out และสถานะ “1” จะมีสัญญาณที่ Tone Out ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรสร้างสัญญาณ DTMF

3.10 ส่วนวงจรตรวจสัญญาณจากสายโทรศัพท์ (Tone Detector)

วงจรนี้เราจะใช้ ไอซีเบอร์ LM 567 ที่เป็นไอซีประเภท เฟสล็อคลูป (Phase lock loop) ขา 8 ที่เป็นขาเอาท์พุทจะให้ลอจิกเป็น “0” เมื่อความถี่ของอินพุทที่เข้ามาทางด้านอินพุทคือขา 3 ตรงกับความถี่ภายในตัวไอซีคือความถี่ “fo” ความถี่ fo นี้ได้มาจากค่า R และค่า C ที่ต่อระหว่างขา 5 กับขา 6 และค่า C ที่ต่อระหว่างขา 2 ลงกราวด์โดยความถี่ fo นี้ได้จากการคำนวณ 1.1 / RC ค่า R ในที่นี้ให้อยู่ระหว่าง 3K–20K ไอซีเบอร์ LM 567 สามารถใช้ในการตรวจจับความถี่ต่ำๆ ตั้งแต่ ขนาด 0.01 Hz สูงจนถึง 500 Hz ได้ ถ้าเราใช้ความถี่เพื่อล็อคเวลา 1 วินาทีหรือกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

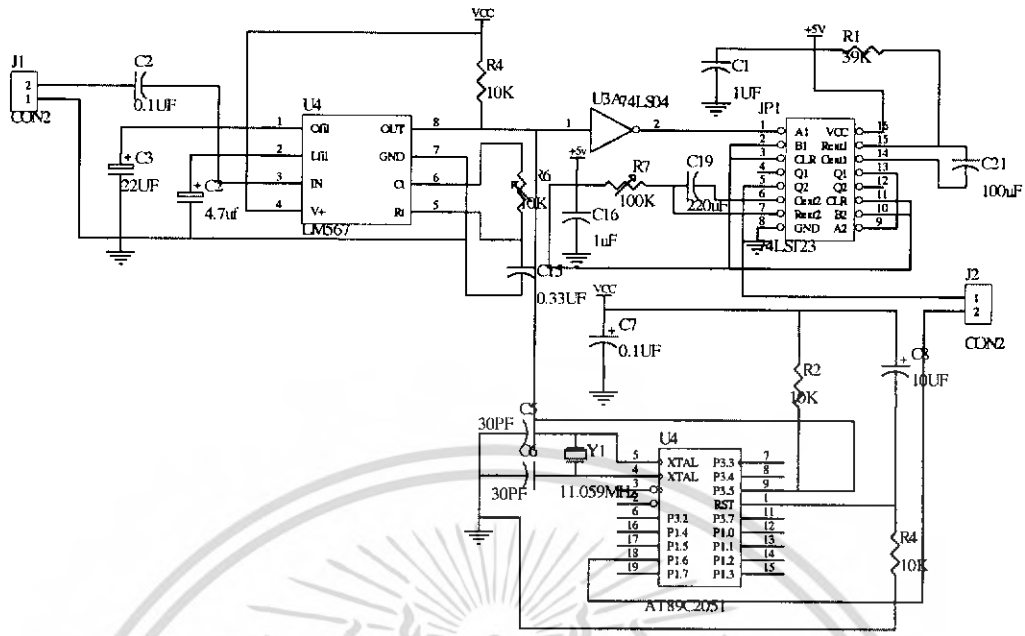
วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับจะใช้ในการตรวจสองสัญญาณเรียกกลับเมื่อมีสัญญาณเรียกกลับแสดงว่าติดต่อเสร็จ แต่ทางด้านปลายทางยังไม่ได้ยกหูโทรศัพท์ ซึ่งสัญญาณที่ออกทางขาเอาท์พุทเป็น 1 จนกระทั่งมีการยกหูโทรศัพท์ เอาท์พุทจะเป็น 0 ซึ่งเราจะใช้สถานะนี้ร่วมกับ Status Flag จาก Main Program ในการตัดสินสถานะในขณะเวลานั้นๆ ว่าปลายทางยกหูขึ้นจริงหรือไม่ เมื่อเช็คแล้วพบว่าปลายทางยกหูขึ้นจริงก็จะส่งสัญญาณไปยัง MCS-51 แล้วจึงส่งสัญญาณไปควบคุมส่วนของ Voice memory ให้ส่งข้อมูลไปยังปลายทางซึ่งข้อมูลที่ส่งไปนั้นจะสอดคล้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

วงจรนี้ใช้ไอซีเบอร์ LM567 ซึ่งเป็น Phase Lock Loop (PLL) ไอซีเบอร์นี้จะมีลอจิกเป็น 1 ในสถานะปกติและจะเปลี่ยนแปลงเป็นลอจิก 0 (Pulse ขอบขาลง) เมื่อมีความถี่ 400 Hz เข้ามาที่ขาอินพุท และเอาท์พุทที่ออกจากไอซีเบอร์ LM567 จะส่งไปให้กับวงจรโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) ชุดที่ 1 ของไอซีเบอร์ 74LS123 (Retriggable Monostable) ซึ่งมีวงจรโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) อยู่ 2 ชุด โดยเซต (Set) ให้ trig ที่ขอบขาลงเอาท์พุทจะเป็นลอจิก 1 ตลอด จนกว่าเรียกกลับจะหมดไป เมื่อสัญญาณเรียกกลับหมดไปจะมีพัลส์ที่ขอบขาลงไปกระตุ้นทำให้วงจรโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) ของชุดที่ 2 มีเอาท์พุทเปลี่ยนจากลอจิก 1 เป็นลอจิก 0

จากรูปที่ 3.11 เนื่องจาก Ring Back Tone เป็นสัญญาณที่มีความถี่ 400 Hz ดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที เราจึงต้องเซตเวลาของไอซี 74LS123 ให้มี function ที่เป็นบวกจาก $Tw = 0.28RC (1+0.7/R)$ โดยที่ R ในวงจรโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) ชุดที่ 1 มีค่า Tw น้อยกว่าวงจรชุดที่ 2 ทำให้สัญญาณเอาท์พุทลอจิกเป็น 1 ต่อเนื่องกันไปตลอดช่วงที่มีสัญญาณจนกว่าสัญญาณเรียกกลับจะหายไปสัญญาณที่เอาท์พุทจึงเปลี่ยนเป็นลอจิก 0

อีกกรณีหนึ่งจะทำการ Check Busy Tone เมื่อสัญญาณที่เข้ามานั้นเป็นสัญญาณ Busy Tone ซึ่งมีค่าระยะห่างระหว่างพัลส์ประมาณ 1Sec จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 ในการจับสถานะทำให้สัญญาณที่เอาท์พุทมีลอจิกเป็น 1 ตลอดช่วงที่มีสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณ Busy tone และ Ring back tone

3.11 ส่วนไอซีบันทึกเสียง ISD 2590

ไอซีบันทึกเสียง ISD 2590 เป็นไอซีบันทึกเสียงในตระกูล ISD 2500 ซึ่งไอซีบันทึกเสียงนี้เป็นวิวัฒนาการของการบันทึกเสียงแบบไร้เส้นเทป ซึ่งมีศักยภาพในการบันทึกมากและมีองค์ประกอบภายนอกที่เรียบง่ายกว่าการบันทึกเสียงแบบเส้นเทป

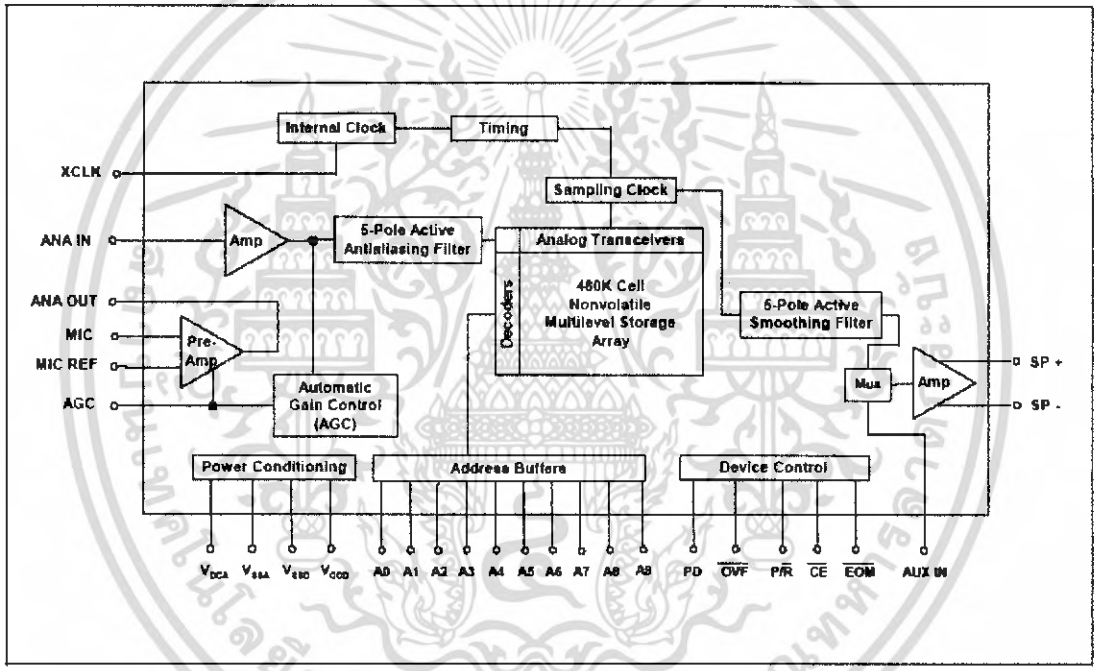
3.11.1 คุณสมบัติของ ISD 2590 และไอซีในตระกูล ISD 2500

1. ใช้ไอซีเพียงตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้
2. ไม่ต้องมีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่นๆ ประกอบร่วมภายนอก
3. ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
4. มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับโดยให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
5. สามารถต่อคาสเคด (Cascade) กัน เพื่อเพิ่มหน่วยความจำในการเก็บข้อมูลให้ได้มากขึ้น
6. สามารถควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
7. จะปิดโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
8. สามารถเก็บความจำไว้ได้นาน 100 ปี โดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
9. สามารถบันทึกซ้ำได้ถึง 100,000 ครั้ง
10. มีวงจรกำเนิดสัญญาณภายในตัว
11. สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเสียงอย่างเดียว เพื่อพัฒนารูปแบบการใช้งานได้
12. ระยะเวลาในการบันทึก/เล่นกลับตั้งแต่ 45, 60, 75 และ 90 นาที ตามแต่เบอร์ในตระกูล ISD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณสมบัติต่างๆ ที่ร่วมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวนี้ จึงทำให้ง่ายต่อการใช้งานไอซีบันทึกเสียง เนื่องจากตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพงได้รวมไว้ในเพียงไอซีตัวเดียวหมดแล้ว

ในส่วนของการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลเสียงไว้ในไอซีบันทึกเสียงนั้น ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลแบบไม่ต้องการแรงดันสำรองข้อมูลไม่ให้สูญหาย (Nonvolatile Memory Cells) โดยที่สัญญาณเสียงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสัญญาณอนาล็อก (Analog) จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บโดยตรงโดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บข้อมูลเสียงจะถูกจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอนาล็อกอยู่เช่นเดิมจึงทำให้สัญญาณเสียงที่ได้จากการเล่นกลับมีคุณสมบัติเหมือนต้นกำเนิดเสียง เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Digital) เข้ามาเกี่ยวข้อง



รูปที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมภายในของไอซี ISD 25XX

จากรูปที่ 3.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในของ ISD 25XX เมื่อพิจารณาดูบล็อกไดอะแกรมแล้วก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับตระกูล ISD 12XX/14XX มาก หากแต่มีความแตกต่างกันอยู่ในส่วนของบล็อกแอดเดรสบัฟเฟอร์ และบล็อกส่วนการควบคุม นอกจากนั้นยังมีบล็อกมัลติเพล็กซ์สัญญาณอินพุตของเพาเวอร์แอมป์ภายในไอซี เพื่อทำการเลือกที่จะขยายสัญญาณที่ถูกบันทึกเก็บไว้ หรือขยายสัญญาณจากภายนอกที่ขา AUX IN ทั้งหมดนี้เป็นข้อแตกต่างของ ISD 25XX ก็แตกต่างกันดังแสดงข้อมูลทางด้านการบันทึกสัญญาณของไอซีในตระกูลไว้ในตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีในตระกูล ISD 25XX

เบอร์ไอซี	ระยะเวลาบันทึก	การสุ่มสัญญาณทางอินพุต	ความถี่ที่ผ่านวงจรกรอง	ความถี่สัญญาณนาฬิกาภายใน
ISD2545	45 วินาที	10.6 กิโลเฮิรตซ์	4.5 กิโลเฮิรตซ์	1365.3 กิโลเฮิรตซ์
ISD2560	60 วินาที	8.0 กิโลเฮิรตซ์	3.4 กิโลเฮิรตซ์	1024 กิโลเฮิรตซ์
ISD2575	75 วินาที	6.4 กิโลเฮิรตซ์	2.7 กิโลเฮิรตซ์	819.2 กิโลเฮิรตซ์
ISD2590	90 วินาที	5.33 กิโลเฮิรตซ์	2.3 กิโลเฮิรตซ์	682.7 กิโลเฮิรตซ์

3.11.2 การทำงานเบื้องต้น

เบื้องต้นของการทำงานนั้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตระกูลนี้เสียก่อนดังแสดงตารางคุณสมบัติทางเทคนิคหรือไฟฟ้าไว้ในในตารางที่ 3.2 รายละเอียดในตารางที่มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งานและการทำงานเบื้องต้นในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด เพราะหากกล่าวถึงการทำงานธรรมดาก็คือใช้บันทึกเสียงนั่นคือการทำงาน แต่การทำงานของแต่ละขาและหน้าที่ของแต่ละขานั้นมีความสำคัญมากกว่า เพราะจะสามารถนำไอซีไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย (ไอซีไม่เสียหายก่อนจะใช้งานได้)

ตารางที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้า ISD 2590

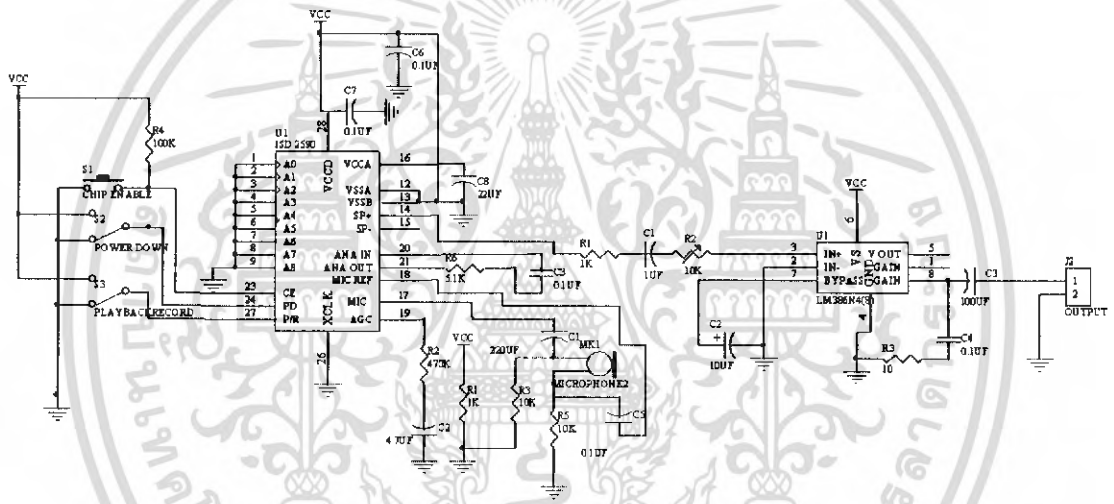
พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุทด้านต่ำ "0"	Vil	0.8	โวลท์
แรงดันอินพุทด้านสูง "1"	Vih	2	โวลท์
แรงดันเอาท์พุทด้านต่ำ	Vol	0.4	โวลท์
แรงดันเอาท์พุทด้านสูง	Voh	Vcc -0.4	โวลท์
แรงดันเอาท์พุทด้านสูงที่ขา OVF	Vch1	2.4	โวลท์
แรงดันเอาท์พุทด้านสูงที่ขา EOM	Vch2	Vcc-1.0	โวลท์
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ Vcc = 5 โวลท์	Icc	25	มิลลิแอมป์
กระแสขณะสแตนด์บายที่ Vcc = 5 โวลท์	Isb	1-10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุท	Iil	-1,+1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาท์พุท	Rext	16	โอห์ม
ความต้านทานอินพุทของปรีแอมป์ไมโครโฟน	Rmic	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทภายนอก	Raux	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทอะนาล็อก	Rana in	3	กิโลโอห์ม
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	Apre1	24	เดซิเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้า ISD 2590 (ต่อ)

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	Apre2	5	เดซิเบล
อัตราการขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	Aaux	1	โวลท์ต่อโวลท์
อัตราการขยายของภาคขยายเอาท์พุทลำโพง	Aarp	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาท์พุทของขา AGC	Ragc	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงตัวไอซีทั้งหมด	Vcc	5-7	โวลท์
อุณหภูมิขณะทำงาน	Ts	-65 - 150	องศาเซลเซียส

3.11.3 วงจรใช้งานของวงจร ISD 25XX



รูปที่ 3.13 แสดงวงจรประยุกต์ใช้งาน ISD 25XX

- Address/Mode Input (A0 – A9)/M4 – M6)

ขา 1-10 ขาแอดเดรสและทั้งหมดอินพุทจะมีอยู่สองฟังชั่นที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSBs เป็น “0” อินพุตก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสทั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึกและเล่นกลับ และแอดเดรสจะเกิดการแลตช์โดยขอบขาของพัลส์ที่ขา CE และถ้า MSBs มีสถานะเป็น “1” ขาแอดเดรส/โหมดอินพุท จะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิตทั้งหมด และเกิดการแลตช์เมื่อพัลส์ขอบขาปรากฏที่ขา CE

- Auxiliary Input (AUX IN)

ขา 11 จะเป็นขารับอินพุตจากภายนอกเพื่อทำการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาท์พุตลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้เกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานเป็น 1 วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดแล้ว มีการต่อคาสเคด ISD 25XX กันหลาย ๆ ขา AUX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IN จะถูกใช้เมื่อต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาท์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวอันดับแรก

- Ground Input (Vssa,Vssd)

ขา 12 และขา 13 โดยมีคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD 25XX จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอนาล็อกและกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองข้างนี้จะถูกต่อและปิดไว้ในที่เข้าบรรจุของไอซี การใช้งานของกราวด์ทั้งสองจะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่ได้ อิมพีแดนซ์ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

- Speaker Output (Sp+, Sp-)

ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพง ในตระกูล ISD 25XX นี้จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาท์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์มขาต่อลำโพงเอาท์พุตทั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาดเมื่อต้องถูกใช้ต่อคาสเคดกันหลาย ๆ ตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันทางเอาท์พุตหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้งขาเอาท์พุตลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุคับปลิ้งอยู่ภายในเรียบร้อย

- Voltage Input (Vcca,Vccd)

ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันระหว่างขารับแรงดันของวงจรอนาล็อกและวงจรดิจิตอลที่ปรากฏอยู่ในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

- Microphone Input (MIC)

ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุทที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (ACG) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคับปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ ค่าความจุของตัวเก็บประจุคับปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดการคัตออฟที่ความที่ต่ำ

- Automatic Gain Control Logic (AGC)

ขา 19 เป็นขาอินพุทเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ของไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุดขา AGC นี้จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์มและจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุ ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์มและตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

- Analog Input (ANA IN)

ขา 20 จะรับสัญญาณทีผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอกคับปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ในตัวไอซีตัวเก็บประจุคับปลิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายนอกจะต้องสัมพันธ์กันกับค่าความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุทอินพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัตออฟ

- Analog Output (ANA OUT)

ขา 21 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับสัญญาณควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

- Overflow Output (OVF)

ขา 22 สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกมาทางขาเอาต์พุตนี้เป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้วและจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาต์พุตจากขา OVF นี้จะจ่ายให้กับขา CE อินพุตจนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซต และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา OVF นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงาน ISD 25XX ในตัวถัดไปได้เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

- Chip Enable Input (CE)

ขา 23 ขา CE จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ "0" เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึก ที่ขาแอดเดรสอินพุตและขา P/R อินพุตจะถูกแลตช์จากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE

- Power Down Input (PD)

ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น "1" ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมากๆ แต่เมื่อขา OVF มีสภาวะเป็น "0" ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็น "1" อยู่ในขณะนั้นก็จะถูกรีเซตและจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

- End–Of–Message / Run Output (EOM)

ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ non–volatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก ขา EOM นี้จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

- External Clock Input (XCLK)

ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

- Playback/Record Input (P/R)

ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับพัลส์ "1" จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ "0" จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา CE จะเป็นการแลตช์อินพุตที่ขา P/R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการทำงานทุกอย่างเชื่อมโยงกันอยู่แค่ภายในตัวไอซีเพียงอย่างเดียวมีการต่ออุปกรณ์ภายนอกร่วมน้อยมากก็เป็นการง่ายที่จะประยุกต์เอาไอซีในตระกูลนี้ไปใช้งาน

3.11.4 การประยุกต์ใช้งาน

การประยุกต์ใช้งานไอซีตระกูล ISD 25XX นี้ก็ง่ายมากดังการทำงานแต่ละขาใช้งานของไอซีที่ได้อธิบายมาแล้วและวงจรประยุกต์ใช้งานแสดงไว้ในรูป 3.15 จะสังเกตเห็นวงจรที่มีความเรียบง่ายและอุปกรณ์ประกอบร่วมที่น้อยมาก สังเกตวงจรนับตั้งแต่ลำโพงที่สามารถต่อโดยตรงกับไอซีเลย ไมโครโฟนนั้นหากใช้แบบไดนามิกไมโครโฟนก็สามารถต่อเข้ากับอินพุตไมโครโฟนหรือไอซีได้โดยตรง หากเป็นแบบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนจะต้องมีการไบแอสค่าแรงดันให้กับไมโครโฟนอย่างเหมาะสม ดังที่ได้แสดงไว้ในวงจรประยุกต์ใช้งานนี้ การทำงานนอกเหนือจากนี้คงไม่ต้องอธิบาย เพราะได้กล่าวถึงแล้วในการทำงานและหน้าที่ใช้งานของแต่ขา การประยุกต์ใช้งานไอซีนอกเหนือจากนั้นก็คือการประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม และการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถที่จะทำให้ ISD 25XX ทำการบันทึกและเล่นกลับได้ในหลากหลายของฟังก์ชั่นการทำงานขึ้นกับความสามารถและประสิทธิภาพของโปรแกรมควบคุม ลำดับขั้นตอนในการบันทึกและเล่นกลับ แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การใช้งานและควบคุมการทำงานของ ISD 2590

ขั้นตอนการควบคุม	หน้าที่	การปฏิบัติ
10	จ่ายไฟเลี้ยงและเลือกโหมดการบันทึกหรือเล่นกลับ	(1) PD = 0 (2) เลือกบันทึก / เล่นกลับ
2	Set จุดเริ่มต้นของการบันทึกหรือเล่นกลับ	Set ขา address A0-A9
3A	เริ่มต้นการเล่นกลับ	PR = I และ CE = 0
3B	เริ่มต้นการบันทึก	PR = 0 และ CE = 0
4A	สิ้นสุดการเล่นกลับ	อัตโนมัติ
4B	สิ้นสุดการบันทึก	PD หรือ CE = 1

3.11.5 การกำหนดตำแหน่งแอดเดรสเพื่อใช้ในการบันทึกและเล่นกลับ

ISD 2590 สามารถอ้างแอดเดรสเพื่อกำหนดช่วงในการบันทึกและเล่นกลับได้ โดยการควบคุมที่ขา A9 ถึง A0 โดยค่าของ A9 ถึง A0 จะถูกควบคุมโดยการกำหนดสถานะให้เป็น “1” หรือ “0” เพื่อเป็นการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของข้อความที่บันทึกหรือเล่นกลับดูตารางที่ 3.4 ซึ่งแสดงตำแหน่งของแอดเดรสต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.4 ถ้ากำหนดให้แอดเดรส A9 ถึง A0 มีสภาวะเป็น "0" ทั้งหมด การบันทึกการเล่นกลับจะเริ่มต้นในวินาทีที่ 0 ในการออกแบบจะใช้ไอซี ISD 2590 2 ตัว โดยให้ทำหน้าที่ในการบันทึกเสียงที่กำหนดไว้ส่งเป็นเสียงเตือนภัยในโทรศัพท์

ตารางที่ 3.4 การกำหนดแอดเดรสของ ISD 2590

เลขฐานสิบ	เลขฐานสอง										วินาที
	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	18
240	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	36
360	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	54
480	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองของวงจรอุณหภูมิ

จากวงจรอุณหภูมิจะทำการทดลองโดยการตั้งค่าแรงดันอ้างอิง (V_{ref}) ตามค่าแรงดันตามตาราง จากนั้นจะทำการจ่ายแรงดันที่ขั้วของเทอร์มิสเตอร์แล้วนำค่าแรงดันมาเปรียบเทียบที่ไอซีเบอร์ LM339 ซึ่งถ้าแรงดันมันแตกต่างกับค่าแรงดันอ้างอิงประมาณ 1 โวลท์ก็จะถึงจุดที่สามารถทำให้ตัวทรานซิสเตอร์ทำงานได้โดยการขับรีเลย์ซึ่งจะทำการส่งสถานะ "1" ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ จะไม่ทำงานจะแสดงสถานะเป็น "0"

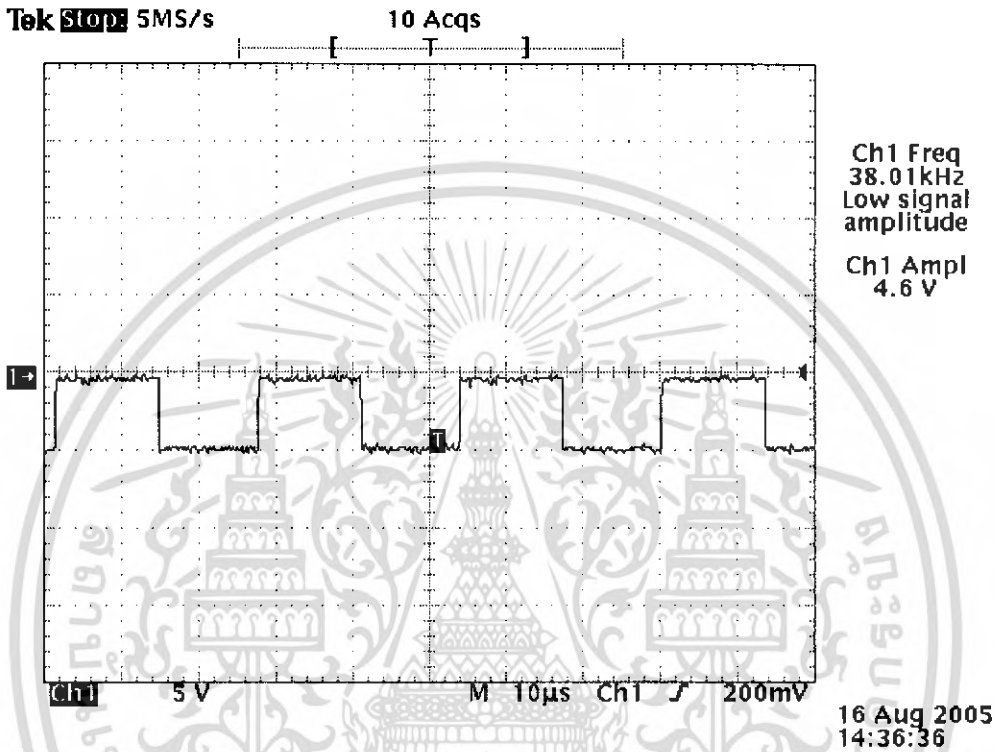
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิกับความต้านทานและแรงดัน

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	R(KΩ)	Vตกคร่อม R reference(V)	Vตกคร่อม thermister(V)
30	2.32	2.4	3.0
40	2.92	3.8	4.0
50	3.66	4.3	4.5
60	4.519	5.1	5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

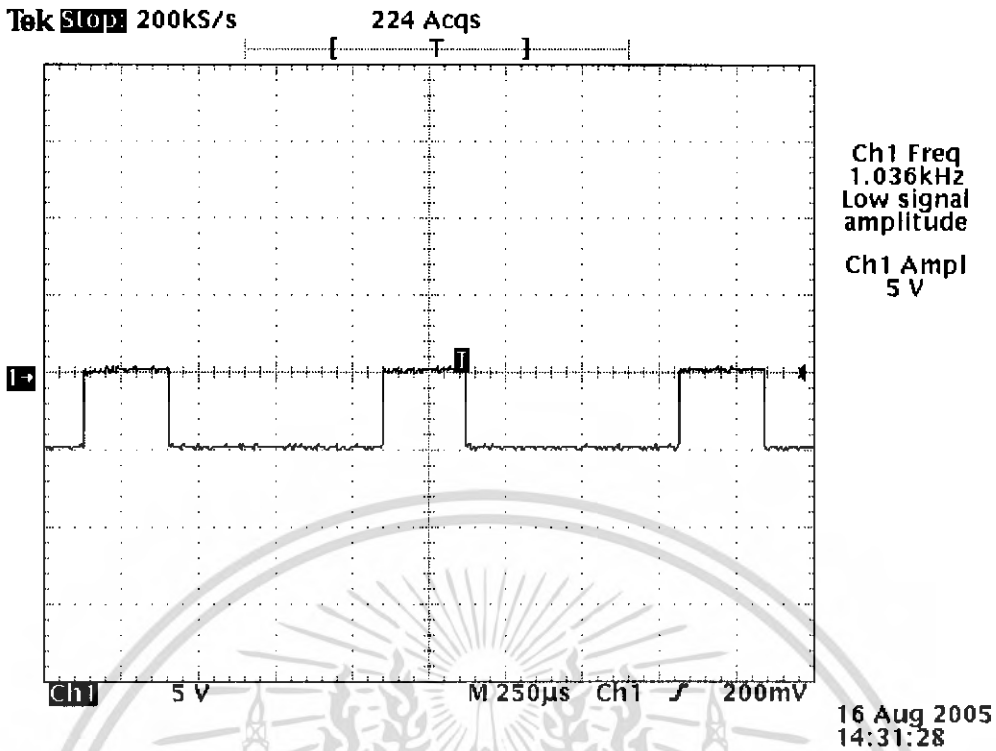
4.2 ผลการทดลองภาคส่งของวงจรอินฟราเรด

ทำการจ่ายแรงดันให้กับภาคส่งอินฟราเรด โดยการผลิตสัญญาณโทนเป็นความถี่ 1KHz โดยใช้ NAND GATE ตามค่าของ R และ C โดยการปรับค่าที่ VR 100K ให้ได้ความถี่ที่ต้องการแล้วนำมามอดูเลทกับความถี่พาหะ (Carrier) ความถี่ 40KHz นำค่าสัญญาณโทนผสมไปกับคลื่นพาหะส่งไปยัง LED Infrared ส่งแสงออกไปดังรูปที่ 4.1

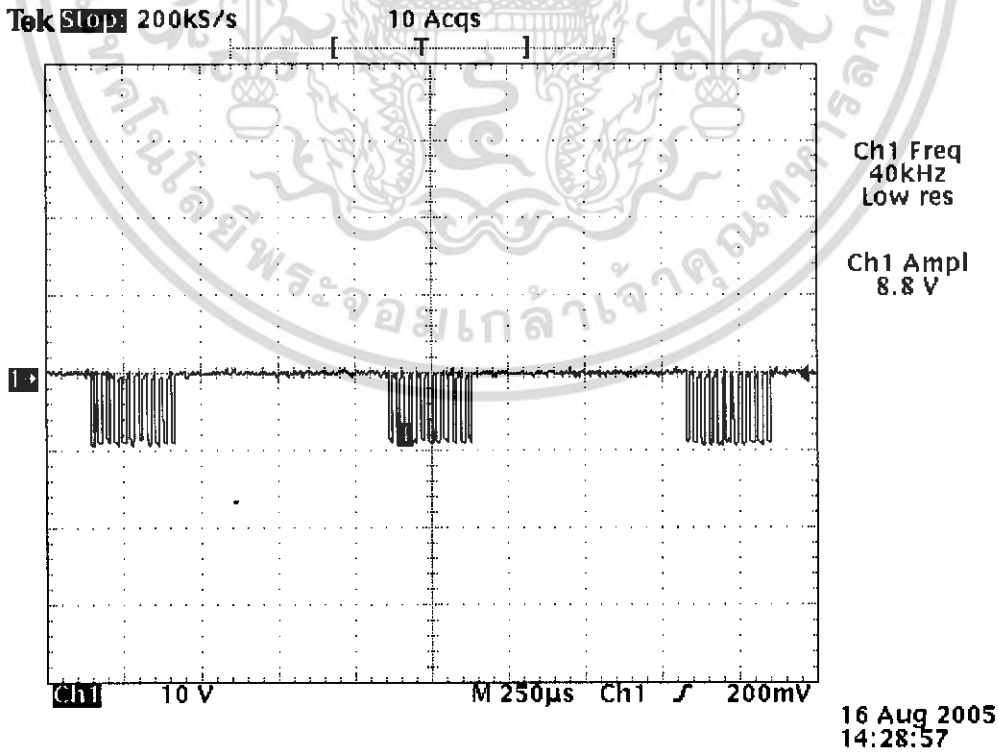


รูปที่ 4.1 ผลิตความถี่สัญญาณคลื่นพาหะ 40 KHz ปรับค่าที่VR 100 K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผลิตความถี่ของสัญญาณโทนสามารถปรับค่า VR 100 K ป้อนให้ได้ 1 KHz

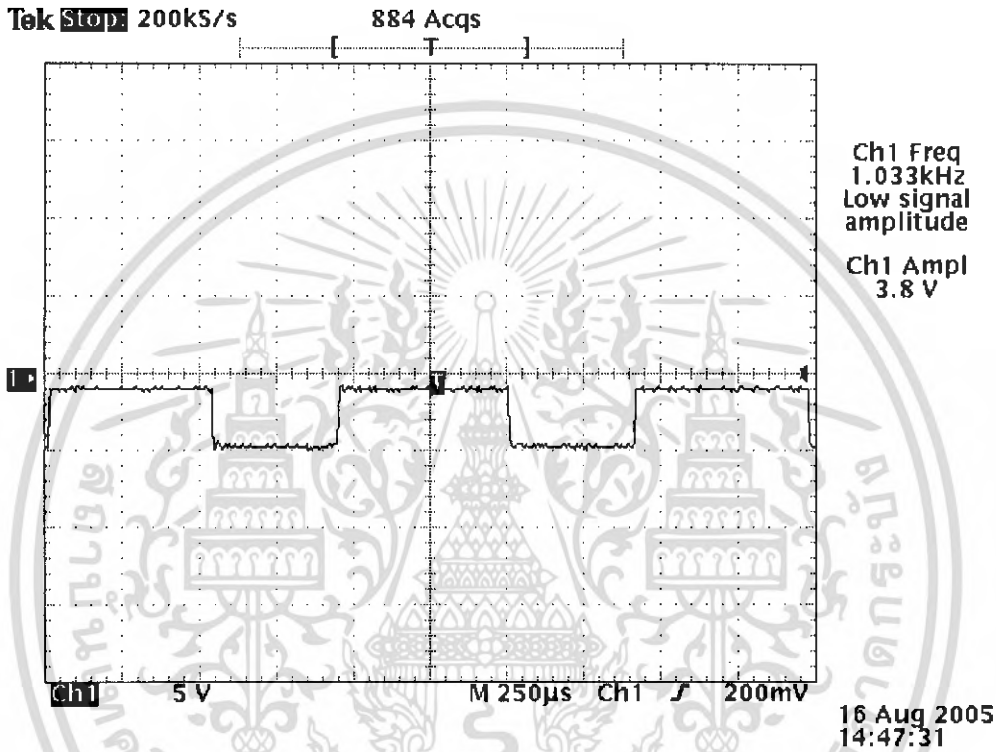


รูปที่ 4.3 ภาคส่งอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

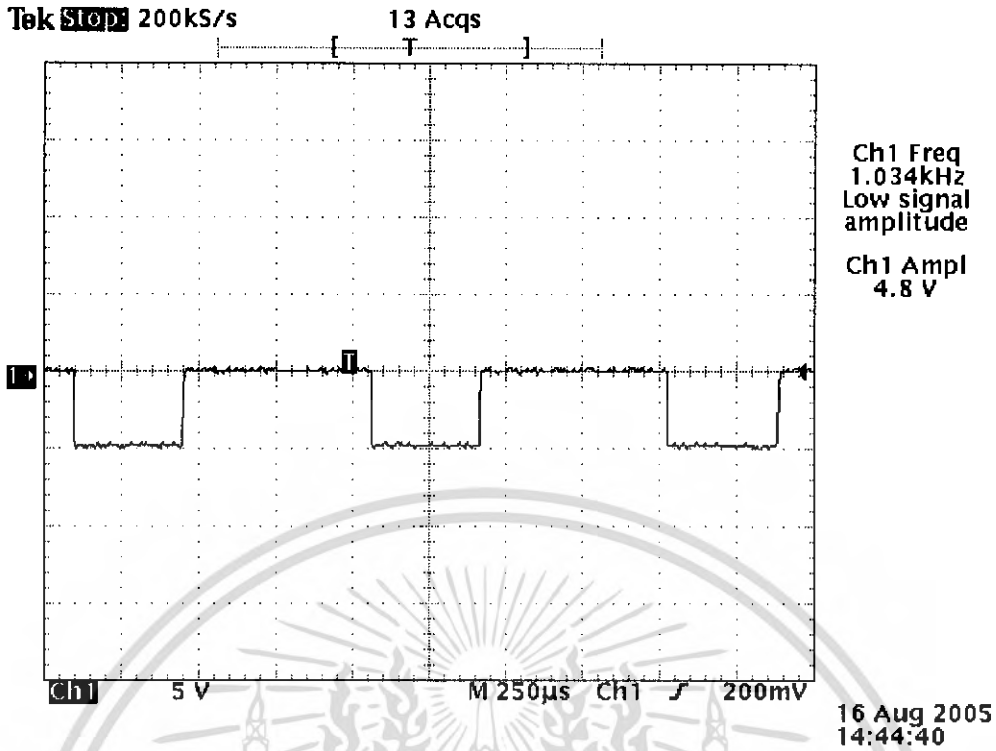
4.3 ผลการทดลองภาครับของวงจรอินฟราเรด

ทำการจ่ายไฟให้แก่ภาครับอินฟราเรดด้วยตัว IR Detector จะรับเอาความถี่มาทุกความถี่และทำการดีเทคเอาเฉพาะความถี่ 1KHz ออกมาโดยใช้ Low Pass Filter จะให้ความถี่คลื่นพาหะเป็นความถี่สูงจะทำการตัดทิ้งไปเหลือแต่สัญญาณโทน 1KHz นำมาเปรียบเทียบแรงดันก่อนที่จะขยายให้มีความแรงมากขึ้นเพื่อจะไปทริกให้ทรานซิสเตอร์ทำให้กระแสไหลผ่านรีเลย์และจะส่งสถานะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

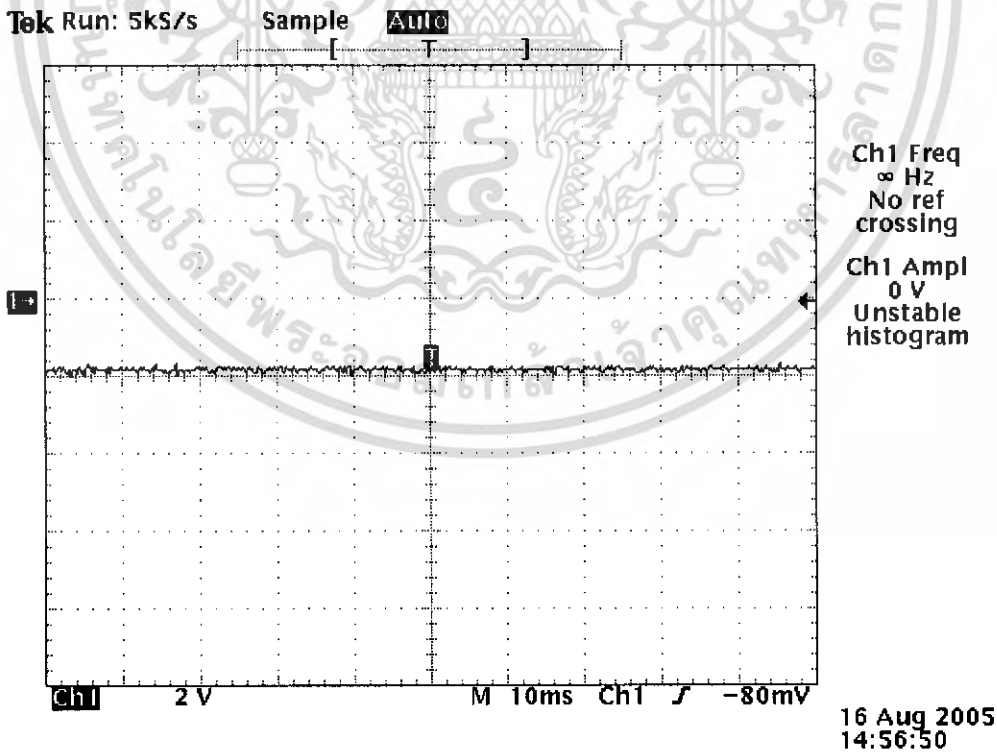


รูปที่ 4.4 ภาครับอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

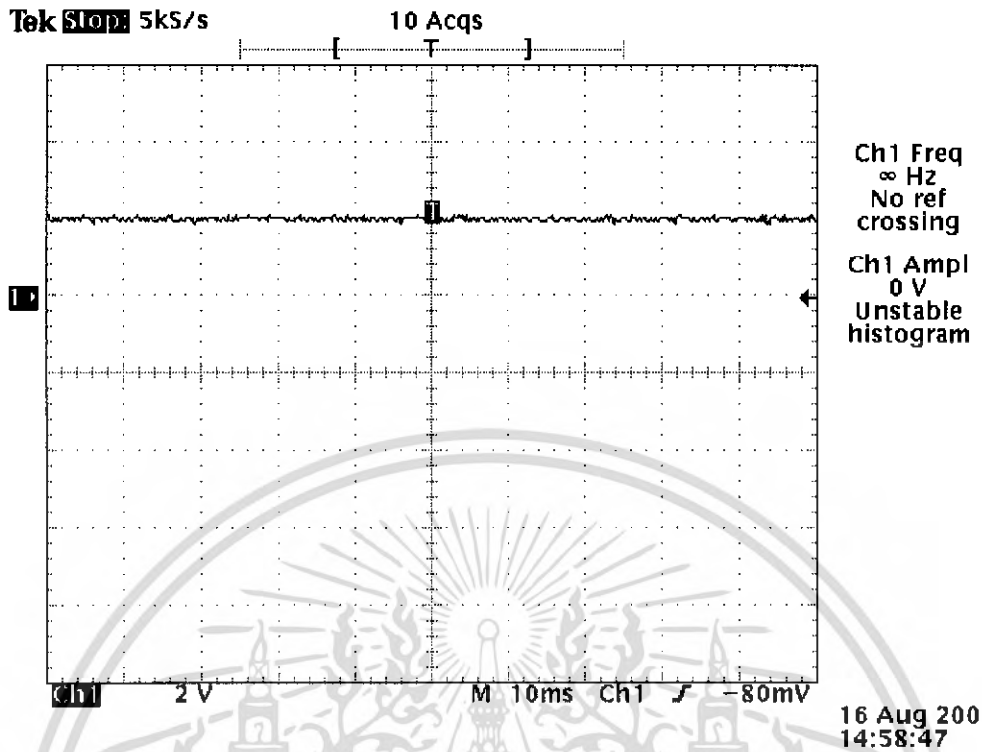


รูปที่ 4.5 ขยายความถี่ที่รับมาได้ให้มีความแรงขึ้น



รูปที่ 4.6 ขณะมีสิ่งกีดขวางของ IC แสดงสถานะ " 1 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

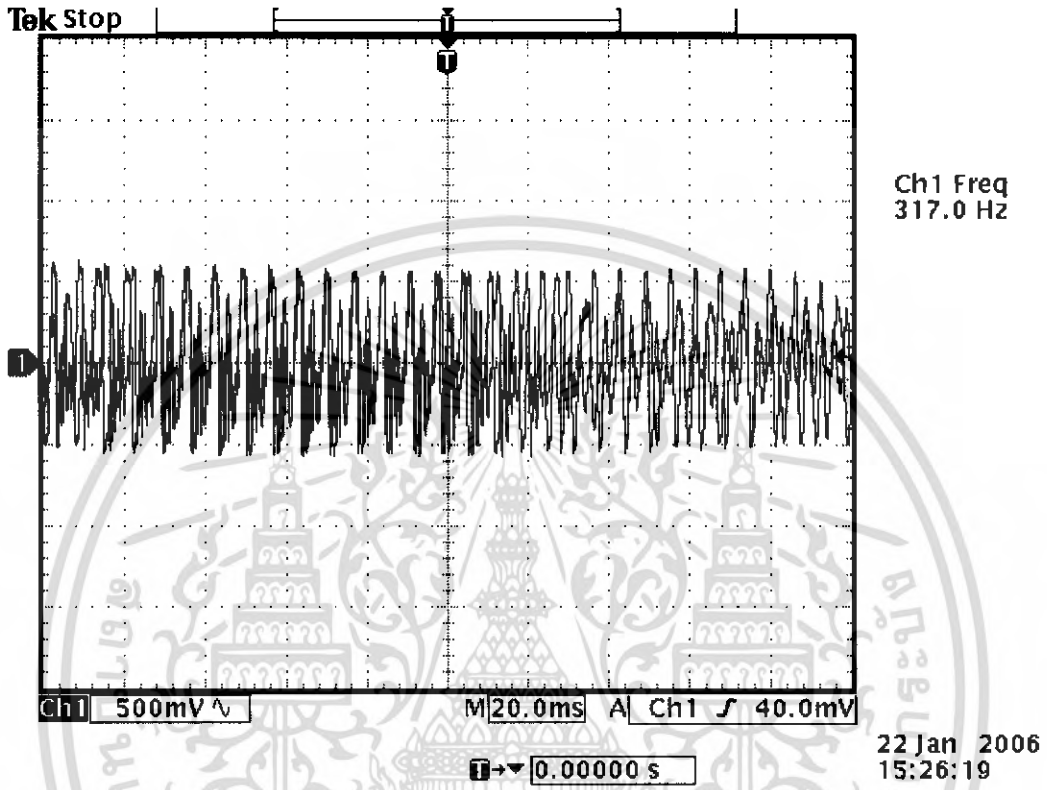


รูปที่ 4.7 ขณะไม่มีสิ่งกีดขวางของ IC แสดงสถานะ “ 0 ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองจากวงจรบันทึกเสียง

ในส่วนของวงจรบันทึกเสียงจะทำงานก็ต่อเมื่อมีผู้รับสายวงจรบันทึกก็จะทำงานโดยการส่งสัญญาณเสียงที่เราได้ทำการบันทึกไว้ส่งไปในคู่สายโทรศัพท์เพื่อทำการเตือนภัยซึ่งได้ทำการวัดผลการทดลองเป็นตัวอย่างการบันทึกเสียงทางด้าน Output ได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างสัญญาณเสียงที่ได้จากการบันทึกลงในไอซี ISD 2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

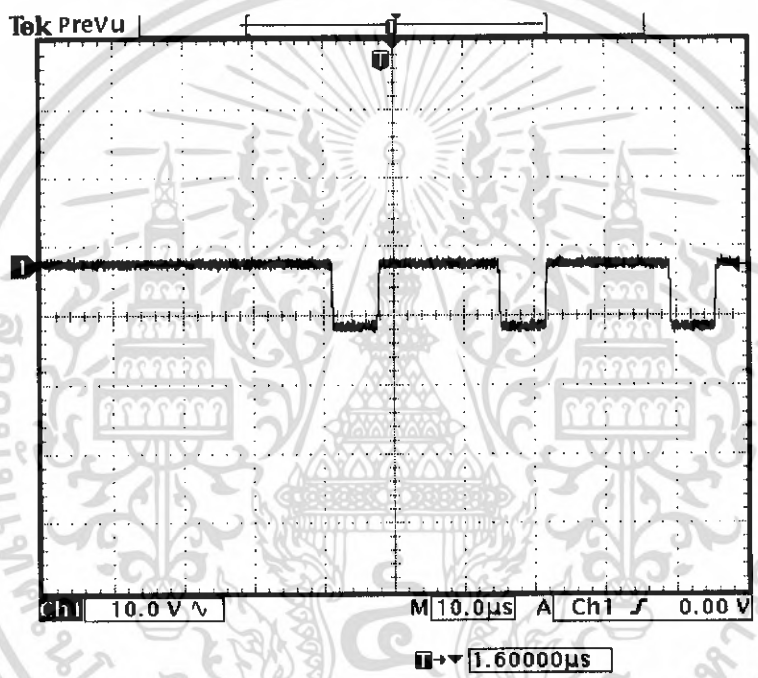
4.5 ผลการทดลองจากวงจรตรวจจับควัน

อุปกรณ์ตรวจจับควันจะทำได้ก็ต่อเมื่อมีควันมาทำปฏิกิริยากับ Chamber Detector Sensor ซึ่งทำให้ค่ากระแสไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของไอซีเบอร์ MC14467P1 โดยเมื่อค่ากระไฟฟ้าลดลงอุปกรณ์ครวจจับควันก็จะทำงานดังผลการทดลองดังต่อไปนี้โดยเราสามารถทดลองได้ 2 กรณีคือ

1.จากการใช้ Test Mode ในวงจร

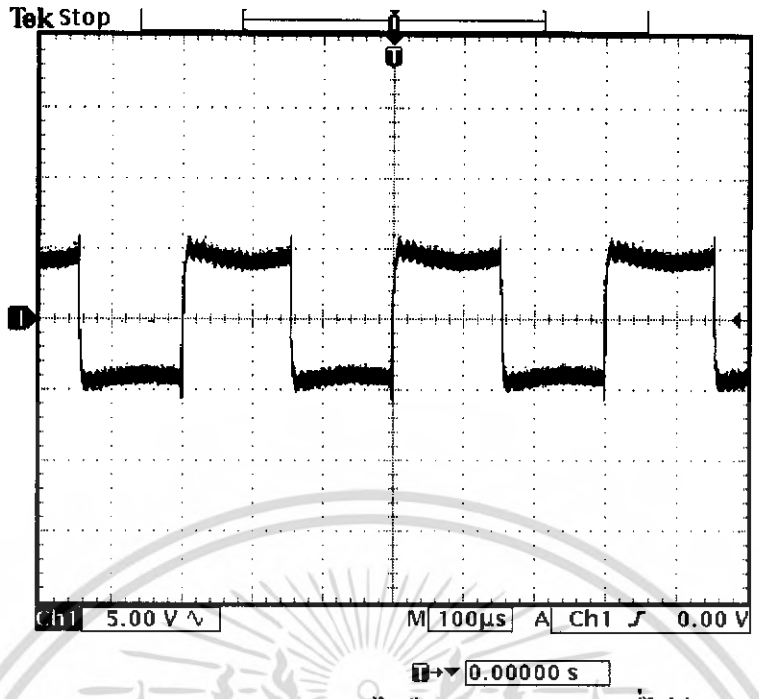
2. จากการวัดค่าจริงโดยใช้ควัน

รูปแสดงเปรียบเทียบสัญญาณ Detector Output ขา 1 ขณะที่ไม่มีควันระหว่าง Test mode กับควันจริง



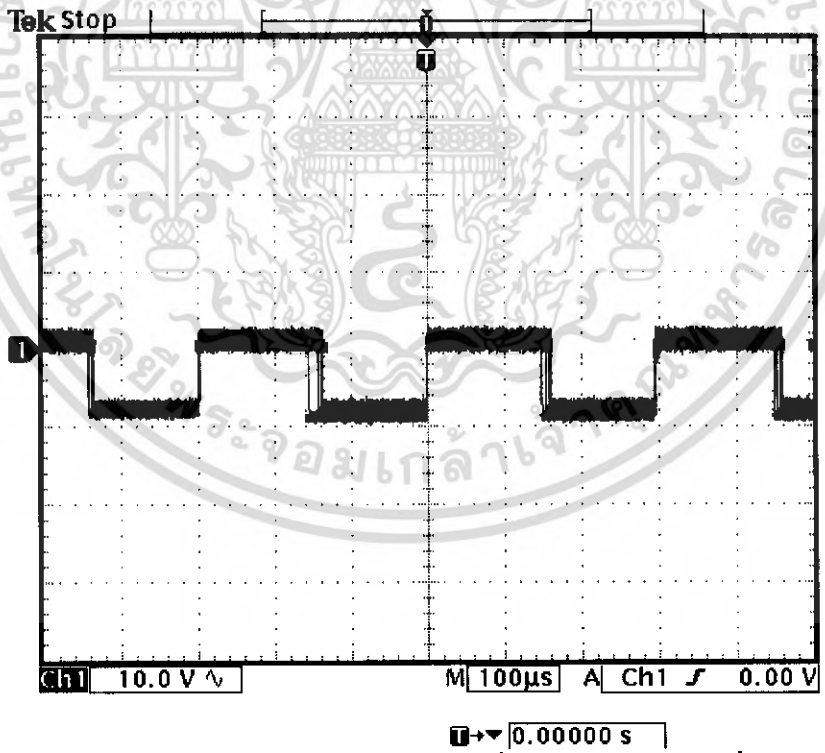
รูปที่ 4.9 สัญญาณ Detector Output ขา 1 ของไอซี MC14467P1 ขณะที่ไม่มีควัน (Test mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



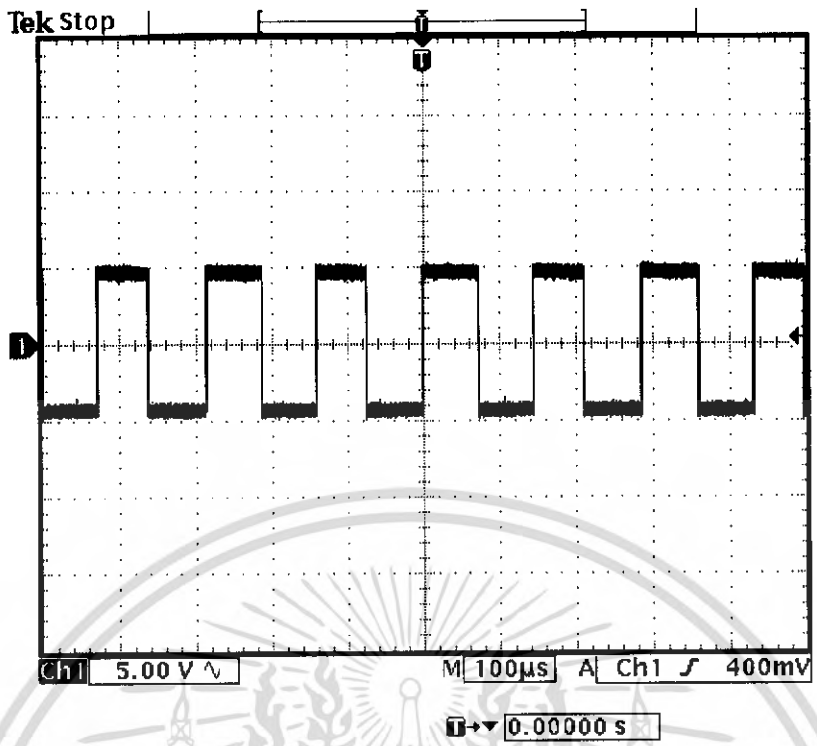
รูปที่ 4.10 สัญญาณ Detector Output ขา 1 ของไอซี MC14467P1 ขณะที่ไม่มีควัน (จากควันจริง)

รูปแสดงเปรียบเทียบสัญญาณ Output ขา 10 ขณะที่มีควันระหว่าง Test mode กับ ควันจริง



รูปที่ 4.11 สัญญาณ Output ขา 10 ของไอซี MC14467P1 ที่ใช้ขับทรานซิสเตอร์เพื่อขับ Relay ขณะที่มีควัน (Test mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

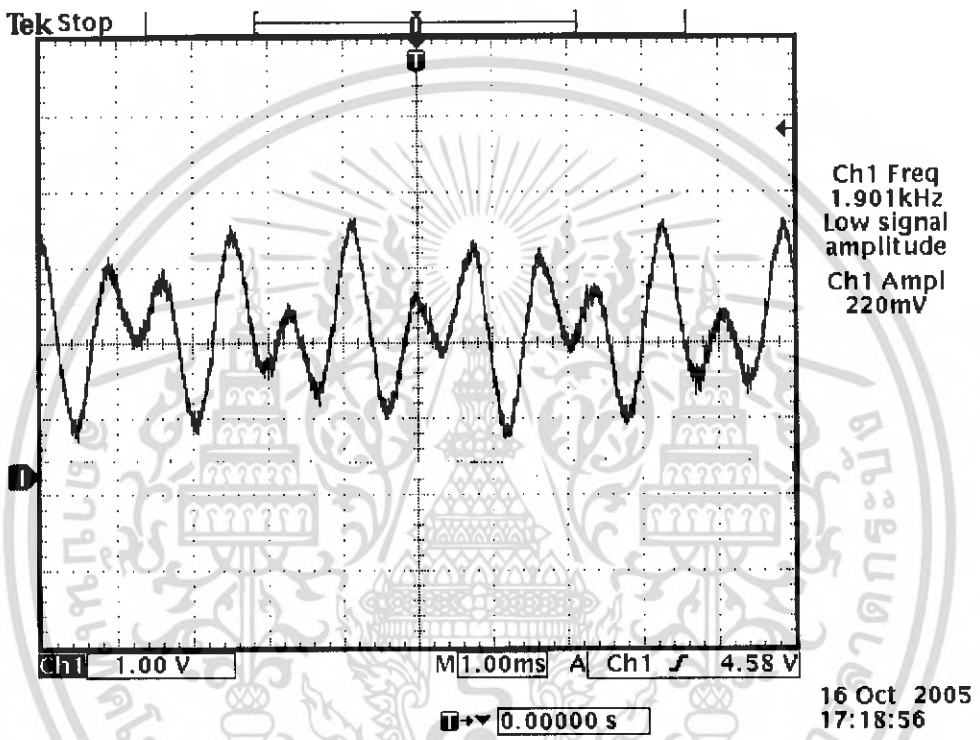


รูปที่ 4.12 สัญญาณ Output ขา 10 ของไอซี MC14467P1 ที่ใช้ขับทรานซิสเตอร์เพื่อขับ Relay ขณะที่มีควัน (จากควันจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

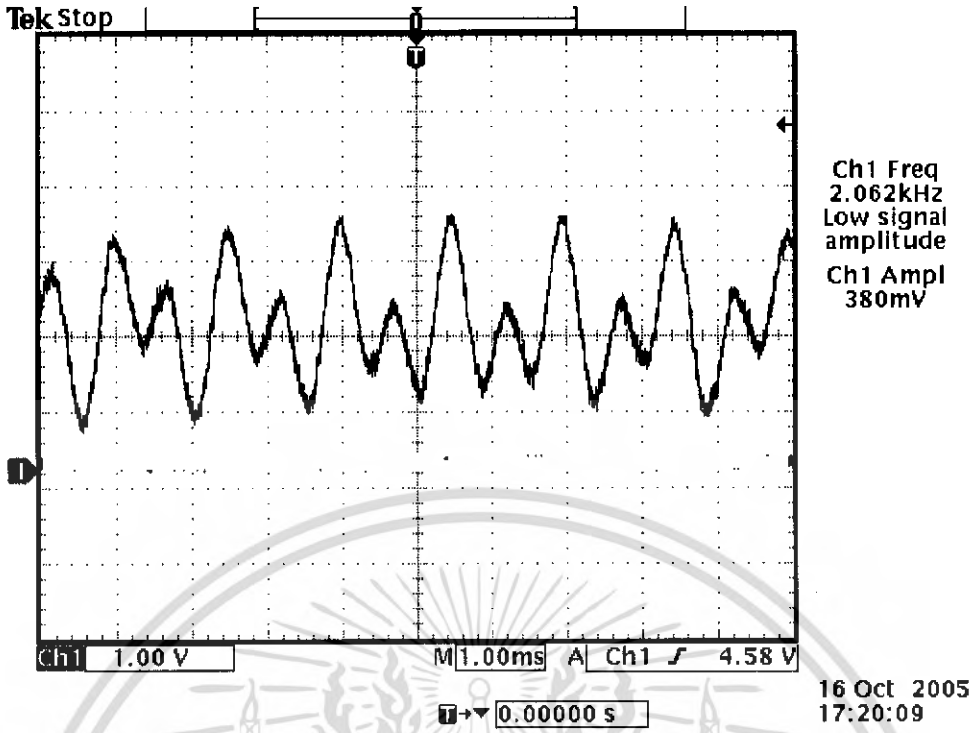
4.6 ผลการทดลองจากการกดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

การกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟออกไปยังชุมสายเพื่อติดต่อสถานีปลายทางนั้น ระบบจะกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟออกจาก TCM 5087 แล้วส่งออกไปยังชุมสายโทรศัพท์ เพื่อให้ระบบสามารถติดต่อกับผู้ที่ต้องการแจ้งเหตุนั้นๆ จากการทดลองทำการวัดรูปคลื่นของสัญญาณที่ออกจาก TCM 5087 พบว่าสัญญาณที่ถูกส่งออกไปนั้น เป็นรูปคลื่นที่ประกอบด้วย 2 ความถี่ผสมกัน ดังผลการวัดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟตั้งแต่หมายเลข 1 ถึง 3 ดังรูปที่ 4.13 ถึง 4.15

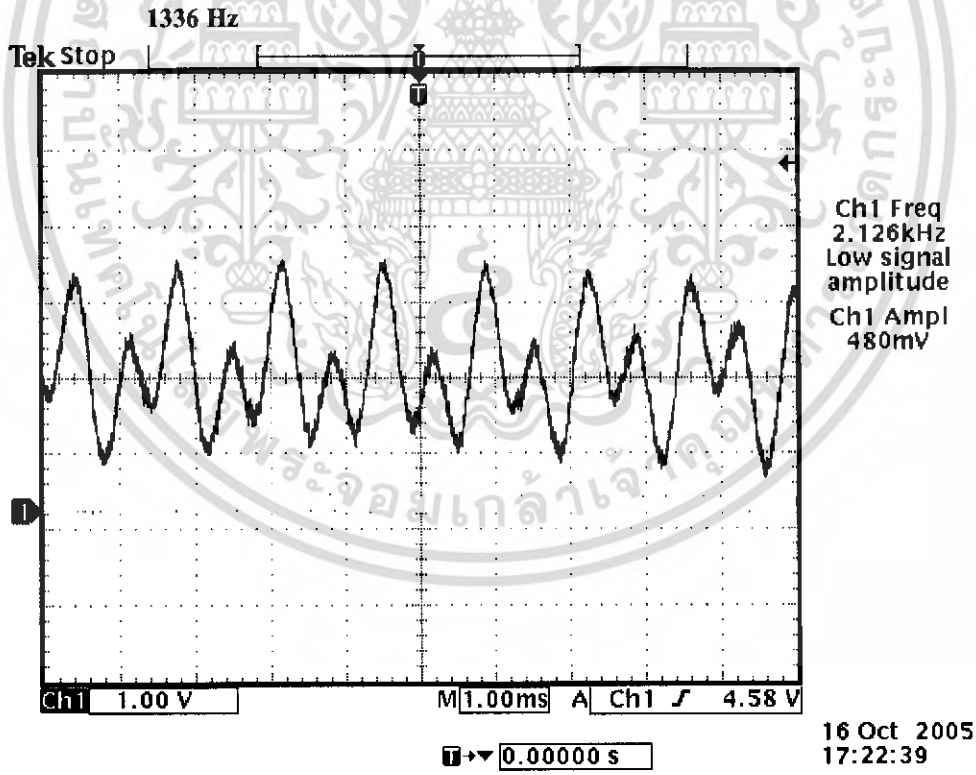


รูปที่ 4.13 ลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 1 ที่กำเนิดจาก TCM 5087ซึ่งมีความถี่ 697 Hz และ 1209Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 2 ที่กำเนิดจาก TCM 508 ซึ่งมีความถี่ 697 Hz และ 1336 Hz

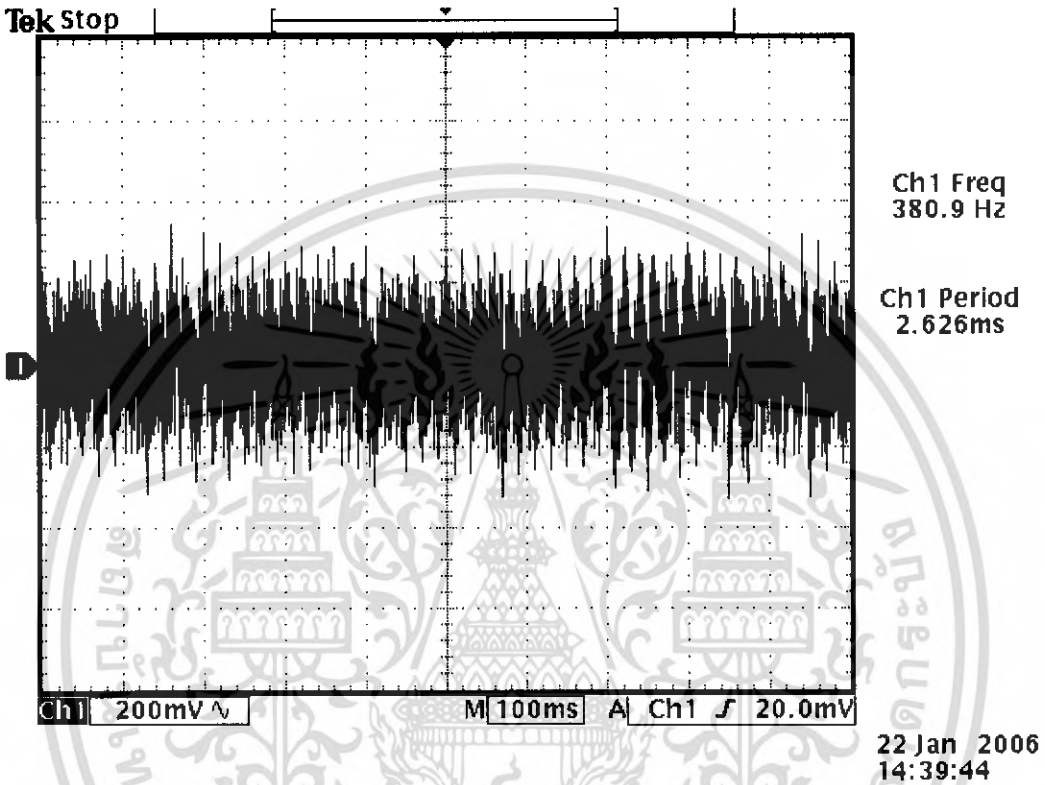


รูปที่ 4.15 ลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 3 ที่กำเนิดจาก TCM 5087 ซึ่งมีความถี่ 697 Hz และ 1477 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลการทดลองจากการวัดสัญญาณยกหู (Dial Tone)

เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับทำงานแล้วสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการโทรออก ในการยกหูจะใช้หม้อแปลงอิมพีแดนซ์ 600:600 เป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณดีทีเอ็มเอฟออกไปเมื่อทำการยกหูค่าโวลท์จาก 48 โวลท์ตกลงมาเหลือ 9 โวลท์ซึ่งทำให้ชุมสายรับรู้ว่าขณะนี้มีการยกหูก็จะทำให้ชุมสายส่งสัญญาณ (Dial Tone) ออกมาให้เพื่อส่งดีทีเอ็มเอฟดังรูปที่ 4.16

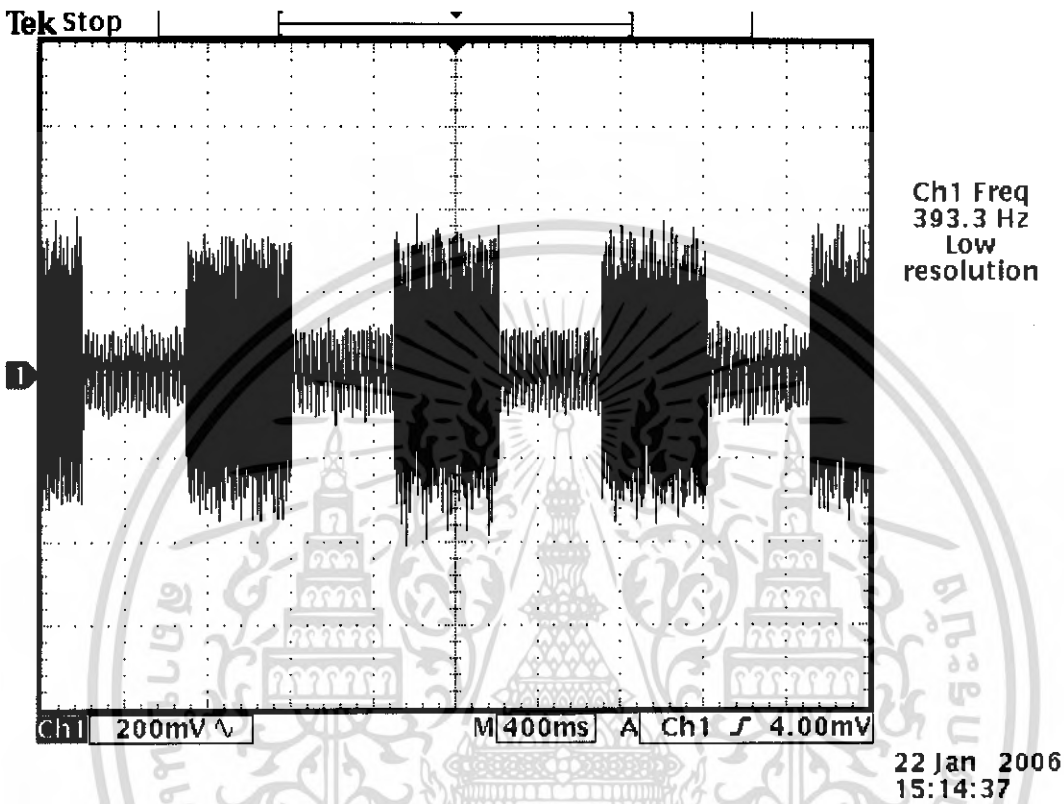


รูปที่ 4.16 รูปสัญญาณยกหู (Dial Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ผลการทดลองจากการวัดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เมื่อทำการโทรออกชุมสายจะทำการตรวจสอบ หากคู่สายไม่ว่างหรือโทรออกไปไม่มีคนรับสายส่วนของชุมสายก็จะทำการส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) มายังต้นทางหรือผู้ที่ทำการโทรออก สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) มีความถี่ประมาณ 400 Hz

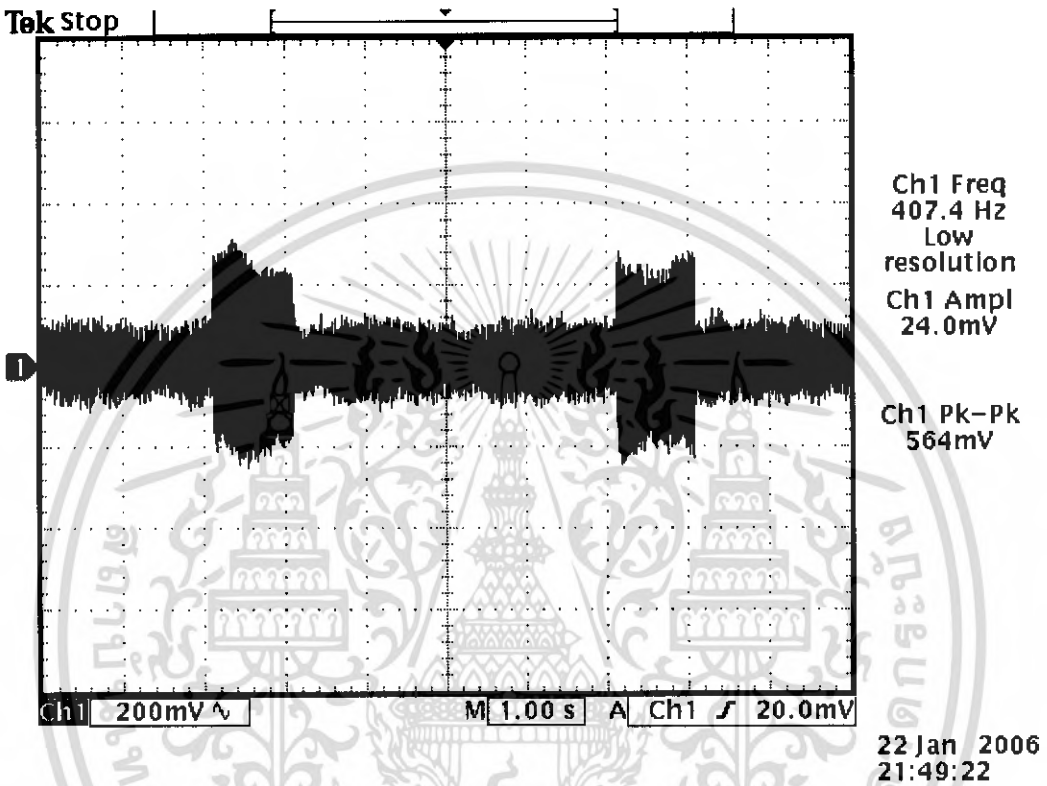


รูปที่ 4.17 รูปสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ผลการทดลองจากการวัดสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

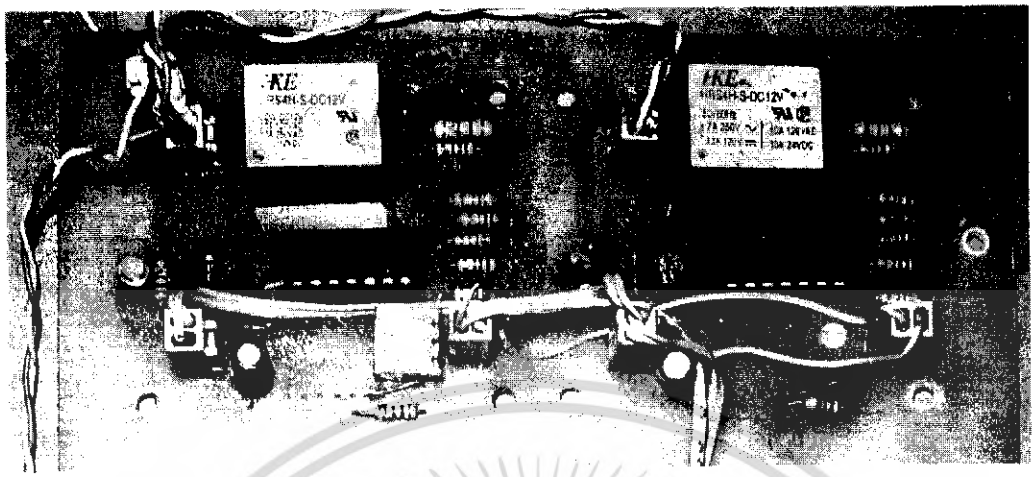
เมื่อทำการโทรออกไปยังชุมสาย และชุมสายก็จะส่งก็จะตรวจสอบว่าคู่สายปลายทางว่างหรือไม่ ถ้าคู่สายว่างก็จะทำการส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) มายังต้นทางสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) มีความถี่ประมาณ 400 Hz และก็จะทำการส่งสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) ไปยังปลายทาง



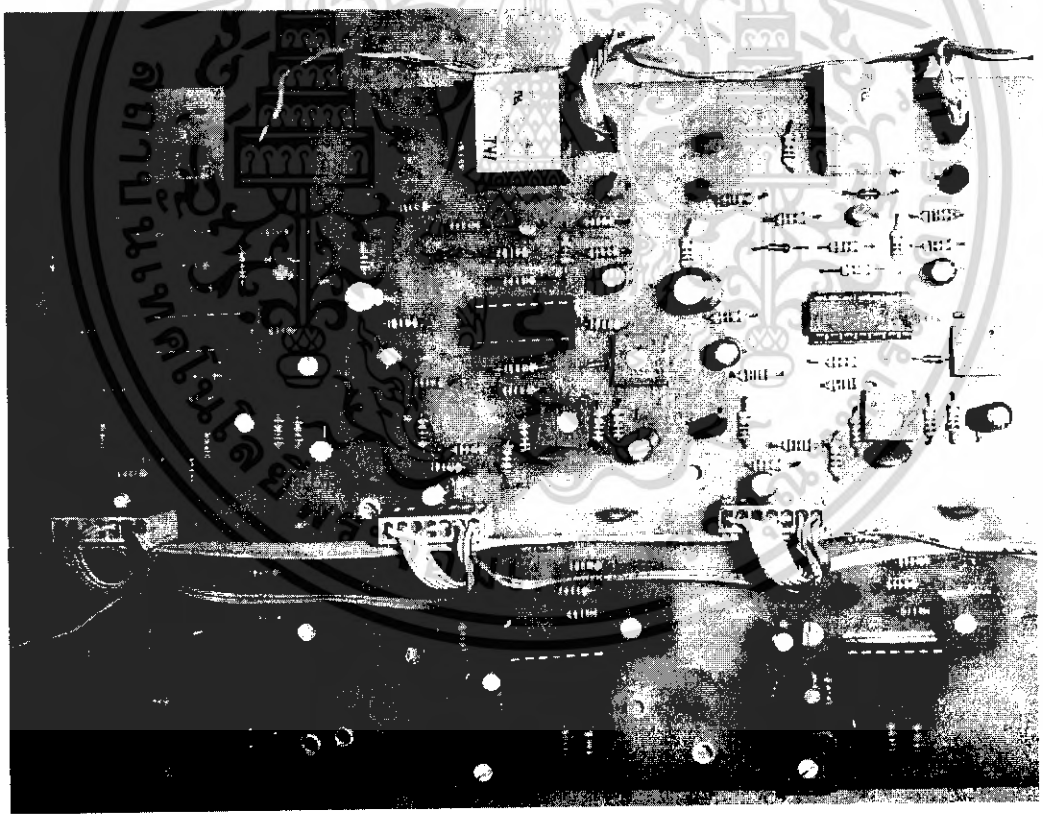
รูปที่ 4.18 รูปสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพจากวงจรจริงที่เสร็จสมบูรณ์

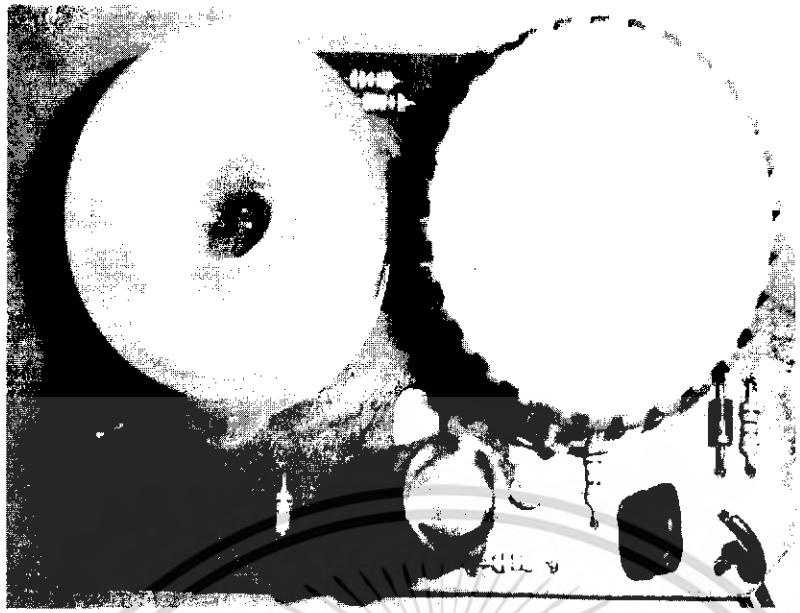


รูปที่ 4.19 แสดงภาพวงจรจริงของตัวตรวจจับอุณหภูมิ

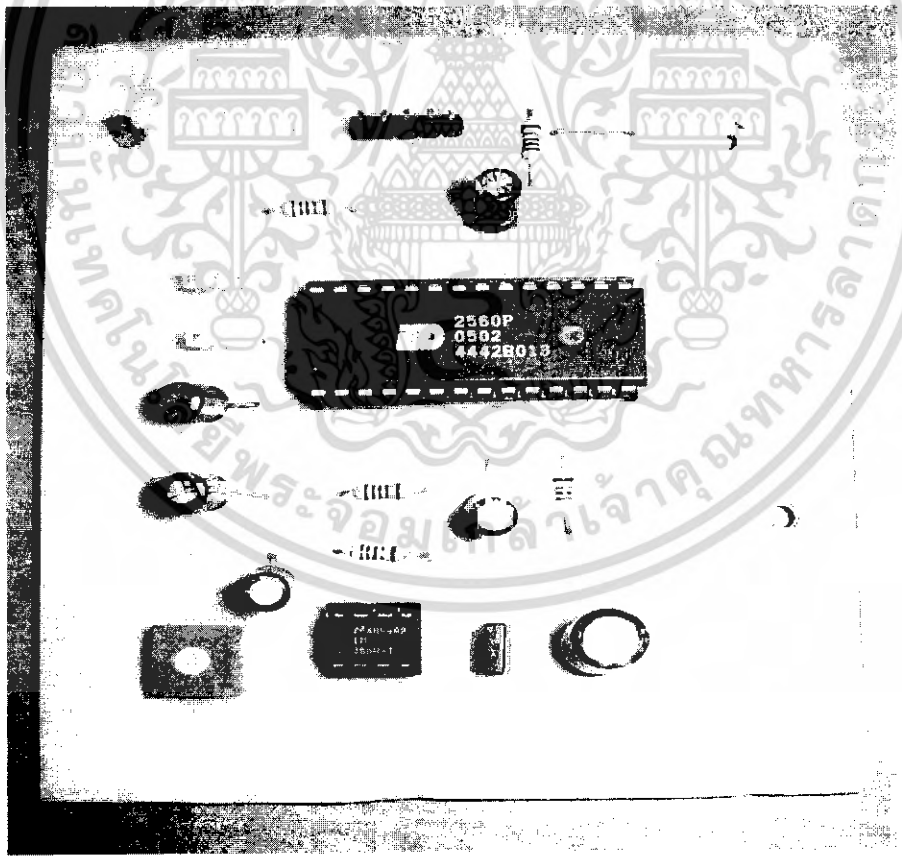


รูปที่ 4.20 แสดงภาพวงจรจริงของตัวตรวจจับอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

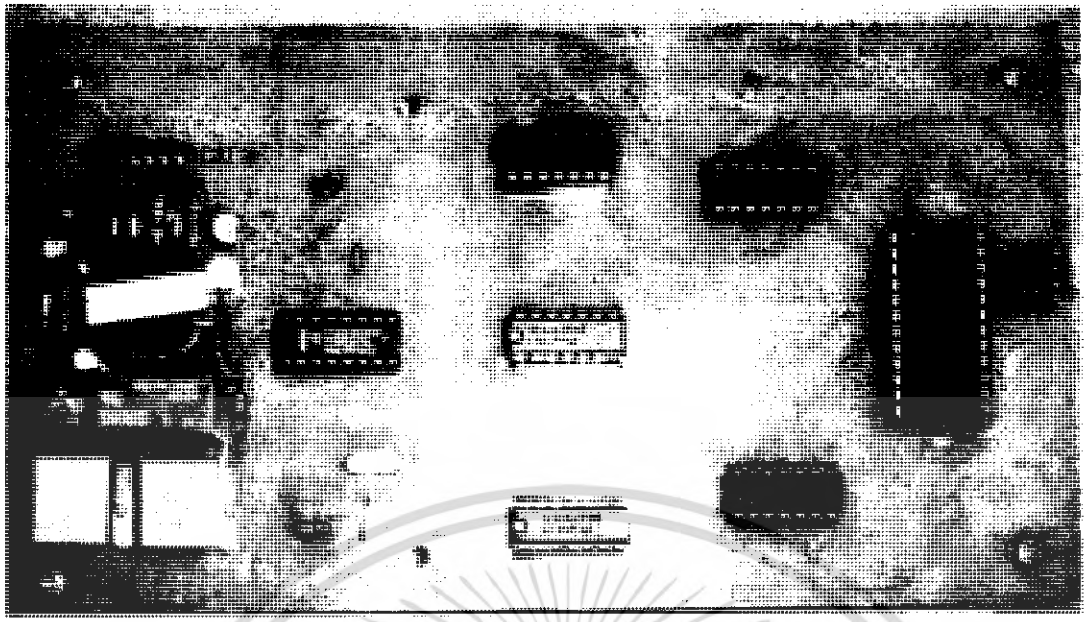


รูปที่ 4.21 แสดงภาพวงจรจริงของตัวตรวจจับควัน

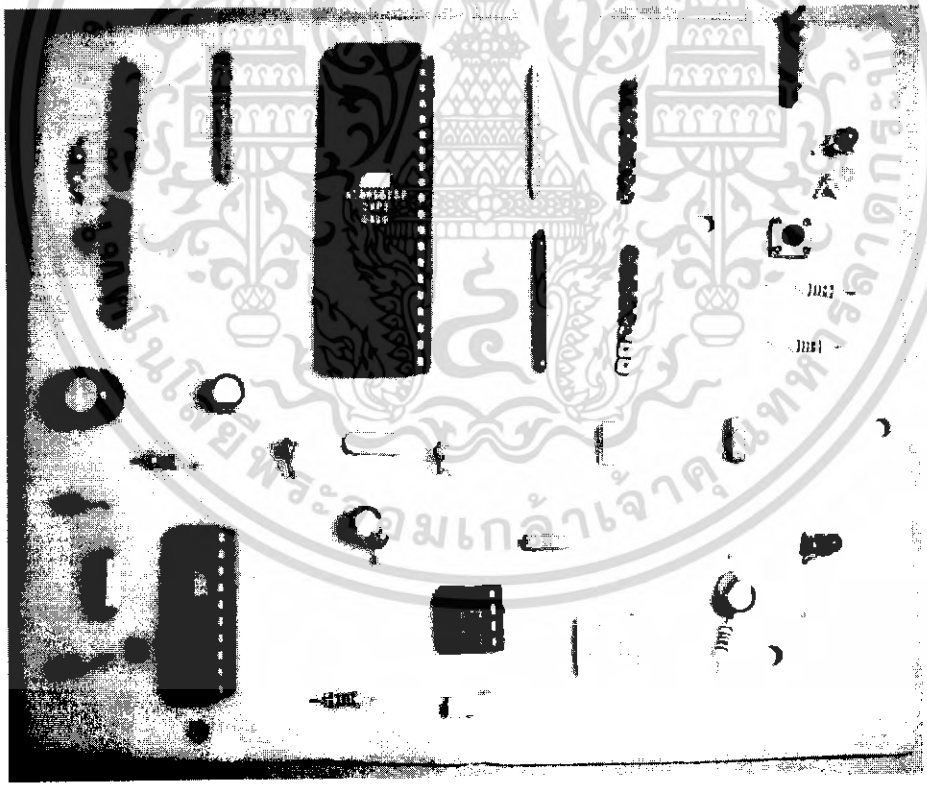


รูปที่ 4.22 แสดงภาพวงจรจริงของตัวบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

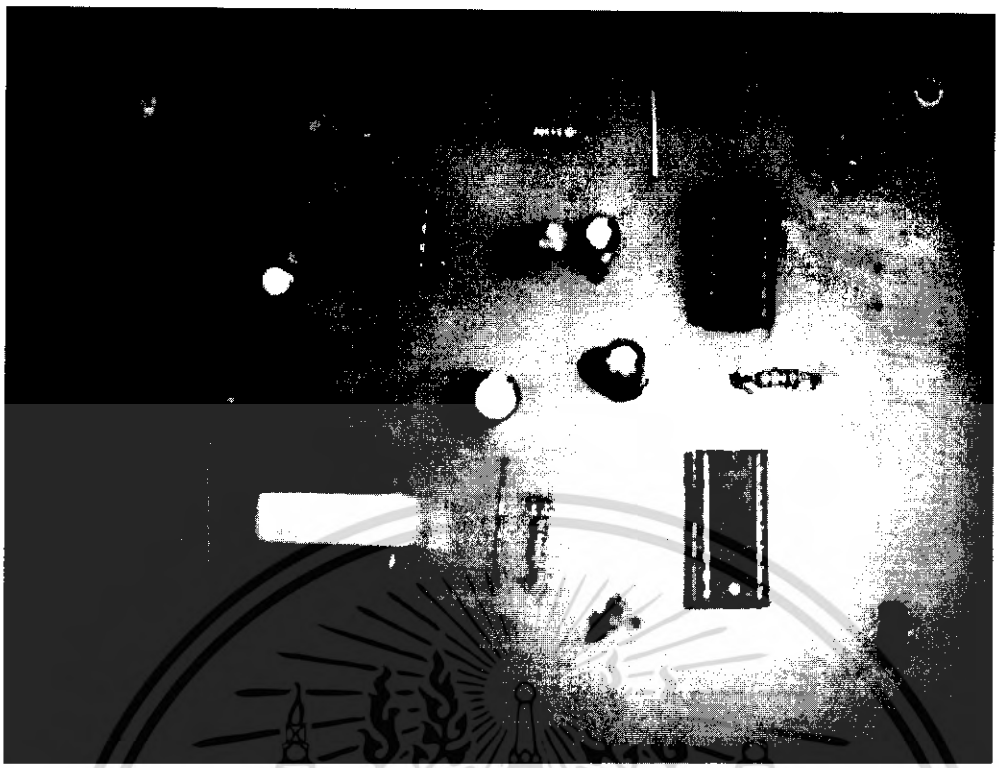


รูปที่ 4.23 แสดงภาพวงจรจริงของตัววงจรสัญญาณพร้อมหมุน และ สร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ



รูปที่ 4.24 แสดงภาพวงจรจริงของวงจรตรวจจับ Busy tone และส่วนของการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 แสดงภาพวงจรจริงของวงจรตรวจจับ Ring back tone

รูปที่ 4.26 แสดงภาพวงจรจริงของ "ระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์ " แบบสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.27 ภาพแสดงแบบจำลองโครงสร้างอาคาร

รูปที่ 4.28 ภาพการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
บทวิจารณ์และสรุป

หลังจากที่ได้ศึกษาถึงโครงสร้างของหัวข้อโครงงานจนเข้าใจถึงหลักการทำงานและขอบเขตการทำงานทั้งหมดของอุปกรณ์ ระบบเตือนภัยภายในอาคารผ่านโทรศัพท์ เราจะแบ่งการทำงานของระบบออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้และขโมยเข้ามาในอาคาร ซึ่งในแต่ละกรณีระบบสามารถติดต่อกับผู้ที่ต้องการแจ้งเหตุตามที่ได้บันทึกไว้ในหน่วยความจำได้ โดยระบบจะโทรวนจนกว่าหมายเลขที่ได้บันทึกเอาไว้มีผู้รับสาย และระบบส่งข้อมูลเสียงที่เราบันทึกเสียงไว้ส่งไปเตือนในกรณีต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

จากการศึกษาและทำการทดลองสามารถได้ผลดังนี้

5.1 จากการทดลองในส่วนวงจรชุมสายโทรศัพท์

1 วงจรสัญญาณพร้อมหมุน (Dial Tone) เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ ชุมสายก็จะมองเห็นว่าเครื่องโทรศัพท์นั้นมีความต้านทานอยู่ 600 โอห์ม จากนั้นชุมสายก็จ่ายกระแสให้กับเครื่องโทรศัพท์ ทำให้สามารถกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟและส่งหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อสื่อสารกันได้

2 วงจรตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง และ สัญญาณเรียกกลับ เนื่องจากสัญญาณทั้งสองเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ปรากฏอยู่เท่านั้นจะต่างกันเพียงแค่ระยะเวลาของการมีพัลส์และไม่มีพัลส์ของแต่ละสัญญาณ จึงใช้ไอซีเบอร์ LM 567 ซึ่งเป็นไอซีเฟสล็อกลูป (Phase Lock Loop)

3 วงจรสร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ TCM 5087 เป็นตัวกำเนิดความถี่ผสมกันระหว่างความถี่สูง และ ความถี่ต่ำ เป็นสัญญาณดีทีเอ็มเอฟออกมาเป็นเลขฐานสิบตามตารางความถี่เพื่อให้ทราบว่าเป็นเลขอะไร

5.2 จากการทดลองในส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ

1 วงจรตรวจจับอุณหภูมิ มีปัญหาจากกการวัดค่าแรงดันที่ใช้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิเพราะว่าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วจึงทำให้การวัดค่าแรงดันอาจคลาดเคลื่อนไปบ้างทำให้อุณหภูมิที่เราตั้งไว้อาจผิดเพี้ยนจากความเป็นจริงไปบ้าง

2 วงจรตรวจจับอินฟราเรด จากการทำงานของอินฟราเรดจะทำงานโดยใช้แสงส่งออกไปตลอดเวลาในสถานะที่ไม่มีสิ่งกีดขวางตัวดีเท็คก็จะส่งสถานะ “0” ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ในขณะที่มีสิ่งกีดขวางตัวดีเท็คก็จะส่งสถานะ “1” ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3 วงจรตรวจจับควัน เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันแบบเริ่มต้นที่มีอนุภาคของควันเล็กมากที่เกิดจากเปลวไฟอย่างรวดเร็ว โดยจะคำนึงถึงการติดตั้งจะขึ้นอยู่กับความสูง และรัศมีครอบคลุมบริเวณต่อพื้นที่แต่ถ้าอยากให้การตรวจจับมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นควรใช้ควบคู่กับตัวตรวจจับอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการพัฒนา

1. ควรเพิ่มแหล่งจ่ายไฟสำรองและส่วนควบคุมระบบจ่ายสำรอง ให้ระบบพร้อมอยู่ตลอดเวลาในกรณีที่ไฟดับ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ทุกสถานการณ์ และจากการสังเกตพบว่าเหตุร้ายหลายๆ อย่าง มักจะเกิดขึ้นแล้วเป็นสาเหตุให้ไฟดับ

2 หากผู้ที่ถูกแจ้งเหตุปิดเครื่องโทรศัพท์มือถือทางระบบจะเข้าสู่ระบบฝากข้อความทำให้เราไม่ทราบว่าเป็นคนรับจริงหรือว่าเป็นระบบฝากข้อความฉะนั้นเราต้องมีในส่วนของตัวตรวจเช็คในกรณีนี้

3. หากระบบเตือนภัยทำการแจ้งเหตุในขณะที่มีผู้ใช้โทรศัพท์ ระบบจะไม่สามารถโทรออกได้ เพราะไม่พบสัญญาณแจ้งว่าสายว่างระบบน่าจะสามารถแจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์อยู่ทราบว่ามีเหตุร้ายเกิดขึ้น เราจึงต้องเพิ่มโปรแกรมและเปลี่ยนแปลงวงจรให้สามารถรองรับการทำงานนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

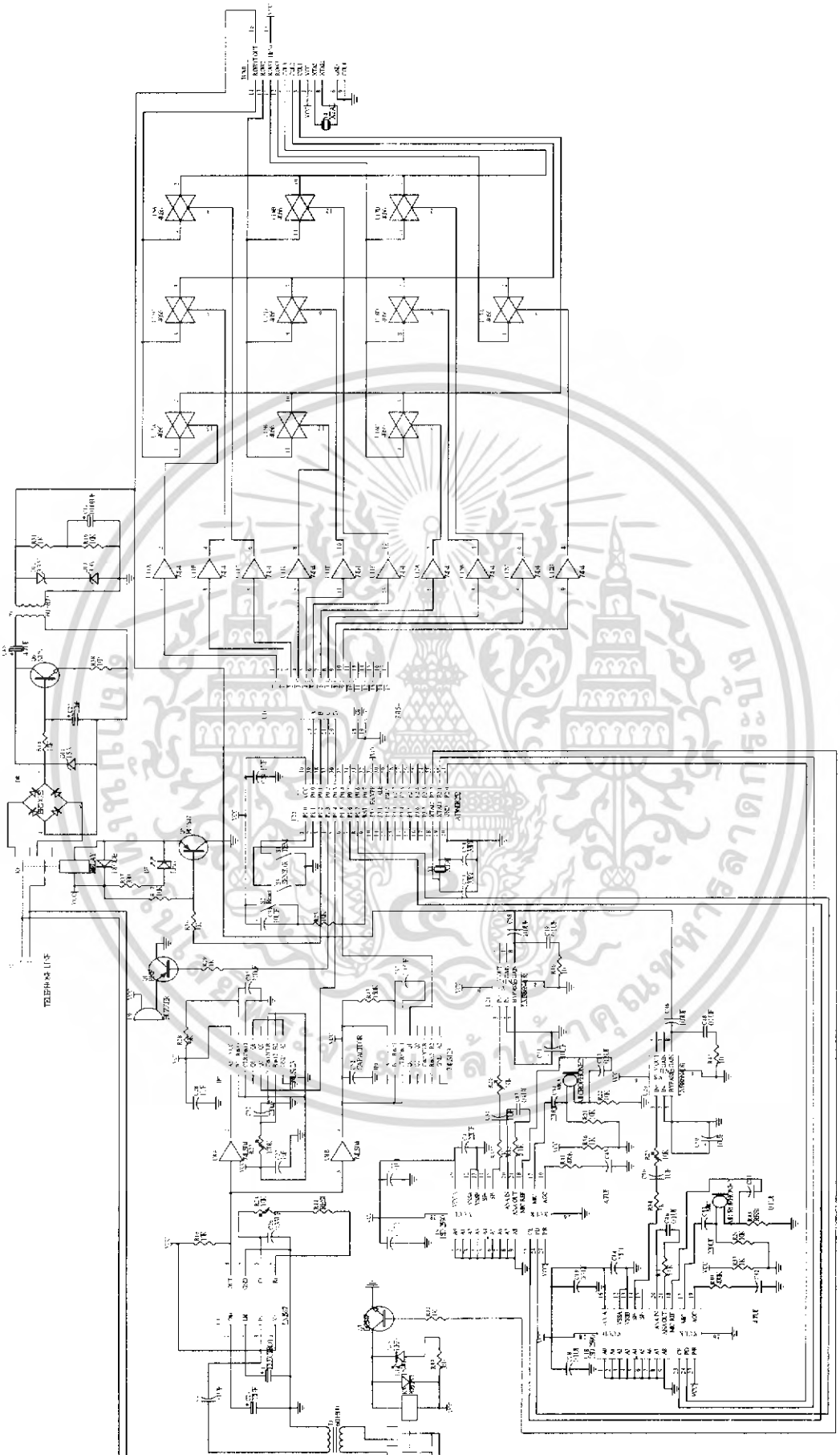
หนังสืออ้างอิง

-สมยศ จุณณะปิยะ.Microcontroller Application.กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

```
SENSOR          BIT     P1.0
TEM             BIT     P1.1
HOOK            BIT     P1.2
BUZZER          BIT     P1.3
BUSY            BIT     P1.4
RIB             BIT     P1.5
RESET_1         BIT     P1.6
PLAY_1          BIT     P1.7
RESET_2         BIT     P2.0
PLAY_2          BIT     P2.1
HOOK_SOUND      BIT     P2.2
HOOK_R_B        BIT     P2.3

                ORG     0000H
                MOV     P0,#000H
                MOV     P1,#000H
                MOV     P2,#000H
                MOV     P3,#000H
        SETB    SENSOR
                ACALL   DELAY_1
                SETB    TEM
                ACALL   DELAY_1
SEN_1:          JB      SENSOR,SW
                ACALL   DELAY_1
                ACALL   TEL
                JNB     SENSOR,SEN_1
SW:             JB      TEM,SEN_1
                ACALL   DELAY
                ACALL   TELE
                JNB     TEM,SW
                AJMP    SEN_1

;*********************************************

TEL:            SETB    BUZZER
                CLR     BUSY
                CLR     RIB
                SETB    HOOK
                ACALL   NUM_1
                SETB    BUSY
                SETB    RIB
                SETB    HOOK_R_B
                ACALL   DELAY
                CLR     HOOK
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                JB      BUSY,BU             ;  CHECK  BUSY
                ACALL   DELAY_1
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                JNB     RIB,BU              ;  CHECK  RINGBACK
                ACALL   DELAY_1
                ACALL   SEC
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY

                JB      RIB,BU              ;  CHECK  RINGBACK
                ACALL   DELAY_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUN:            ACALL   SEC
                SETB    RESET_1
                ACALL   DELAY_1
                SETB    RESET_2
                ACALL   DELAY_1
                CLR     RESET_1
                ACALL   DELAY_1
                CLR     PLAY_1
                ACALL   DELAY_1
                SETB    HOOK
                ACALL   DELAY
                CLR     HOOK_R_B
                ACALL   DELAY
                SETB    HOOK_SOUND
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                CLR     HOOK_SOUND
                ACALL   DELAY
                CLR     HOOK
                ACALL   DELAY
                CLR     BUZZER
                AJMP    SEN_1
BU:             ACALL   DELAY
                CLR     HOOK_R_B
                ACALL   SEC
                SETB    HOOK
                ACALL   NUM_2
                ACALL   ALAY
                SETB    HOOK_R_B
                ACALL   DELAY
                CLR     HOOK
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                JB      BUSY,BU_0           ;  CHECK  BUSY
                ACALL   DELAY_1
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                JNB     RIB,BU_0            ;  CHECK  RINGBACK
                ACALL   DELAY_1
                ACALL   SEC
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY

                JB      RIB,BU_0            ;  CHECK  RINGBACK
                ACALL   DELAY_1
                AJMP    SUN
SUN_0:          AJMP    SUN
BU_0:           CLR     HOOK_R_B
                ACALL   DELAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                AJMP    TEL


TELE:           SETB    BUZZER
                CLR     BUSY
                CLR     RIB
                SETB    HOOK
                ACALL   NUM_1
                SETB    BUSY
                SETB    RIB
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SETB    HOOK_R_B
                ACALL   DELAY
                CLR     HOOK
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                JB      BUSY,BU_1               ;  CHECK  BUSY
                ACALL   DELAY_1
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                JNB     RIB,BU_1              ;  CHECK  RINGBACK
                ACALL   DELAY_1
                ACALL   SEC
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY

                JB      RIB,BU_1                ;  CHECK  RINGBACK
                ACALL   DELAY_1
SUN_1:          ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                SETB    RESET_2
                ACALL   DELAY_1
                SETB    RESET_1
                ACALL   DELAY_1
                CLR     RESET_2
                ACALL   DELAY_1
                CLR     PLAY_2
                ACALL   DELAY_1
                SETB    HOOK
                ACALL   DELAY
                CLR     HOOK_R_B
                ACALL   DELAY
                SETB    HOOK_SOUND
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                CLR     HOOK_SOUND
                ACALL   DELAY
                CLR     HOOK
                ACALL   DELAY
                CLR     BUZZER
                AJMP    SEN_1
BU_1:           ACALL   DELAY
                CLR     HOOK_R_B
                ACALL   SEC
                SETB    HOOK
                ACALL   NUM_2
                ACALL   ALAY
                SETB    HOOK_R_B
                ACALL   DELAY
                CLR     HOOK
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                JB      BUSY,BU_0_1             ;  CHECK  BUSY
                ACALL   DELAY_1
                ACALL   SEC
                ACALL   SEC
                JNB     RIB,BU_0_1            ;  CHECK  RINGBACK
                ACALL   DELAY_1
                ACALL   SEC
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JB      RIB,BU_0_1          ;  CHECK  RINGBACK
                ACALL   DELAY_1
                AJMP    SUN_1
SUN_0_1:        AJMP    SUN_1
BU_0_1:         CLR     HOOK_R_B
                ACALL   DELAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                AJMP    TELE

;************************
;**  TELEPHONE NUM_1 **
;************************

NUM_1:          MOV     P0,#00001001B       ; NUMBER "0"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000001B       ; NUMBER "2"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000111B       ; NUMBER "8"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#11111111B
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000111B       ; NUMBER "8"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00001001B       ; NUMBER "0"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000110B       ; NUMBER "7"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000001B       ; NUMBER "2"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00001000B       ; NUMBER "9"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000100B       ; NUMBER "5"
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                MOV     P0,#00000011B       ; NUMBER "4"
                ACALL   DELAY
                RET
;************************
;**  TELEPHONE NUM_2  **
;************************
NUM_2:          MOV     P0,#00001001B       ; NUMBER "0"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000001B       ; NUMBER "2"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000110B       ; NUMBER "7"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000010B       ; NUMBER "3"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00001000B       ; NUMBER "9"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000000B       ; NUMBER "1"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#11111111B
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000000B       ; NUMBER "1"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000100B       ; NUMBER "5"
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#00000110B       ; NUMBER "7"
                ACALL   SEC
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                ACALL   ALAY
                MOV     P0,#00000000B       ; NUMBER "1"
                ACALL   DELAY
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ALAY:           MOV R7,#04H
DA3:            MOV R6,#0FFH
DA2:            MOV R5,#0FFH
DA1:            DJNZ R5,DA1
                DJNZ R6,DA2
                DJNZ R7,DA3
                RET
DELAY:          MOV    R5,#075                ; TELEPHONE
DELAY_10S_1:    ACALL  DELAY_1
                DJNZ   R5,DELAY_10S_1
                RET
DELAY_1:  MOV    R7,#010                ; SWITCH
DEL:            MOV    R6,#0E6H
DE:              NOP
                    NOP
                   DJNZ   R6,DE
                   DJNZ   R7,DEL
                   RET
SEC:           MOV R7,#40H
D3:             MOV R6,#0FFH
D2:             MOV R5,#0FFH
D1:             DJNZ R5,D1
                DJNZ R6,D2
                DJNZ R7,D3
                RET
                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 8K Bytes of In-System Reprogrammable Downloadable Flash Memory
  - SPI Serial Interface for Program Downloading
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2K Bytes EEPROM
  - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Nine Interrupt Sources
- Programmable UART Serial Channel
- SPI Serial Interface
- Low Power Idle and Power Down Modes
- Interrupt Recovery From Power Down
- Programmable Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power Off Flag

Description

The AT89S8252 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 8K bytes of Downloadable Flash programmable and erasable read only memory and 2K bytes of EEPROM. The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Downloadable Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Downloadable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S8252 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The AT89S8252 provides the following standard features: 8K bytes of Downloadable Flash, 2K bytes of EEPROM, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, programmable watchdog timer, two Data Pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S8252 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset.

The Downloadable Flash can be changed a single byte at a time and is accessible through the SPI serial interface. Holding RESET active forces the SPI bus into a serial programming interface and allows the program memory to be written to or read from unless Lock Bit 2 has been activated.

8-Bit Microcontroller with 8K Bytes Flash

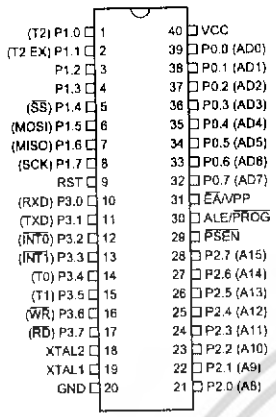
AT89S8252

0401D-A–12/97

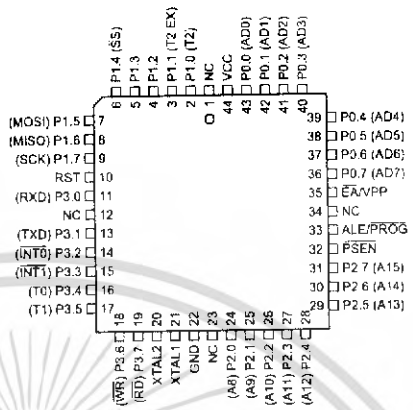
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Configurations

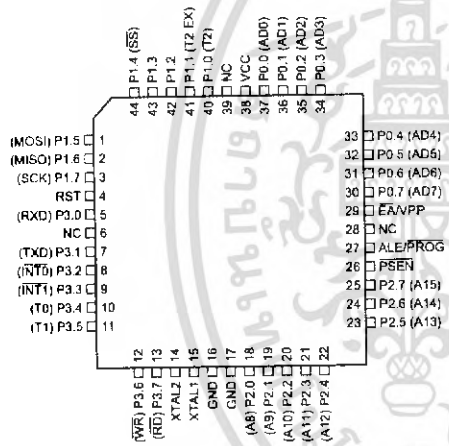
PDIP



PLCC



PQFP/TQFP



Pin Description

V_{CC}
Supply voltage.

GND
Ground.

Port 0
Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pullups.

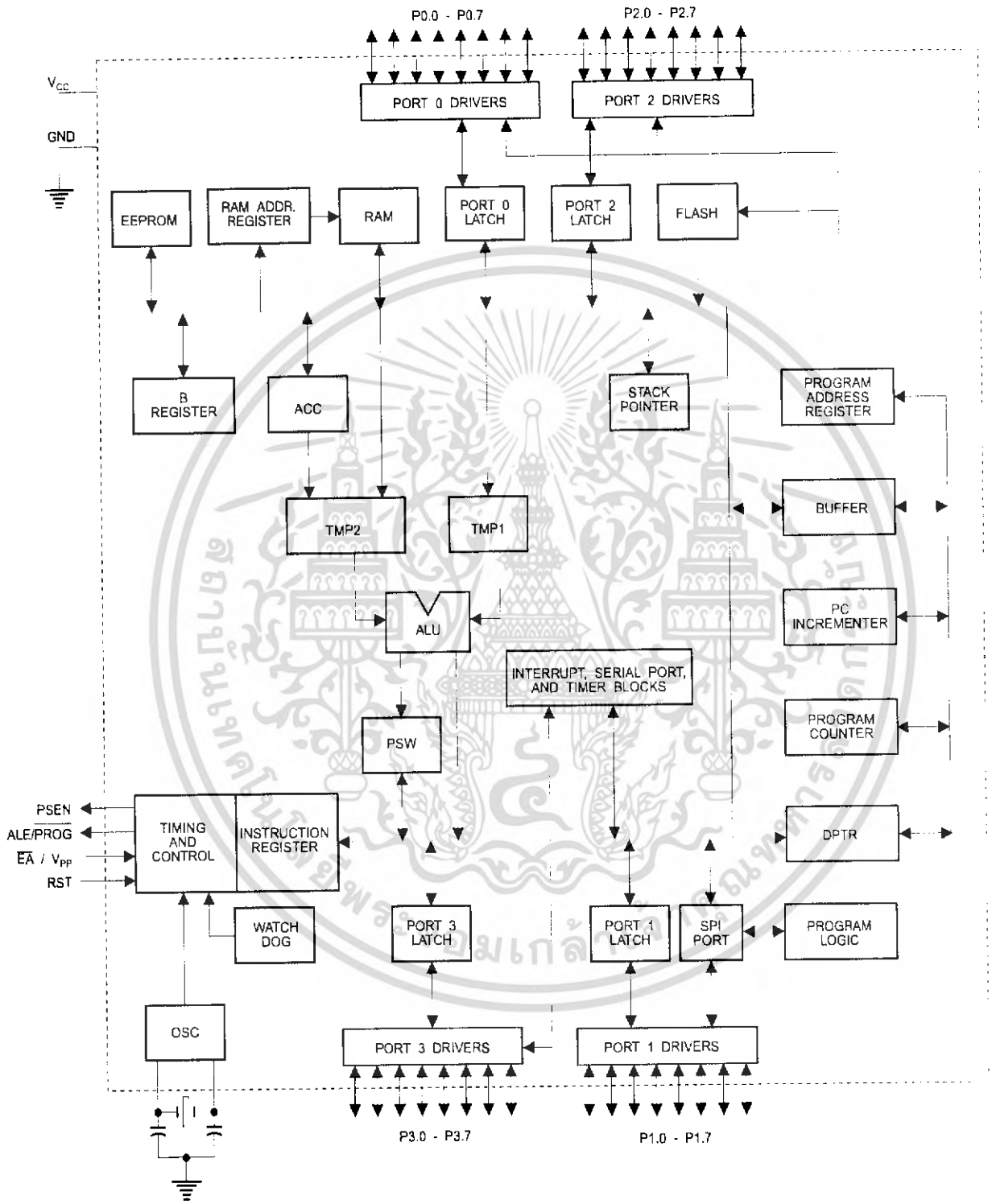
Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1
Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Some Port 1 pins provide additional functions. P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Furthermore, P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7 can be configured as the SPI slave port select, data input/output and shift clock input/output pins as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)
P1.4	$\overline{SS}$ (Slave port select input)
P1.5	MOSI (Master data output, slave data input pin for SPI channel)
P1.6	MISO (Master data input, slave data output pin for SPI channel)
P1.7	SCK (Master clock output, slave clock input pin for SPI channel)

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8 bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S8252, as shown in the following table.

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/$\overline{PROG}$

Address Latch Enable is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{PSEN}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89S8252 is executing code from external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{EA}$/V_{PP}

External Access Enable. $\overline{EA}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{EA}$ will be internally latched on reset.

$\overline{EA}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions. This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming when 12-volt programming is selected.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XTAL1
Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2
Output from the inverting oscillator amplifier.

Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

Table 1. AT89S8252 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000					SPCR 000001XX			0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000		SPSR 00XXXXXX						0AFH
0A0H	P2 11111111								0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111						WMCON 00000010		97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000			8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	SPDR XXXXXXXX	PCON 0XXX0000	87H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Timer 2 Registers Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in Table 2) and T2MOD (shown in Table 9) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16 bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

Watchdog and Memory Control Register The WMCON register contains control bits for the Watchdog Timer (shown in Table 3). The EEMEN and EEMWE bits are used to select the 2K bytes on-chip EEPROM, and to enable byte-write. The DPS bit selects one of two DPTR registers available.

SPI Registers Control and status bits for the Serial Peripheral Interface are contained in registers SPCR (shown in Table 4) and SPSR (shown in Table 5). The SPI data bits are contained in the SPDR register. Writing the SPI data register during serial data transfer sets the Write Collision bit, WCOL, in the SPSR register. The SPDR is double buffered for writing and the values in SPDR are not changed by Reset.

Interrupt Registers The global interrupt enable bit and the individual interrupt enable bits are in the IE register. In addition, the individual interrupt enable bit for the SPI is in the SPCR register. Two priorities can be set for each of the six interrupt sources in the IP register.

Table 2. T2CON—Timer/Counter 2 Control Register

T2CON Address = 0C8H — Reset Value = 0000 0000B

Bit Addressable

	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/$\overline{T2}$	CP/$\overline{RL2}$
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
TF2	Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1.
EXF2	Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up/down counter mode (DCEN = 1).
RCLK	Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the receive clock.
TCLK	Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock.
EXEN2	Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX.
TR2	Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer.
C/$\overline{T2}$	Timer or counter select for Timer 2. C/$\overline{T2}$ = 0 for timer function. C/$\overline{T2}$ = 1 for external event counter (falling edge triggered).
CP/$\overline{RL2}$	Capture/Reload select. CP/$\overline{RL2}$ = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/$\overline{RL2}$ = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dual Data Pointer Registers To facilitate accessing both internal EEPROM and external data memory, two banks of 16 bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR WMCON selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should always initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.

Power Off Flag The Power Off Flag (POF) is located at bit_4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and reset under software control and is not affected by RESET.

Table 3. WMCON—Watchdog and Memory Control Register

WMCON Address = 96H — Reset Value = 0000 0010B

	PS2	PS1	PS0	EEMWE	EEMEN	DPS	WDTRST	WDTEN
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
PS2 PS1 PS0	Prescaler Bits for the Watchdog Timer. When all three bits are set to "0", the watchdog timer has a nominal period of 16 ms. When all three bits are set to "1", the nominal period is 2048 ms.
EEMWE	EEPROM Data Memory Write Enable Bit. Set this bit to "1" before initiating byte write to on-chip EEPROM with the MOVX instruction. User software should set this bit to "0" after EEPROM write is completed.
EEMEN	Internal EEPROM Access Enable. When EEMEN = 1, the MOVX instruction with DPTR will access on-chip EEPROM instead of external data memory. When EEMEN = 0, MOVX with DPTR accesses external data memory.
DPS	Data Pointer Register Select. DPS = 0 selects the first bank of Data Pointer Register, DP0, and DPS = 1 selects the second bank, DP1
WDTRST RDY/$\overline{BSY}$	Watchdog Timer Reset and EEPROM Ready/$\overline{Busy}$ Flag. Each time this bit is set to "1" by user software, a pulse is generated to reset the watchdog timer. The WDTRST bit is then automatically reset to "0" in the next instruction cycle. The WDTRST bit is Write-Only. This bit also serves as the RDY/$\overline{BSY}$ flag in a Read-Only mode during EEPROM write. RDY/$\overline{BSY}$ = 1 means that the EEPROM is ready to be programmed. While programming operations are being executed, the RDY/$\overline{BSY}$ bit equals "0" and is automatically reset to "1" when programming is completed.
WDTEN	Watchdog Timer Enable Bit. WDTEN = 1 enables the watchdog timer and WDTEN = 0 disables the watchdog timer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4. SPCR—SPI Control Register

SPCR Address = D5H — Reset Value = 0000 01XXB

	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
SPIE	SPI Interrupt Enable. This bit, in conjunction with the ES bit in the IE register, enables SPI interrupts: SPIE = 1 and ES = 1 enable SPI interrupts. SPIE = 0 disables SPI interrupts.
SPE	SPI Enable. SPI = 1 enables the SPI channel and connects $\overline{SS}$, MOSI, MISO and SCK to pins P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7. SPI = 0 disables the SPI channel.
DORD	Data Order. DORD = 1 selects LSB first data transmission. DORD = 0 selects MSB first data transmission.
MSTR	Master/Slave Select. MSTR = 1 selects Master SPI mode. MSTR = 0 selects Slave SPI mode.
CPOL	Clock Polarity. When CPOL = 1, SCK is high when idle. When CPOL = 0, SCK of the master device is low when not transmitting. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control.
CPHA	Clock Phase. The CPHA bit together with the CPOL bit controls the clock and data relationship between master and slave. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control.
SPR0 SPR1	SPI Clock Rate Select. These two bits control the SCK rate of the device configured as master. SPR1 and SPR0 have no effect on the slave. The relationship between SCK and the oscillator frequency, $F_{osc.}$, is as follows: SPR1 SPR0 SCK = $F_{osc.}$ divided by 0 0 4 0 1 16 1 0 64 1 1 128

Table 5. SPSR—SPI Status Register

SPSR Address = AAH — Reset Value = 00XX XXXXB

	SPIF	WCOL	—	—	—	—	—	—
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
SPIF	SPI Interrupt Flag. When a serial transfer is complete, the SPIF bit is set and an interrupt is generated if SPIE = 1 and ES = 1. The SPIF bit is cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL bits set, and then accessing the SPI data register.
WCOL	Write Collision Flag. The WCOL bit is set if the SPI data register is written during a data transfer. During data transfer, the result of reading the SPDR register may be incorrect, and writing to it has no effect. The WCOL bit (and the SPIF bit) are cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL set, and then accessing the SPI data register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 6. SPDR—SPI Data Register

SPDR Address = 86H — Reset Value = unchanged

Bit	SPD7	SPD6	SPD5	SPD4	SPD3	SPD2	SPD1	SPD0
	7	6	5	4	3	2	1	0

Data Memory—EEPROM and RAM

The AT89S8252 implements 2K bytes of on-chip EEPROM for data storage and 256 bytes of RAM. The upper 128 bytes of RAM occupy a parallel space to the Special Function Registers. That means the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction specifies whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions that use direct addressing access SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV 0A0H, #data
```

Instructions that use indirect addressing access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV @R0, #data
```

Note that stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

The on-chip EEPROM data memory is selected by setting the EEMEN bit in the WMCON register at SFR address location 96H. The EEPROM address range is from 000H to 7FFH. The MOVX instructions are used to access the EEPROM. To access off-chip data memory with the MOVX instructions, the EEMEN bit needs to be set to "0".

The EEMWE bit in the WMCON register needs to be set to "1" before any byte location in the EEPROM can be written. User software should reset EEMWE bit to "0" if no further EEPROM write is required. EEPROM write cycles in the serial programming mode are self-timed and typically take 2.5 ms. The progress of EEPROM write can be monitored by reading the RDY/$\overline{BSY}$ bit (read-only) in SFR WMCON. RDY/$\overline{BSY}$ = 0 means programming is still in progress and RDY/$\overline{BSY}$ = 1 means EEPROM write cycle is completed and another write cycle can be initiated.

In addition, during EEPROM programming, an attempted read from the EEPROM will fetch the byte being written with the MSB complemented. Once the write cycle is completed, true data are valid at all bit locations.

Programmable Watchdog Timer

The programmable Watchdog Timer (WDT) operates from an independent oscillator. The prescaler bits, PS0, PS1 and PS2 in SFR WMCON are used to set the period of the Watchdog Timer from 16 ms to 2048 ms. The available timer periods are shown in the following table and the actual timer periods (at V_{CC} = 5V) are within ±30% of the nominal.

The WDT is disabled by Power-on Reset and during Power Down. It is enabled by setting the WDTEN bit in SFR WMCON (address = 96H). The WDT is reset by setting the WDTRST bit in WMCON. When the WDT times out without being reset or disabled, an internal RST pulse is generated to reset the CPU.

Table 7. Watchdog Timer Period Selection

WDT Prescaler Bits			Period (nominal)
PS2	PS1	PS0	
0	0	0	16 ms
0	0	1	32 ms
0	1	0	64 ms
0	1	1	128 ms
1	0	0	256 ms
1	0	1	512 ms
1	1	0	1024 ms
1	1	1	2048 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S8252 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51, AT89C52 and AT89C55. For further information, see the October 1995 Microcontroller Data Book, page 2-45, section titled, "Timer/Counters."

Timer 2

Timer 2 is a 16 bit Timer/Counter that can operate as either a timer or an event counter. The type of operation is selected by bit C/$\overline{T2}$ in the SFR T2CON (shown in Table 2). Timer 2 has three operating modes: capture, auto-reload (up or down counting), and baud rate generator. The modes are selected by bits in T2CON, as shown in Table 8.

Timer 2 consists of two 8-bit registers, TH2 and TL2. In the Timer function, the TL2 register is incremented every machine cycle. Since a machine cycle consists of 12 oscillator periods, the count rate is 1/12 of the oscillator frequency.

In the Counter function, the register is incremented in response to a 1-to-0 transition at its corresponding external input pin, T2. In this function, the external input is sampled during S5P2 of every machine cycle. When the samples show a high in one cycle and a low in the next cycle, the count is incremented. The new count value appears in the register during S3P1 of the cycle following the one in which the transition was detected. Since two machine cycles (24 oscillator periods) are required to recognize a 1-to-0 transition, the maximum count rate is 1/24 of the oscillator frequency. To ensure that a given level is sampled at least once before it changes, the level should be held for at least one full machine cycle.

Table 8. Timer 2 Operating Modes

RCLK + TCLK	CP/$\overline{RL2}$	TR2	MODE
0	0	1	16-bit Auto-Reload
0	1	1	16-bit Capture
1	X	1	Baud Rate Generator
X	X	0	(Off)

Capture Mode

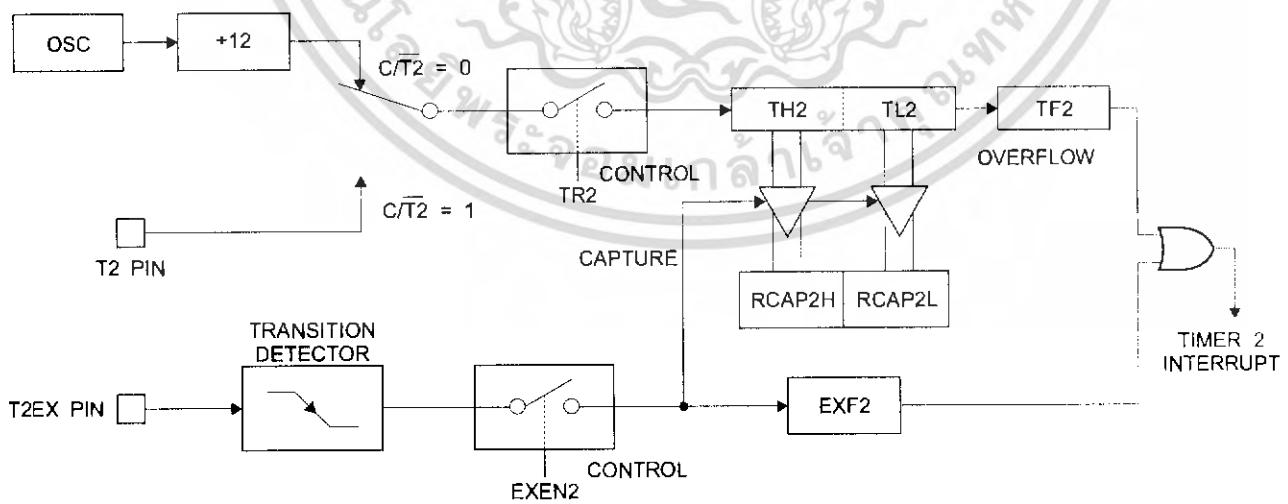
In the capture mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 is a 16 bit timer or counter which upon overflow sets bit TF2 in T2CON. This bit can then be used to generate an interrupt. If EXEN2 = 1, Timer 2 performs the same operation, but a 1-to-0 transition at external input T2EX also causes the current value in TH2 and TL2 to be captured into RCAP2H and RCAP2L, respectively. In addition, the transition at T2EX causes bit EXF2 in T2CON to be set. The EXF2 bit, like TF2, can generate an interrupt. The capture mode is illustrated in Figure 1.

Auto-Reload (Up or Down Counter)

Timer 2 can be programmed to count up or down when configured in its 16 bit auto-reload mode. This feature is invoked by the DCEN (Down Counter Enable) bit located in the SFR T2MOD (see Table 9). Upon reset, the DCEN bit is set to 0 so that timer 2 will default to count up. When DCEN is set, Timer 2 can count up or down, depending on the value of the T2EX pin.

Figure 2 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN = 0. In this mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to

Figure 1. Timer 2 in Capture Mode



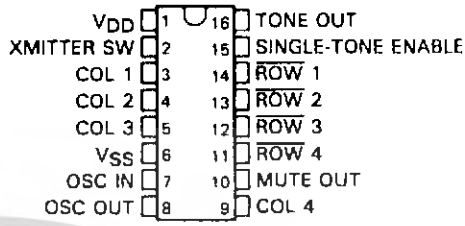
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCM5087
TONE ENCODER

D2850, NOVEMBER 1982 – REVISED DECEMBER 1990

- **Low-Cost TV Color-Burst Crystal Sine-Wave Input Produces Highly Accurate and Stable Tones**
- **Device Powered Directly by Telephone or Small Batteries**
- **Keyboard or Electronic Input Capability**
- **Dual-Tone and Single-Tone Capability**
- **Minimal Standby Power Requirement**
- **Total Harmonic Distortion Meets EIA Standard RS-470**
- **PEP3 Processing Available**
- **Wide Supply-Voltage Range**
- **Minimal Parts Required**
- **Single-Tone Production Can be Inhibited**
- **Auxiliary Switching Outputs: One Bipolar Transistor and One CMOS Gate**
- **Designed to be Interchangeable with Mostek MK5087**

N PACKAGE
(TOP VIEW)



NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

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

description

The TCM5087 tone encoder is a CMOS integrated circuit designed specifically to generate the dial tones used in dual-tone telephone dialing systems. It requires a sine-wave input normally supplied by a low-cost TV color-burst crystal at 3.579545 MHz to generate eight different audio sinusoidal frequencies. With this input the encoder generates dial tones that are very low in total harmonic distortion and comply with standard Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF) specifications without any need for frequency adjustment.

When generating a dual-tone signal, the encoder generates one column tone and one row tone and adds them for its output. The table below presents the frequencies produced by the tone encoder with the 3.579545-MHz TV-crystal signal input. Any deviation in this frequency will be reflected in the frequency output. The tolerance of the crystal is normally 0.02%.

TONE	DTMF STANDARD (Hz)	ENCODER OUTPUT* (Hz)	ERROR FROM STANDARD* (%)
Row 1	697	701.3	+0.62
Row 2	770	771.4	+0.19
Row 3	852	857.2	+0.61
Row 4	941	935.1	−0.63
Column 1	1209	1215.9	+0.57
Column 2	1336	1331.7	−0.32
Column 3	1477	1471.9	−0.35
Column 4	1633	1645	+0.73

*Using an input signal from a 3.579545-MHz crystal.

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1990, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

operation

keyboard and electronic inputs

The specific tone or tones generated are determined by inputs designated $\overline{\text{ROW}}$ 1 through $\overline{\text{ROW}}$ 4 and COLUMN 1 through COLUMN 4. The inputs are normally received from a 2-of-8 DTMF (DPST) keyboard, a Class A (SPST) keyboard, or an electronic circuit. Unlike dynamic or scanned inputs, the static inputs of the TCM5087 do not generate noise. See function table for input and output description.

single-tone enable input

This input inhibits the generation of single tones when taken low. All other chip functions remain unchanged. If the input is high or left open, single-tone operation is enabled.

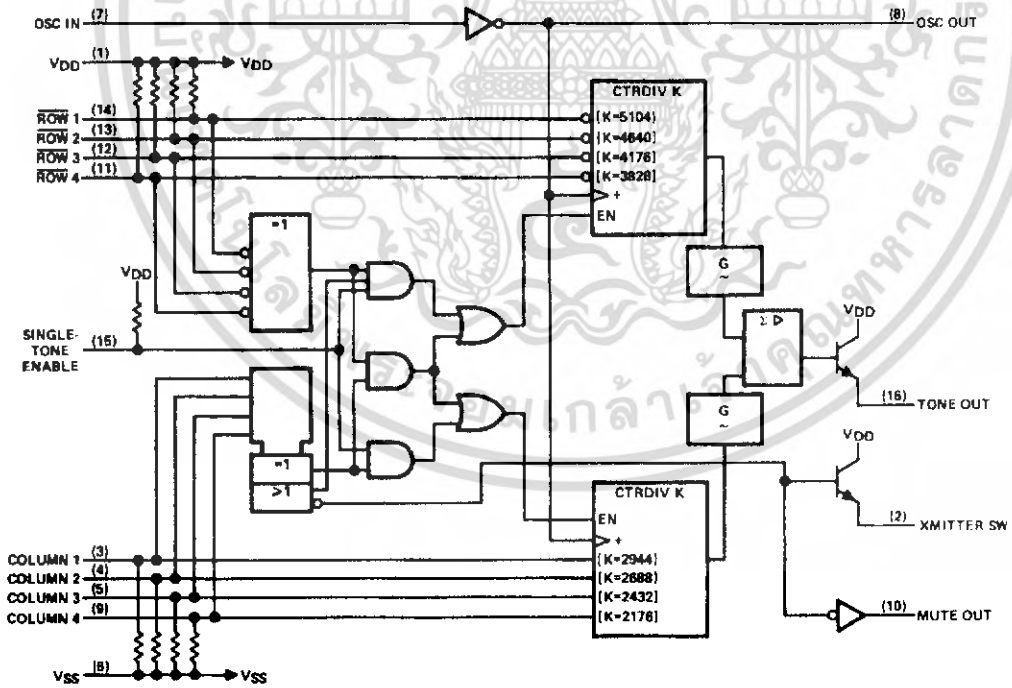
transmitter switch output

This output is at high impedance when one or more of the column inputs are active and is high when all column inputs are inactive. The output is the emitter of a bipolar transistor whose collector is at V_{DD}.

mute output

The mute output is high when one or more column inputs are active and is low when all column inputs are inactive.

functional block diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TONE ENCODER FUNCTION TABLE

INPUT COMBINATIONS†	TONE OUTPUT		MUTE OUTPUT	TRANSMITTER SWITCH OUTPUT
	PIN 15‡ OPEN	PIN 15‡ AT V_{SS}		
0 rows 0 columns	0	0	L	H
1 row 1 column	Row and column	Row and column	H	Hi-Z
2 or more rows 1 column	Column	0	H	Hi-Z
1 row 2 or more columns	Row	0	H	Hi-Z
2 or more rows 2 or more columns	0	0	H	Hi-Z
0 rows 1 column	Column	0	H	Hi-Z
0 rows 2 or more columns	0	0	H	Hi-Z
1 or more rows 0 columns	0	0	L	H

†Row inputs will be active (on) when the input voltage is at a low level (V_I # V_{IL}), and column inputs are active at a high input level. Under keyboard control, connecting a row input to a column input activates both.
‡Pin 15 is the single-tone disable input.

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

Supply voltage V_{DD} (see Note 1) . . . . . 13.5 V
Input voltage range . . . . . −0.3 V to V_{DD} + 0.3 V
Output voltage range . . . . . −0.3 V to V_{DD} + 0.3 V
Continuous power dissipation at 25°C free-air temperature (see Note 2) . . . . . 1150 mW
Operating free-air temperature range, T_A . . . . . −30°C to 70°C
Storage temperature range . . . . . −55°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds . . . . . 260°C

NOTES: 1. All voltage values are with respect to the V_{SS} terminal.
2. For operation above 25°C free-air temperature, derate linearly to 736 mW at 70°C at the rate of 9.2 mW/°C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{DD}		3.5		10	V
High-level input voltage, V_{IH}	Row inputs (off)	0.9 V_{DD}		V_{DD}	V
	All other inputs	0.7 V_{DD}		V_{DD}	
Low-level input voltage, V_{IL}	Column inputs (off)	V_{SS}		0.1 V_{DD}	V
	All other inputs	V_{SS}		0.3 V_{DD}	
Contact resistance between row and column inputs				100	Ω
Tone-output load resistance, R_L		120	330	620	Ω
Operating free-air temperature, T_A		−30		70	°C

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

PARAMETER			TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
	Column or row input				10			kΩ
	Single-tone-enable input resistance to V_{DD}		T_A = 25°C		20		100	kΩ
V_{OH}	High-level output voltage	Mute output	V_{DD} = 3 V,	I_{OH} = 0.2 mA,	2			V
			V_{DD} = 10 V,	I_{OH} = 0.5 mA	9			
		Transmitter switch output	V_{DD} = 3.5 V,	I_{OH} = −15 mA	1.5	2.5		
			V_{DD} = 10 V,	I_{OH} = −40 mA	8			
V_{OL}	Low-level output voltage, mute output		V_{DD} = 3 V,	I_{OL} = −0.2 mA			0.5	V
			V_{DD} = 10 V,	I_{OL} = −0.5 mA			0.5	
I_{OL}	Off-state current transmitter switch output		V_{DD} = 10 V,	V_O = 0 V			10	μA
I_{DDstby}	Standby supply current with outputs unloaded		V_{DD} = 3.5 V			0.25	100	μA
			V_{DD} = 10 V			0.5	200	
I_{DDop}	Operating current		V_{DD} = 3.5 V,	See Note 3		1	2	mA
			V_{DD} = 10 V,	See Note 3		5	10	

operating characteristics over recommended ranges of operating free-air temperature and supply voltage (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output rms voltage	Row tone	R_L = 330 Ω, T_A = 25°C	317	400	500	mV
	Column tone		396	500	630	
Preemphasis (column tone to row tone)			1	2	3	dB
Dual-tone output distortion (see Note 4)		V_{DD} ≥ 4 V			−20	dB
Quiescent tone-output power					−80	dBm
Tone-output rise time (see Note 5)				3	5	ms

†Unless otherwise noted, test conditions are: R_L = 820 Ω for V_{DD} ≤ 5 V or R_L = 330 Ω for V_{DD} > 5 V. Crystal parameters are the following: f = 3.579545 MHz ±0.02%, R_S < 100 Ω, C_L = 18 pF, C_M = 0.02 pF, C_H = 5 pF, L_M = 96 mH.

NOTES: 3. Operating current is measured with all outputs unloaded, one row input connected to one column input, and normal oscillator input (T_A at 0°C to 70°C).
4. Distortion is expressed as the ratio of total out-of-band power relative to the total fundamental power for the dual tone.
5. This is the time required for output to change from its quiescent value to 90% of its final rms value.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

output waveforms

Typical row and column stairstep approximations of sinusoidal outputs are shown in Figures 1 and 2. The row and column outputs are added together resulting in a typical dual-tone waveform as shown in Figure 3. Spectral analysis of this dual-tone waveform shows that all harmonic and intermodulation distortions are typically 30 dB below the strongest column-tone fundamental.

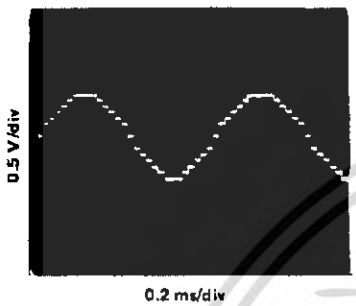


FIGURE 1

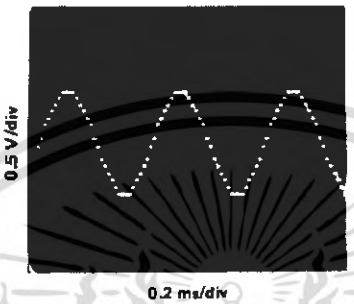


FIGURE 2

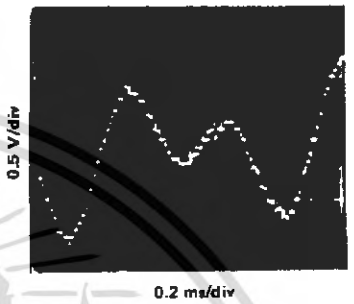


FIGURE 3

distortion considerations

The following formula is used to calculate the total harmonic distortion of a single row or a single column:

$$THD = \left(\frac{\sqrt{V_{2f}^2 + V_{3f}^2 + V_{4f}^2 + V_{5f}^2 + \ldots + V_{nf}^2}}{V_{1f}}\right) \times 100\%$$

where V_{2f} is the second harmonic of the fundamental frequency V_{1f} waveform and so on. The dual-tone total harmonic distortion is:

$$THD = \left(\frac{\sqrt{V_{2R}^2 + V_{3R}^2 + \ldots + V_{nR}^2 + V_{2C}^2 + \ldots V_{nC}^2 \pm V_{IMD}^2}}{\sqrt{V_{FR}^2 + V_{FC}^2}}\right) \times 100\%$$

where V_{FR} and V_{FC} are the row and column fundamental frequency waveforms, and V_{2R} and V_{2C}, etc., are the corresponding harmonics.

The total intermodulation distortion is:

$$V_{IMD}^2 = (V_{1R} + V_{1C})^2 + (V_{1R} - V_{1C})^2 + \ldots + (V_{nr} + V_{nC})^2 + (V_{nR} - V_{nC})^2$$

A relatively simple method of distortion measurement uses a spectrum analyzer to relate the harmonics to the fundamental frequency waveform. The tone encoder spectrum indicates the harmonics and intermodulation distortion at least 30 dB down relative to the column tone.

Another method for distortion measurement of the dual-tone waveform is to compare the total power in the fundamental frequencies with the total power in the various harmonics plus intermodulation on a signal analyzer. The encoders provide an output distortion of −20 dB maximum when operated between 3.5 V and 10 V. If operated between 3 V and 3.5 V, some clipping occurs at the output causing the distortion to exceed the −20 dB level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION

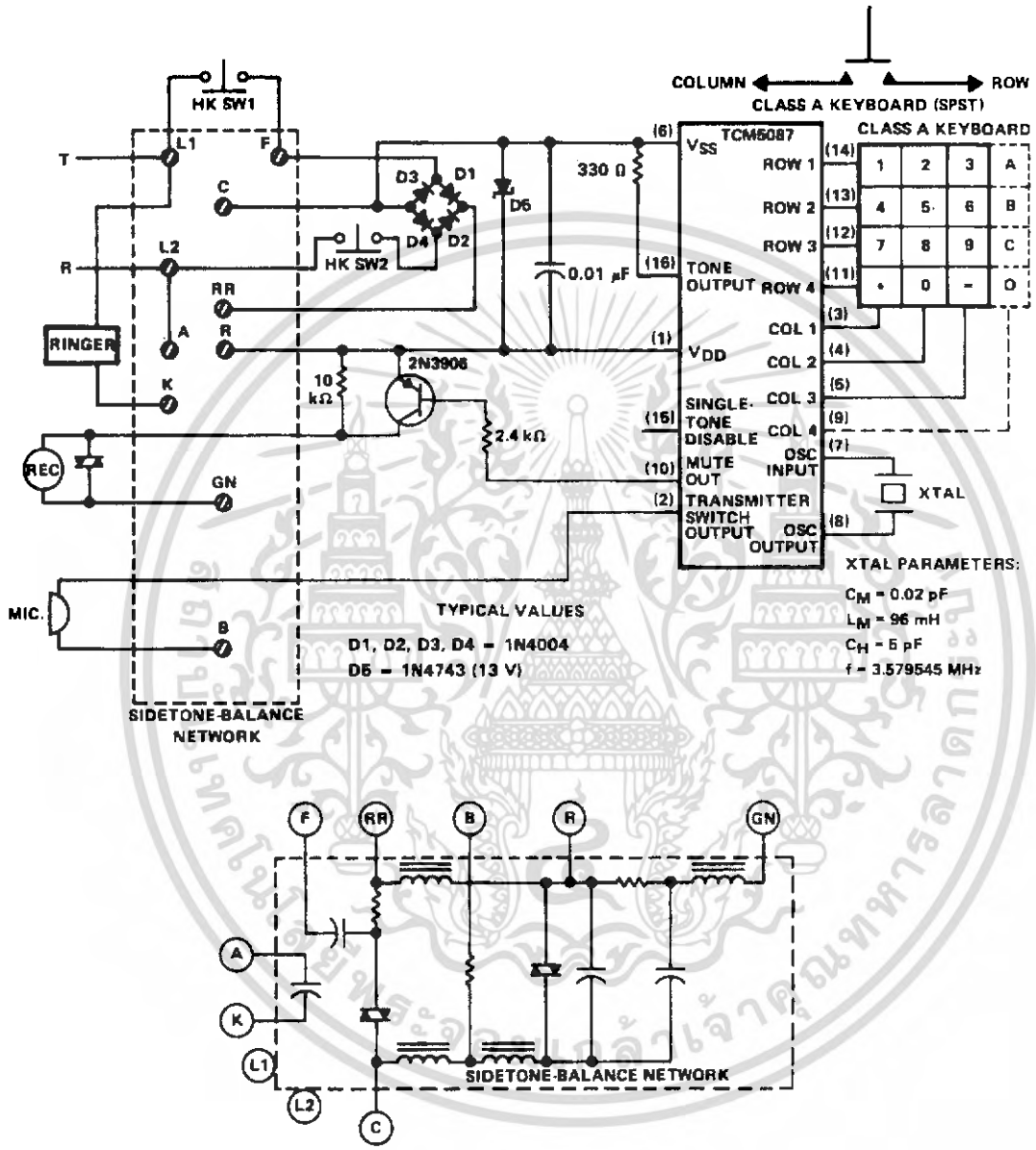


FIGURE 4. TYPICAL APPLICATION USING HYBRID COIL SIDETONE-BALANCE NETWORK, ELECTRONIC SWITCHING, AND LOW-COST (CLASS A) KEYBOARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

Single Supply Quad Operational Amplifiers

The LM324 series are low–cost, quad operational amplifiers with true differential inputs. They have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. The quad amplifier can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V with quiescent currents about one–fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

- Short Circuited Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V (LM224, LM324, LM324A)
- Low Input Bias Currents: 100 nA Maximum (LM324A)
- Four Amplifiers Per Package
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Industry Standard Pinouts
- ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness without Affecting Device Operation

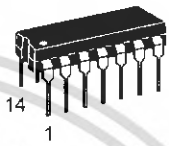
MAXIMUM RATINGS (T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	LM224 LM324, LM324A	LM2902, LM2902V	Unit
Power Supply Voltages Single Supply Split Supplies	 V_{CC} V_{CC}, V_{EE}	 32 ±16	 26 ±13	Vdc
Input Differential Voltage Range (Note 1)	V_{IDR}	±32	±26	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	V_{ICR}	–0.3 to 32	–0.3 to 26	Vdc
Output Short Circuit Duration	t_{SC}	Continuous		
Junction Temperature	T_J	150		°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	–65 to +150		°C
Operating Ambient Temperature Range LM224 LM324, 324A LM2902 LM2902V, NCV2902	T_A	 –25 to +85 0 to +70	 –40 to +105 –40 to +125	°C

1. Split Power Supplies.

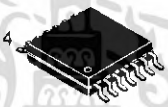
ON Semiconductor

http://onsemi.com



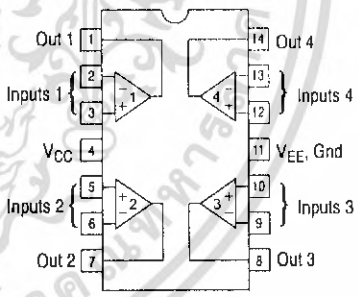
PDIP–14
N SUFFIX
CASE 646

SO–14
D SUFFIX
CASE 751A



TSSOP–14
DTB SUFFIX
CASE 948G

PIN CONNECTIONS



(Top View)

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 9 of this data sheet.

DEVICE MARKING INFORMATION

See general marking information in the device marking section on page 10 of this data sheet.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 5.0 V, V_{EE} = Gnd, T_A = 25°C, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V/NCV2902			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage V_{CC} = 5.0 V to 30 V (26 V for LM2902, V), V_{ICR} = 0 V to V_{CC} −1.7 V, V_O = 1.4 V, R_S = 0 Ω	V_{IO}																mV
T_A = 25°C		–	2.0	5.0	–	2.0	3.0	–	2.0	7.0	–	2.0	7.0	–	2.0	7.0	
T_A = T_{high} (Note 2)		–	–	7.0	–	–	5.0	–	–	9.0	–	–	10	–	–	13	
T_A = T_{low} (Note 2)		–	–	7.0	–	–	5.0	–	–	9.0	–	–	10	–	–	10	
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage T_A = T_{high} to T_{low} (Notes 2 and 4)	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	–	7.0	–	–	7.0	30	–	7.0	–	–	7.0	–	–	7.0	–	μV/°C
Input Offset Current T_A = T_{high} to T_{low} (Note 2)	I_{IO}	– –	3.0 –	30 100	– –	5.0 –	30 75	– –	5.0 –	50 150	– –	5.0 –	50 200	– –	5.0 –	50 200	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current T_A = T_{high} to T_{low} (Notes 2 and 4)	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	–	10	–	–	10	300	–	10	–	–	10	–	–	10	–	pA/°C
Input Bias Current T_A = T_{high} to T_{low} (Note 2)	I_{IB}	– –	−90 –	−150 −300	– –	−45 –	−100 −200	– –	−90 –	−250 −500	– –	−90 –	−250 −500	– –	−90 –	−250 −500	nA
Input Common Mode Voltage Range (Note 3) V_{CC} = 30 V (26 V for LM2902, V)	V_{ICR}																V
T_A = +25°C		0	–	28.3	0	–	28.3	0	–	28.3	0	–	24.3	0	–	24.3	
T_A = T_{high} to T_{low} (Note 2)		0	–	28	0	–	28	0	–	28	0	–	24	0	–	24	
Differential Input Voltage Range	V_{IDR}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	V
Large Signal Open Loop Voltage Gain R_L = 2.0 kΩ, V_{CC} = 15 V, for Large V_O Swing	A_{VOL}	50	100	–	25	100	–	25	100	–	25	100	–	25	100	–	V/mV
T_A = T_{high} to T_{low} (Note 2)		25	–	–	15	–	–	15	–	–	15	–	–	15	–	–	
Channel Separation 10 kHz ≤ f ≤ 20 kHz, Input Referenced	CS	–	−120	–	–	−120	–	–	−120	–	–	−120	–	–	−120	–	dB
Common Mode Rejection, R_S ≤ 10 kΩ	CMR	70	85	–	65	70	–	65	70	–	50	70	–	50	70	–	dB
Power Supply Rejection	PSR	65	100	–	65	100	–	65	100	–	50	100	–	50	100	–	dB

2. LM224: T_{low} = −25°C, T_{high} = +85°C
   LM324/LM324A: T_{low} = 0°C, T_{high} = +70°C
   LM2902: T_{low} = −40°C, T_{high} = +105°C
   LM2902V & NCV2902: T_{low} = −40°C, T_{high} = +125°C
   NCV2902 is qualified for automotive use.
3. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is V_{CC} −1.7 V.
4. Guaranteed by design.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 5.0 V, V_{EE} = Gnd, T_A = 25°C, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V/NCV2902			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage–High Limit (T_A = T_{high} to T_{low}) (Note 5)	V_{OH}																V
V_{CC} = 5.0 V, R_L = 2.0 kΩ, T_A = 25°C		3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	
V_{CC} = 30 V (26 V for LM2902, V), R_L = 2.0 kΩ		26	–	–	26	–	–	26	–	–	22	–	–	22	–	–	
V_{CC} = 30 V (26 V for LM2902, V), R_L = 10 kΩ		27	28	–	27	28	–	27	28	–	23	24	–	23	24	–	
Output Voltage – Low Limit, V_{CC} = 5.0 V, R_L = 10 kΩ, T_A = T_{high} to T_{low} (Note 5)	V_{OL}	–	5.0	20	–	5.0	20	–	5.0	20	–	5.0	100	–	5.0	100	mV
Output Source Current (V_{ID} = +1.0 V, V_{CC} = 15 V)	I_{O+}																mA
T_A = 25°C		20	40	–	20	40	–	20	40	–	20	40	–	20	40	–	
T_A = T_{high} to T_{low} (Note 5)		10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	
Output Sink Current	I_{O-}																mA
(V_{ID} = –1.0 V, V_{CC} = 15 V) T_A = 25°C		10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	
T_A = T_{high} to T_{low} (Note 5)		5.0	8.0	–	5.0	8.0	–	5.0	8.0	–	5.0	8.0	–	5.0	8.0	–	
(V_{ID} = –1.0 V, V_O = 200 mV, T_A = 25°C)		12	50	–	12	50	–	12	50	–	–	–	–	–	–	–	µA
Output Short Circuit to Ground (Note 6)	I_{SC}	–	40	60	–	40	60	–	40	60	–	40	60	–	40	60	mA
Power Supply Current (T_A = T_{high} to T_{low}) (Note 5)	I_{CC}																mA
V_{CC} = 30 V (26 V for LM2902, V), V_O = 0 V, R_L = ∞		–	–	3.0	–	1.4	3.0	–	–	3.0	–	–	3.0	–	–	3.0	
V_{CC} = 5.0 V, V_O = 0 V, R_L = ∞		–	–	1.2	–	0.7	1.2	–	–	1.2	–	–	1.2	–	–	1.2	

5. LM224: T_{low} = –25°C, T_{high} = +85°C
   LM324/LM324A: T_{low} = 0°C, T_{high} = +70°C
   LM2902: T_{low} = –40°C, T_{high} = +105°C
   LM2902V & NCV2902: T_{low} = –40°C, T_{high} = +125°C
   NCV2902 is qualified for automotive use.
6. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is V_{CC} –1.7 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

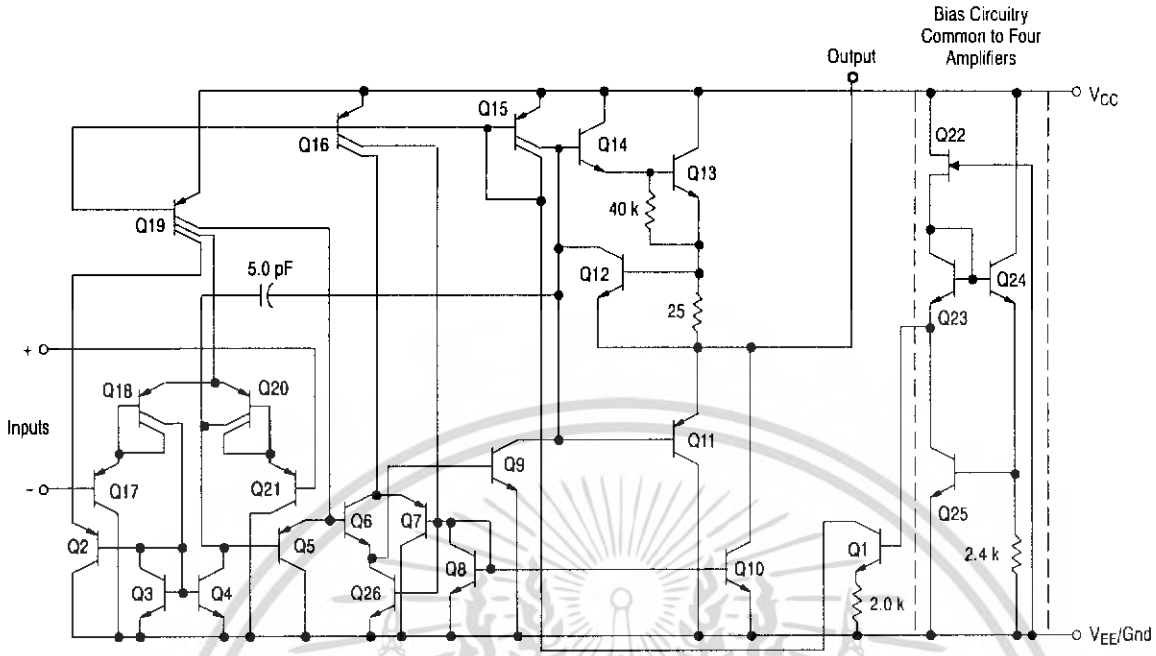


Figure 1. Representative Circuit Diagram
(One–Fourth of Circuit Shown)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRCUIT DESCRIPTION

The LM324 series is made using four internally compensated, two–stage operational amplifiers. The first stage of each consists of differential input devices Q20 and Q18 with input buffer transistors Q21 and Q17 and the differential to single ended converter Q3 and Q4. The first stage performs not only the first stage gain function but also performs the level shifting and transconductance reduction functions. By reducing the transconductance, a smaller compensation capacitor (only 5.0 pF) can be employed, thus saving chip area. The transconductance reduction is accomplished by splitting the collectors of Q20 and Q18. Another feature of this input stage is that the input common mode range can include the negative supply or ground, in single supply operation, without saturating either the input devices or the differential to single–ended converter. The second stage consists of a standard current source load amplifier stage.

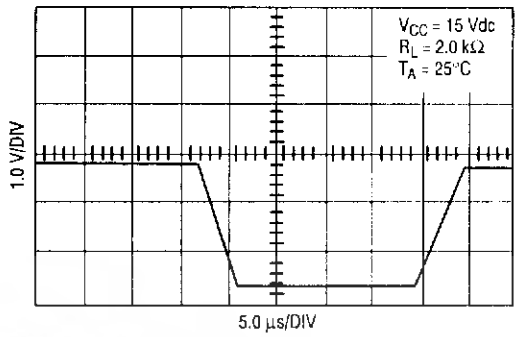


Figure 2. Large Signal Voltage Follower Response

Each amplifier is biased from an internal–voltage regulator which has a low temperature coefficient thus giving each amplifier good temperature characteristics as well as excellent power supply rejection.

Figure 3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

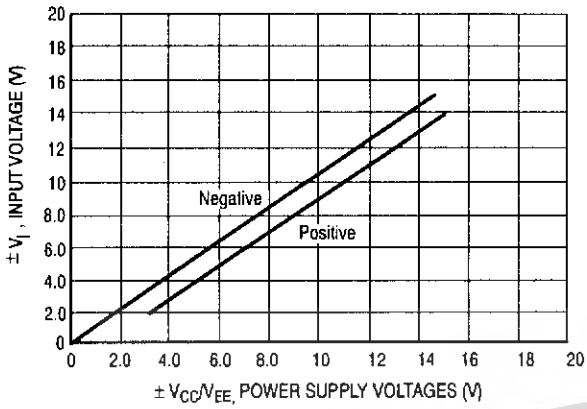


Figure 4. Input Voltage Range

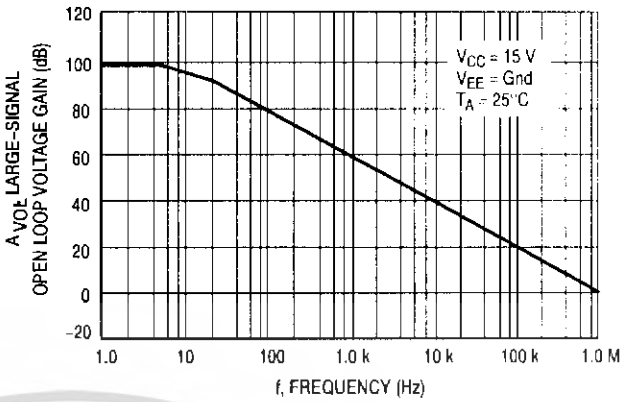


Figure 5. Open Loop Frequency

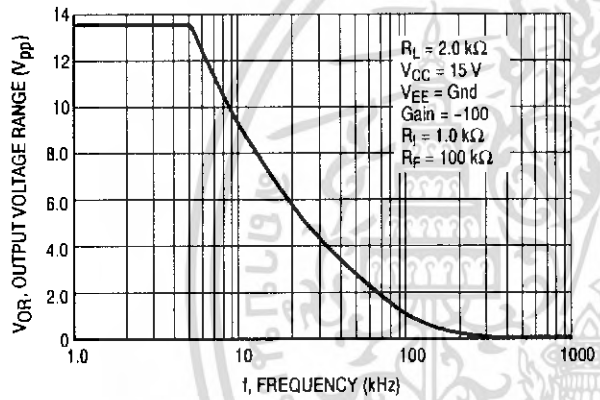


Figure 6. Large−Signal Frequency Response

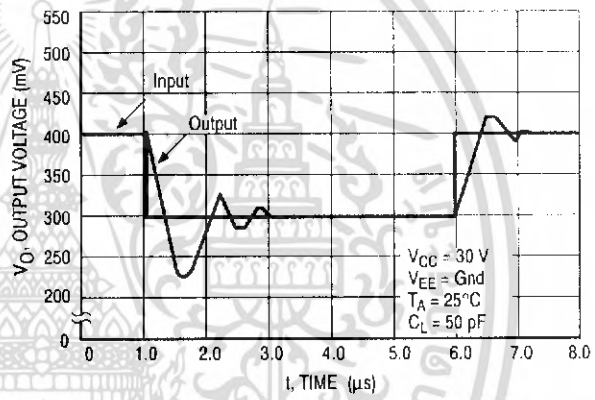


Figure 7. Small−Signal Voltage Follower Pulse Response (Noninverting)

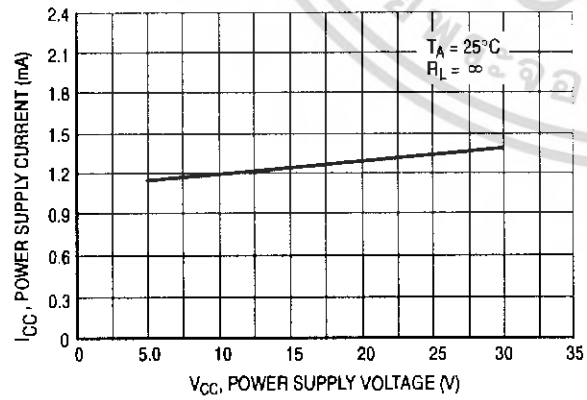


Figure 8. Power Supply Current versus Power Supply Voltage

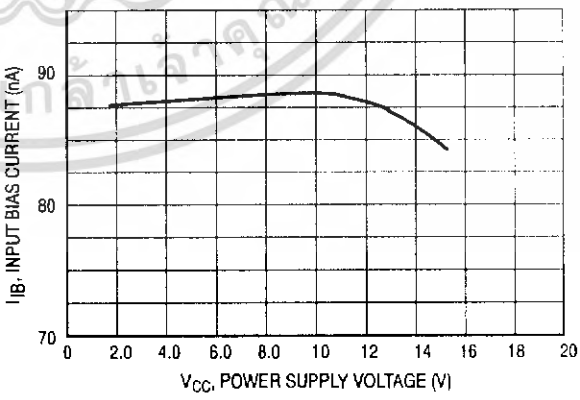


Figure 9. Input Bias Current versus Power Supply Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

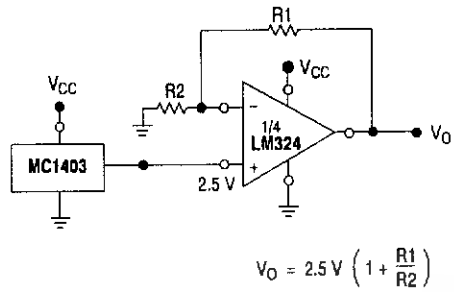


Figure 10. Voltage Reference

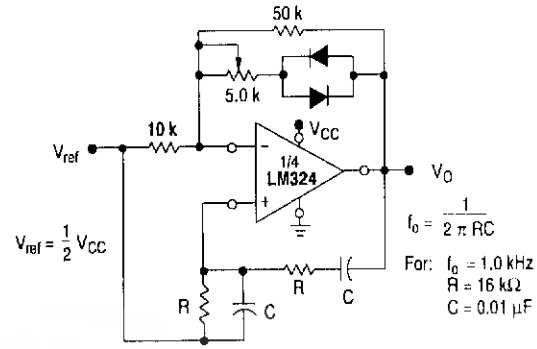


Figure 11. Wien Bridge Oscillator

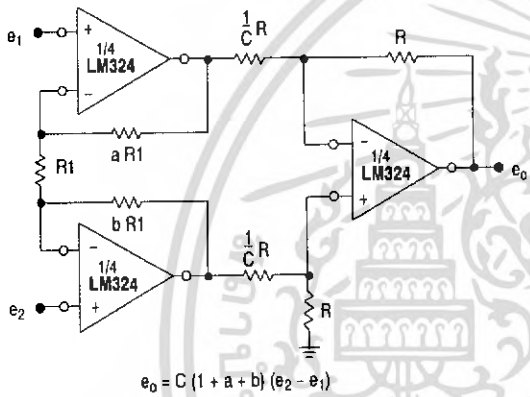


Figure 12. High Impedance Differential Amplifier

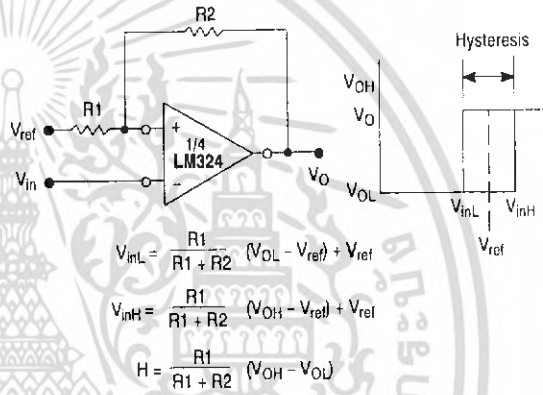


Figure 13. Comparator with Hysteresis

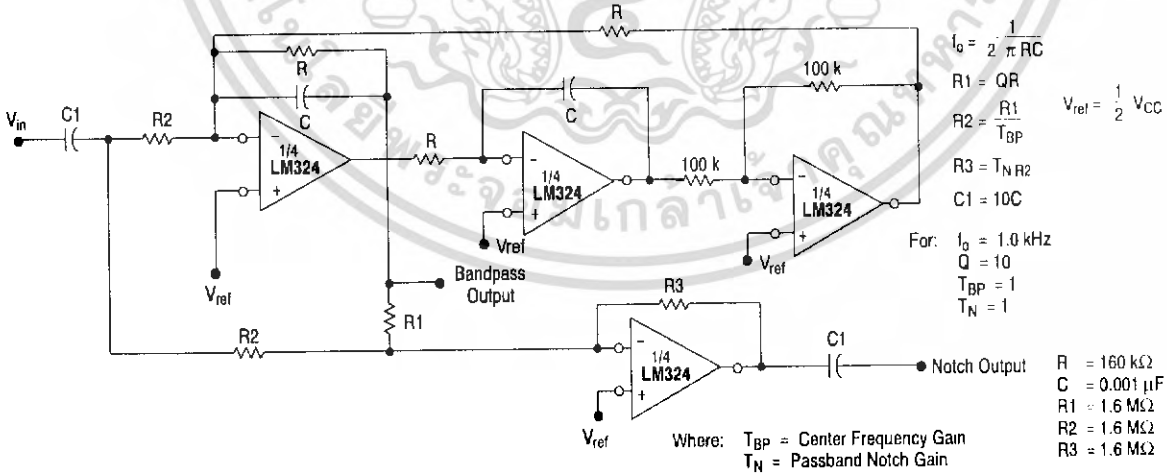


Figure 14. Bi–Quad Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

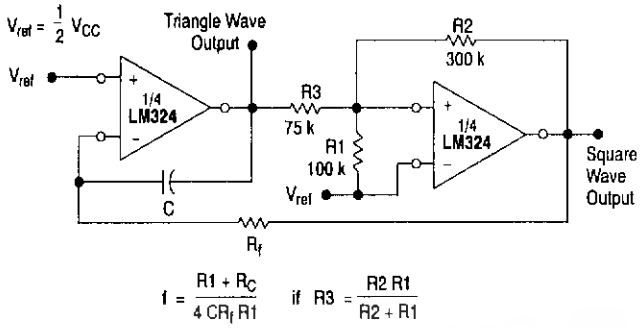


Figure 15. Function Generator

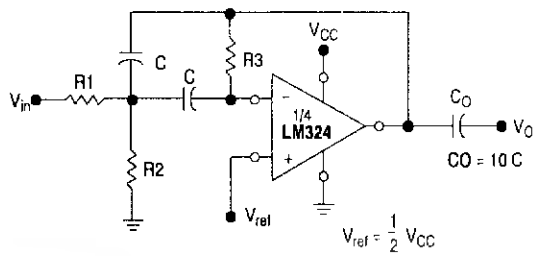


Figure 16. Multiple Feedback Bandpass Filter

Given: f_o = center frequency
$A(f_o)$ = gain at center frequency

Choose value f_o, C

Then: $R3 = \frac{Q}{\pi f_o C}$

$R1 = \frac{R3}{2 A(f_o)}$

$R2 = \frac{R1\,R3}{4Q^2 R1 - R3}$

For less than 10% error from operational amplifier, $\frac{Q_o f_c}{BW} < 0.1$

where f_o and BW are expressed in Hz.

If source impedance varies, filter may be preceded with voltage follower buffer to stabilize filter parameters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION

Device	Package	Operating Temperature Range	Shipping
LM224D	SO–14	–25° to +85°C	55 Units/Rail
LM224DR2	SO–14		2500 Tape & Reel
LM224DTB	TSSOP–14		96 Units/Rail
LM224DTBR2	TSSOP–14		2500 Tape & Reel
LM224N	PDIP–14		25 Units/Rail
LM324D	SO–14	0° to +70°C	55 Units/Rail
LM324DR2	SO–14		2500 Tape & Reel
LM324DTB	TSSOP–14		96 Units/Rail
LM324DTBR2	TSSOP–14		2500 Tape & Reel
LM324N	PDIP–14		25 Units/Rail
LM324AD	SO–14		55 Units/Rail
LM324ADR2	SO–14		2500 Tape & Reel
LM324ADTB	TSSOP–14		96 Units/Rail
LM324ADTBR2	TSSOP–14		2500 Tape & Reel
LM324AN	PDIP–14		25 Units/Rail
LM2902D	SO–14	–40° to +105°C	55 Units/Rail
LM2902DR2	SO–14		2500 Tape & Reel
LM2902DTB	TSSOP–14		96 Units/Rail
LM2902DTBR2	TSSOP–14		2500 Tape & Reel
LM2902N	PDIP–14		25 Units/Rail
LM2902VD	SO–14	–40° to +125°C	55 Units/Rail
LM2902VDR2	SO–14		2500 Tape & Reel
LM2902VDTB	TSSOP–14		96 Units/Rail
LM2902VDTBR2	TSSOP–14		2500 Tape & Reel
LM2902VN	PDIP–14		25 Units/Rail
NCV2902DR2	SO–14		2500 Tape & Reel

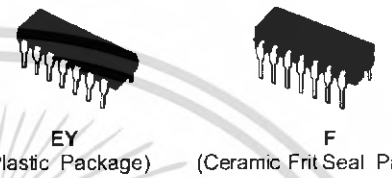
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

HCC/HCF4093B

QUAD 2-INPUT NAND SCHMIDT TRIGGERS

- SCHMITT-TRIGGER ACTION ON EACH INPUT WITH NO EXTERNAL COMPONENTS
- HYSTERESIS VOLTAGE TYPICALLY 0.9V AT V_{DD} = 5V AND 2.3V AT V_{DD} = 10V
- NOISE IMMUNITY GREATER THAN 50% OF V_{DD} (typ.)
- NO LIMIT ON INPUT RISE AND FALL TIMES
- STANDARDIZED SYMMETRICAL OUTPUT CHARACTERISTICS
- QUIESCENT CURRENT SPECIFIED TO 20V FOR HCC DEVICE
- 5V, 10V, AND 15V PARAMETRIC RATINGS
- INPUT CURRENT OF 100nA AT 18V AND 25°C FOR HCC DEVICE
- 100% TESTED FOR QUIESCENT CURRENT
- MEETS ALL REQUIREMENTS OF JEDEC TENTATIVE STANDARD N°. 13A, "STANDARD SPECIFICATIONS FOR DESCRIPTION OF "B" SERIES CMOS DEVICES"



EY
(Plastic Package)

F
(Ceramic Frit Seal Package)

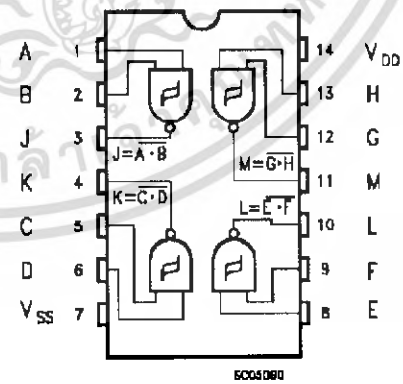
M1
(Micro Package)

C1
(Plastic Chip Carrier)

ORDER CODES :

HCC4093BF	HCF4093BM1
HCF4093BEY	HCF4093BC1

PIN CONNECTIONS



DESCRIPTION

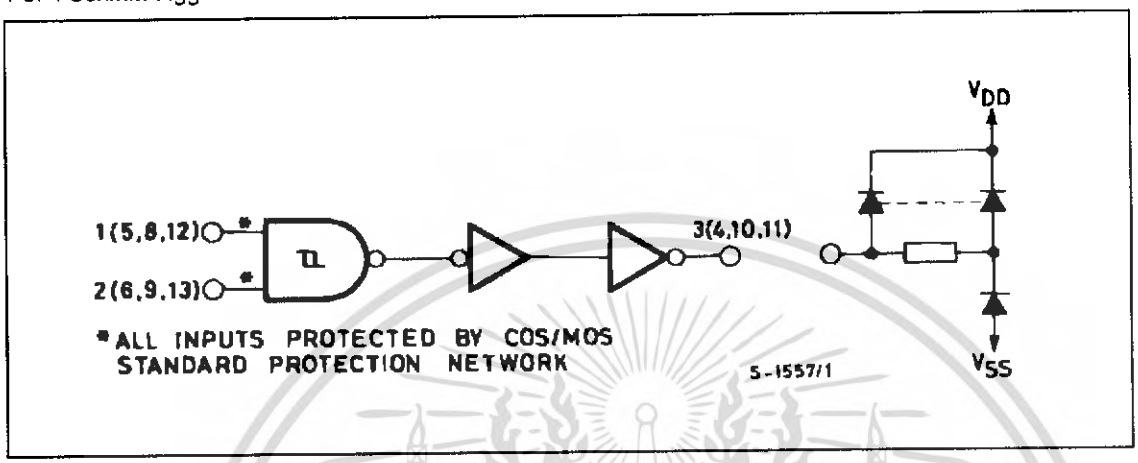
The **HCC4093B** (extended temperature range) and **HCF4093B** (intermediate temperature range) are available in 14-lead dual in-line plastic or ceramic package and plastic micropackage. The **HCC/HCF4093B** consists of four Schmitt-trigger circuits. Each circuit functions as a two-input NAND gate with Schmitt-trigger action on both inputs. The gate switches at different points for positive and negative-going signals.

The difference between the positive voltage (V_P) and the negative voltage (V_N) is defined as hysteresis voltage (V_H) (see fig. 1).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTIONAL DIAGRAM

1 of 4 Schmitt triggers



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD}*	Supply Voltage : **HCC** Types **HCF** Types	− 0.5 to + 20 − 0.5 to + 18	V V
V_I	Input Voltage	− 0.5 to V_{DD} + 0.5	V
I_I	DC Input Current (any one input)	± 10	mA
P_{tot}	Total Power Dissipation (per package) Dissipation per Output Transistor for T_{op} = Full Package-temperature Range	200 100	mW mW
T_{op}	Operating Temperature : **HCC** Types **HCF** Types	− 55 to + 125 − 40 to + 85	°C °C
T_{stg}	Storage Temperature	− 65 to + 150	°C

Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings "may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for external periods may affect device reliability.

* All voltage values are referred to V_{SS} pin voltage.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD}	Supply Voltage : **HCC** Types **HCF** Types	3 to 18 3 to 15	V V
V_I	Input Voltage	0 to V_{DD}	V
T_{op}	Operating Temperature : **HCC** Types **HCF** Types	− 55 to + 125 − 40 to + 85	°C °C

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (over recommended operating conditions)

Symbol	Parameter		Test Conditions V_I (V)	V_O (V)	$\|I_O\|$ (μA)	V_{DD} (V)	Value T_{Low}* Min.	T_{Low}* Max.	25°C Min.	25°C Typ.	25°C Max.	T_{High}* Min.	T_{High}* Max.	Unit
I_L	Quiescent Current	HCC Types	0/ 5			5		1		0.02	1		30	μA
			0/10			10		2		0.02	2		60	
			0/15			15		4		0.02	4		120	
			0/20			20		20		0.04	20		600	
		HCF Types	0/ 5			5		4		0.02	4		30	
			0/10			10		8		0.02	8		60	
			0/15			15		16		0.02	16		120	
V_P	Positive Trigger Threshold Voltage		a			5	2.2	3.6	2.2	2.9	3.6	2.2	3.6	V
			a			10	4.6	7.1	4.6	5.9	7.1	4.6	7.1	
			a			15	6.8	10.8	6.8	8.8	10.8	6.8	10.8	
			b			5	2.6	4	2.6	3.3	4	2.6	4	
			b			10	5.6	8.2	5.6	7	8.2	5.6	8.2	
			b			15	6.3	12.7	6.3	9.4	12.7	6.3	12.7	
V_N	Negative Trigger Threshold Voltage		a			5	0.9	2.8	0.9	1.9	2.8	0.9	2.8	V
			a			10	2.5	5.2	2.5	3.9	5.2	2.5	5.2	
			a			15	4	7.4	4	5.8	7.4	4	7.4	
			b			5	1.4	3.2	1.4	2.3	3.2	1.4	3.2	
			b			10	3.4	6.6	3.4	5.1	6.6	3.4	6.6	
			b			15	4.8	9.6	4.8	7.3	9.6	4.8	9.6	
V_H	Hysteresis Voltage		a			5	0.3	1.6	0.3	0.9	1.6	0.3	1.6	V
			a			10	1.2	3.4	1.2	2.3	3.4	1.2	3.4	
			a			15	1.6	5	1.6	3.5	5	1.6	5	
			b			5	0.3	1.6	0.3	0.9	1.6	0.3	1.6	
			b			10	1.2	3.4	1.2	2.3	3.4	1.2	3.4	
			b			15	1.6	5	1.6	3.5	5	1.6	5	
V_{OH}	Output High Voltage		0/ 5		< 1	5	4.95		4.95			4.95		V
			0/10		< 1	10	9.95		9.95			9.95		
			0/15		< 1	15	14.95		14.95			14.95		
V_{OL}	Output Low Voltage		5/0		< 1	5		0.05			0.05		0.05	V
			10/0		< 1	10		0.05			0.05		0.05	
			15/0		< 1	15		0.05			0.05		0.05	
I_{OH}	Output Drive Current	HCC Types	0/ 5	2.5		5	− 2		− 1.6	− 3.2		− 1.15		mA
			0/ 5	4.6		5	− 0.64		− 0.51	− 1		− 0.36		
			0/10	9.5		10	− 1.6		− 1.3	− 2.6		− 0.9		
			0/15	13.5		15	− 4.2		− 3.4	− 6.8		− 2.4		
		HCF Types	0/ 5	2.5		5	− 1.53		− 1.36	− 3.2		− 1.1		
			0/ 5	4.6		5	− 0.52		− 0.44	− 1		− 0.36		
			0/10	9.5		10	− 1.3		− 1.1	− 2.6		− 0.9		
			0/15	13.5		15	− 3.6		− 3.0	− 6.8		− 2.4		

a : input on terminals 1, 5, 8, 12 or 2, 6, 9, 13 ; other inputs to V_{DD}.
b : input on terminals 1 and 2, 5 and 6, 8 and 9, or 12 and 13 ; other inputs to V_{DD}.
* T_{Low} = −55°C for **HCC** device : -40°C for **HCF** device.
* T_{High} = +125°C for **HCC** device : +85°C for **HCF** device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

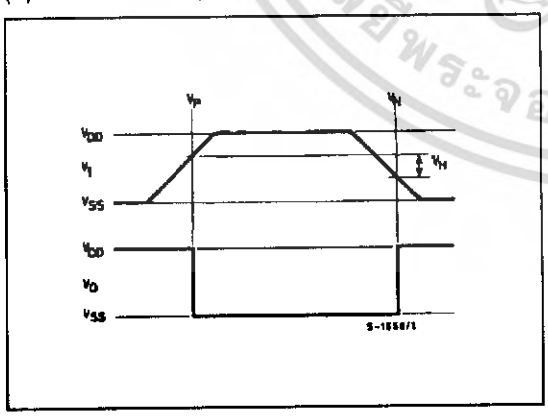
Symbol	Parameter		Test Conditions				Value							Unit
			V_I (V)	V_O (V)	$\|I_O\|$ (μA)	V_{DD} (V)	T_{Low}*		25°C			T_{High}*		
							Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
I_{OL}	Output Sink Current		0/ 5	0.4		5	0.64		0.51	1		0.36		mA
			0/10	0.5		10	1.6		1.3	2.6		0.9		
			0/15	1.5		15	4.2		3.4	6.8		2.4		
			0/ 5	0.4		5	0.52		0.44	1		0.36		
			0/10	0.5		10	1.3		1.1	2.6		0.9		
			0/15	1.5		15	3.6		3.0	6.8		2.4		
I_{IH}, I_{IL}	Input Leakage Current	HCC Types	0/18	Any Input		18		± 0.1		± 10^{-5}	± 0.1		± 1	μA
		HCF Types	0/15			15		± 0.3		± 10^{-5}	± 0.3		± 1	
C_I	Input Capacitance			Any Input						5	7.5			pF

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25°C, C_L = 50pF, R_L = 200kΩ, typical temperature coefficient for all V_{DD} = 0.3%/°C values , all input rise and fall time = 20ns)

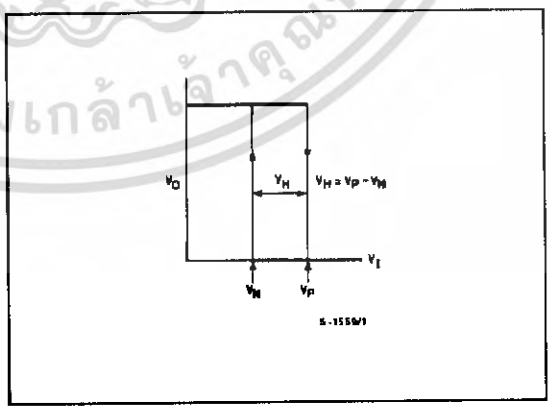
Symbol	Parameter	Test Conditions	Value				Unit
			V_{DD} (V)	Min.	Typ.	Max.	
t_{PLH}, t_{PHL}	Propagation Delay Time		5		190	380	ns
			10		90	180	
			15		65	130	
t_{TLH}, t_{THL}	Transition Time		5		100	200	ns
			10		50	100	
			15		40	80	

Figure1 : Hysteresis Definition, Characteristics and Test Setup.

(a) Definition of V_P, V_N and V_H



(b) Transfer characteristics of 1 of 4 gates



SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(c) Test setup

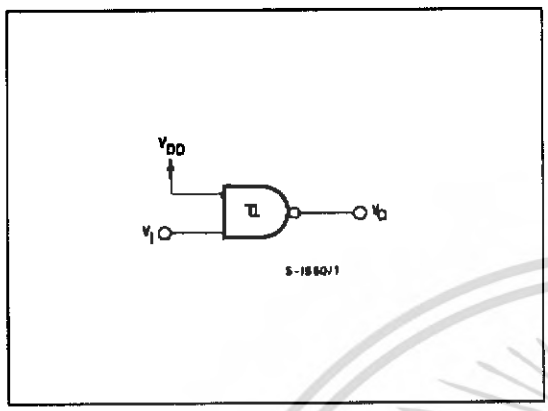


Figure 2 : Input and Output Characteristics.

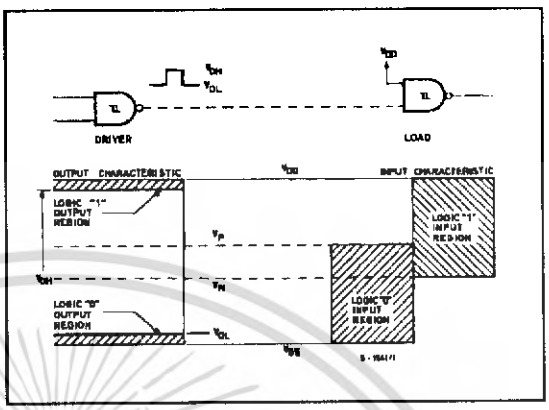
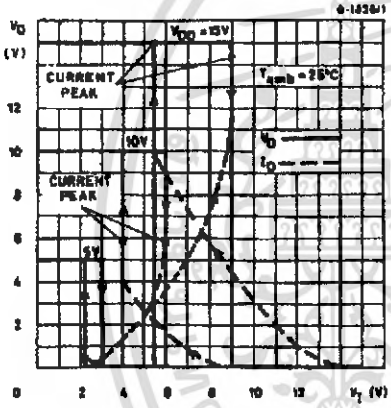


Figure 3 : Typical Current and Voltage Transfer Characteristics.



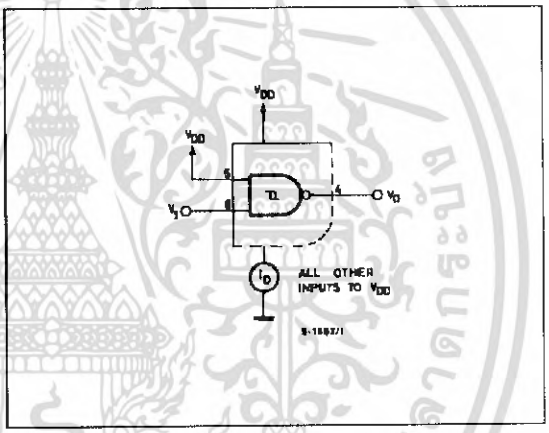
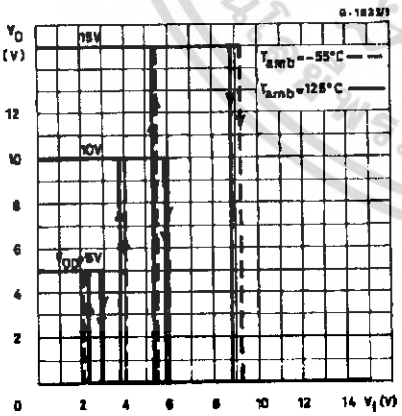
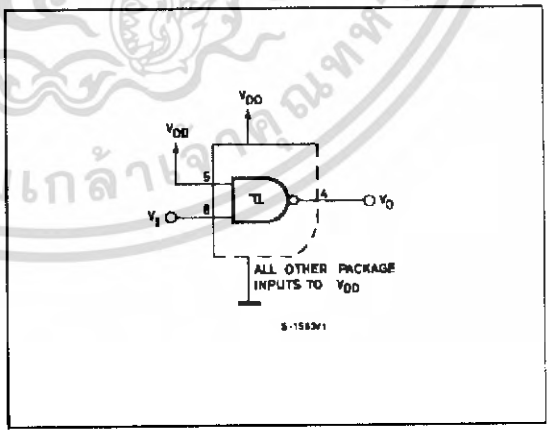


Figure 4 : Typical Voltage Transfer Characteristics as a Function of Temperature, and Test Circuit.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 5 : Typical Output Low (sink) Current Characteristics.

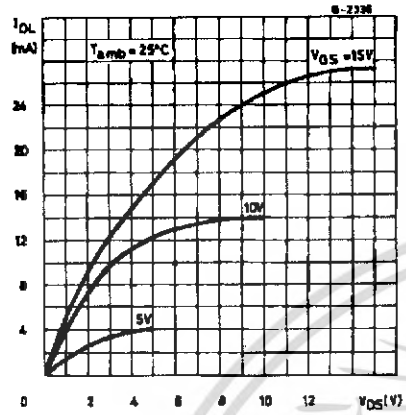


Figure 6 : Minimum Output Low (sink) Current Characteristics.

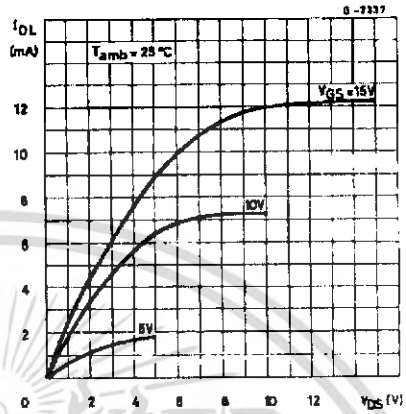


Figure 7 : Typical Output High (source) Current Characteristic.

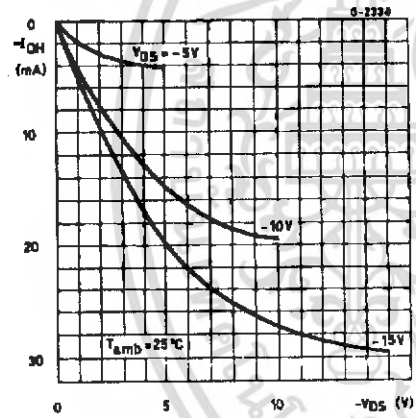


Figure 8 : Minimum Output High Current Characteristics.

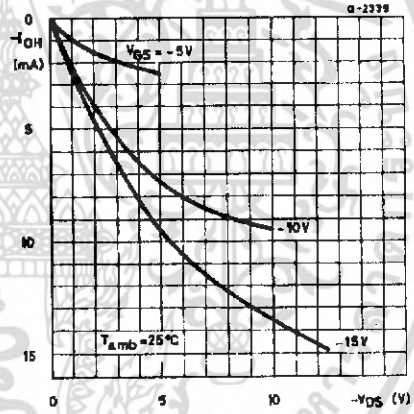


Figure 9 : Typical Propagation Delay Time vs. Supply Voltage.

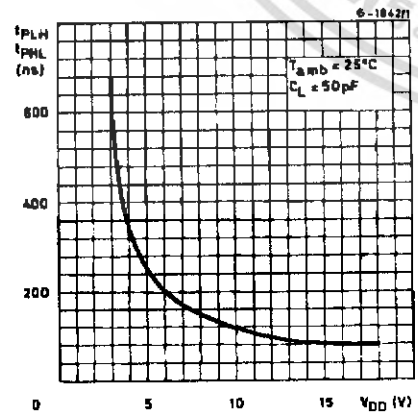
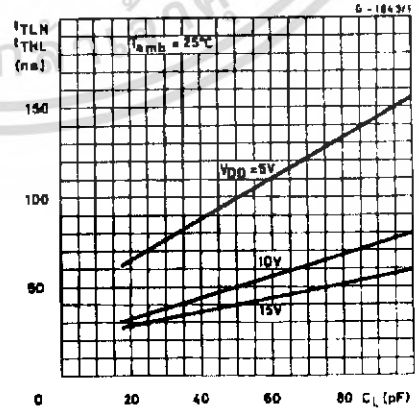


Figure 10 : Typical Transition Time vs. Load Capacitance.



SGS-THOMSON MICROELECTRONICS
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 11 : Typical Trigger Threshold Voltage vs. V_{DD}

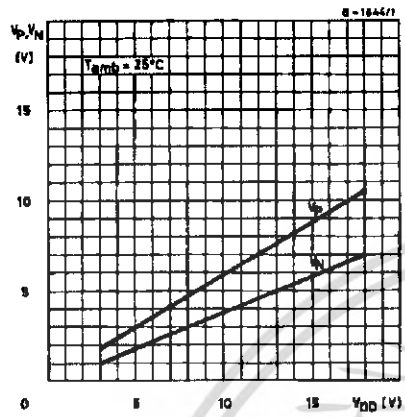


Figure 12 : Typical per cent Hysteresis vs. Supply Voltage.

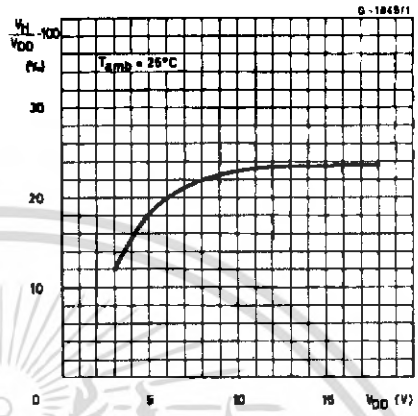


Figure 13 : Typical Dissipation Characteristics.

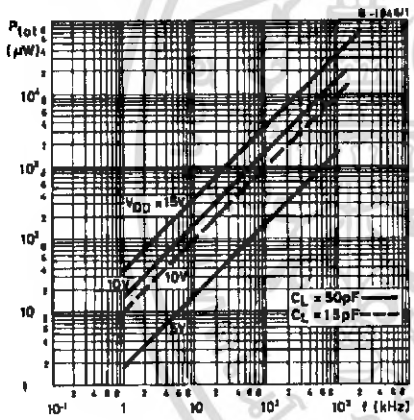
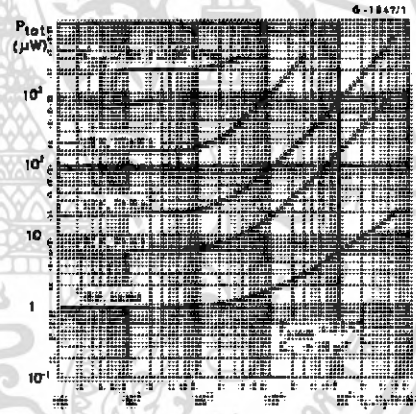


Figure 14 : Power Dissipation vs. Rise and Fall Times.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS

Figure 15 : Wave Shaper.

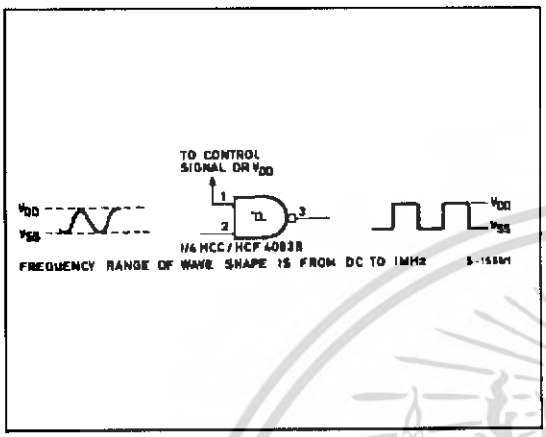


Figure 16 : Monostable Multivibrator.

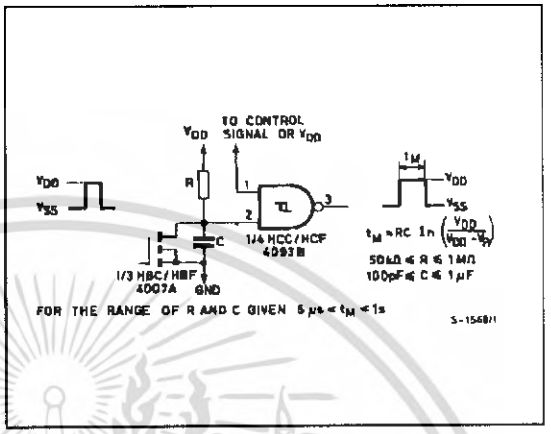
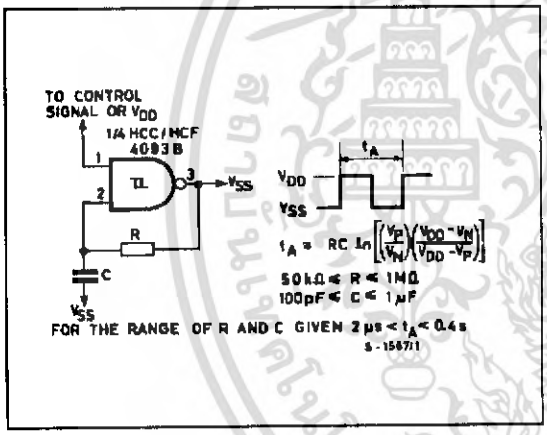


Figure17 : Astable Multivibrator.



TEST CIRCUITS

Figure18 : Quiescent Device Current.

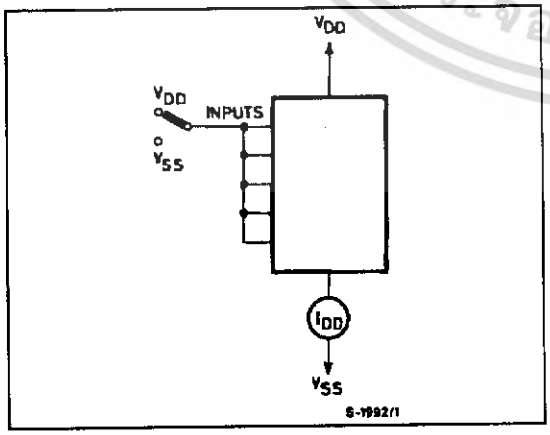
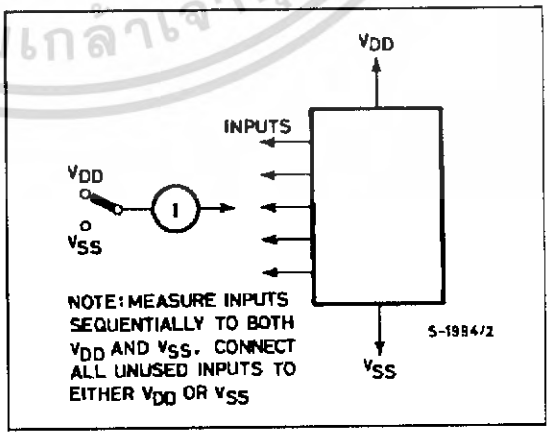


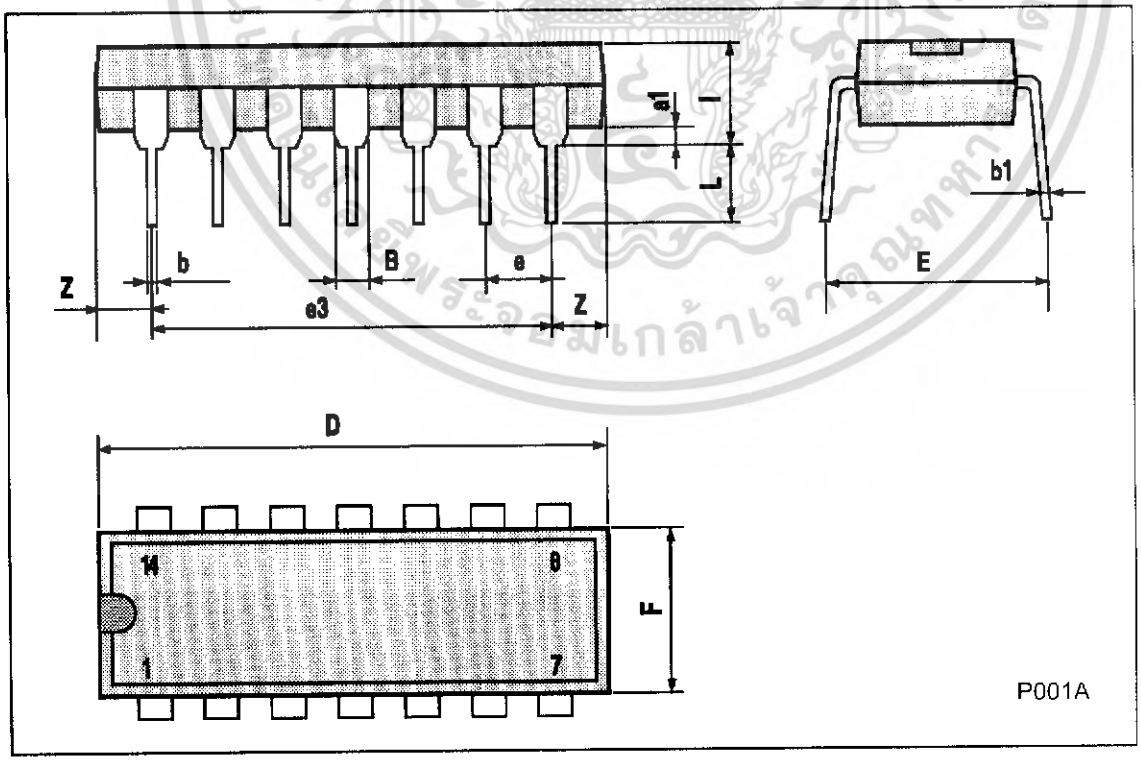
Figure 19 : Input Leakage Current.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plastic DIP14 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14467-1

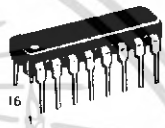
IONIZATION SMOKE DETECTOR

The MC14467-1, when used with an ionization chamber and a small number of external components, will detect smoke. When smoke is sensed, an alarm is sounded via an external piezoelectric transducer and internal drivers. This circuit is designed to comply with the UL217 and UL268 specifications.

- Ionization Type with On-Chip FET Input Comparator
- Piezoelectric Horn Driver
- Guard Outputs on Both Sides of Detect Input
- Input-Production Diodes on the Detect Input
- Low-Battery Trip Point, Internally Set, Can Be Altered Via External Resistor
- Detect Threshold, Internally Set, Can Be Altered Via External Resistor
- Pulse Testing for Low Battery Uses LED for Battery Loading
- Comparator Outputs for Detect and Low Battery
- Internal Reverse Battery Protection

CMOS MSI
(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

IONIZATION SMOKE DETECTOR

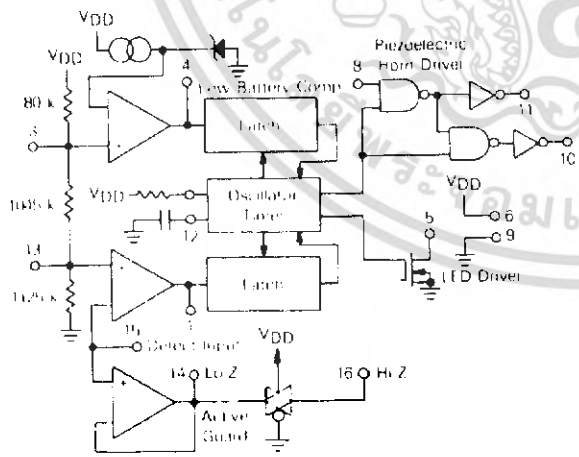


P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 648

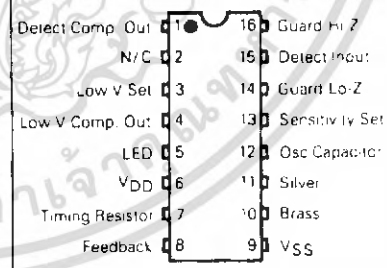
ORDERING INFORMATION

MC14467P1	Plastic DIP

BLOCK DIAGRAM



PIN ASSIGNMENT



7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS* (Voltages referenced to V_{SS})

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	−0.5 to +15	V
Input Voltage, All Inputs Except Pin 8	V_{in}	−0.25 to V_{DD} +0.25	V
DC Current Drain per Input Pin, Except Pin 15 = 1 mA	I	10	mA
DC Current Drain per Output Pin	I	30	mA
Operating Temperature Range	T_A	−10 to +60	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55 to +125	°C
Reverse Battery Time	tRB	5.0	s

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS (Voltages referenced to V_{SS})

Parameter	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V_{DD}	9.0	V
Timing Capacitor	–	0.1	μF
Timing Resistor	–	8.2	MΩ
Battery Load (Resistor or LED)	–	10	mA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages referenced to V_{SS}, T_A = 25°C)

Characteristic		Symbol	V_{DD} V_{dc}	Min	Typ#	Max	Unit
Operating Voltage		V_{DD}	–	6.0	–	12	V
Output Voltage		V_{OH}					V
Piezoelectric Horn Drivers (I_{OH} = −16 mA)			7.2	6.3	–	–	
Comparators (I_{OH} = −30 μA)			9.0	8.5	8.8	–	
Output Voltage		V_{OL}					V
Piezoelectric Horn Drivers (I_{OL} = +16 mA)			7.2	–	–	0.9	
Comparators (I_{OL} = +30 μA)			9.0	–	0.1	0.5	
Output Voltage — LED Driver, I_{OL} = 10 mA		V_{OL}	7.2	–	–	3.0	V
Output Impedance, Active Guard	Pin 14	Lo-Z	9.0	–	–	10	kΩ
	Pin 16	Hi-Z	9.0	–	–	1000	
Operating Current (R_{bias} = 8.2 MΩ)		I_{DD}	9.0	–	5.0	9.0	μA
			12.0	–	–	12.0	
Input Current — Detect (40% R.H.)		I_{in}	9.0	–	–	±1.0	pA
Internal Set Voltage							V
Low Battery		V_{low}	9.0	7.2	–	7.8	
Sensitivity		V_{set}	–	47	50	53	%V_{DD}
Hysteresis		V_{hys}	9.0	75	100	150	mV
Offset Voltage (measured at V_{in} = V_{DD}/2)		V_{OS}					mV
Active Guard			9.0	–	–	±100	
Detect Comparator			9.0	–	–	±50	
Input Voltage Range, Pin 8		V_{in}	–	−10	–	V_{DD} +10	V
Input Capacitance		C_{in}	–	–	5.0	–	pF
Common Mode Voltage Range, Pin 15		V_{cm}	–	0.6	–	V_{DD} −2	V

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation, it is recommended that except for pin 8, V_{in} and V_{out} be constrained to the range $V_{SS} \le (V_{in}$ or $V_{out}) \le V_{DD}$. For pin 8, refer to the Electrical Characteristics.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING PARAMETERS ($C = 0.1\ \mu F$, $R_{bias} = 8.2\ M\Omega$, $V_{DD} = 9.0\ V$, $T_A = 25°C$, See Figure 5)

Characteristics		Symbol	Min	Typ#	Max	Units
Oscillator Period	No Smoke	t_{CI}	1.34	1.67	2.0	s
	Smoke		32	40	48	ms
Oscillator Rise Time		t_r	8	10	12	ms
Horn Output	On Time	PW_{on}	120	160	208	ms
(During Smoke)	Off Time	PW_{off}	60	80	104	ms
LED Output	Between Pulses	t_{LED}	32	40	48	s
	On Time	PW_{on}	8	10	12	ms
Horn Output	On Time	t_{on}	8	10	12	ms
(During Low Battery)	Between Pulses	t_{off}	32	40	48	s

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

FIGURE 2 – TYPICAL LED OUTPUT I-V CHARACTERISTIC

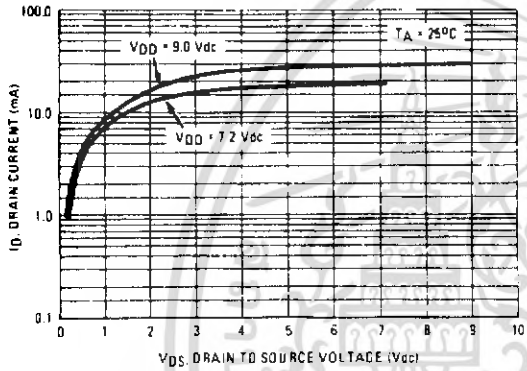


FIGURE 3 – TYPICAL COMPARATOR OUTPUT I-V CHARACTERISTIC

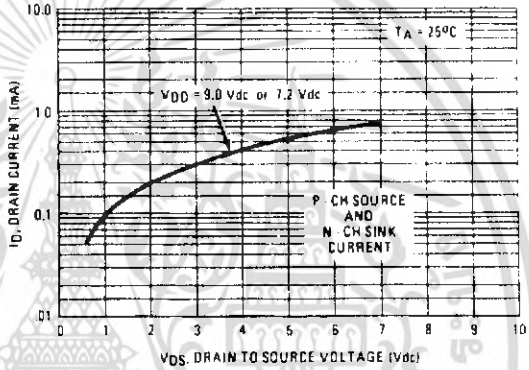
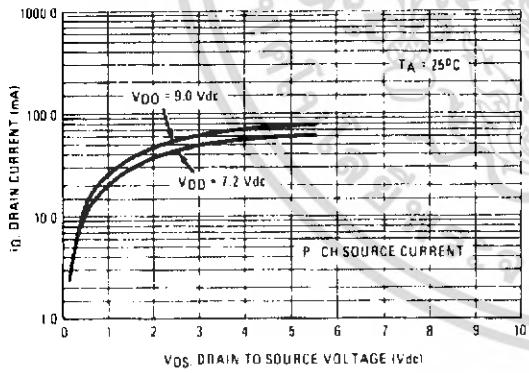
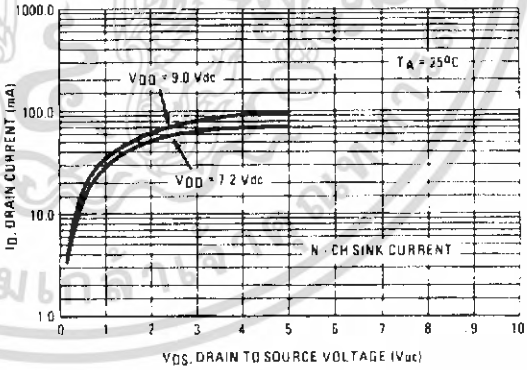


FIGURE 4 – TYPICAL P HORN DRIVER OUTPUT I-V CHARACTERISTIC





7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVICE OPERATION

TIMING

The internal oscillator of the MC14467-1 operates with a period of 1.67 seconds during no-smoke conditions. Each 1.67 seconds, internal power is applied to the entire IC and a check is made for smoke, except during LED pulse, Low Battery Alarm Chirp, or Horn Modulation (in smoke). Every 24 clock cycles a check is made for low battery by comparing V_{DD} to an internal zener voltage. Since very small currents are used in the oscillator, the oscillator capacitor should be of a low leakage type.

DETECT CIRCUITRY

If smoke is detected, the oscillator period becomes 40 ms and the piezoelectric horn oscillator circuit is enabled. The horn output is modulated 160 ms on, 80 ms off. During the off time, smoke is again checked and will inhibit further horn output if no smoke is sensed. During smoke conditions the low battery alarm is inhibited, but the LED pulses at a 1.0 Hz rate.

An active guard is provided on both pins adjacent to the detect input. The voltage at these pins will be within 100 mV of the input signal. This will keep surface leakage currents to a minimum and provide a method of measuring the input voltage without loading the ionization chamber. The active guard op amp is not power strobed and thus gives constant protection from surface leakage currents. Pin 15 (the Detect Input) has internal diode protection against static damage.

SENSITIVITY/LOW BATTERY THRESHOLDS

Both the sensitivity threshold and the low battery voltage levels are set internally by a common voltage divider connected between V_{DD} and V_{SS}. These voltages can be altered by external resistors connected from pins 3 or 13 to either V_{DD} or V_{SS}. There will be a slight interaction here due to the common voltage divider network. The sensitivity threshold can also be set by adjusting the smoke chamber ionization source.

TEST MODE

Since the internal op amps and comparators are power strobed, adjustments for sensitivity or low battery level could be difficult and/or time-consuming. By forcing Pin 12 to V_{SS}, the power strobing is bypassed and the outputs, Pins 1 and 4, constantly show smoke/no smoke and good battery/low battery, respectively. Pin 1 = V_{DD} for smoke and Pin 4 = V_{DD} for low battery. In this mode and during the 10 ms power strobe, chip current rises to approximately 50 μA.

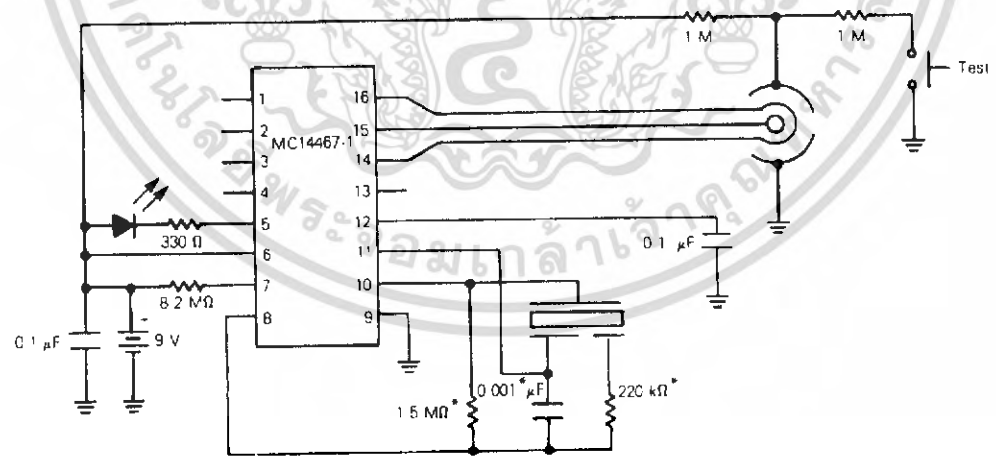
LED PULSE

The 9-volt battery level is checked every 40 seconds during the LED pulse. The battery is loaded via a 10 mA pulse for 10 ms. If the LED is not used, it should be replaced with an equivalent resistor such that the battery loading remains at 10 mA.

HYSTERESIS

When smoke is detected, the resistor/divider network that sets sensitivity is altered to increase sensitivity. This yields approximately 100 mV of hysteresis and reduces false triggering.

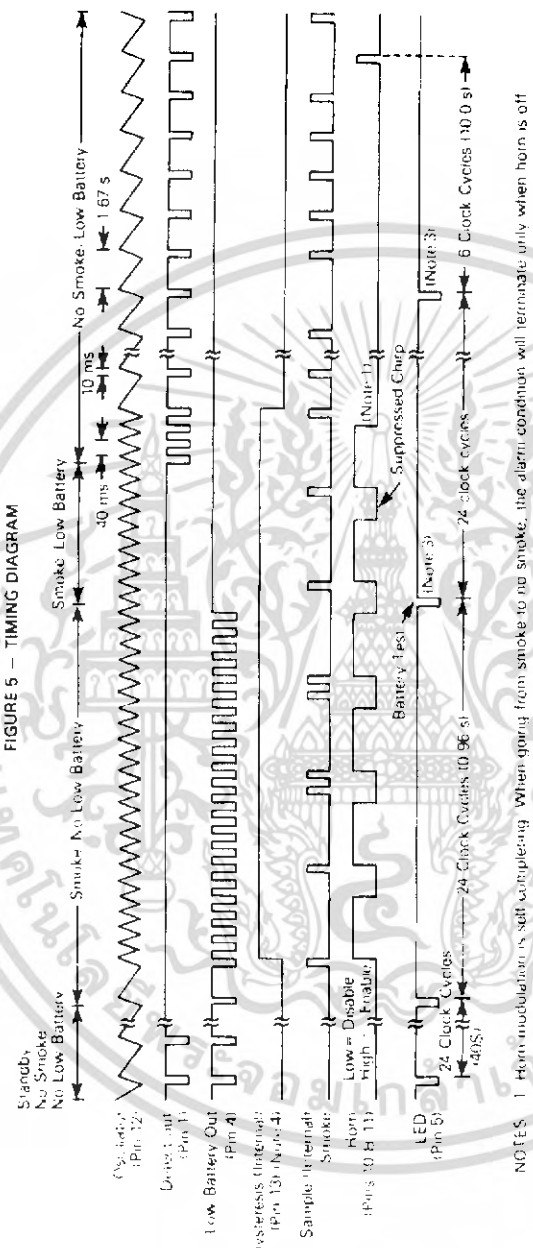
FIGURE 1 — TYPICAL APPLICATION AS IONIZATION SMOKE DETECTOR



*NOTE: Component values may change depending on type of piezoelectric horn used.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 5 — TIMING DIAGRAM



NOTES: 1. Horn modulation is self-completing. When going from smoke to no smoke, the alarm condition will terminate only when horn is off.
2. Comparators are strobed one time per clock cycle (1.67 s for no smoke, 40 ms for smoke).
3. Low battery comparator information is latched only during LED pulse.
4. ≈ 100 mV p-p swing.

7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Winbond Electronics Corp.

ISD2560/75/90/120

SINGLE-CHIP, MULTIPLE-MESSAGES, VOICE RECORD/PLAYBACK DEVICE 60-, 75-, 90-, AND 120-SECOND DURATION

Publication Release Date: May 2003
Revision 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Winbond Electronics Corp.

1. GENERAL DESCRIPTION

Winbond's ISD2500 ChipCorder® Series provide high-quality, single-chip, Record/Playback solutions for 60- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier, and high density multi-level storage array. In addition, the ISD2500 is microcontroller compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved. Recordings are stored into on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through Winbond's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, solid-state voice reproduction.

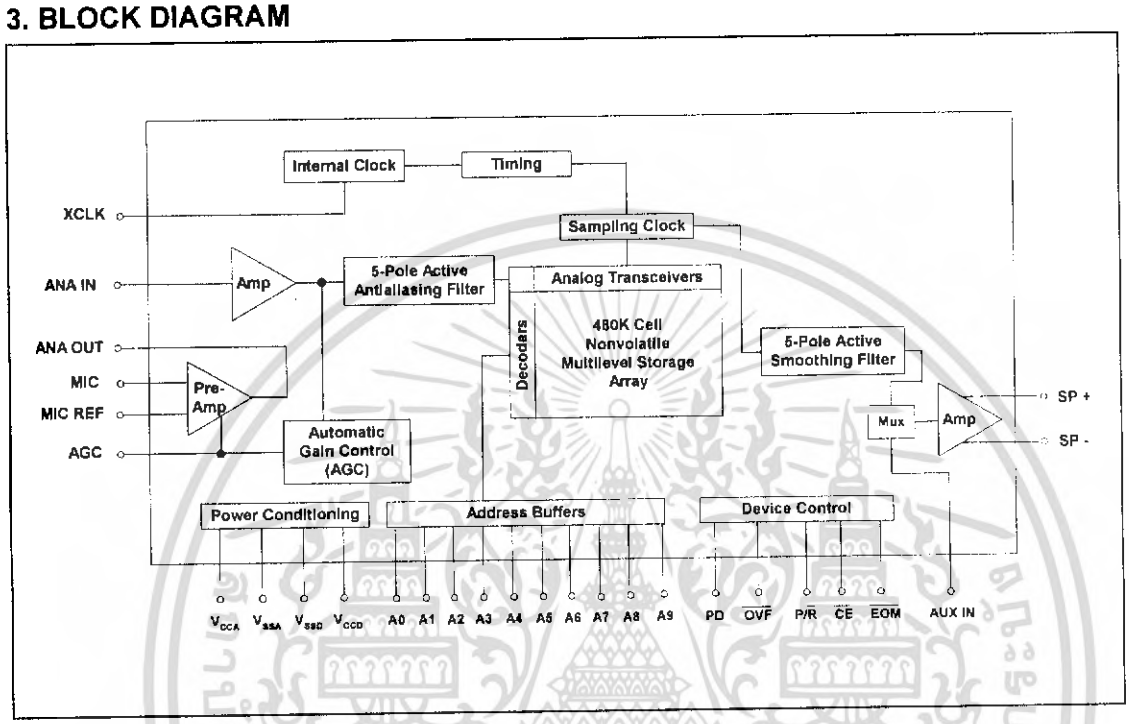
2. FEATURES

- Easy-to-use single-chip, voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Single-chip with duration of 60, 75, 90, or 120 seconds.
- Manual switch or microcontroller compatible
- Playback can be edge- or level-activated
- Directly cascadable for longer durations
- Automatic power-down (push-button mode)
  - Standby current 1 µA (typical)
- Zero-power message storage
  - Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100,000 record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Programmer support for play-only applications
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, PDIP, SOIC and TSOP packaging
- Temperature = die (0°C to +50°C) and package (0°C to +70°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Winbond Electronics Corp.

3. BLOCK DIAGRAM



Publication Release Date: May 2003
Revision 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้