

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

WARNING AND ALARM SYSTEM VIA TELEPHONE NETWORK



โดย

นางสาวชลิตา ชัยปัญญากุล

นางสาวชุติพร เตชมณีรัตน์

เลขานุ.....
เลขทะเบียน..... 62606
วัน,เดือน,ปี..... 21 ส.พ. 2549

b. 11676425
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

WARNING AND ALARM SYSTEM VIA TELEPHONE NETWORK



โดย

นางสาวชลิตา ชัยปัญญากุล 45010163

นางสาวชุติพร เตชมนิรัตน์ 45010189

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.นิภา ตีลารุจิ

รศ.ณรงค์ เหมกรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ปีการศึกษา 2548

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

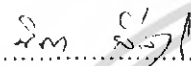
เรื่อง ระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

WARNING AND ALARM SYSTEM VIA TELEPHONE NETWORK

ผู้จัดทำ

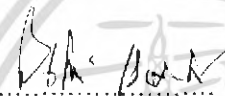
1. นางสาวชลิดา ชัยปัญญากุล 45010163

2. นางสาวชุติพร เตชมนิรัตน์ 45010189



อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.นิตา ลีลาสุทธิ)



อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ณรงค์ เหมกรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

WARNING AND ALARM SYSTEM VIA TELEPHONE NETWORK

โดย นางสาวชติดา ชัยปัญญากุล 45010163
นางสาวชุตีพร เชมณรัตน์ 45010189

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.นิภา ลีลาจุจิ
รศ.ณรงค์ เหมกรณ์

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาและทดลองสร้างระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์เพื่อส่งสัญญาณเตือนหากมีผู้บุกรุกหรือเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้น ซึ่งทำงานโดยอาศัยอินฟราเรด, สวิตช์แม่เหล็ก, ตัวตรวจจับเปลวไฟ และตัวตรวจจับควัน เป็นตัวส่งสัญญาณแจ้งสถานะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบเพื่อทำการโทรออกผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรม เมื่อมีผู้รับสายก็จะทำการส่งสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ไปยังผู้รับสายปลายทาง หากไม่มีผู้รับสายจะมีการเรียกซ้ำไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีผู้รับสาย

ABSTRACT

This project is to study and experiment the warning and alarm system via telephone network that will warning if someone invades your home or have fire in your home. It works by using infrared sensor, magnetic switch, fire detector and smoke detector to send signals to microcontroller. The microcontroller will dial the number that are listed in the program. While the calling is success it will send voice message to the receiver, however if the calling is not success it will redial again.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ไดโอดเปล่งแสง	3
2.1.1 ลักษณะและโครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง	4
2.1.2 ลักษณะไดโอดเปล่งแสงแบบอินฟราเรด	5
2.1.3 การใส่ตัวต้านทานจำกัดกระแสให้ไดโอดเปล่งแสง	7
2.2 ระบบโทรศัพท์	8
2.2.1 การทำงานของโทรศัพท์	9
2.2.2 สัญญาณพื้นฐาน	10
2.2.3 การติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์	10
2.2.4 ระบบโทรศัพท์แบบส่งความถี่สูง (Dual Tone Multi Frequency Type)	11
2.2.5 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบปุ่มกด (DTMF)	12
2.2.6 การเข้ารหัสและการถอดรหัสความถี่ของระบบโทรศัพท์ DTMF	12
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	13
2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89CXX	13
2.3.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	14
2.3.3 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต	16
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	20
3.1 วงจรเซนเซอร์	21
3.1.1 วงจรตรวจจับอินฟราเรด	21
3.1.2 วงจรสวิทช์แม่เหล็ก	23
3.1.3 วงจรตรวจจับวัน	24
3.1.4 วงจรตรวจจับเปลวไฟ	25
3.2 วงจรควบคุมการยกหูโทรศัพท์	25
3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณจากสายโทรศัพท์ (Tone Detector)	26
3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF	29
3.5 วงจรบันทึกเสียง	33
3.5.1 คุณสมบัติของ ISD 2590 และไอซีในตระกูล ISD 25XX	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 วงจรเซนเซอร์	42
4.1.1 วงจรตรวจจับอินฟราเรด	42
4.1.2 วงจรสวิตช์แม่เหล็ก	46
4.1.3 วงจรตรวจจับควัน	47
4.1.4 วงจรตรวจจับเปลวไฟ	49
4.2 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF	50
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	55
ภาคผนวก	
หนังสืออ้างอิง	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์	2
รูปที่ 2.1 ไดโอดเปล่งแสงแบบต่างๆ	3
รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์และตัวถังของไดโอดเปล่งแสง	4
รูปที่ 2.3 ลักษณะการเปล่งแสงของไดโอดเปล่งแสง	4
รูปที่ 2.4 โครงสร้างและลักษณะของไดโอดเปล่งแสง	6
รูปที่ 2.5 วงจรไบอัสตรงให้ไดโอดเปล่งแสงทำงาน	6
รูปที่ 2.6 กราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสง	7
รูปที่ 2.7 การต่อไดโอดเปล่งแสงร่วมกับตัวต้านทานจำกัดกระแส	7
รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์	9
รูปที่ 2.9 แสดงสัญญาณพื้นฐาน	10
รูปที่ 2.10 แสดงเป็นกคหมายเลขและค่าความถี่ในแนวตั้งและแนวนอนของหมายเลขต่างๆ	11
รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบแฟลชใน AT89CXX	14
รูปที่ 2.12 แสดงรายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบแฟลชของ Atmel	16
รูปที่ 2.13 แสดงวงจรภายในของพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบแฟลช	17
รูปที่ 3.1 โพล์ซาร์ตแสดงการทำงานของระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์	20
รูปที่ 3.2 วงจรภาคส่งอินฟราเรด	21
รูปที่ 3.3 วงจรภาครับอินฟราเรด	22
รูปที่ 3.4 วงจรภาคควบคุมอินฟราเรด	22
รูปที่ 3.5 วงจรสวิตช์แม่เหล็ก	23
รูปที่ 3.6 แสดงการการแตกตัวของอ็อนและการรวมตัวกับอนุภาคควัน	24
รูปที่ 3.7 วงจรตรวจจับควัน	24
รูปที่ 3.8 วงจรตรวจจับเปลวไฟ	25
รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมการยกหูโทรศัพท์	26
รูปที่ 3.10 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณ Busy Tone และ Ring Back Tone	27
รูปที่ 3.11 โพล์ซาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการเรียกซ้ำ	28
รูปที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมของการกำเนิดสัญญาณ DTMF	29
รูปที่ 3.13 แสดงชนิดของปุ่มกดแบบ DPST และรูปสัญญาณ	30
รูปที่ 3.14 แผนภาพแสดงวงจรภายในไอซีเบอร์ TCM5087	31
รูปที่ 3.15 โพล์ซาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการกำเนิดสัญญาณ DTMF	32
รูปที่ 3.16 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.17 บล็อกไดอะแกรมภายในของ ไอซี ISD25XX	34
รูปที่ 3.18 วงจรบันทึกเสียง	37
รูปที่ 3.19 แผนภูมิเวลาการเขียนแบบเรียงลำดับ	39
รูปที่ 3.20 แผนภูมิเวลาการอ่านแบบเรียงลำดับ	39
รูปที่ 3.21 แผนภูมิเวลาการอ่านแบบไม่เรียงลำดับ	40
รูปที่ 3.22 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรบันทึกเสียง	40
รูปที่ 3.23 โฟล์ดชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนควบคุมและสั่งเล่นเสียง	41
รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองเมื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร	42
รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดลองหลังจากจ่ายไฟให้วงจรประมาณ 1 นาที	42
รูปที่ 4.3 แสดงผลการทดลองเมื่อมีสิ่งกีดขวางระหว่างภาครีบ - ส่ง สัญญาณอินฟราเรด	43
รูปที่ 4.4 แสดงผลการทดลองหลังจากมีสิ่งกีดขวางเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 30 วินาที	43
รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดลองเมื่อมีสิ่งกีดขวางระหว่างภาครีบ - ส่ง สัญญาณอินฟราเรด (ขณะที่ไม่มีกรหน่วงเวลา)	44
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรภาคส่งอินฟราเรด	44
รูปที่ 4.7 CH1 แสดงสัญญาณที่ส่งมาจากวงจรภาคส่งอินฟราเรด CH2 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรภาครีบอินฟราเรด กรณีที่รับสัญญาณได้	45
รูปที่ 4.8 CH1 แสดงสัญญาณที่ส่งมาจากวงจรภาคส่งอินฟราเรด CH2 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรภาครีบอินฟราเรด กรณีที่รับสัญญาณไม่ได้	45
รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลองในสภาวะปกติที่สวิตช์แม่เหล็กประกบกันอยู่	46
รูปที่ 4.10 แสดงผลการทดลองเมื่อเลื่อนสวิตช์แม่เหล็กให้ห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร	46
รูปที่ 4.11 แสดงผลการทดลองในสภาวะปกติเมื่อไม่มีค้อน	47
รูปที่ 4.12 แสดงผลการทดลองเมื่อวงจรสามารถตรวจจับค้อนได้	47
รูปที่ 4.13 สัญญาณ Output ขา 10 ของไอซี MC14467P1 ขณะที่ไม่มีค้อน	48
รูปที่ 4.14 สัญญาณ Output ขา 10 ของไอซี MC14467P1 ขณะที่มีค้อน	48
รูปที่ 4.15 แสดงผลการทดลองในสภาวะปกติเมื่อไม่มีเปลวไฟ	49
รูปที่ 4.16 แสดงผลการทดลองเมื่อวงจรสามารถตรวจจับเปลวไฟได้	49
รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 1	50
รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 2	50
รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 3	51
รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 4	51
รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 5	52
รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 6	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 7	53
รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 8	53
รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 9	54
รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 0	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของไดโอดเปล่งแสงแต่ละสีต่างๆ	5
ตารางที่ 2.2 แสดงความถี่ระบบ DTMF	12
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีในตระกูล ISD25XX	35
ตารางที่ 3.2 วิธีควบคุมการทำงานของ ISD2590 ในโหมดบันทึกหรือเล่นเสียงหลายข้อความ	39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันโลกเทคโนโลยีมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆเกิดขึ้นมากมายเพื่อใช้เป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และสนองความต้องการของมนุษย์ แต่ในทางตรงกันข้ามยิ่งเทคโนโลยีมีการพัฒนามากขึ้นเท่าไร สภาพสังคมมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงไปเรื่อยๆตามกาลเวลา และยิ่งส่งผลกระทบต่อสภาพจิตใจของมนุษย์ให้เสื่อมลงอีกด้วย เนื่องจากสังคมปัจจุบันนี้ มีภัยอันตรายเกิดขึ้นมากมาย จึงควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นโครงการนี้จึงเป็นการสร้างอุปกรณ์ที่จะช่วยเตือนภัยภายในบ้าน โดยการทดลองสร้างอุปกรณ์เตือนภัยทางโทรศัพท์ขึ้น เพื่อส่งสัญญาณเตือนหากมีผู้บุกรุกหรือเกิดเพลิงไหม้

วัตถุประสงค์ของการจัดทำโครงการ

- เพื่อให้ได้อุปกรณ์เตือนภัยทางโทรศัพท์ที่ง่ายต่อการใช้งาน
- เพื่อศึกษาพื้นฐานการทำงานของระบบ โทรศัพท์ทั่วไป
- เพื่อศึกษาและออกแบบระบบตรวจจับต่างๆ ได้แก่ ระบบตรวจจับผู้บุกรุกโดยใช้อินฟราเรด และ สวิตช์แม่เหล็ก, ระบบตรวจจับเปลวไฟและระบบตรวจจับควัน
- เพื่อศึกษาและออกแบบวงจรบันทึกเสียงที่นำมาประยุกต์ใช้ในโครงการ
- อุปกรณ์ที่สร้างสามารถใช้งานร่วมกับโทรศัพท์บ้านได้

ขอบเขตของโครงการ

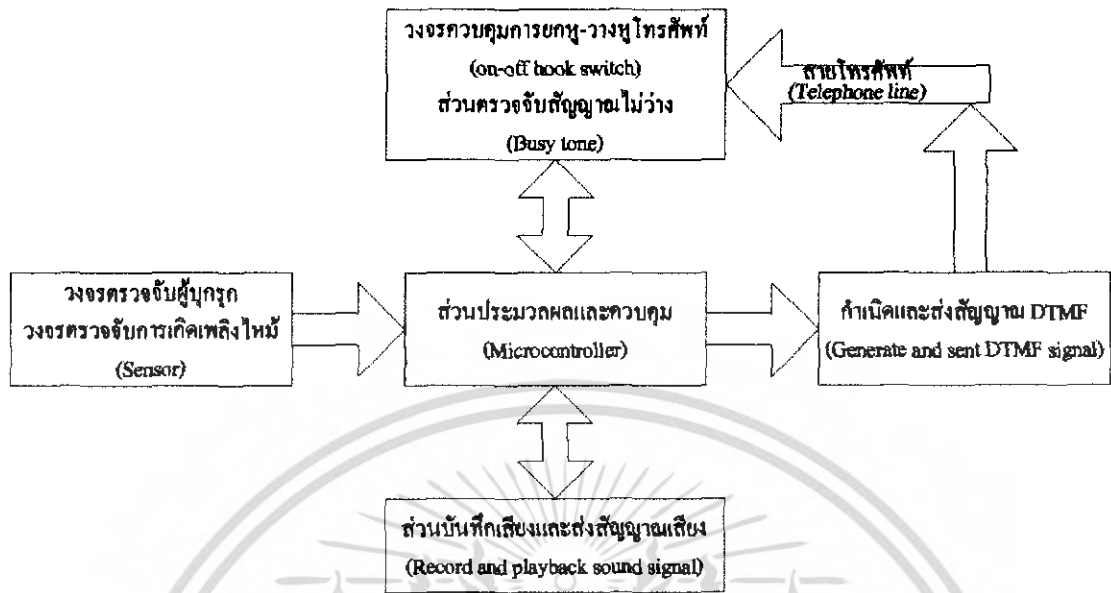
- สามารถทำการตรวจจับผู้บุกรุกได้
- สามารถทำการตรวจจับเปลวไฟและควันไฟได้
- สามารถทำการเรียกออกอัตโนมัติได้

โครงการนี้เป็นการสร้างอุปกรณ์เตือนภัยภายในที่อยู่อาศัย ในการตรวจจับผู้บุกรุกนั้นจะอาศัยการทำงานของสวิตช์แม่เหล็กและไดโอดอินฟราเรดซึ่งเปล่งแสงที่ตาคนมองไม่เห็น และใช้อินฟราเรดไฟไดโอดเป็นตัวรับสัญญาณ นอกจากนี้ยังมีระบบตรวจจับเปลวไฟและควันเพื่อแจ้งให้ทราบหากมีเพลิงไหม้เกิดขึ้น อุปกรณ์เตือนภัยจะทำงานโดยการ โทรออกไปยังเลขหมายปลายทางที่เราตั้งไว้โดยอัตโนมัติ

ภาคเรียนที่ 1 ทำการศึกษาคลื่นคว่ำและออกแบบวงจรในส่วนของภาครับ – ส่งอินฟราเรด, วงจรโทรออกอัตโนมัติไปยังผู้รับสายปลายทางที่ประกอบไปด้วยวงจรเรียกอัตโนมัติ, วงจรเรียกซ้ำ, วงจรตรวจจับสัญญาณการรับสายโทรศัพท์และวงจรรันทีกเสียง

ภาคเรียนที่ 2 ทำการศึกษาคลื่นคว่ำและออกแบบวงจรในส่วนที่เหลือ คือ วงจรตรวจจับเปลวไฟ, วงจรตรวจจับควัน, วงจรตรวจจับผู้บุกรุกโดยอาศัยสวิตช์แม่เหล็ก, ได้ทำการปรับปรุงวงจรภาครับ – ส่งสัญญาณอินฟราเรดให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น และทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

สามารถแสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์ได้ดังนี้



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสงหรือไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode) ใช้ตัวย่อคือ แอล.อี.ดี. หรือ LED เป็นไดโอดชนิดหนึ่งผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N ต่อชนกัน เช่นเดียวกับไดโอดธรรมดา มีขาต่อออกมาใช้งานสองขาคือ ขาแอนโนด (A) และขาแคโทด (K) เหมือนกัน ใช้งานเป็นวงจรเรกติไฟเออร์และดีเทคเตอร์เหมือนไดโอดธรรมดาแต่แตกต่างกันตรงที่ ไดโอดเปล่งแสงเมื่อมีกระแสไหลผ่านจะสามารถเปล่งแสงออกมาได้ แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียวและมีเฟสต่อเนื่องกันซึ่งต่างไปจากแสงธรรมดาที่ตาคนมองเห็น เพราะแสงธรรมดาประกอบไปด้วยคลื่นที่มีความถี่และเฟสต่างกันมารวมกัน ไดโอดเปล่งแสงสามารถผลิตขึ้นมาได้จากสารหลายชนิดทั้งของแข็ง, ของเหลวและก๊าซ ที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือสารที่เป็นของแข็งซึ่งจะอธิบายได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 ไดโอดเปล่งแสงแบบต่างๆ

แสงที่ออกมาจากไดโอดเปล่งแสงแบ่งออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

1) แสงที่ตาคนมองเห็น

ไดโอดเปล่งแสงชนิดที่ตาคนมองเห็นมี 3 สี คือ สีแดง สีเขียวและสีเหลือง บางครั้งอาจออกสีส้ม ซึ่งก็คือสีเหลืองเข้ม ไดโอดเปล่งแสงชนิดนี้เรียกว่า ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode) หรือ ไดโอดเปล่งแสง

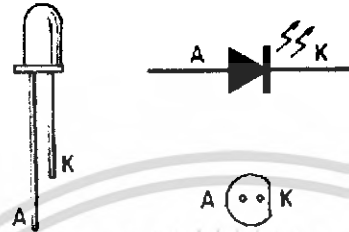
2) แสงที่ตาคนมองไม่เห็น

แสงชนิดที่ตาคนมองไม่เห็นนั้นเป็นแสงที่อยู่ในย่านแสงอินฟราเรด (Infrared Light) ซึ่งขณะเปล่งแสงออกมาตาคนจะมองไม่เห็น ไดโอดเปล่งแสงชนิดนี้จะเรียกว่า อินฟราเรดเปล่งแสงไดโอด (Infrared Emitting Diode) แต่สามารถเรียกชื่อแบบรวมๆกันว่า ไดโอดเปล่งแสงหรือหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

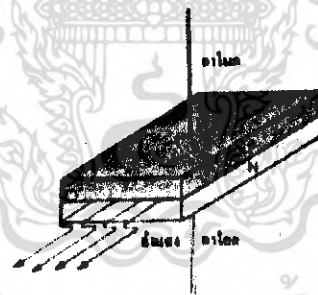
2.1.1 ลักษณะและโครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสงประกอบขึ้นจากสารกึ่งตัวนำสองตอนต่อชนกัน คือสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N มีขาต่อใช้งาน 2 ขาเหมือนไดโอดธรรมดา การเปล่งแสงของไดโอดเปล่งแสงเกิดขึ้นขณะจ่ายแรงดันไบอัสตรงค่าต่ำๆ ให้ไดโอดเปล่งแสง สัญลักษณ์และตัวถังของไดโอดเปล่งแสงแสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์และตัวถังของไดโอดเปล่งแสง

แสงที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสงเกิดขึ้นเนื่องจากการจ่ายไบอัสตรงให้ไดโอดเปล่งแสงทำให้เกิดกระแส (I) ไหลผ่านตัวไดโอดเปล่งแสง อิเล็กตรอนอิสระเกิดการเคลื่อนที่จากสารชนิด N ผ่านรอยต่อไปยังสารชนิด P การที่อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนอิสระเกิดการเปลี่ยนแปลง อิเล็กตรอนอิสระจะคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแสง ลักษณะการเกิดแสงแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะการเปล่งแสงของไดโอดเปล่งแสง

แสงที่ถูกเปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสงที่มีสีต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับสารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ผลิต เมื่อใช้เนื้อสารกึ่งตัวนำต่างกันทำให้แสงที่เปล่งออกมาแตกต่างกัน เนื้อสารที่ใช้และสีที่ได้มีความแตกต่างกันดังนี้

- ใช้สารแกเลียมอาร์ซีไนด์ (Gallium Arsenide) ใช้ตัวย่อ GaAs ไดโอดเปล่งแสงจะเปล่งแสงอินฟราเรดออกมา
- ใช้สารแกเลียมอาร์ซีไนด์ฟอสไฟด์ (Gallium Arsenide Phosphide) ใช้ตัวย่อ GaAsP ไดโอดเปล่งแสงจะเปล่งแสงสีแดงหรือสีเหลืองออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้สารแกเลียมฟอสไฟด์ (Gallium Phosphide) ใช้ด้วยอ GaP ไดโอดเปล่งแสงจะเปล่งแสงสีเขียวออกมา

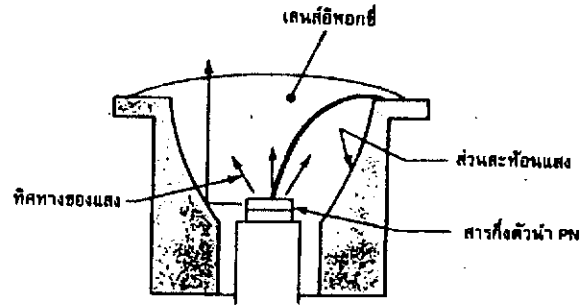
แสงที่เกิดขึ้นจากไดโอดเปล่งแสงที่มีสีต่างกันเกิดจากการผลิตโดยใช้สารต่างชนิดกันทำให้เกิดคุณสมบัติต่างๆของไดโอดเปล่งแสงแต่ละสีแตกต่างกันออกไป สามารถเปรียบเทียบให้เห็นได้ตามตารางที่ 2.1

คุณสมบัติ	สีแดงเบอร์ 4100/4101	สีแดงประสิทธิภาพ สูงเบอร์ 4160	สีเหลืองเบอร์ 4150	สีเขียวเบอร์ 4190	หน่วย
การสูญเสียกำลังงาน	100	120	120	120	มิลลิวัตต์
กระแสไบอัสตรงเฉลี่ย	50	20	20	30	มิลลิแอมป์
กระแสไบอัสตรงสูงสุด	1000	60	60	60	มิลลิแอมป์
ย่านอุณหภูมิทำงาน และสะสม	-	55 องศาถึง 100 องศา ทุกตัว	-	-	องศา เซลเซียส
ความยาวคลื่นแสง สูงสุด	655	635	583	565	นาโนเมตร
แรงดันไบอัสตรง	1.6	2.2	2.2	2.4	โวลต์
แรงดันไบอัสกลับ เบรคดาวน์	10	5	5	5	โวลต์
ความสามารถในการ ส่องสว่าง	55	147	570	665	ลูเมนส์ / วัตต์

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของไดโอดเปล่งแสงแต่ละสี

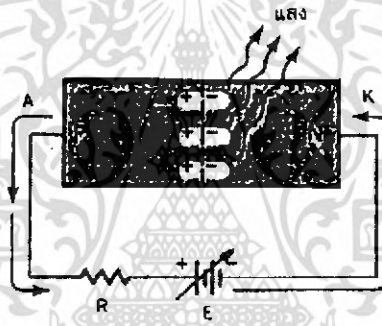
2.1.2 ลักษณะไดโอดเปล่งแสงแบบอินฟราเรด

แสงที่เปล่งออกมาจากตัวไดโอดเปล่งแสงเกิดขึ้นตรงบริเวณรอยต่อของสารชนิด P และชนิด N เกิดการกระจัดกระจายออกรอบตัวทำให้ความเข้มของแสงลดลง การใช้ไดโอดเปล่งแสงจำเป็นต้องใช้ความเข้มของแสงรวมไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งเฉพาะ ยิ่งถ้าเป็นไดโอดเปล่งแสงที่เปล่งแสงอินฟราเรดออกมายังมีความจำเป็น เพราะนิยมนำไปใช้ในระบการควบคุมระยะไกล (Remote Control) ต้องให้แสงเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียว ดังนั้นในส่วนตัวถังของไดโอดเปล่งแสงจึงต้องมีส่วนสะท้อนแสง และมีเลนส์รวมแสงเพิ่มเข้าไป โครงสร้างและลักษณะของไดโอดเปล่งแสงแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างและลักษณะของไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสงมีการทำงานเหมือนไดโอดธรรมดา คือ เมื่อจ่ายไฟไบอัสตรงจะนำกระแสพร้อมเปล่งแสงสว่างออกมา เมื่อจ่ายไบอัสกลับจะไม่นำกระแส จะมีกระแสรั่วซึมไหลกลับเล็กน้อย ถ้าจ่ายไบอัสกลับให้มากเกินไปจนถึงจุดแรงดันพัง ไดโอดเปล่งแสงก็จะชำรุดเสียหาย วงจรใช้ทดสอบการทำงานของไดโอดเปล่งแสงแสดงดังรูปที่ 2.5



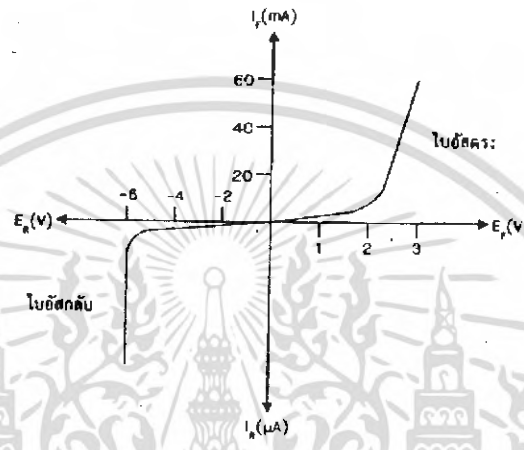
รูปที่ 2.5 วงจรไบอัสตรงให้ไดโอดเปล่งแสงทำงาน

จากรูปที่ 2.5 เป็นวงจรไบอัสตรงให้ไดโอดเปล่งแสงทำงาน การจ่ายแรงดันไบอัสครั้งแรกค่าต่ำ ไดโอดเปล่งแสงยังไม่นำกระแส ไม่มีแสงเปล่งออกมา เมื่อปรับแรงดันไบอัสเพิ่มขึ้นถึงค่าประมาณ 1.5 โวลต์ ไดโอดเปล่งแสงจึงเริ่มนำกระแสและเริ่มกำเนิดแสงขึ้นมา ยิ่งเพิ่มแรงดันไบอัสตรงให้ไดโอดเปล่งแสงมากขึ้น กระแสจะไหลผ่านตัวไดโอดเปล่งแสงมากขึ้น แสงที่กำเนิดขึ้นมาจะสว่างมากขึ้น ถ้าจ่ายไบอัสตรงให้ไดโอดเปล่งแสงมากเกินไปกว่าค่ากระแสที่ไดโอดเปล่งแสงทนได้ ไดโอดเปล่งแสงจะชำรุดเสียหายทันที ไดโอดเปล่งแสงแต่ละแบบมีค่าทนกระแสสูงสุดแตกต่างกัน

การใช้งานของตัวไดโอดเปล่งแสงควรเลือกย่านกระแสใช้งานเฉลี่ยที่ไดโอดเปล่งแสงต้องการ ทำให้ได้แสงที่เปล่งออกมามีความสว่างพอเหมาะ ค่ากระแสนั้นมีค่าประมาณ 20 มิลลิแอมป์ถึง 50 มิลลิแอมป์ ส่วนค่ากระแสสูงสุดของไดโอดเปล่งแสงมีค่าประมาณ 60 มิลลิแอมป์ถึง 100 มิลลิแอมป์ ส่วนค่าแรงดันไบอัสตรงที่เหมาะสมในการจ่ายให้ตัวไดโอดเปล่งแสงมีค่าประมาณ 1.6 โวลต์ถึง 3 โวลต์

การจ่ายไบอัสกลับให้ตัวไดโอดเปล่งแสงจะทำให้ไม่มีกระแสไหลในตัวไดโอดเปล่งแสง แต่ถ้าจ่ายแรงดันไบอัสกลับมากเกินไปตัวไดโอดเปล่งแสงทนได้ คือที่แรงดันพัง ไดโอดเปล่งแสงจะชำรุดเสียหายทันที ค่าแรงดันพังของไดโอดเปล่งแสงมีค่าประมาณ 3 โวลต์ถึง 10 โวลต์

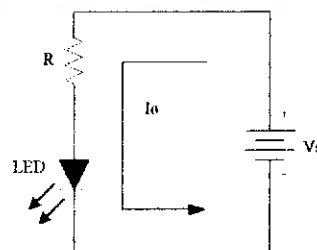
เมื่อนำสถานะการทดสอบไดโอดเปล่งแสงทั้งช่วงไบอัสตรงและช่วงไบอัสกลับไปกำหนดค่าลงในกราฟ สามารถเขียนกราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงออกมาได้คล้ายกราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดธรรมดา กราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงแสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 กราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสง

2.1.3 การใส่ตัวต้านทานจำกัดกระแสให้ไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสงสีต่างๆต้องการแรงดันและกระแสในการทำงานต่างๆ จากตารางแสดงคุณสมบัติและกราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงบอกได้ว่าแรงดันไบอัสตรงต้องไม่เกิน 20 มิลลิแอมป์ ถึง 50 มิลลิแอมป์ ค่าดังกล่าวเป็นค่าที่พอเหมาะในการทำงานของไดโอดเปล่งแสง ซึ่งหากจ่ายเกินอาจทำให้ไดโอดเปล่งแสงชำรุดเสียหายทันที แต่ในการนำไดโอดเปล่งแสงไปใช้งานมักต้องรับแรงดันและกระแสเกินกว่ากำหนดดังกล่าว ดังนั้นจึงต้องเพิ่มตัวต้านทานต่อกับไดโอดเปล่งแสงช่วยทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ไหลผ่านให้พอเหมาะตามต้องการและรับแรงดันส่วนเกินให้ตกคร่อมตัวมัน ลักษณะวงจรแสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การต่อไดโอดเปล่งแสงร่วมกับตัวต้านทานจำกัดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.7 เป็นการต่อไดโอดเปล่งแสงร่วมกับตัวต้านทานจำกัดกระแสเข้ากับแรงดันที่มีค่ามากเกินกำหนด ตัวต้านทาน R ทำหน้าที่จำกัดกระแสและให้แรงดันส่วนเกินตกคร่อม ทำให้มีแรงดันค่าพอเหมาะไปตกคร่อมตัวไดโอดเปล่งแสงประมาณ 1.5 โวลต์ถึง 2.5 โวลต์ เลือกค่าปานกลางที่พอเหมาะใช้งานประมาณ 2 โวลต์ ส่วนกระแสที่พอเหมาะไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงมีค่าประมาณ 20 มิลลิแอมป์ถึง 50 มิลลิแอมป์ เลือกค่าปานกลางที่พอเหมาะใช้งานประมาณ 25 มิลลิแอมป์ นำค่าดังกล่าวมาคำนวณหาค่าความต้านทาน R ที่เหมาะสม โดยใช้กฎของโอห์มเขียนสมการออกมาได้ดังนี้

$$R = (V_s - V_D) / I_D$$

เมื่อ R = ความต้านทานจำกัดกระแส (หน่วย Ω)

V_s = แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (หน่วยโวลต์)

V_D = แรงดันตกคร่อมตัวไดโอดเปล่งแสง (หน่วย V) = 2 โวลต์

I_D = กระแสไหลผ่านตัวไดโอดเปล่งแสง (หน่วย A) = 25 มิลลิแอมป์

2.2 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการสมาชิกและผู้รู้เลขหมายสมาชิกให้สามารถเรียกสลับคู่สนทนาต่างๆ โดยลดการเดินทงที่ไม่จำเป็นลงได้

โทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือ ระบบหน้าปิดแบบหมุน (Cross bar) ซึ่งเป็นระบบเดิมที่ใช้แต่แรก กับระบบหน้าปิดแบบกดปุ่ม (Dial Tone Multi Frequency : DTMF) นั้นเป็นระบบใหม่ที่น่ามาใช้แทนที่ ในที่นี้จะเน้นเฉพาะระบบ DTMF ซึ่งเป็นระบบที่ใช้มากในปัจจุบัน

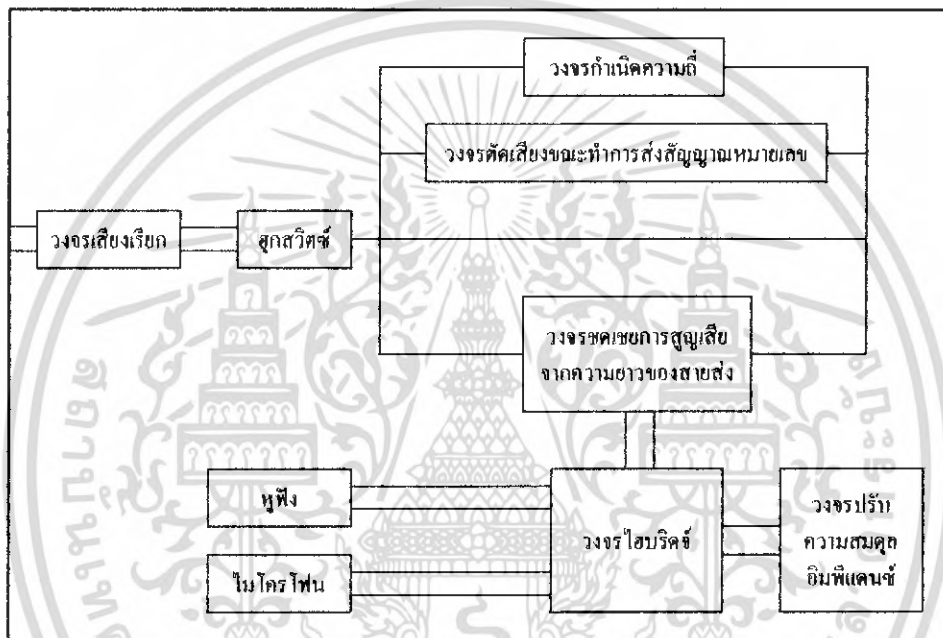
ในระบบโทรศัพท์จะประกอบไปด้วย

- 1) การเรียกทางโทรศัพท์ (Telephone Call) คือการเรียกระหว่างระบบโทรศัพท์ระหว่างสมาชิกผู้เรียกและผู้รับ
- 2) เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set) คืออุปกรณ์สำหรับสมาชิกใช้พูดและฟังในการสนทนาผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ เมื่อต้องการเรียกก็หมุนหรือกดเลขหมายผู้รับที่หน้าปิด
- 3) ผู้เรียก (Calling Subscriber) หรือสมาชิกผู้เรียก คือผู้เริ่มต้นการเรียกจะด้วยการแจ้งให้พนักงานช่วยต่อกับผู้รับ หมุนหรือกดหมายเลขของผู้รับเมื่อเครื่องโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของเครื่องชุมสายอัตโนมัติ
- 4) ผู้รับ (Called Subscriber) หรือสมาชิกผู้ถูกเรียก คือผู้ตอบรับการเรียกทางโทรศัพท์เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Signal)
- 5) คู่สายสมาชิก (Subscriber Line) คือคู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูด แจกจ่ายออกมาจากสถานที่ติดตั้งเครื่องชุมสายท้องถิ่นไปยังบ้านของผู้เช่าหรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ
- 6) เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic Telephone Switching) คือเครื่องที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียกกับผู้รับโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การทำงานของโทรศัพท์

โทรศัพท์จะมีบล็อกไดอะแกรมการทำงานดังรูปที่ 2.8 ซึ่งแสดงส่วนต่างๆที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยจะเชื่อมต่อด้วยสาย T (Tip) และสาย R (Ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสายก็คือ วงจรกำเนิดสัญญาณเรียก (Ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงคือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ สุกสวิช (Hook Switch) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังสุกสวิชได้ ดังนั้นถ้าวงจรถูกกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากสุกสวิชก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา



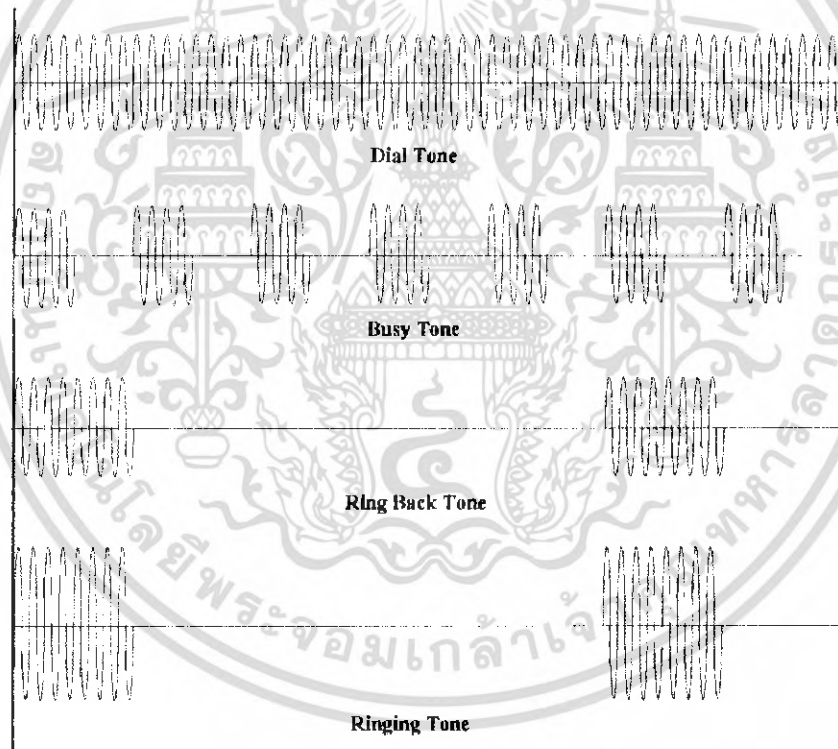
รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สุกสวิชก็จะเปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะที่เดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ก็ไหลผ่านขดลวดรีเลย์ที่ชุมสายด้วย ก็จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลงเพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆในชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุ่น (Dial Tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการติดต่อด้วยมายังชุมสาย หลังจากชุมสายได้รับเลขหมายที่ถูกส่งออกมาแล้วชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุ่นซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.2.2 สัญญาณพื้นฐาน

คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งสภาวะต่างๆว่าควรทำอะไรซึ่งประกอบไปด้วย

- 1) สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าขณะนี้ชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะรับเลขหมายจากผู้เรียกแล้ว ให้ผู้เรียกส่งเลขหมายได้ สัญญาณมีความถี่ประมาณ 400 – 450 Hz มอดูเลตด้วยความถี่ 50 Hz ผู้เรียกจะได้ยินเมื่อทำการขงหูโทรศัพท์
- 2) สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง เป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 400 – 450 Hz ดัง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที สลับกัน
- 3) สัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าเครื่องชุมสายโทรศัพท์ทำการต่อกับทางด้านผู้ถูกเรียกสำเร็จ ผู้ถูกเรียกจะได้ยินเสียงกระดิ่งมีความถี่ 25 Hz ค่าแรงดัน 70 – 100 โวลต์ ดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที
- 4) สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกรู้ว่าการต่อสำเร็จ เป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 400 -450 Hz ดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที



รูปที่ 2.9 แสดงสัญญาณพื้นฐาน

2.2.3 การติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

ทางด้านเครื่องส่ง

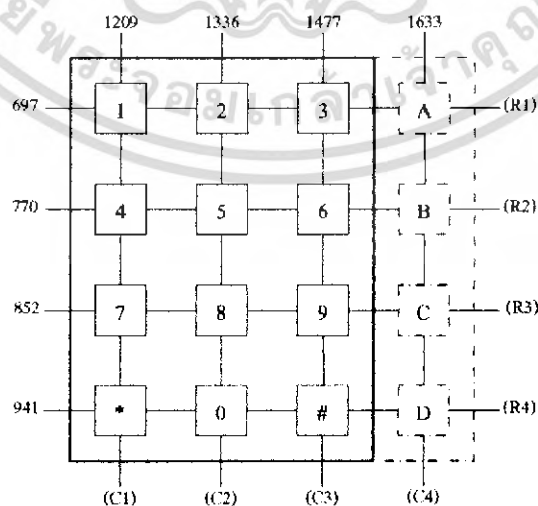
- ขณะที่ไม่ได้มีการขงหูโทรศัพท์ จะมีคิกคาตคคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อมีผู้เรียกยกหู โทรศัพท์ตัดจะลดลงเหลือ 8 V พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุนซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 mV ความถี่ประมาณ 400 - 450 Hz มอดูเลตด้วยความถี่ 50 Hz ซึ่งเมื่อกรหัสสัญญาณความถี่แล้วสัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป
 - กรหัส (Code) เบอร์โทรศัพท์ 9 หลัก รหัสความถี่ที่ส่งเป็นสัญญาณผสมสองความถี่เป็นความถี่สูงและต่ำผสมกัน แต่ละหมายเลขมี DTMF อยู่หนึ่งคู่
 - ขณะที่รอรับจะมีสัญญาณตอบกลับสองแบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ คือสัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณไม่ว่างตามลำดับ
 - เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะขึ้นกับความดังของเสียงพูดตามสาย
 - เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดตัดจะกลับไป 48 โวลต์ ดังเดิม
- ทางด้านเครื่องรับ
- ขณะที่วางหูจะมีศักดาคร่อมสายอยู่ที่ 48 โวลต์
 - เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกจะมีขนาดประมาณ 70 - 100 โวลต์ ดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง
 - จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ ขนาดตัดจะแสดงตรงจะเหลือ 8 โวลต์ และมีการกระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด
 - เมื่อสิ้นสุดการสนทนา วางหูโทรศัพท์ ขนาดตัดจะกลับไป 48 โวลต์ตามเดิม

2.2.4 ระบบโทรศัพท์แบบส่งความถี่สูง (Dual Tone Multi Frequency Type)

ระบบนี้มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไป ซึ่งจะแทนหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงพูด (0-4 kHz) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งจะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆจะแสดงไว้ในรูปที่ 2.10 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz มอดูเลตกัน



รูปที่ 2.10 แสดงเป็นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวตั้งและแนวนอนของหมายเลขต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF)

- 1) สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขลงได้ ทำให้มีผลคือเวลาที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้งลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับการจราจรได้มากขึ้น
- 2) สามารถใช้วงจรทางโซลิตสเททอิเลคทรอนิกส์ แทนอุปกรณ์ทางด้านเมคคานิค จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งหมายเลขยิ่งขึ้น
- 3) สามารถเพิ่มปุ่มกดขึ้นได้อีก 4 ปุ่ม (Column ที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่นๆ
- 4) มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ Stored Program Control

2.2.6 การเข้ารหัสและการถอดรหัสความถี่ของระบบ โทรศัพท์ DTMF

- การเข้ารหัสความถี่ระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency Encoder)

ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF นี้จะใช้การส่งสัญญาณไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์ โดยจะมีข้อดีเหนือระบบพัลส์หลายอย่าง เช่น หมุนโทรศัพท์ที่รวดเร็วกว่า และสามารถที่จะส่งสัญญาณเสียงระดับใดๆก็ได้ไปบนสายส่ง วิธีนี้เป็นการส่งสัญญาณแบบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่า โดยแต่ละค่าจะเป็นสัญญาณคลื่นรูปไซน์ 2 แบบ แบ่งเป็น กลุ่มความถี่ต่ำ และกลุ่มความถี่สูง และจะมีลักษณะแสดงดังตารางข้างล่างนี้

กลุ่มของความถี่ต่ำ (Hz)	กลุ่มของความถี่สูง (Hz)			
	1209	1336	1477	1633
667	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

ตารางที่ 2.2 แสดงความถี่ระบบ DTMF

- การถอดรหัสความถี่ระบบ DTMF (DTMF Decoder)

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขทางโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิทัล ข้อกำหนดต่างๆที่จำเป็นเพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดรหัส DTMF เกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งผู้ออกแบบวงจรต้องคำนึงถึงเสมอ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความถี่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานแต่ต้องไม่เกิน 2% และจะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า 3% จากค่ามาตรฐานผ่านวงจรกรองความถี่ได้ วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามาระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องเป็นช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที
- 3) วงจรถอดรหัสจะต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่มีไคนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 dB ได้โดยไม่เกิดการผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF มีแอมพลิจูดต่างกันมากกว่า 6 dB
- 4) วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูดหรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัส ก็ไม่ทำให้การถอดรหัสผิดพลาด

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89CXX

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลช สามารถลบและเขียนใหม่ได้ 1000 ครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีพรอมเพิ่มเติม
- ขาพอร์ต เป็นแบบ 2 ทิศทาง สามารถใช้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- มีไทมเมอร์ / เคานท์เตอร์ ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเทอร์รัพต์ ได้ 16 แหล่ง
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ในชิป

ในรูปที่ 2.11 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89CXX ซึ่งจะเห็นได้ว่าโครงสร้างของ AT89CXX จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตระกูลพื้นฐาน ซึ่งจะต่างกันเพียงหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามา หากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล 87XX หน่วยความจำภายในจะเป็นแบบอีพรอม และในบางเบอร์จะสามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว

(Float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนี้ขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสสูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุต และเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 3 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการจะติดต่อกับ ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (Float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังมีหน้าที่การใช้งานพิเศษอีกดังต่อไปนี้

- ขา P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือ ขา RxD
- ขา P3.1 ใช้เป็นขาเอาต์พุตสำหรับรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือ ขา TxD
- ขา P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกช่อง 0 หรือ ขา INTO
- ขา P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกช่อง 1 หรือ ขา INT1
- ขา P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากไทมเมอร์ 0 หรือ ขา T0
- ขา P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากไทมเมอร์ 1 หรือ ขา T1
- ขา P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
- ขา P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขา รีเซ็ต (Reset) ใช้ในการรีเซ็ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อทำการรีเซ็ตสถานะ ที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซ็ตอย่างน้อย 2 แมกซ์ซีไนเซคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องตามปกติต่อไป

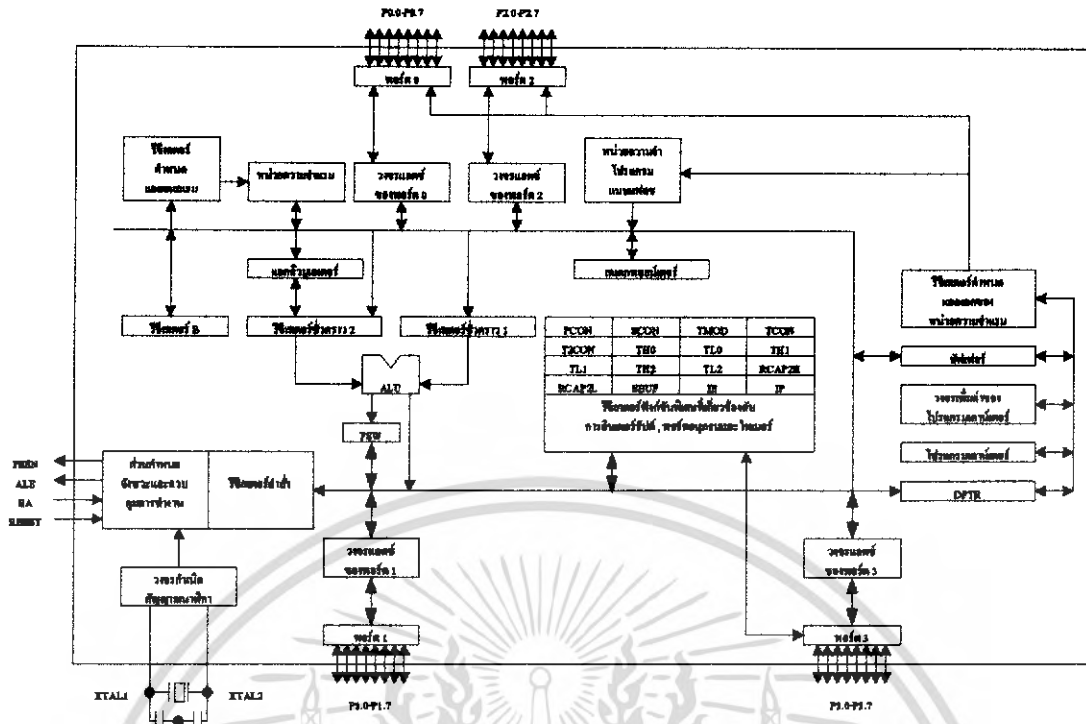
ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program Pulse Input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขาตัวยังใช้เป็นขาสำหรับพัลส์ของโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำ โปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขา 2 ครั้ง ในแต่ละแมกซ์ซีไนเซคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำภายในขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆออกมา

ขา EA/VPP (External Access Enable/Programmable Voltage Input) ใช้สำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก หรือหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขาเป็น “0” จะเป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก แต่ถ้าหากขาเป็น “1” จะเป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายใน นอกจากนี้ที่ขาตัวยังใช้เป็นอินพุตสำหรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12 โวลต์

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลออสซิลเลเตอร์ เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงรายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของAtmel

2.3.3 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบแฟลชมีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ต คือ พอร์ต 0, พอร์ต 1, พอร์ต 2, พอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทางคือสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตสำหรับรับสัญญาณข้อมูลเข้า และเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณข้อมูลออกไป ทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบแฟลชจะมีวงจรมัลติเพลกซ์ และวงจรถับคอลลอคจนบัฟเฟอร์อินพุต ดังแสดงในรูปที่ 2.13

ที่พอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต และเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป และใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก สำหรับพอร์ต 1 และพอร์ต 3 บางขานอกจากจะใช้เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตตามปกติแล้ว ยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษได้อีก ขึ้นอยู่กับว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบแฟลชเบอร์ใด

โดยในรูปที่ 2.13(1) เป็นวงจรของพอร์ต 0 วงจรแลตช์ของแต่ละบิตในแต่ละพอร์ตก็คือวงจร ดีฟลิปฟลอปนั่นเอง การอ่านค่าสถานะของพอร์ต และสถานะของวงจรแลตช์สามารถกระทำได้อย่างอิสระด้วยสัญญาณที่แยกจากกัน คือสัญญาณอ่านข้อมูลจากขาพอร์ต และสัญญาณอ่านข้อมูลจากวงจรแลตช์ ส่วนการเขียนข้อมูลมายังพอร์ตต้องส่งสัญญาณมายังขา CLK ของดีฟลิปฟลอป ในขณะที่ข้อมูลจะผ่านมาจากขาบั๊ตข้อมูลภายในเข้าสู่ขา D ของดีฟลิปฟลอป ที่พอร์ตนี้มีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตว่าต้องการใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติ หรือต้องการใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์

เนื่องจากที่ขาพอร์ต 0 ไม่มีวงจรพูลอัปภายใน หากมีการนำพอร์ต 0 ไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต จะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปภายนอกที่ขาพอร์ต 0 ทุกขาด้วย ส่วนในรูปที่ 2.13(2) เป็นวงจรของพอร์ต 1 จะมีลักษณะทั่วไปเหมือนพอร์ต 0 แต่จะไม่มีวงจรมัลติเพล็กซ์ เนื่องจากพอร์ต 1 ไม่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก แต่จะมีวงจรพูลอัปภายในที่แต่ละบิตแทน

ส่วนในรูปที่ 2.13(3) เป็นวงจรของพอร์ต 2 จะเหมือนกับพอร์ต 0 มาก ต่างกันที่มียังวงจรพูลอัปเพิ่มเติมเข้ามา และในรูปที่ 2.13(4) เป็นวงจรของพอร์ต 3 จะเหมือนกับพอร์ต 0 มาก ต่างกันที่มียังวงจรบั๊ตเฟอร์ และวงจรอินพุตเอาต์พุตเพื่อทำงานในฟังก์ชันพิเศษเข้ามา เนื่องจากพอร์ต 3 สามารถนำไปใช้งานในหน้าที่พิเศษได้ทุกขา

- การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

ในการกำหนดพอร์ตให้เป็นอินพุตพอร์ตต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล "1" มาที่แต่ละบิตของพอร์ตที่ใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัปภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นๆ มีลอจิกเป็น "1" สามารถรับสัญญาณลอจิก "0" จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบั๊ตเฟอร์ภายในพอร์ตแล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าไป เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วสัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกที่ติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ควรจะทำงานในสถานะลอจิก "0" จึงจะดีและสะดวกที่สุด

- การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต

โดยปกติแล้ว ขาพอร์ตจะถูกกำหนดให้เป็นเอาต์พุตพอร์ตอยู่แล้ว จึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้เลย คือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล "0" ก็เขียนข้อมูล "0" ไปยัง วงจรแลตช์ ซึ่งจะทำการส่งต่อไปยังวงจรบั๊ตเฟต ทำให้เฟตทำงาน ที่ขาพอร์ตที่กำหนดก็จะมีค่าลอจิกเป็น "0" และถ้าต้องการส่งข้อมูล "1" ออกไปก็เขียนข้อมูล "1" ออกไปยังวงจรแลตช์ ซึ่งจะทำการส่งต่อไปยังวงจรบั๊ตเฟตทำให้เฟตทำงานที่ขาพอร์ตที่กำหนดก็จะมีค่าลอจิกเป็น "1" ซึ่งเหมือนกับการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต เพียงแต่ไม่มีการอ่านข้อมูลที่บั๊ตเฟอร์ ยกเว้นกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกทางเอาต์พุตพอร์ต

เมื่อใช้งานเป็นเอาต์พุตพอร์ต แต่ละขา (หรือแต่ละบิต) ของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแสหรือที่เรียกว่า กระแสซอร์ส (Source Current) ได้สูงสุด 10 มิลลิแอมป์ และทุกขาารวมกันในแต่ละพอร์ตสูงสุด 26 มิลลิแอมป์สำหรับพอร์ต 0 และ 15 มิลลิแอมป์สำหรับพอร์ต 1 ถึงพอร์ต 3 และในกรณีที่ใช้ทุกพอร์ตเป็นเอาต์พุตพอร์ต จะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71 มิลลิแอมป์ ดังนั้นในการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้งานเป็นเอาต์พุตพอร์ตต้องคำนึงถึงความสามารถในการจ่ายกระแสด้วย โดยอาจจะต่อวงจรบัฟเฟอร์ไว้ที่เอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับกระแสอีกทางหนึ่ง

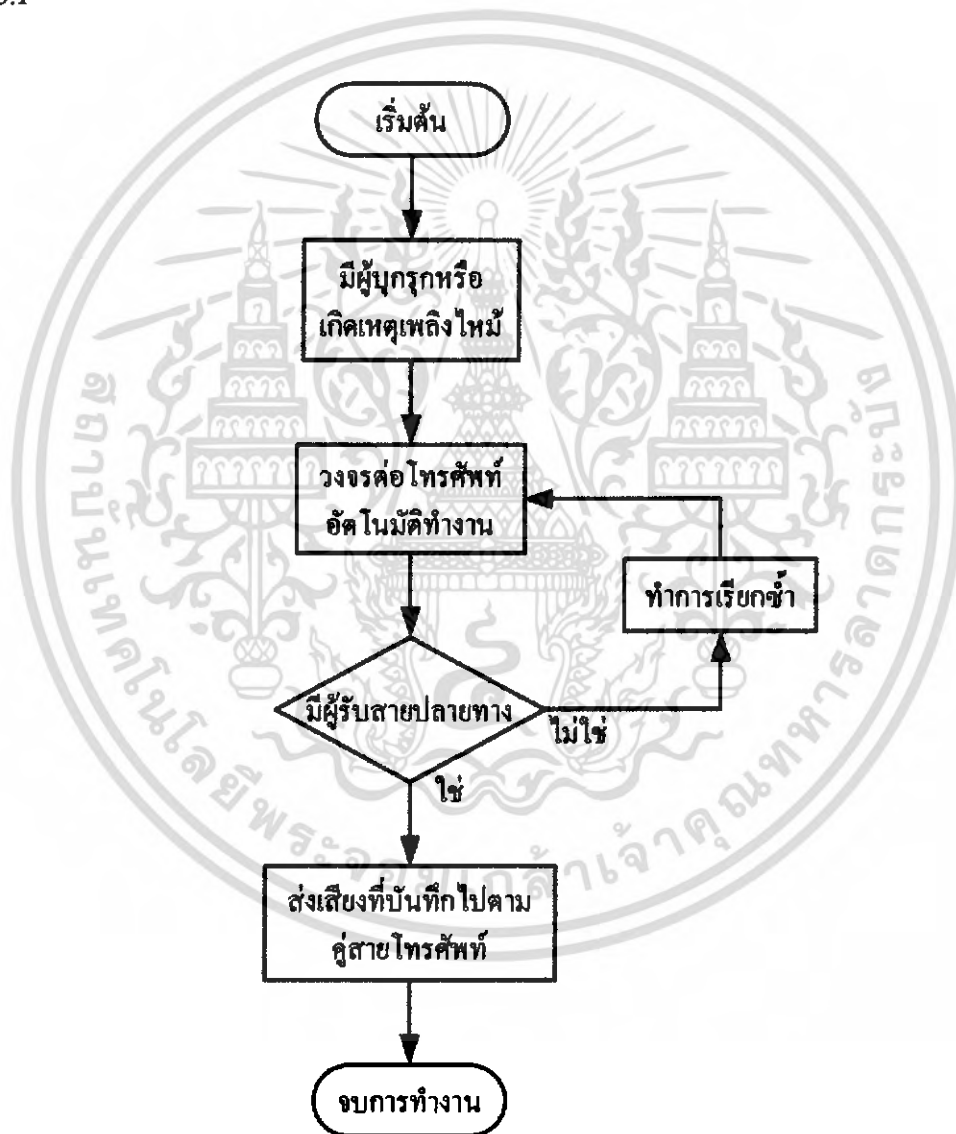


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

การทำงานของระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์จะมีการเตือนภัย 2 ส่วน คือ เมื่อมีผู้บุกรุกหรือเมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้น การตรวจจับผู้บุกรุกจะใช้วงจรรับ – ส่งสัญญาณอินฟราเรด และวงจรสวิทช์แม่เหล็ก สำหรับการตรวจจับเพลิงไหม้ นั้นจะใช้วงจรตรวจจับควันและวงจรตรวจจับเปลวไฟ เมื่อวงจรตรวจจับทำการตรวจจับได้ก็จะทำการโทรออกไปยังหมายเลขที่กำหนดไว้ หากมีผู้รับสายก็จะทำการส่งสัญญาณเสียงเพื่อแจ้งให้ผู้รับสายทราบ แต่ถ้าไม่มีผู้รับสายก็จะทำการเรียกซ้ำไปเรื่อยๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ฟล็อว์ชาร์ตแสดงการทำงานของระบบเตือนภัยผ่านทาง โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 วงจรเซนเซอร์

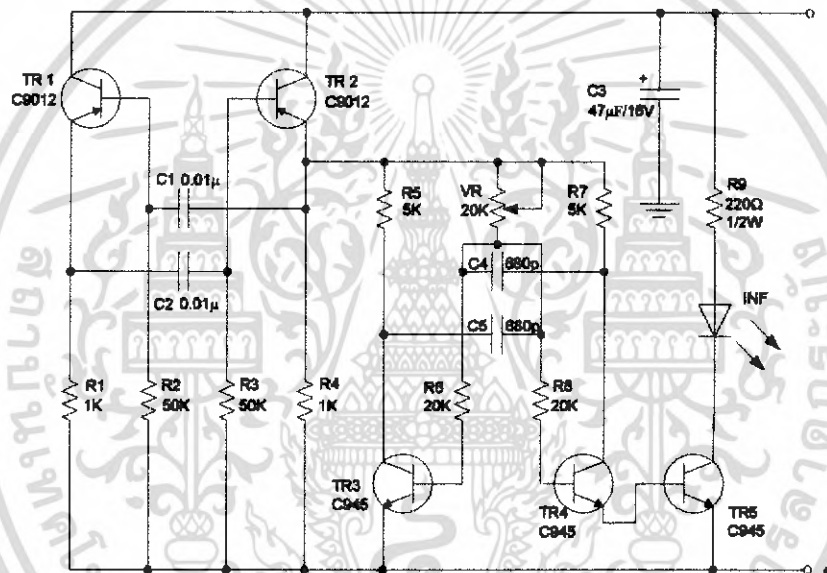
ในโครงงานนี้ประกอบไปด้วยวงจรเซนเซอร์ทั้งหมด 4 วงจร คือ วงจรตรวจจับอินฟราเรด วงจรสวิตช์แม่เหล็ก วงจรตรวจจับควัน และวงจรตรวจจับเปลวไฟ

3.1.1 วงจรตรวจจับอินฟราเรด

วงจรมีวงจรทั้งหมด 3 ภาค คือ ภาคส่ง, ภาครับและภาคควบคุมเวลาเข้า-ออก

- ภาคส่ง

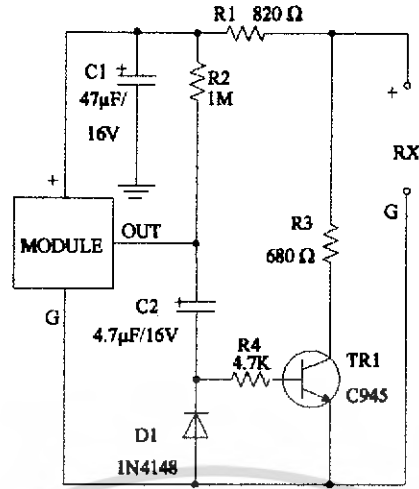
TR1, TR2 ค่อเป็นวงจรถูก้าเนคความถี่ต่ำ ความถี่ต่ำนี้จะไปควบคุม TR3, TR4 ให้ก้าเนคความถี่ประมาณ 38kHz. ซึ่งเป็นคลื่นพาห์ คลื่นพาห์ที่ควบคุมด้วยความถี่ต่ำนี้ส่งเข้า TR5 ขยายกระแสให้อินฟราเรดส่งแสงออกไป



รูปที่ 3.2 วงจรภาคส่งอินฟราเรด

- ภาครับ

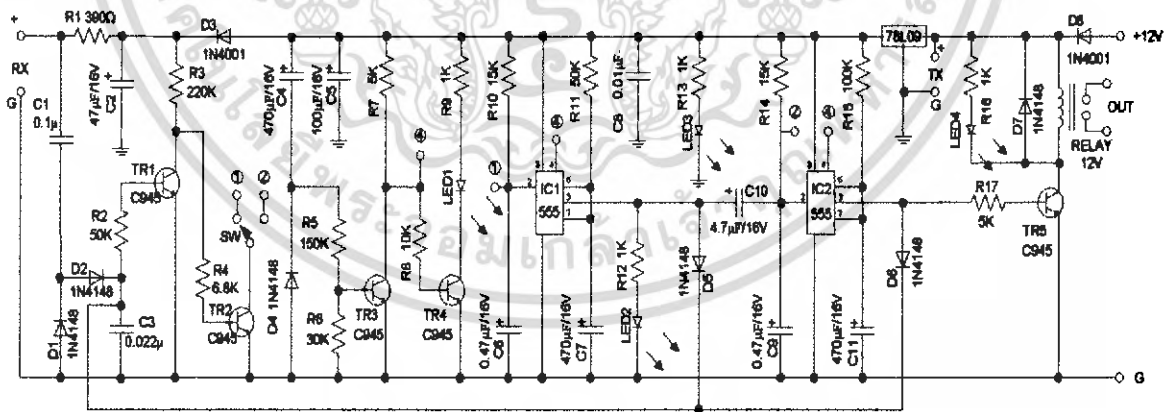
ไฟได้ไคโอดจะรับแสงแล้วทำการดีเทคเอาความถี่ต่ำออกทางขา OUT ส่งเข้า TR6 เพื่อทำการขยายและมิกซ์ความถี่ต่ำเพื่อไปเข้าภาคควบคุม



รูปที่ 3.3 วงจรภาครับอินฟราเรด

- ภาคควบคุม

ความถี่ต่ำที่ส่งมาจะถูกขยายโดย TR7, TR8 ที่ขา C ของ TR8 จะต่อผ่านสวิทช์ ถ้าเลื่อนสวิทช์มาทางเลข 1 เมื่อมีคนมาบังวงจรจะทำการหน่วงเวลาเข้าโดย IC1 เป็นเวลาประมาณ 30 วินาที LED3 จะติดเมื่อ IC1 หยุดทำงานและ LED3ดับ IC2 ก็จะทำงาน LED4 จะติดเป็นเวลา 1 นาที แต่ถ้าเลื่อนสวิทช์มาทางเลข 2 เมื่อมีคนมาบัง IC2 จะทำงาน LED4 จะติดเป็นเวลา 1 นาที ในตำแหน่งนี้ IC1 จะยังไม่ทำงานและ LED3 จะไม่ติด ดังนั้นตำแหน่งนี้จึงไม่มีการหน่วงเวลาเข้า ที่เอาท์พุทของ IC2 จะส่งเข้า TR9 เพื่อขับรีเลย์ ดังนั้นทุกครั้งที IC3 ทำงาน รีเลย์ก็จะทำงานด้วย



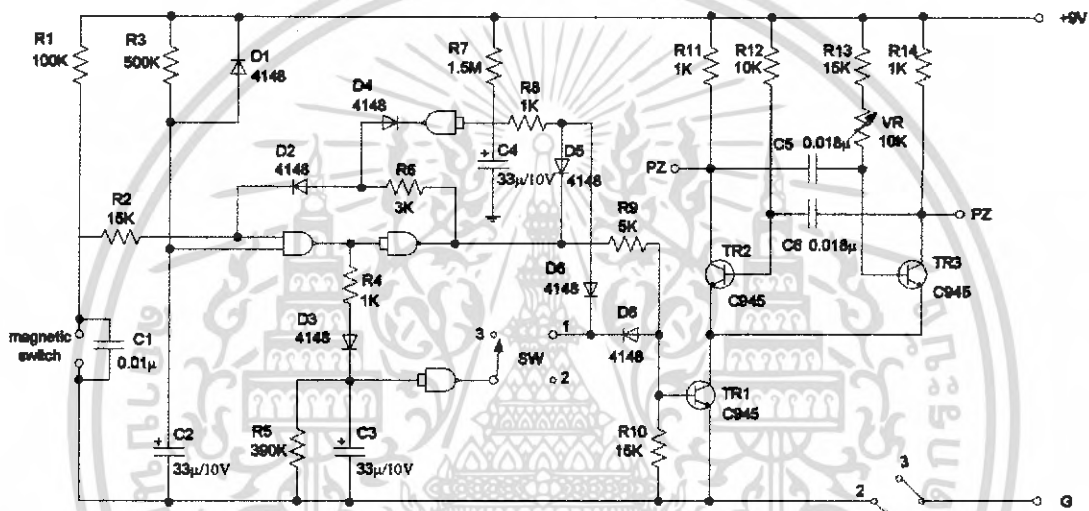
รูปที่ 3.4 วงจรภาคควบคุมอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรสวิตช์แม่เหล็ก

สวิตช์แม่เหล็กส่วนหนึ่งทำจากแม่เหล็กถาวร และอีกส่วนหนึ่งเป็นหน้าสัมผัสสวิตช์ทางกล โดยมีสายติดหน้าสัมผัสออกไปใช้งาน การเปิดปิดของส่วนหน้าสัมผัสสวิตช์ทำได้โดยการดึงดูดของแม่เหล็กถาวร

เมื่อวางแท่งแม่เหล็กติดกับส่วนหน้าสัมผัสสวิตช์ จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กดึงดูดให้สัมผัสติดกันเรียกว่าปิดวงจร หรือ Normally Closed (NC) แต่ถ้านำแม่เหล็กให้ห่างจากส่วนหน้าสัมผัสสวิตช์ แรงจากสปริงจะดึงให้หน้าสัมผัสซึ่งแต่เดิมปิดอยู่เปิดออกจากกันเรียกว่าเปิดวงจร หรือ Normally Open (NO) สวิตช์แม่เหล็กลักษณะนี้นิยมติดตั้งตามบ้านหน้าต่างหรือประตูบ้านเพื่อเป็นสวิตช์ควบคุมการทำงานของเครื่องกันขโมยหรือระบบเตือนภัย (Alarm System)

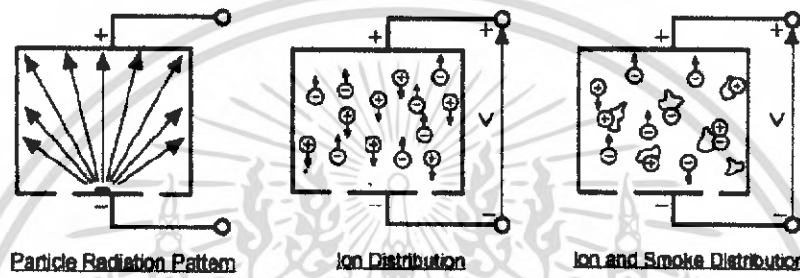


รูปที่ 3.5 วงจรสวิตช์แม่เหล็ก

เมื่อจ่ายไฟเข้าวงจร C2 จะทำการประจุไฟโดยผ่านทาง R3 ซึ่งในตอนนี่วงจรเตือนภัยจะยังไม่ทำงานแม้ว่าจะเปิดหรือปิดสวิตช์แม่เหล็กที่ติดอยู่กับเซนเซอร์แล้วก็ตาม เมื่อ C2 ชาร์จไฟได้ประมาณ 2 ใน 3 ของแหล่งจ่ายไฟจะทำให้ขา 13 ของ IC1/2 มีไฟตามไปด้วย เมื่อเราเปิดสวิตช์แม่เหล็กจะทำให้ขา 12 มีไฟสูง ดังนั้นที่ขา 10 จึงมีไฟสูงป้อนกลับมาเข้าขา 12 เพื่อให้ IC1/1 และ IC1/2 ทำงานค้าง หากเลื่อนสวิตช์มาทางตำแหน่ง 2 จะทำให้ TR1, TR2 และ TR3 ทำงาน เพ็ชโซจึงส่งเสียงเตือนออกมา แต่ถ้าสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง 1 ตอนนี้จะยังไม่มีเสียงเตือน C3 จะทำการดิสชาร์จไฟผ่าน R5 จนเป็นไฟต่ำจึงใช้เวลาประมาณ 10 วินาที ก็จะมีเสียงเตือนออกมาทางเพ็ชโซ หากปิดสวิตช์แม่เหล็กเข้าตามเดิมวงจรก็จะส่งเสียงเตือนไปเรื่อยๆ โดย C4 จะทำการชาร์จไฟผ่านทาง R7 เมื่อ C4 ชาร์จไฟได้ประมาณ 2 ใน 3 ของแหล่งจ่ายไฟจะทำให้ขา 4 มีไฟต่ำ ช็อตไฟที่ป้อนกลับผ่าน R6 ลงกราวด์ ดังนั้นที่ขา 12 จึงมีไฟต่ำ จึงทำให้ที่ขา 10 มีไฟต่ำ TR1, TR2 และ TR3 หยุดทำงานเสียงจึงหยุด แต่ถ้าเปิดสวิตช์แม่เหล็กค้างไว้เสียงก็จะยังคงดังค้างไปเรื่อยๆ

3.1.3 วงจรตรวจจับควัน

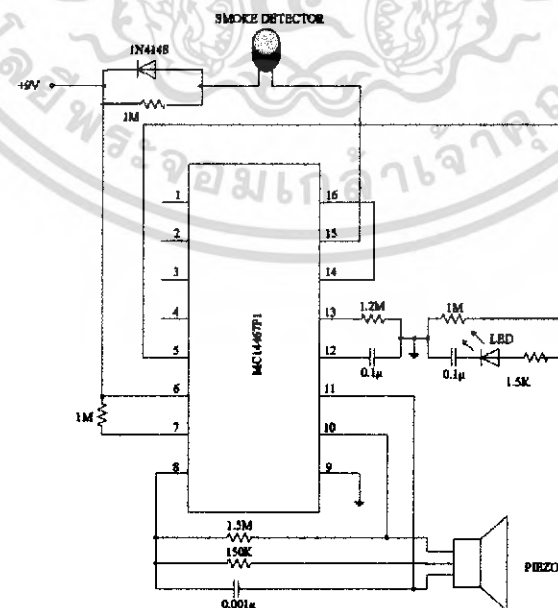
Ionization Smoke Detector Sensor (อุปกรณ์ตรวจจับควัน) เป็นอุปกรณ์การตรวจจับควันแบบ Ionization ที่เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับควันในระยะเริ่มต้นที่มีอนุภาคของควันเล็กน้อยที่เกิดจากเปลวไฟ ก่อให้เกิดอนุภาคเล็กประมาณ 0.01 ถึง 0.3 Micron Ionization Detector ทำงานโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางไฟฟ้าโดยใช้สารกัมมันตภาพรังสีปริมาณน้อยมากซึ่งอยู่ใน Chamber ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับอากาศที่อยู่ระหว่างขั้วบวกและลบ ทำให้ความนำไฟฟ้า (Conductivity) เพิ่มขึ้นมีผลให้กระแสสามารถไหลผ่านได้โดยสะดวกเมื่อมีอนุภาคของควันเข้ามาใน Sensing Chamber นี้ อนุภาคของควันจะไปรวมตัวกับไอออนจะมีผลทำให้การไหลของกระแสลดลงด้วยซึ่งทำให้ตัวตรวจควันแจ้งสถานะทันที



รูปที่ 3.6 แสดงการแตกตัวของไอออนและการรวมตัวกับอนุภาคควัน

ในวงจรตรวจจับควันเราจะใช้ไอซี MC14467-1 โดยจะใช้ MC14467-1 กับ Ionization Chamber และอุปกรณ์ภายนอกอีกไม่กี่ตัวก็จะสามารถตรวจจับควันได้ โดยเมื่อตรวจพบควันจะมีเสียงเตือนผ่านทางเพียโซโซ

ในสภาวะที่ไม่มีควัน MC14467-1 จะมีคาบของการ oscillate 1.67 วินาที เมื่อเกิดควันขึ้นวงจรตรวจจับจะทำงาน คาบของการ oscillate จะเปลี่ยนเป็น 40 มิลลิวินาที และวงจรจับเพียโซโซจะทำงาน



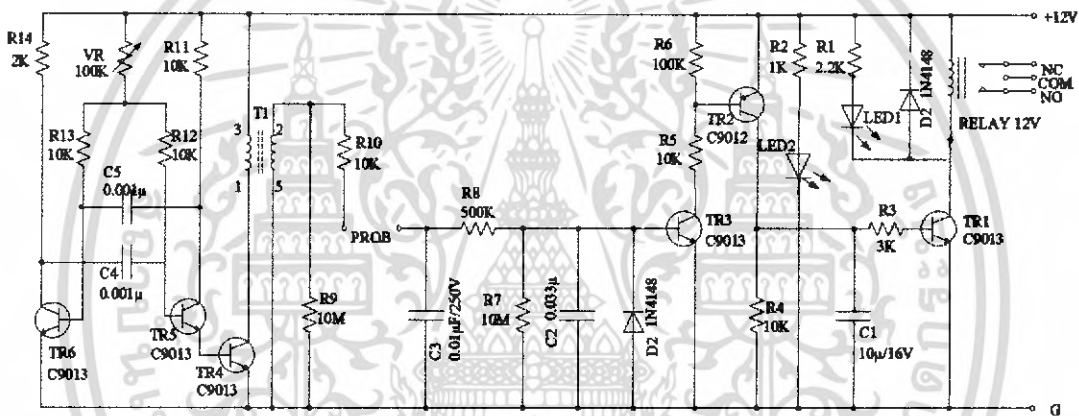
รูปที่ 3.7 วงจรตรวจจับควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 วงจรตรวจจับเปลวไฟ

การทำงานของวงจรจะเริ่มจากในขณะที่ยังไม่มีการตรวจจับเปลวไฟ เมื่อเราทำการจ่ายไฟเข้าวงจร TR5 และ TR6 จะคือเป็นวงจรอะสแตเบิลล์มัลติไวเบรเตอร์ เพื่อทำการผลิตความถี่ความถี่หนึ่งออกมา โดยมีเก็ทมา VR100K เป็นตัวปรับความถี่ดังกล่าว ความถี่ที่ได้นี้จะถูกส่งออกทางขา E ของ TR5 ไปเข้าขา B ของ TR4 เพื่อขยายสัญญาณและขับออกทางขด Primary ของ T1 แล้วจะถูกเหนี่ยวนำไปเข้าขด Secondary ของ T1 สัญญาณที่ถูกส่งมานี้จะไปอยู่ที่ R10

เมื่อมีเปลวไฟมาโดนที่บริเวณหัว Probe ทั้งสองอัน สัญญาณที่รอยู่ที่ R10 จะถูกส่งผ่านเปลวไฟไปเข้าขา B ของ TR3 ผ่าน R8 ทำให้ TR3 ทำงาน เป็นผลให้ TR2 ทำงานตามไปด้วย เมื่อ TR2 ทำงาน แรงไฟจากขา E ของ TR2 จะไหลออกไปทางขา C ของ TR2 เพื่อไปไบอัสให้ TR1 ทำงาน จนเป็นผลให้รีเลย์ทำงานในที่สุด สำหรับ C1 จะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันไม่ให้ไฟที่มาจากไบอัส TR1เกิดการกระเพื่อมจนทำให้รีเลย์ตัดต่อตามไปด้วย



รูปที่ 3.8 วงจรตรวจจับเปลวไฟ

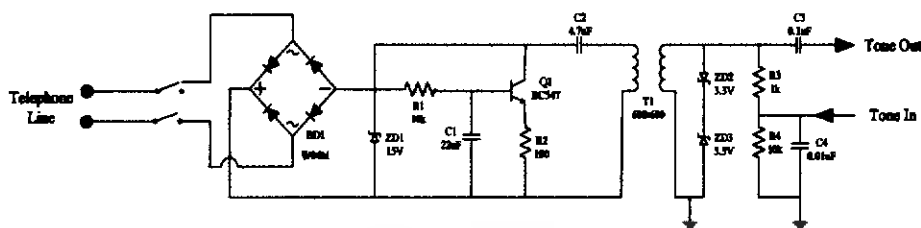
3.2 วงจรควบคุมการยกหูโทรศัพท์

ในการที่จะทำให้ระบบสามารถส่งเบอร์โทรศัพท์หรือสัญญาณDTMFออกไปแจ้งเหตุโดยอัตโนมัติได้ตลอดเวลาเมื่อเกิดเหตุร้ายขึ้น ไม่ว่าเจ้าของบ้านพักอาศัยหรือสำนักงานจะอยู่หรือไม่ก็ตาม เครื่องโทรศัพท์ที่จะต้องสามารถส่งสัญญาณDTMFออกไปยังชุมสายโทรศัพท์โดยไม่ต้องทำการยกหูโทรศัพท์

เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ ชุมสายก็จะมองเห็นว่าเครื่องโทรศัพท์นั้นมีความต้านทานอยู่ 600 โอห์ม จากนั้นชุมสายก็จะจ่ายกระแสให้กับเครื่องโทรศัพท์ ทำให้สามารถกำเนิดสัญญาณDTMFและส่งหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อสื่อสารกันได้ จากหลักการนี้เองในโครงการนี้จึงได้ใช้หม้อแปลงขนาด 600 โอห์ม มาทำการต่อในวงจร โดยปกติเมื่อระบบยังไม่ได้เข้าสู่โหมดการทำงานเพื่อแจ้งเหตุและเตือนภัยโดยอัตโนมัติ นั้น ระบบจะต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับชุมสายซึ่งสามารถใช้โทรศัพท์ได้ตามปกติ แต่เมื่อระบบได้รับสัญญาณให้ทำการส่งหมายเลขโทรศัพท์เพื่อเตือนภัย หม้อแปลงจะถูกต่อขนานเข้าในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่เครื่องโทรศัพท์ไม่ได้ทำการยกหู แต่ชุมสายจะมองเห็นโทรศัพท์เสมือนว่าได้ยกหูขึ้น ดังนั้นชุมสายจะจ่ายกระแสไปยังเครื่องโทรศัพท์และรอรับสัญญาณDTMFจากเครื่องโทรศัพท์



รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมการยกหูโทรศัพท์

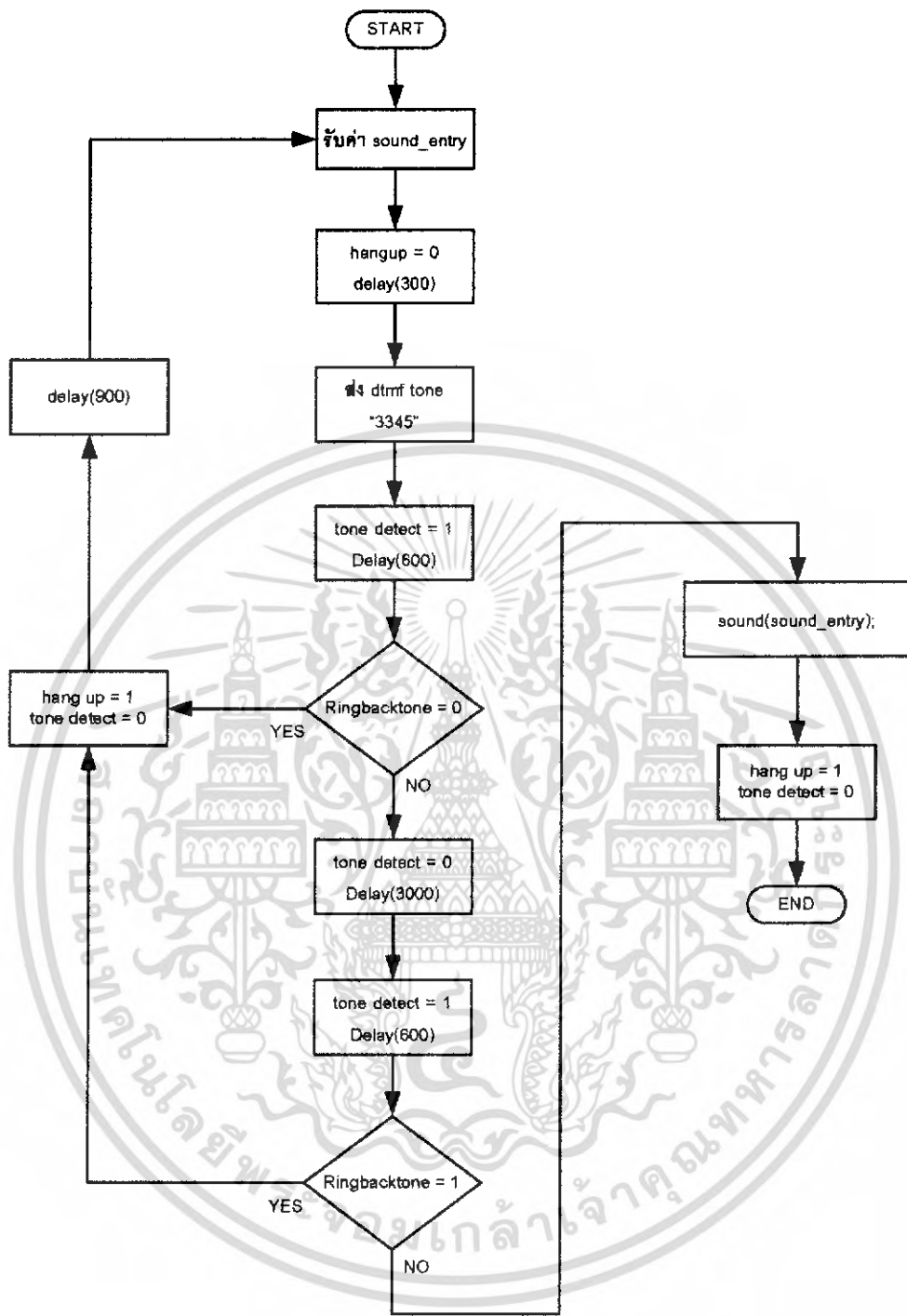
3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณจากสายโทรศัพท์ (Tone Detector)

วงจรมีเราจะใช้ไอซีเบอร์ LM567 ที่เป็นไอซีประเภทเฟสล็อกคัล (Phase Locked Loop) ขา 8 ที่เป็นขาเอาต์พุตจะให้ลอจิกเป็น 0 เมื่อความถี่ของอินพุตที่เข้ามาทางด้านอินพุตคือขา 3 ตรงกับความถี่ภายในตัวไอซีคือความถี่ “fo” ความถี่ fo นี้ได้มาจากค่า R และค่า C ที่ต่อระหว่างขา 5 กับขา 6 และค่า C ที่ต่อระหว่างขา 2 ลงกราวด์โดยความถี่ fo นี้ได้จากการคำนวณจากสูตร $f_o = 1/RC$ ค่า R ในที่นี้ให้อัปเดตระหว่าง 3K – 20K ไอซีเบอร์ LM567 สามารถใช้ในการตรวจสอบความถี่ค่าๆตั้งแต่ขนาด 0.01 Hz จนถึง 500 Hz ได้

วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับจะใช้ในการตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับเมื่อมีสัญญาณเรียกกลับแสดงว่าคิดคือเสร็จ แต่ทางด้านปลายทางยังไม่ได้ยกหูโทรศัพท์ ซึ่งสัญญาณที่ออกทางขาเอาต์พุตเป็นลอจิก 1 จนกระทั่งมีการยกหูโทรศัพท์ เอาต์พุตจะเป็นลอจิก 0 เมื่อพบว่าปลายทางยกหูขึ้นจริงก็จะส่งสัญญาณไปยังMCS-51 แล้วจึงส่งสัญญาณไปควบคุมส่วนของ Sound control ให้ส่งข้อมูลไปยังปลายทางซึ่งข้อมูลที่ส่งไปนั้นจะสอดคล้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

วงจรมีใช้ไอซีเบอร์ LM567 ซึ่งเป็น Phase Locked Loop (PLL) ไอซีเบอร์นี้จะมีลอจิกเป็น 1 ในสถานะปกติและจะเปลี่ยนแปลงเป็นลอจิก 0 (พัลส์ขอบขาลง) เมื่อมีความถี่ 400 Hz เข้ามาที่ขาอินพุตและเอาต์พุตที่ออกจากไอซีเบอร์ LM567 จะส่งไปให้กับวงจรโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) ชุดที่ 1 ของไอซีเบอร์ 74LS123 (Retriggable Monostable) ซึ่งมีวงจรโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) อยู่ 2 ชุด โดยเซ็ท (set) ให้ trig ที่ขอบขาลงเอาต์พุตจะเป็นลอจิก 1 ตลอด จนกว่าการเรียกกลับจะหมดไป เมื่อสัญญาณเรียกกลับหมดไปจะมีพัลส์ที่ขอบขาลงไปกระตุ้น ทำให้วงจรโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) ของชุดที่ 2 มีเอาต์พุตเปลี่ยนจากลอจิก 1 เป็นลอจิก 0

เนื่องจาก Ring Back Tone เป็นสัญญาณที่มีความถี่ 400 Hz ดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที เราจึงต้องเซ็ทเวลาของไอซี 74LS123 ความสูตร $T_w = 0.28RC(1+0.7/R)$ โดยที่ R ในวงจรโมโนสเตเบิ้ล



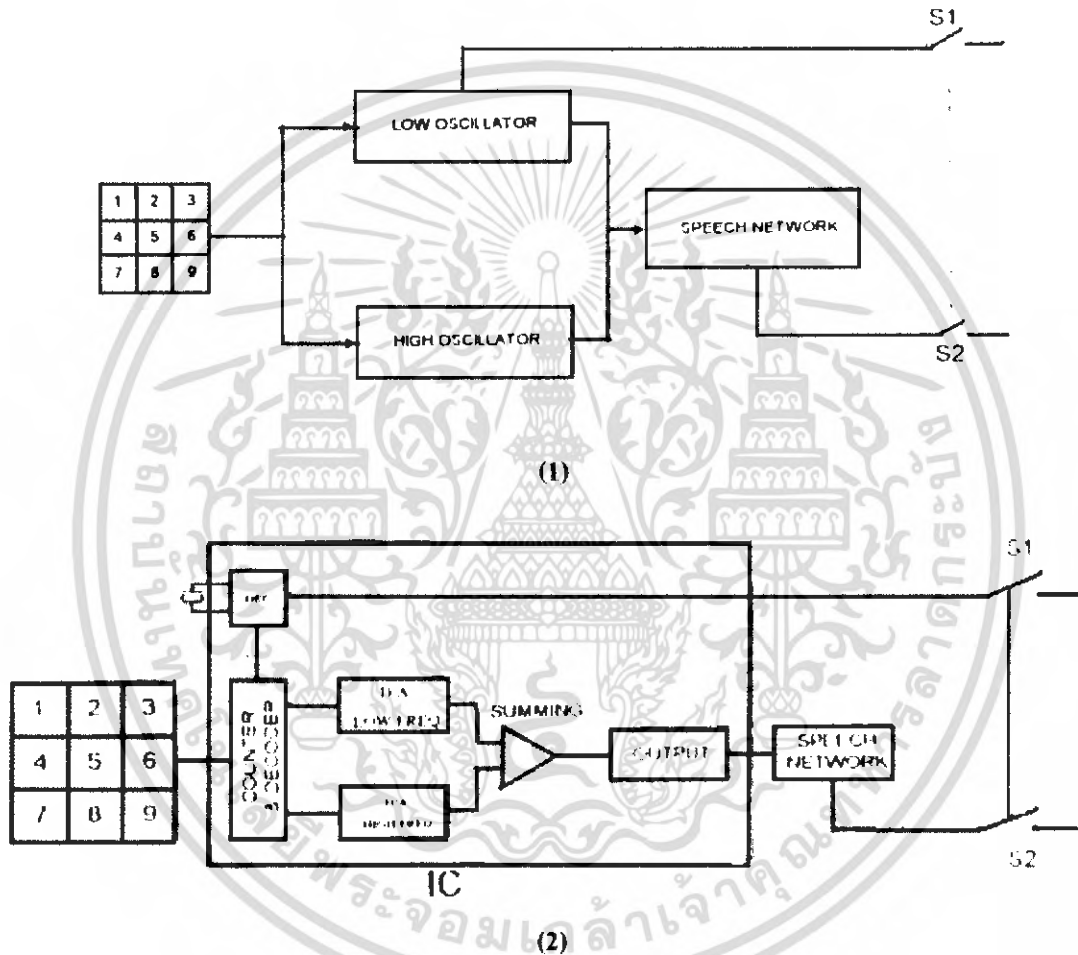
รูปที่ 3.11 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการเรียกซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF

การส่งรหัสหมายเลขโดยใช้ไอซีสำเร็จรูป

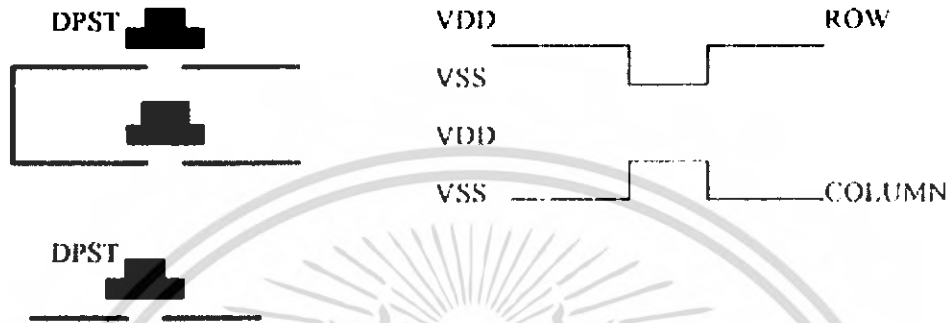
ในรูปที่ 3.12(1) เป็นบล็อกไดอะแกรมของการกำเนิดสัญญาณ DTMF โดยใช้อุปกรณ์จำพวกพาสซีฟ (passive element) ในการนำมาสร้างวงจรออสซิลเลเตอร์ซึ่งเราจะพบปัญหาว่าอุปกรณ์เหล่านี้จะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปและอายุการใช้งาน ซึ่งจะส่งผลให้ความถี่ที่ผลิตออกมามีความคลาดเคลื่อนทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ในการทำงาน



รูปที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมของการกำเนิดสัญญาณ DTMF

ดังนั้นการสร้างไอซีสำเร็จรูปมาใช้แทนอุปกรณ์พาสซีฟย่อมที่จะแก้ปัญหานี้ได้ในระดับหนึ่ง ในรูปที่ 3.12(2) เป็นบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่นำมาใช้กำเนิดสัญญาณ DTMF ซึ่งวงจรภายในจะประกอบด้วยวงจรนับและถอดรหัสสัญญาณ (counter and decoder) ซึ่งวงจรถอดรหัสก็จะแยกแยะว่า การกดหมายเลขแต่ละครั้งจะตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวแถวและแนวคอลัมน์ เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวแถวและแนวคอลัมน์ไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสจะเป็นสัญญาณดิจิทัลสองสัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นนำไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลไปเป็นอนาล็อกและนำมารวมกัน โดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยูตเห็นใบโฆษณาในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

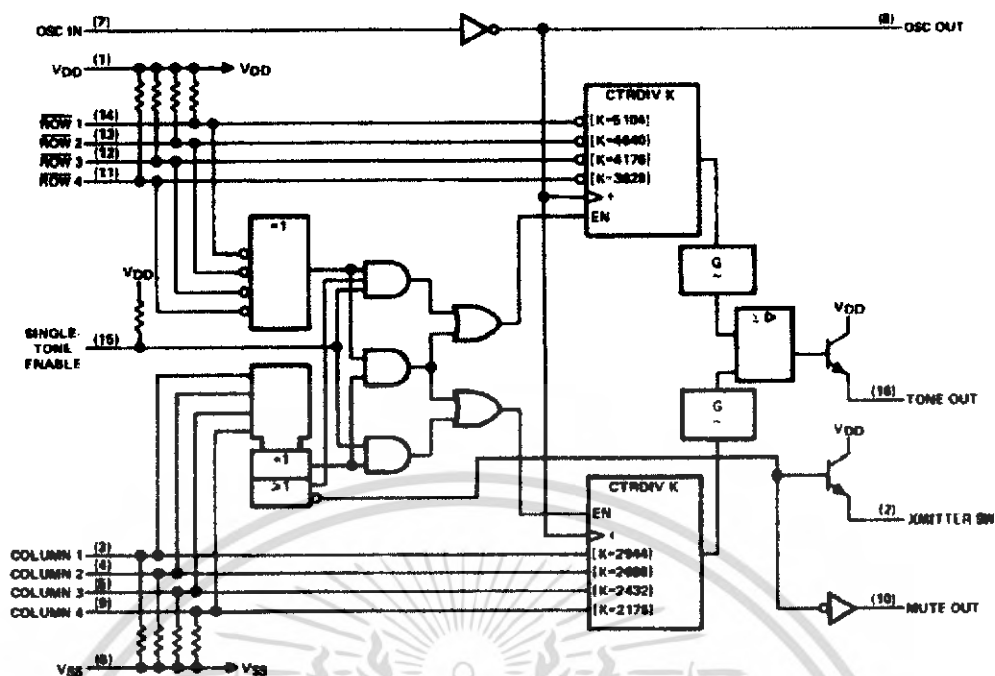
(summing amp) แล้วจึงถูกส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (speech network) และผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ในที่สุด ไอซีอาจจะถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกับแป้นพิมพ์หมายเลขชนิด DPST (dual – pole single throw) ซึ่งจะมีหน้าสัมผัสสองหน้า หรืออาจจะเป็นชนิด SPST (single – pole single throw) ก็ได้ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงชนิดของปุ่มกดแบบ DPST และรูปสัญญาณ

รูปที่ 3.13 เป็นแผนภาพและรูปสัญญาณเมื่อมีการกดปุ่มเลขใดๆ จะสังเกตว่าในการถอดรหัสของแนวแถวจะทำงานที่ลอจิก 0 แต่ในแนวคอลัมน์จะทำงานที่ลอจิก 1

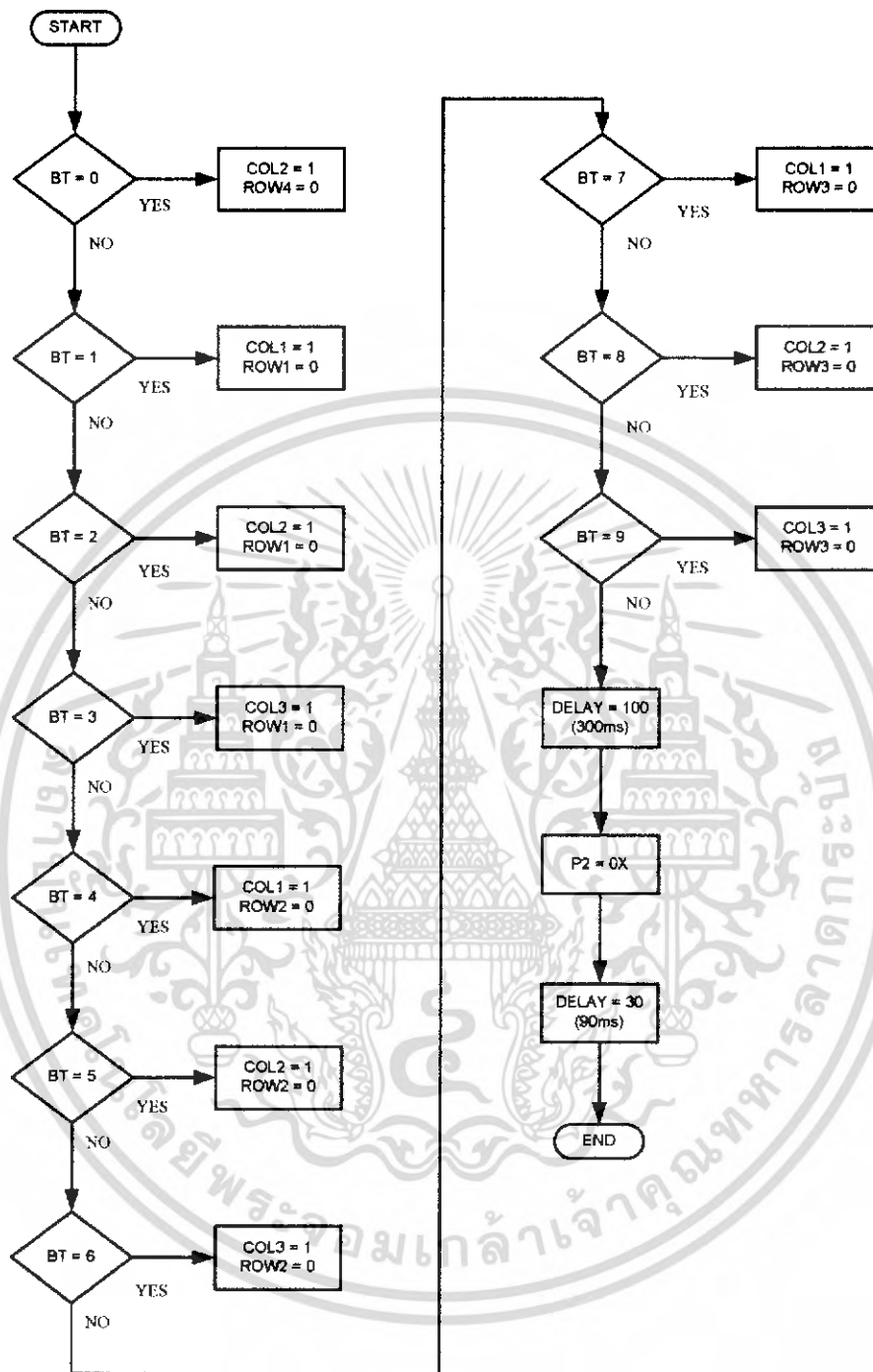
รูปที่ 3.14 เป็นแผนภาพแสดงวงจรภายในไอซีเบอร์ TCM5087 จะเห็นว่าวงจรภายในจะประกอบด้วยวงจรถอดรหัส ลอจิกเกตและวงจรหารความถี่ (วงจรรนับ) หรือ CTRDIV K การทำงานจะเริ่มเมื่อมีการกดหมายเลขโทรศัพท์จะทำให้มีสัญญาณแฉวและสัญญาณคอลัมน์เกิดขึ้น และขาสัญญาณ single tone enable จะต้องถูกทำให้แอคทีฟ (ACTIVE) สัญญาณแฉวและคอลัมน์จะถูกนำไปเลือกค่า K ในวงจร CTRDIV K เพื่อนำไปเป็นตัวหารสัญญาณจากวงจรออสซิลเลเตอร์หลัก ซึ่งจะเลือกใช้ค่าความถี่จากวงจรออสซิลเลเตอร์ให้มีค่า 3.579545 MHz โดยจะหารด้วยค่า K จากวงจร CTRDIV K ทั้ง 2 วงจรสำหรับลอจิกเกตนั้นถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าการกดปุ่มหมายเลขแต่ละครั้งเป็นการกดเพียงปุ่มเดียวจริงๆ เมื่อตรวจได้ว่าไม่มีการกดปุ่มในเวลาเดียวกันมากกว่า 1 ปุ่มจึงค่อยเอาสัญญาณลอจิกจากส่วนนี้ไปเป็นสัญญาณอินาเบิล (enable) ให้แก่วงจร CTRDIV K ทั้ง 2 วงจร



รูปที่ 3.14 แผนภาพแสดงวงจรภายในไอซีเบอร์ TCM5087

ในส่วนของการล็อกที่มาจากบล็อก >1 หมายความว่า เมื่อใดก็ตามที่มีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ จะเป็นการส่งสัญญาณไปยังขา 10 (mute out) ซึ่งจะควบคุมให้มีสัญญาณจากวงจรบวกและขยายสัญญาณผ่านเข้าสู่หูฟังในระดับที่เหมาะสม ส่วนสัญญาณที่ขา 2 (xmitter sw) จะถูกนำไปใช้ควบคุมไม่ให้วงจรของการส่งสัญญาณเสียงพูดทำงานเมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขอยู่ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในขณะส่งรหัสหมายเลขขุ่นนั่นเอง ย้อนกลับมาดูสัญญาณที่ออกมาจากวงจร CTRDIV K ทั้ง 2 จะถูกนำไปเข้าวงจร D/A เพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณรูปคลื่นไซน์และนำมาออกสู่เตกกันโดยใช้วงจรบวกและขยายสัญญาณก็จะแทนหมายเลขที่ถูกกดนั่นเอง

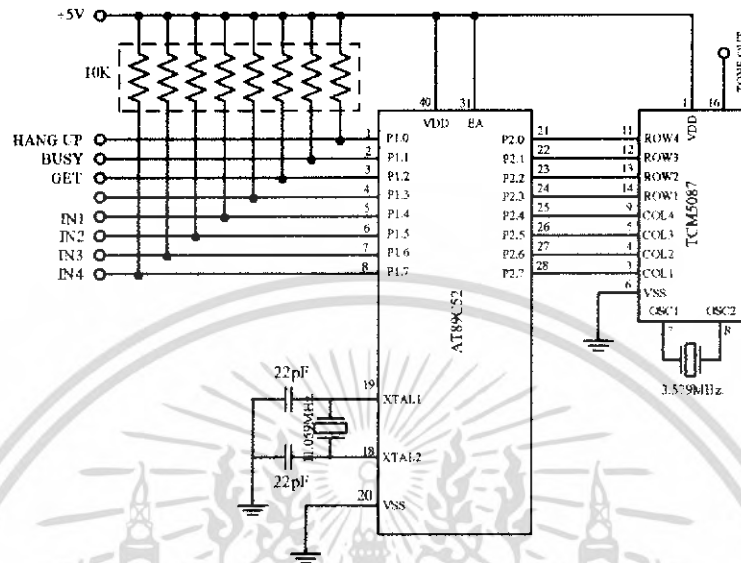
จากรูปที่ 3.13 การถอดรหัสของแนวแถวจะทำงานที่ลอจิก 0 และในแนวคอลัมน์จะทำงานที่ลอจิก 1 ดังนั้นถ้าต้องการส่งสัญญาณDTMF ออกไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องทำให้สัญญาณตามแนวแถวและแนวคอลัมน์ของหมายเลขนั้นๆมีค่าเป็น 0 และ 1 ตามลำดับ เช่น ถ้าต้องการส่งสัญญาณDTMF ของหมายเลข 0 จากรูปที่ 2.10 หมายเลข 0 อยู่ในแถวที่ 4 คอลัมน์ที่ 2 ดังนั้นแถวที่ 4 จะมีค่าเป็น 0 และคอลัมน์ที่ 2 จะมีค่าเป็น 1 สำหรับหมายเลขอื่นๆจะเป็นไปตามรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ไฟล์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการทำงานกำเนิดสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับ TCM5087 เป็น
 ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แสดงวงจรถ่ายสัญญาณ DTMF

3.5 วงจรบันทึกเสียง

ไอซีบันทึกเสียง ISD2590 เป็น ไอซีบันทึกเสียงในตระกูล ISD25XX ซึ่ง ไอซีบันทึกเสียงนี้เป็น
 วิวัฒนาการของการบันทึกเสียงแบบไร้เส้นเทป ซึ่งมีศักยภาพในการบันทึกมากและมีองค์ประกอบ
 ภายนอกที่เรียบง่ายกว่าการบันทึกเสียงแบบเส้นเทป

3.5.1 คุณสมบัติของ ISD2590 และ ไอซีในตระกูล ISD25XX

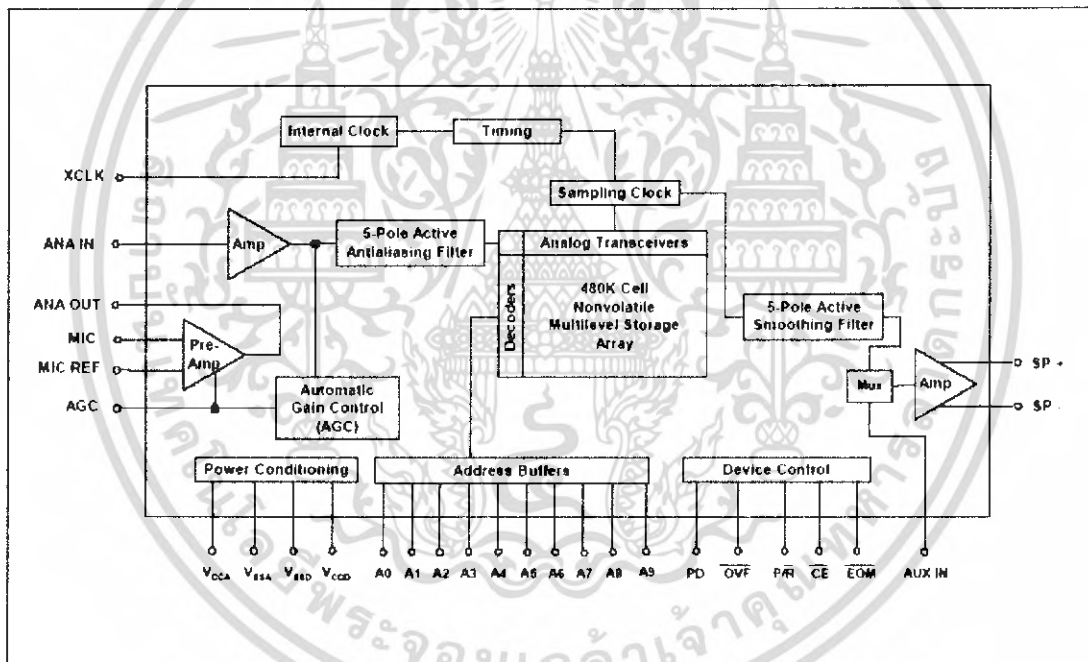
- ใช้ไอซีเพียงตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้
- ไม่ต้องมีอุปกรณ์ประเภท ไอซีอื่นๆ ประกอบรวมภายนอก
- ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
- มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับ โดยให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
- สามารถต่อкасcade (Cascade) กัน เพื่อเพิ่มหน่วยความจำในการเก็บข้อมูลได้มากขึ้น
- สามารถควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
- จะปิดโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
- สามารถเก็บความจำไว้ได้นาน 100 ปี โดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- สามารถบันทึกซ้ำได้ถึง 100,000 ครั้ง
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณภายในตัว

- สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเสียงอย่างเดี่ยว เพื่อพัฒนารูปแบบการใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าจะวิธีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระยะเวลาในการบันทึก / เล่นกลับตั้งแต่ 45, 60, 75 และ 90 นาที ตามแต่เบอร์ในตระกูล ISD25XX
- จากคุณสมบัติต่างๆที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวนี้ จึงทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ไอซีบันทึกเสียง เนื่องจากตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจาก ไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออก ลำโพงได้รวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียวหมดแล้ว

ในส่วนของการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลเสียงไว้ใน ไอซีบันทึกเสียงนั้น ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลล์แบบไม่ต้องการแรงดันสำรองข้อมูลไม่ให้อายุหาย (Nonvolatile Memory Cells) โดยที่สัญญาณเสียงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสัญญาณอะนาล็อก (Analog) จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บข้อมูลเสียงจะถูกจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอะนาล็อกอยู่เช่นเดิมจึงทำให้สัญญาณเสียงที่ได้จากการเล่นกลับมีคุณสมบัติเหมือนต้นกำเนิดเสียง เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital) เข้ามาเกี่ยวข้อง



รูปที่ 3.17 บล็อกโคะแกรมภายในของไอซี ISD25XX

จากรูปที่ 3.17 แสดงบล็อกโคะแกรมภายในของ ISD25XX เมื่อพิจารณาบล็อกโคะแกรมแล้วก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับตระกูล ISD12XX / 14XX มาก หากแต่มีความแตกต่างกันอยู่ในส่วนของบล็อกแอดแดรสบัฟเฟอร์ และบล็อกส่วนการควบคุม นอกจากนี้ยังมีบล็อกมัลติเพล็กซ์สัญญาณอินพุตของเพาเวอร์แอมป์ภายในไอซี เพื่อทำการเลือกที่จะขยายสัญญาณที่ถูกบันทึกเก็บไว้ หรือขยายสัญญาณจากภายนอกที่ขา AUX IN ทั้งหมดนี้เป็นข้อแตกต่างของ ISD25XX ดังแสดงข้อมูลทางการบันทึกสัญญาณของไอซีในตระกูลไว้ในตารางที่ 3.1

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

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีในตระกูล ISD25XX

เบื้องต้นของการทำงานนั้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตระกูลนี้เสียก่อนดังแสดงในตารางแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าในตารางที่ 3.1 รายละเอียดในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งานและการทำงานเบื้องต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด เพราะหากกล่าวถึงการทำงานธรรมดาก็คือใช้บันทึกเสียง แต่การทำงานของแต่ละขาและหน้าที่ของแต่ละขานั้นมีความสำคัญมากกว่า เพราะจะสามารถนำไอซีไปใช้งานได้ถูกต้องและปลอดภัย

ขา 1 – 10 ขาแอดเดรสและ โหมดอินพุตจะมีอยู่สองฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของขาแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSB เป็น “0” อินพุตก็จะปรากฏขึ้นที่แอดเดรสบิตทั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึกและเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดการแลตช์โดยขอบขาของพัลส์ที่ขา CE มีสถานะเป็น “1” ขาแอดเดรส / โหมดอินพุต จะมาขึ้นอยู่กับโหมดบิตทั้งหมดและเกิดการแลตช์เมื่อขอบขาของปรากฏที่ขา CE

ขา 11 จะเป็นขารับอินพุตจากภายนอก ซึ่งเป็นการมีลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุตของวงจรขยายภายในและขับออกสู่เอาต์พุตลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้เกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น “1” วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อแอสเคต ISD25XX กันหลายๆตัว ขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาต์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้าหรือจากตัวแรก

ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอ.ซี. ในตระกูล ISD25XX จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังของไอ.ซี. การใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำเพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพง ในตระกูล ISD25XX นี้ จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพงซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอ.ซี.เรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขาคอ์ลำโพงเอาต์พุตทั้งสองนี้จะไม่ต่อบนกันโดยตรงเด็ดขาดเมื่อต้องถูกใช้ต่อแอสเคตกันหลายๆตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงหลายตัวบนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเอาท์พุท ขาเอาท์พุทลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับตัวไอ.ซี.อีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุ คัปปลิ่งอยู่ภายในเรียบร้อยแล้ว

ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรถอนาล็อก และวงจรถิจิตอลที่ประกอบอยู่ในตัวไอ.ซี. ขารับแรงดันต้องการไฟเลี้ยง +5 โวลต์และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุทที่ผ่านเข้ามายังไม่โคร โฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปริแอมป์ที่ประกอบอยู่ในตัวไอ.ซี. ภายในประกอบด้วยวงจรถวมอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรมีจะทำหน้าที่ควบคุมอัตราขยายของวงจรปริแอมป์ให้มีอัตราขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโคร โฟนภายนอกจะถูกคัปปลิ่งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 ค่าความจุของตัวเก็บประจุคัปปลิ่งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์มที่อยู่ภายในขา 17 ของไอ.ซี. เพื่อทำให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำ

ขา 18 จะต่อเข้ากับกราวด์อนาล็อก (A_{SSR}) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อนเพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนให้ต่ำกว่า 10 เดซิเบล

ขา 19 เป็นขาอินพุทเพื่อควบคุมการปรับอัตราขยายของปริแอมป์ไมโคร โฟนทางด้านไดนามิกเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขา AGC จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ R, C เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์มและจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกหนึ่งตัวผ่านลงกราวด์อนาล็อก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์มและตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปริแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคัปปลิ่งภายนอกคัปปลิ่งสัญญาณเข้าที่ขา 20 เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ภายในตัวไอ.ซี. ตัวเก็บประจุคัปปลิ่งภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กันกับค่าความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุทอิมพีแดนซ์เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรรองความถี่ต่ำผ่านแบบคัตออฟ

ขา 21 เป็นขาเอาท์พุทของวงจรปริแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโคร โฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

ขา 22 สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกมาทางขาเอาท์พุทนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอ.ซี. ได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้วและจะแสดงเป็นสถานะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาท์พุทจากขา OVF นี้จะจ่ายให้กับขา CE อินพุทจนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซ็ตและเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา OVF นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD25XX ในตัวถัดไปได้เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

ขา 23 ขา CE จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ "0" เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึกที่ขาแอดเดรสอินพุทและขา P/R อินพุทแต่ละขาค่าจากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE

ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ ที่ขา PD จะมีสถานะเป็น "1" ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมาๆ แต่เมื่อขา OVF มีสถานะเป็น "0" ที่แสดงถึงการเล่นกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณเริ่มต้นบันทึกข้อความที่ 1
- พุดข้อความที่ 1 ลงไปจนจบ
- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณสิ้นสุดการบันทึกข้อความที่ 1
- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณเริ่มต้นบันทึกข้อความที่ 2
- พุดข้อความที่ 2 ลงไปจนจบ
- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณสิ้นสุดการบันทึกข้อความที่ 2

เมื่อต้องการบันทึกข้อความที่ 3, 4, 5, ก็ทำซ้ำแบบเดิมไปเรื่อยๆ แต่อย่าลืมว่าข้อความทั้งหมดที่บันทึกไปนั้นจะต้องไม่ยาวเกินเวลาที่ไอซีกำหนดไว้ เพราะถ้าบันทึกข้อความยาวเกินก็จะทำให้ข้อความแรกที่บันทึกไปโดนข้อความใหม่บันทึกทับลงไปนั่นเอง

2. การอ่านข้อความเรียงลำดับ คือการเล่นข้อความเรียงลำดับตั้งแต่ข้อความที่ 1 จนถึงข้อความสุดท้ายโดยวิธีการอ่านข้อความทำตามลำดับดังนี้

- ป้อนสัญญาณพัลส์บวกที่ขา RES เพื่อรีเซ็ตการทำงาน
- ป้อนไฟบวก (ลอจิก “1”) ให้ขา P/R เพื่อเข้าสู่การอ่านข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST ข้อความที่ 1 ก็จะถูกละ่นออกมาจนจบ
- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST ข้อความที่ 2 ก็จะถูกละ่นออกมาจนจบ

เมื่อต้องการเล่นข้อความที่ 3, 4, 5, ก็ให้ทำซ้ำแบบเดิมไปเรื่อยๆ จนหมดทุกข้อความถ้าขณะข้อความนั้นเล่นอยู่ยังไม่จบ ถ้ามีการป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST ข้อความที่กำลังเล่นอยู่ก็จะหยุดทันที เหมือนกับการ PAUSE และเมื่อป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST อีกครั้งข้อความนั้นก็จะถูกละ่นต่อจากเดิมไปจนจบ

3. การเล่นเสียงแบบไม่เรียงลำดับ คือการเล่นข้อความข้ามไปมา หรือเล่นข้อความไหนก่อนก็ได้ โดยไม่ต้องเรียงลำดับตามที่ได้บันทึกไว้ ซึ่งเราใช้หลักการนี้ในการทำวงจร Voice P/R วิธีการอ่านข้อความแบบไม่เรียงลำดับให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

- ป้อนสัญญาณพัลส์บวกที่ขา RES เพื่อรีเซ็ตการทำงาน
- ป้อนไฟบวก (ลอจิก “1”) ให้ขา P/R เพื่อเข้าสู่การอ่านข้อความ
- ป้อนไฟบวก (ลอจิก “1”) ให้ขา SHIFT เพื่อเข้าสู่การเล่นข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST 1 ครั้งเพื่อตั้งเล่นข้อความไป 1 ช่อง
- ป้อนไฟลบ (ลอจิก “0”) ให้ขา SHIFT เพื่อเสร็จสิ้นการเล่นข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST ข้อความที่ 2 ก็จะถูกละ่นออกมาจนจบ

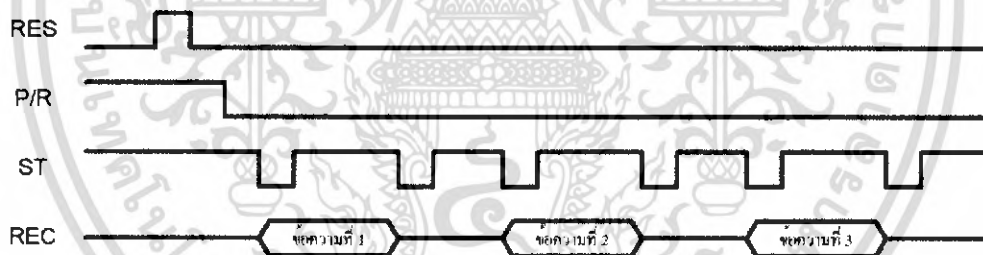
จากที่กล่าวมาเป็นการอ่านข้อความที่ 2 ก่อน ถ้าต้องการกระโดดไปอ่านข้อความที่ 5 ถัดไปจะต้องทำดังนี้

- ป้อนไฟบวก (ลอจิก “1”) ให้ขา SHIFT เพื่อเข้าสู่การเล่นข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST 2 ครั้งเพื่อตั้งเล่นข้อความไป 2 ช่อง
- ป้อนไฟลบ (ลอจิก “0”) ให้ขา SHIFT เพื่อเสร็จสิ้นการเล่นข้อความ
- ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST ข้อความที่ 5 ก็จะถูกละ่นออกมาจนจบ

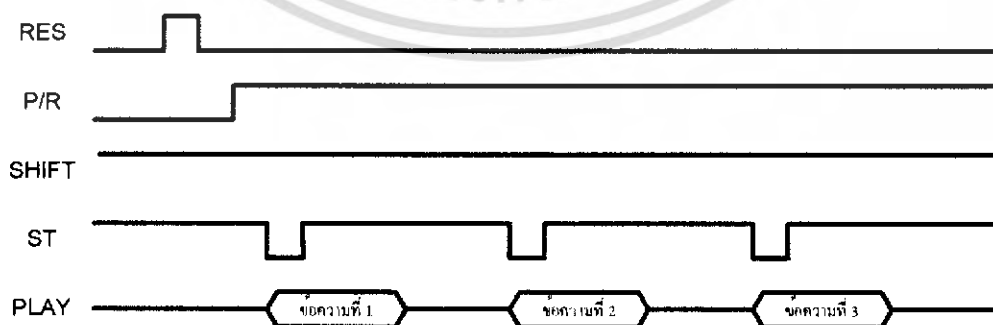
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนเรียงลำดับ		การอ่านเรียงลำดับ		การอ่านไม่เรียงลำดับ	
ขาอินพุต	สถานะ	ขาอินพุต	สถานะ	ขาอินพุต	สถานะ
ขา RES	พัลซ์บวก	ขา RES	พัลซ์บวก	ขา RES	พัลซ์บวก
ขา P/R	0	ขา P/R	1	ขา P/R	1
ขา ST ใส่ข้อความที่ 1	พัลซ์ลบ	ขา ST	พัลซ์ลบ	ขา SHIFT	1
ขา ST	พัลซ์ลบ	ฟังข้อความที่ 1		ขา ST	พัลซ์ลบ
ขา ST	พัลซ์ลบ	ฟังข้อความที่ 1		ขา SHIFT	0
ขา ST	พัลซ์ลบ	ฟังข้อความที่ 1		ขา ST	พัลซ์ลบ
ขา ST	พัลซ์ลบ	ฟังข้อความที่ 1		ฟังข้อความที่ 2	
ใส่ข้อความที่ 2		ขา ST	พัลซ์ลบ	ขา SHIFT	1
ขา ST	พัลซ์ลบ	ฟังข้อความที่ 2		ขา ST	พัลซ์ลบ
ขา ST	พัลซ์ลบ	ฟังข้อความที่ 2		ขา ST	พัลซ์ลบ
ใส่ข้อความที่ 3		ขา ST	พัลซ์ลบ	ขา SHIFT	0
ขา ST	พัลซ์ลบ	ฟังข้อความที่ 3		ฟังข้อความที่ 5	
ขา ST	พัลซ์ลบ	ฟังข้อความที่ 3			

ตารางที่ 3.2 วิธีควบคุมการทำงานของ ISD2590 ในโหมดบันทึกหรือเล่นเสียงหลายข้อความ

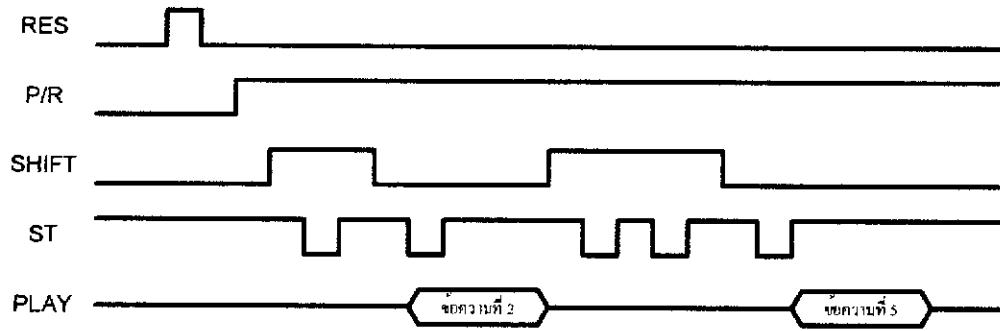


รูปที่ 3.19 แผนภูมิเวลาการเขียนแบบเรียงลำดับ



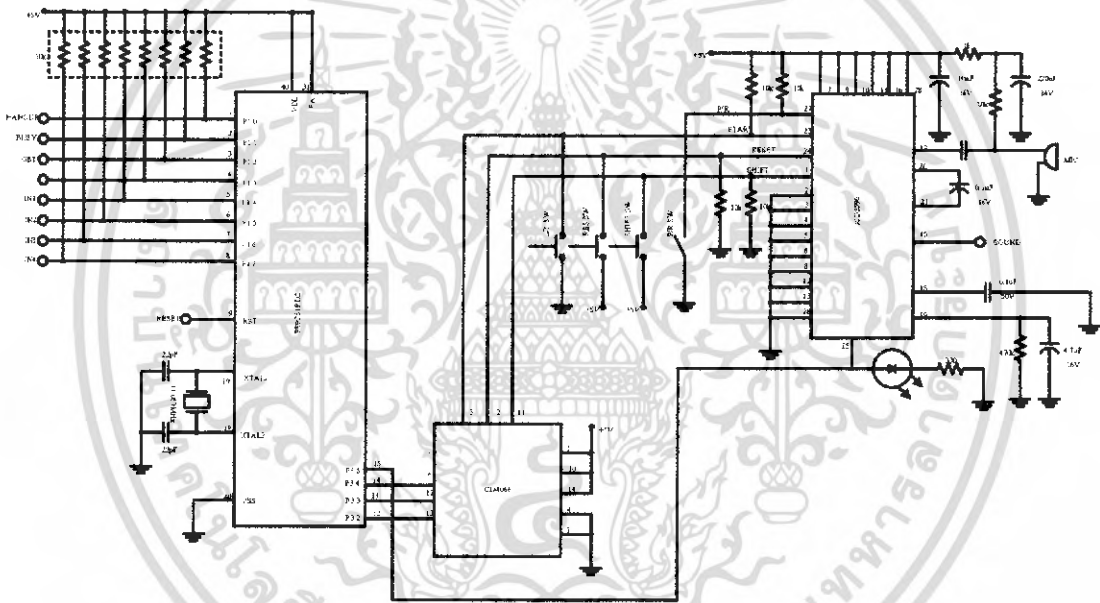
รูปที่ 3.20 แผนภูมิเวลาการอ่านแบบเรียงลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



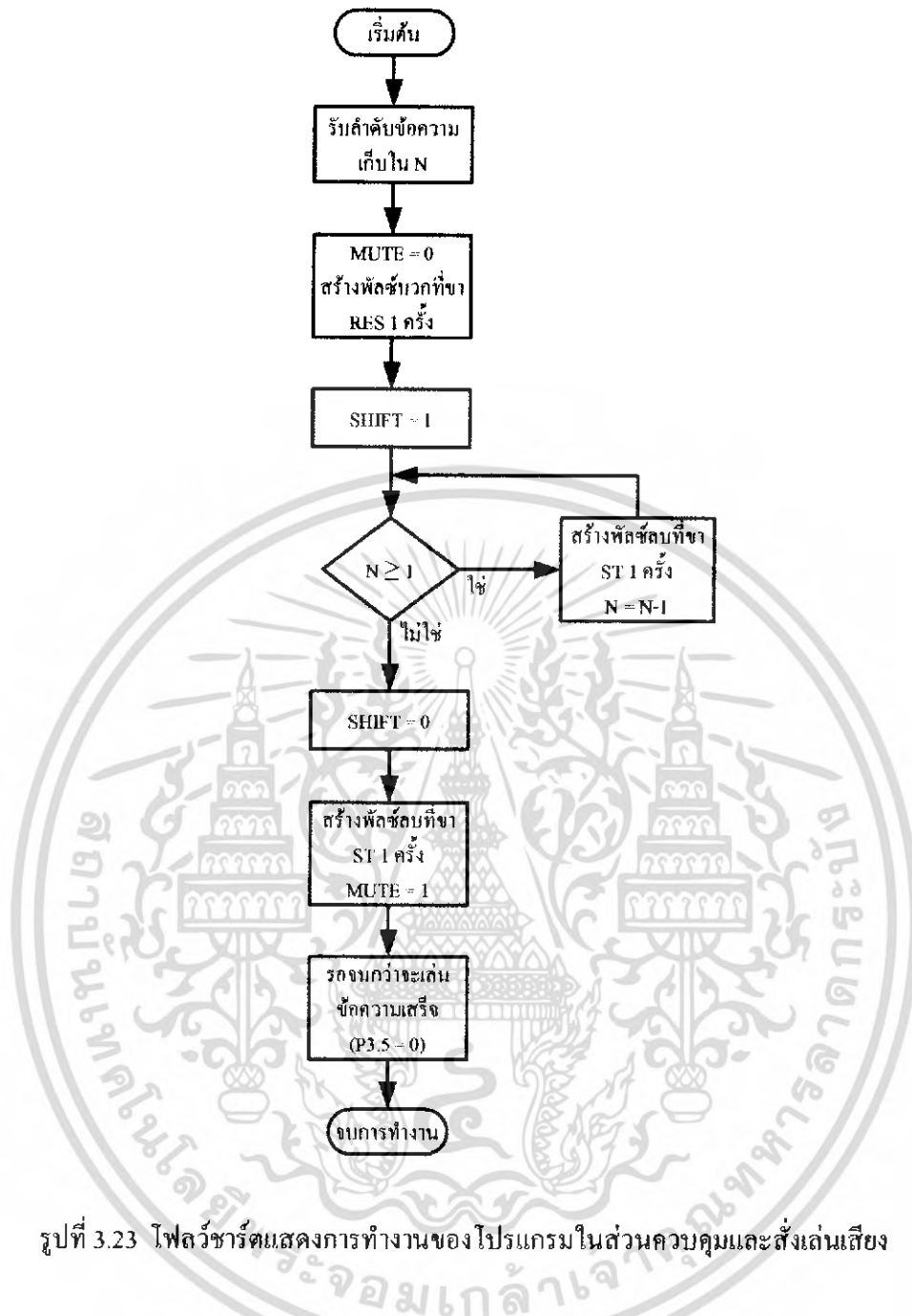
รูปที่ 3.21 แผนภูมิเวลาการอ่านแบบไม่เรียงลำดับ

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์สำหรับการเชื่อมต่อวงจรบันทึกเสียงเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเป็นดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรบันทึกเสียง

สำหรับการเขียนโปรแกรมในส่วนควบคุมและสั่งเล่นเสียงนั้นจะมีตัวแปร N เป็นตัวแปรที่ใช้รับค่าของลำดับข้อความที่จะทำการเล่น เมื่อรับค่ามาก็จะส่ง "0" ไปที่ขา MUTE เพื่อตัดเสียงรบกวนไมให้ออกไปตามคู่สายโทรศัพท์ แล้วทำการสร้างพัลส์บวกที่ขา RES หนึ่งลูกเพื่อริเซตการทำงานของวงจรอัดเสียง จากนั้นจะสั่งให้ขา SHIFT เป็น "1" เพื่อเข้าสู่การเลื่อนข้อความ และทำการสร้างพัลส์ลบที่ขา ST จำนวน N ลูก เพื่อเลื่อนข้อความ จากนั้นจะสั่งให้ขา SHIFT เป็น "0" เพื่อยกเลิกการเลื่อนข้อความแล้วทำการสร้างพัลส์ลบที่ขา ST 1 ลูก แล้วส่ง "1" ไปที่ขา MUTE เพื่อต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรอัดเสียง วงจรอัดเสียงก็จะเล่นข้อความที่ N จบ



รูปที่ 3.23 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนควบคุมและสั่งเล่นเสียง

สำหรับในโครงการนี้จะมีการบันทึกเสียงอยู่ 2 ลำดับ คือ ลำดับที่ 0 จะบันทึกข้อความเสียง “ขณะนี้ไม่มีผู้บุกรุก” และลำดับที่ 1 จะบันทึกข้อความเสียง “ขณะนี้เกิดเพลิงไหม้” โดยสามารถใช้งาน โดยโปรแกรมผ่านฟังก์ชัน emergency() เช่น ต้องการเล่นเสียงลำดับที่ 0 จะต้องเขียนคำสั่ง emergency(0)

บทที่ 4

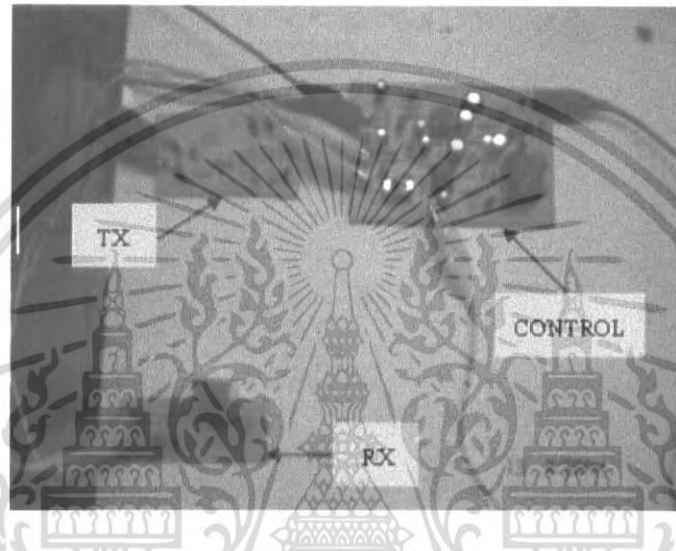
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วงจรเซนเซอร์

4.1.1 วงจรตรวจจับอินฟราเรด

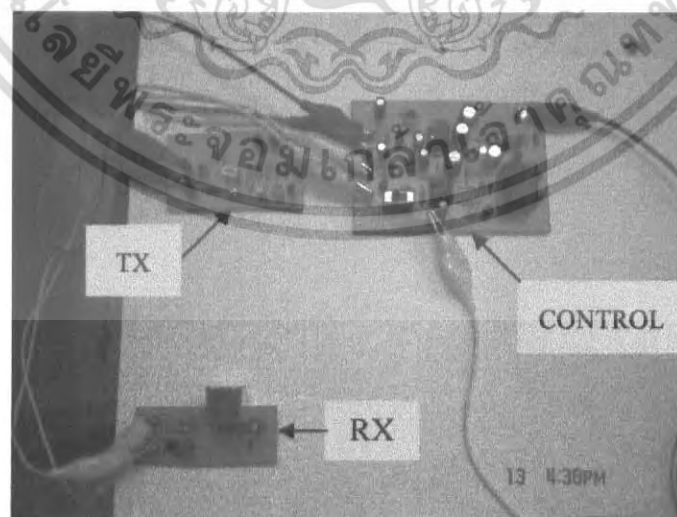
ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.2, 3.3 และ 3.4 แล้วทำการทดลองโดย

1. จ่ายไฟเลี้ยงให้วงจร LED1 ที่ภาคควบคุมจะติด



รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองเมื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร

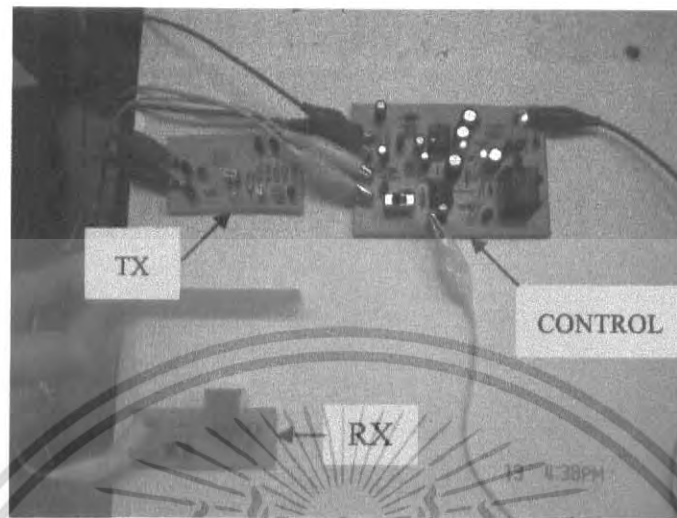
2. รอเวลาประมาณ 1 นาที LED 2 จะติด



รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดลองหลังจากจ่ายไฟให้วงจรประมาณ 1 นาที

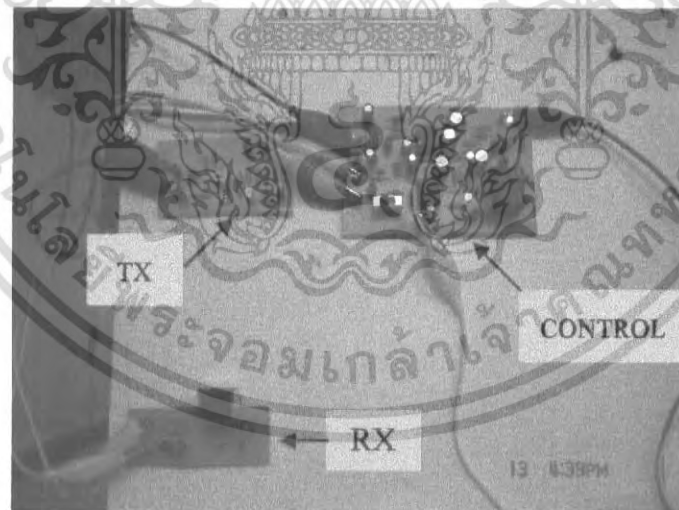
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลื่อนสวิตช์มาทางเลข 1 (โหมดหน่วงเวลา) แล้วนำสิ่งกีดขวางมาบังระหว่างภาครับ - ส่ง สัญญาณอินฟราเรด แล้วนำสิ่งกีดขวางออก LED3 จะติด



รูปที่ 4.3 แสดงผลการทดลองเมื่อมีสิ่งกีดขวางระหว่างภาครับ - ส่ง สัญญาณอินฟราเรด

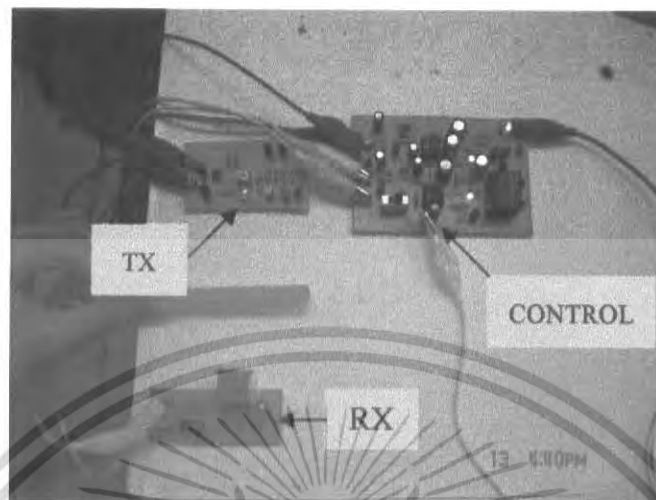
4. รอเวลาประมาณ 30 วินาที LED3 จะดับพร้อมๆกับ LED4 ติดและได้ยินเสียงรีเลย์ชุดหน้าสัมผัส



รูปที่ 4.4 แสดงผลการทดลองหลังจากมีสิ่งกีดขวางเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 30 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

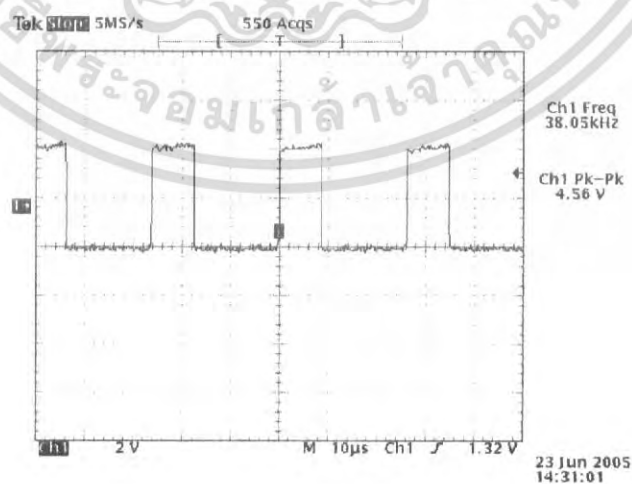
5. เลื่อนสวิตช์ไปทางตำแหน่ง 2 (ไม่มีการหน่วงเวลา) เมื่อมีสิ่งกีดขวางระหว่างภาครับ – ส่ง สัญญาณอินฟราเรด LED4 จะติด และรีเลย์จะทำงานทันที



รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดลองเมื่อมีสิ่งกีดขวางระหว่างภาครับ – ส่ง สัญญาณอินฟราเรด (ขณะที่ไม่มีการหน่วงเวลา)

วงจรรับ – ส่งสัญญาณอินฟราเรดจะมีการหน่วงเวลาให้เริ่มทำงานหลังจากจ่ายไฟเลี้ยงให้วงจรผ่านไปแล้วประมาณ 1 นาที เพื่อให้ผู้ใช้งานออกจากบริเวณที่มีการตรวจจับก่อน (ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2) ในการใช้งานจริงจะทำการเลื่อนสวิตช์ไปทางหมายเลข 2 (ไม่มีการหน่วงเวลา) เพื่อให้รีเลย์ทำงานทันทีเมื่อมีผู้บุกรุกเข้ามา (ดังรูปที่ 4.5)

- ทำการวัดสัญญาณที่ได้จากวงจรภาคส่งอินฟราเรด จะวัดสัญญาณเอาท์พุทได้เป็นสัญญาณพัลส์ความถี่ 38 kHz ดังรูปที่ 4.6

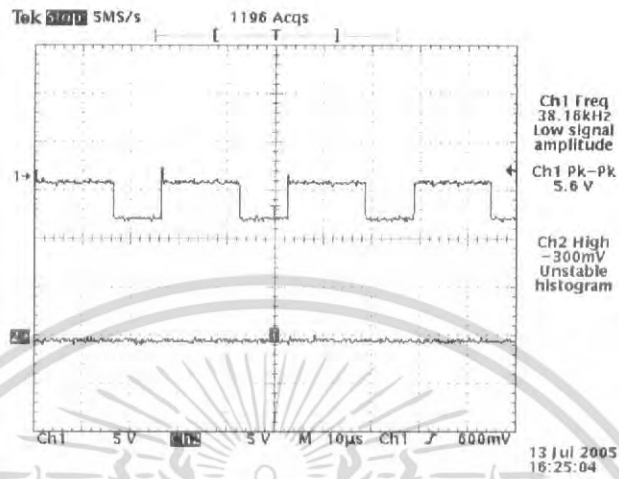


รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรภาคส่งอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการวัดสัญญาณที่ได้จากวงจรภาครับอินฟราเรด

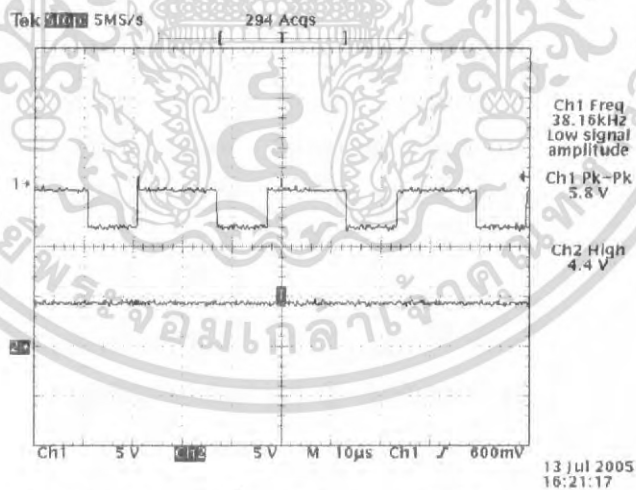
ในกรณีที่ไม่มีสิ่งกีดขวางจะสามารถรับสัญญาณที่ส่งมาจากภาคส่งได้ซึ่งจะได้สัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณไฟตรงขนาด 0 V. ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 CH1 แสดงสัญญาณที่ส่งมาจากวงจรภาคส่งอินฟราเรด

CH2 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรภาครับอินฟราเรด กรณีที่รับสัญญาณได้

ในกรณีที่ไม่มีสิ่งกีดขวางจะไม่สามารถรับสัญญาณที่ส่งมาจากภาคส่งได้ซึ่งจะได้สัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณไฟตรงขนาด 5 V. ดังรูปที่ 4.8



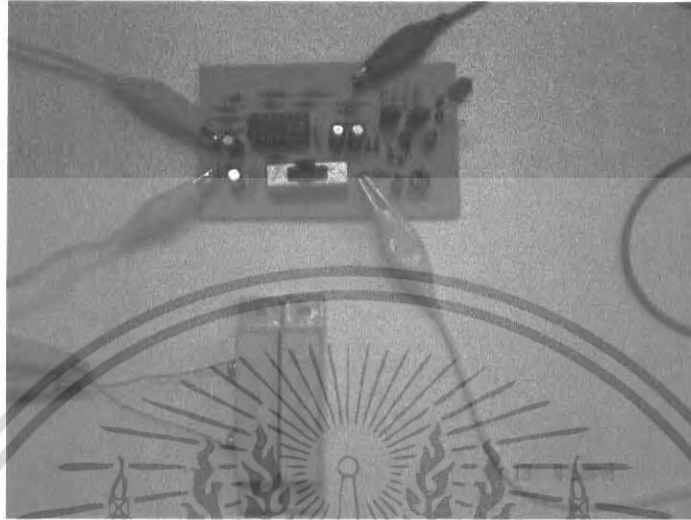
รูปที่ 4.8 CH1 แสดงสัญญาณที่ส่งมาจากวงจรภาคส่งอินฟราเรด

CH2 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรภาครับอินฟราเรด กรณีที่รับสัญญาณไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 วงจรสวิตช์แม่เหล็ก

ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.5 แล้วทำการทดลองโดยเลื่อนสวิตช์แม่เหล็กให้ห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร LED จะติดและจะมีเสียงออกจากไดนามิคบัชเซอร์ เสียงจะดังค้างอยู่ประมาณ 1 นาที



รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลองในสภาวะปกติที่สวิตช์แม่เหล็กประกบกันอยู่



รูปที่ 4.10 แสดงผลการทดลองเมื่อเลื่อนสวิตช์แม่เหล็กให้ห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร

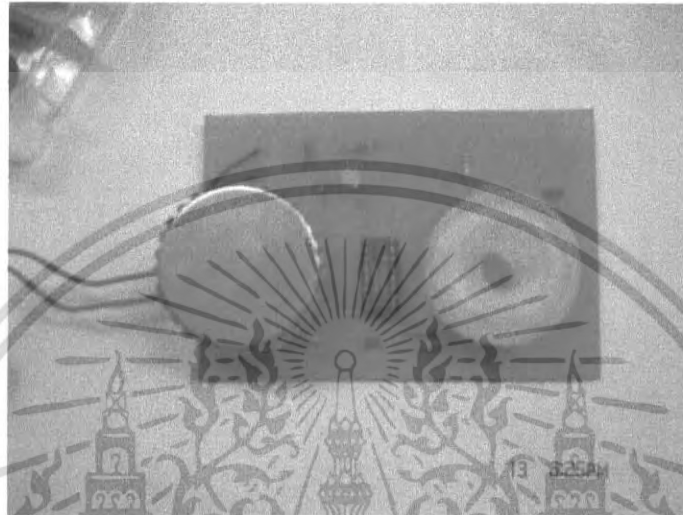
เมื่อวางแท่งแม่เหล็กติดกับส่วนหน้าสัมผัสสวิตช์ จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กดึงดูดให้สัมผัสติดกัน เรียกว่าปิดวงจร หรือ Normally Closed (NC) แต่ถ้านำแม่เหล็กให้ห่างจากส่วนหน้าสัมผัสสวิตช์ แรงแม่เหล็กจากสปริงจะดึงให้หน้าสัมผัสซึ่งแต่เดิมปิดอยู่เปิดออกจากกันเรียกว่าเปิดวงจร หรือ Normally Open (NO)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 วงจรตรวจจับควัน

ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.7 แล้วทำการทดลองโดยจุดรูป 9 ดอก เพื่อให้เกิดควันขึ้น ระยะห่างจากตัวตรวจจับประมาณ 15 เซนติเมตร วงจรตรวจจับควันจะสามารถทำการตรวจจับได้ และส่งเสียงเตือนผ่านทางเพียโซได้

เมื่ วงจรตรวจจับควันทำงาน LED จะติดและจะมีเสียงออกทางเพียโซ



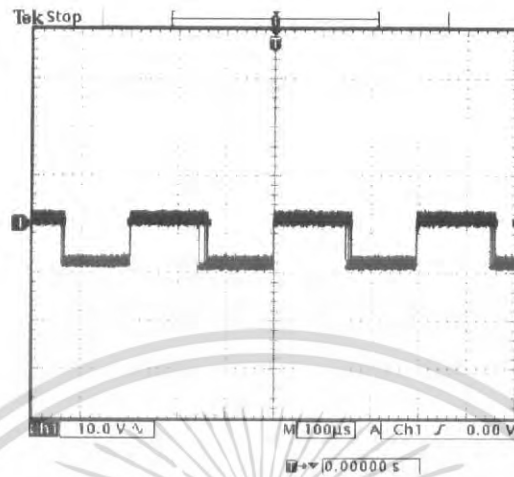
รูปที่ 4.11 แสดงผลการทดลองในสภาวะปกติเมื่อไม่มีควัน



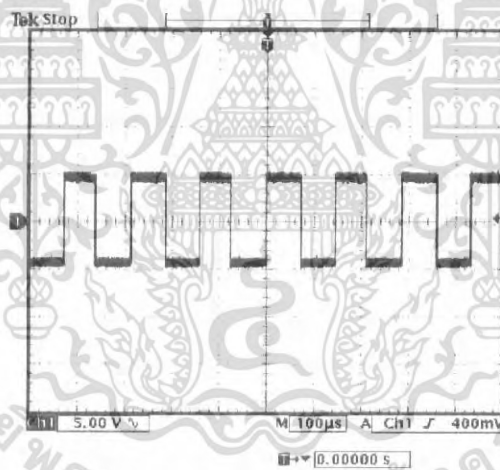
รูปที่ 4.12 แสดงผลการทดลองเมื่ วงจรสามารถตรวจจับควันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการวัดสัญญาณที่ขา 10 ของไอซี MC14467P1 ในสภาวะปกติ (เมื่อ ไม่มีคลื่น) สัญญาณที่วัดได้จะเป็นดังรูปที่ 4.13 และในขณะที่สามารถตรวจจับคลื่นได้ สัญญาณที่วัดได้จะเป็นดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 สัญญาณ Output ขา 10 ของไอซี MC14467P1 ขณะที่ไม่มีคลื่น



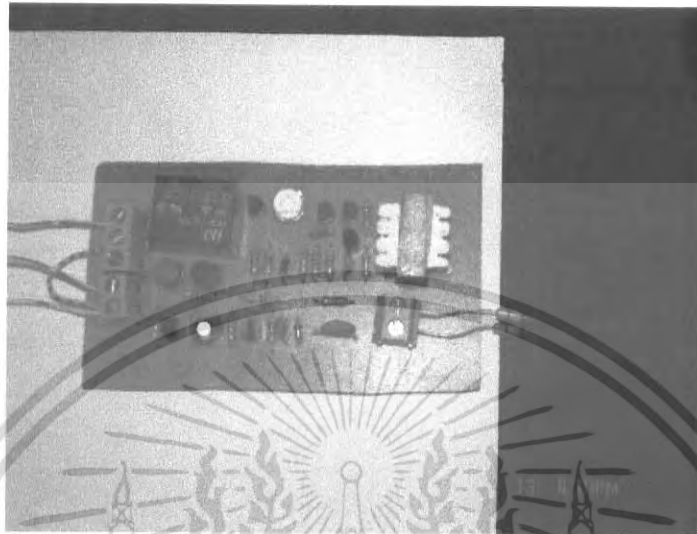
รูปที่ 4.14 สัญญาณ Output ขา 10 ของไอซี MC14467P1 ขณะที่มึคลื่น

จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อวงจรสามารถตรวจจับคลื่นได้ สัญญาณที่ได้จากขา 10 ของไอซี จะมีความถี่เพิ่มขึ้น ซึ่งความถี่นี้มีค่ามากพอที่จะนำไปใช้ขับรีเลย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 วงจรตรวจจับเปลวไฟ

ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.8 แล้วทำการทดลองโดยจุดไฟ เมื่อวงจรตรวจจับเปลวไฟทำงาน LED จะติดและจะได้ยินเสียงรีเลย์คู่คหน้าสัมผัส



รูปที่ 4.15 แสดงผลการทดลองในสภาวะปกติเมื่อไม่มีเปลวไฟ



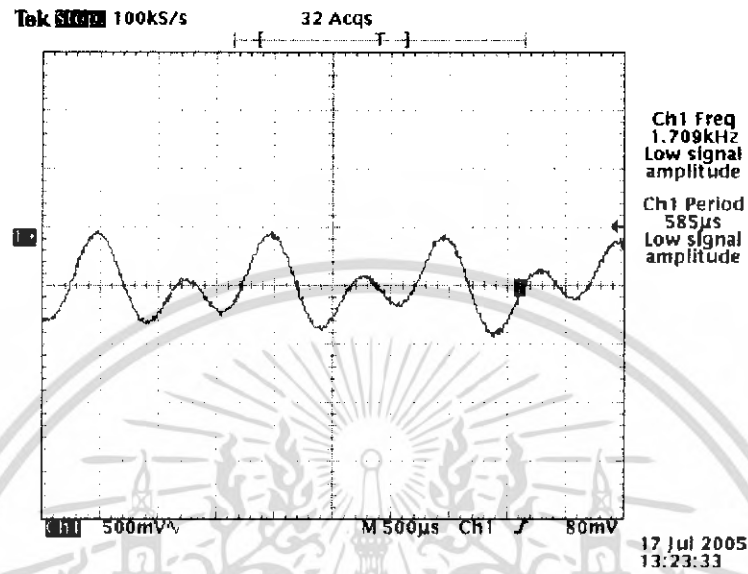
รูปที่ 4.16 แสดงผลการทดลองเมื่อวงจรสามารถตรวจจับเปลวไฟได้

เมื่อเปลวไฟสัมผัสถูก PROBE ทั้งสองพร้อมกันจะทำให้ความต้านทานมีค่าเปลี่ยนไปส่งผลให้กระแสสามารถไหลผ่านไปได้ทำให้ครบวงจร รีเลย์จึงทำงาน

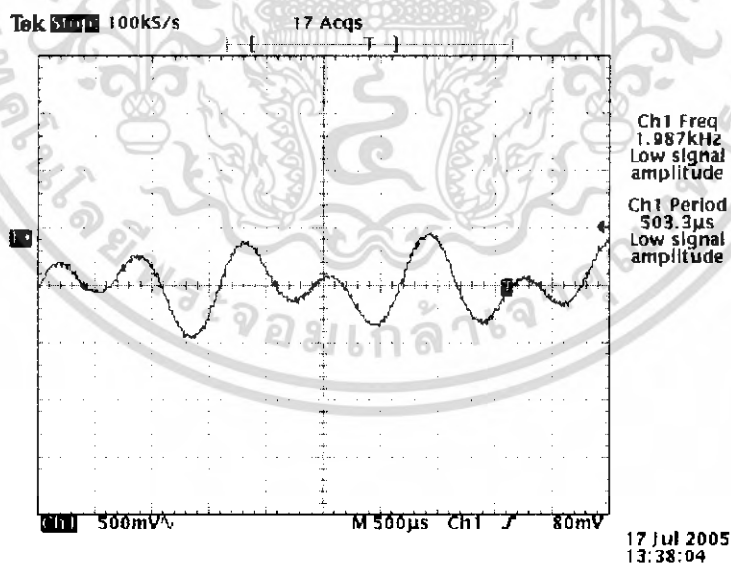
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF

ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.16 วัดสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากขา 16 ของ TCM5087 จะได้สัญญาณ DTMF ที่ความถี่ต่างๆกันไปของแต่ละหมายเลขดังนี้

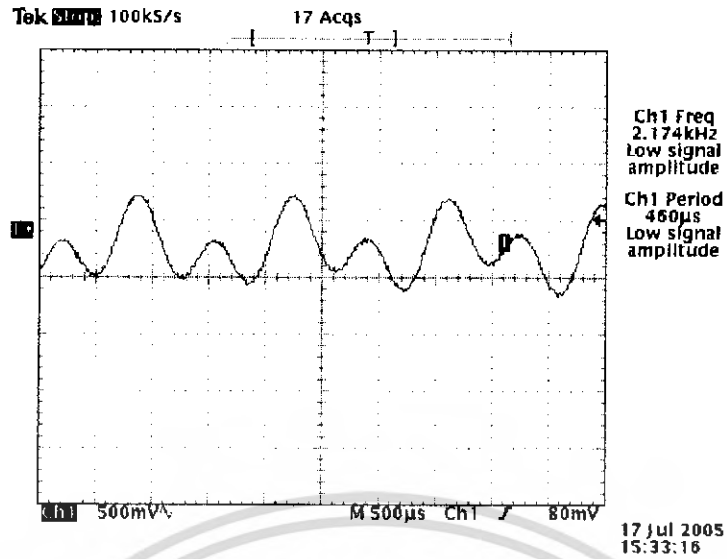


รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 1

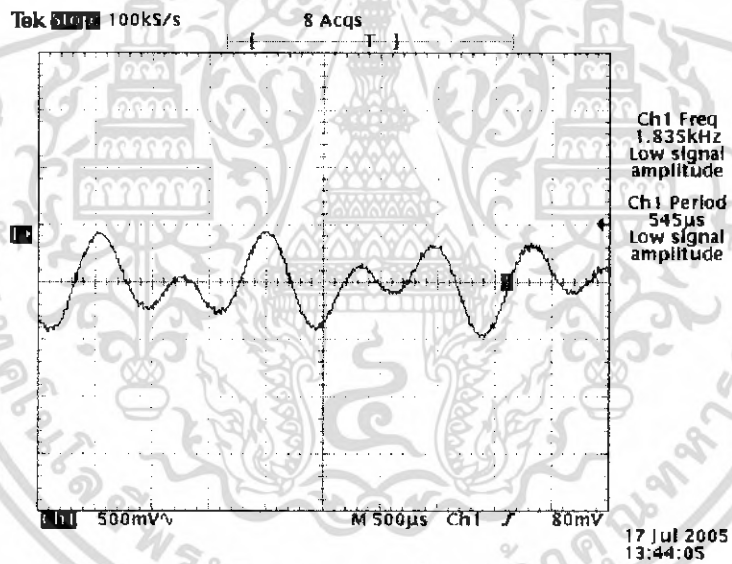


รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

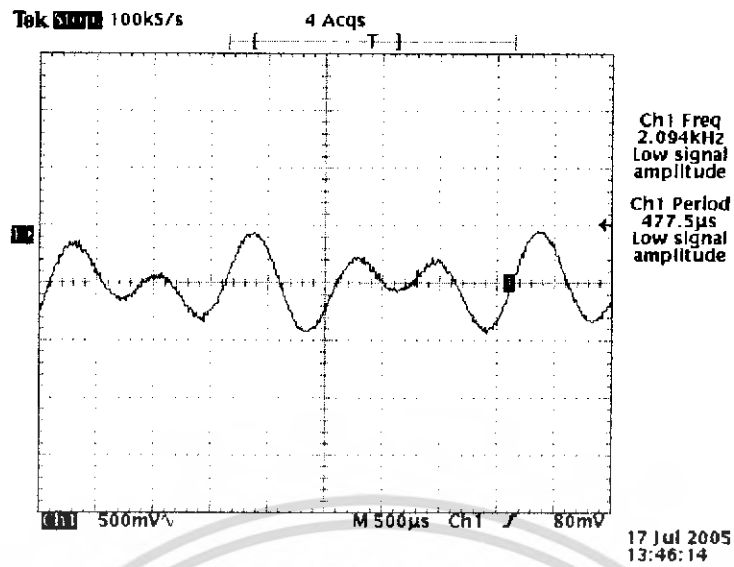


รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อคกดหมายเลข 3

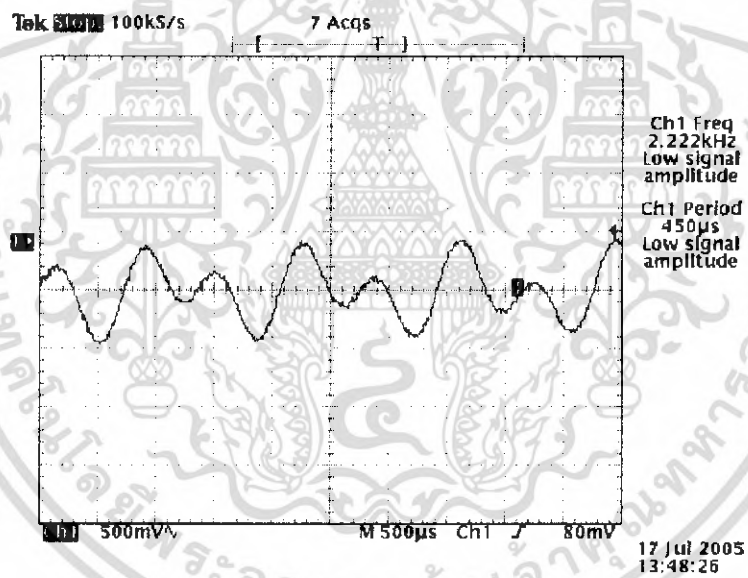


รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อคกดหมายเลข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

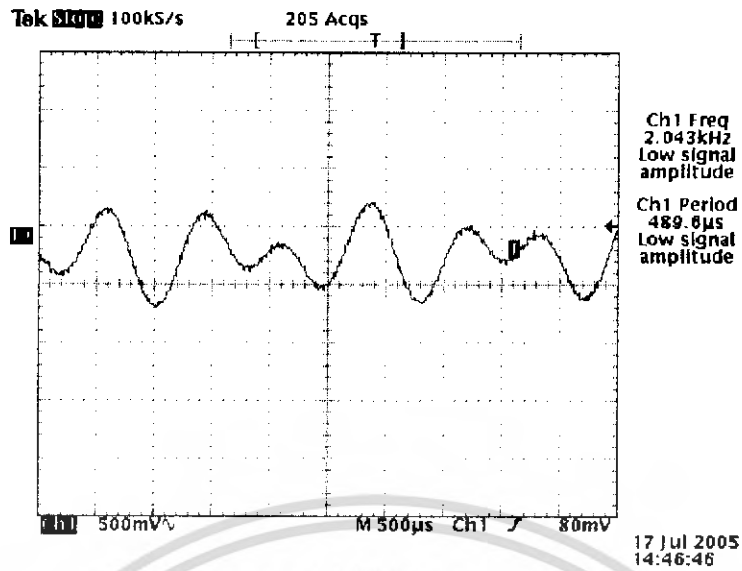


รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อคดหมายเลข 5

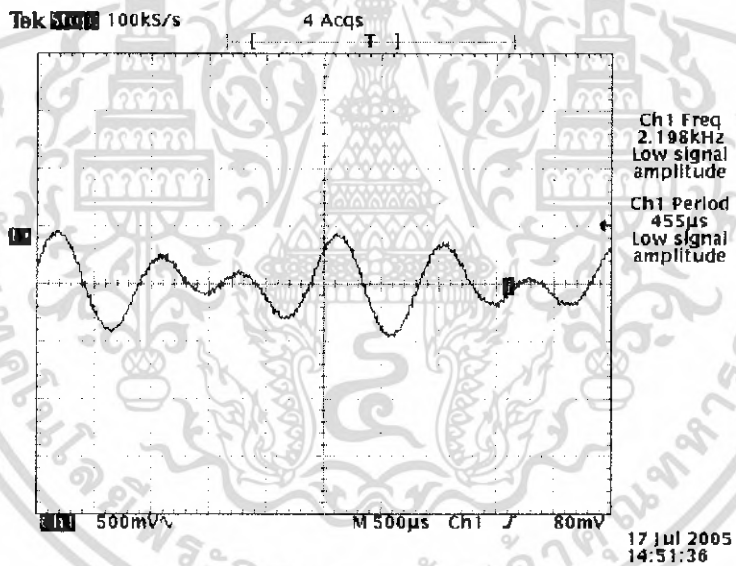


รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อคดหมายเลข 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

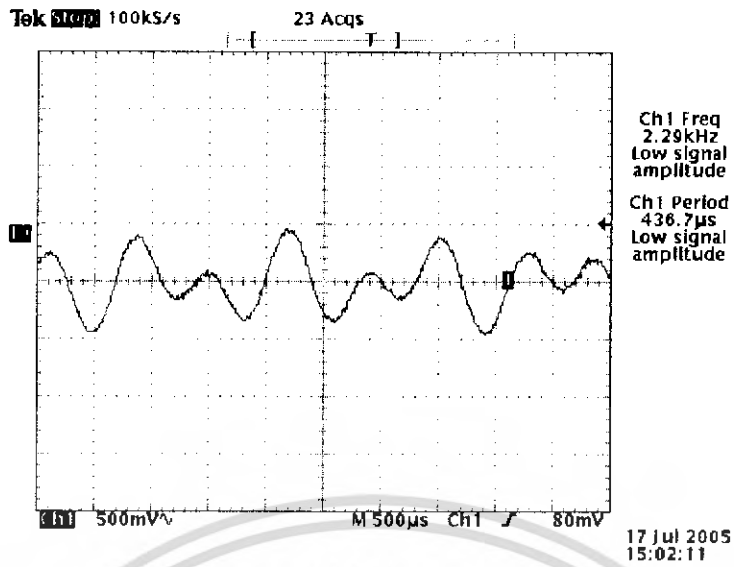


รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 7

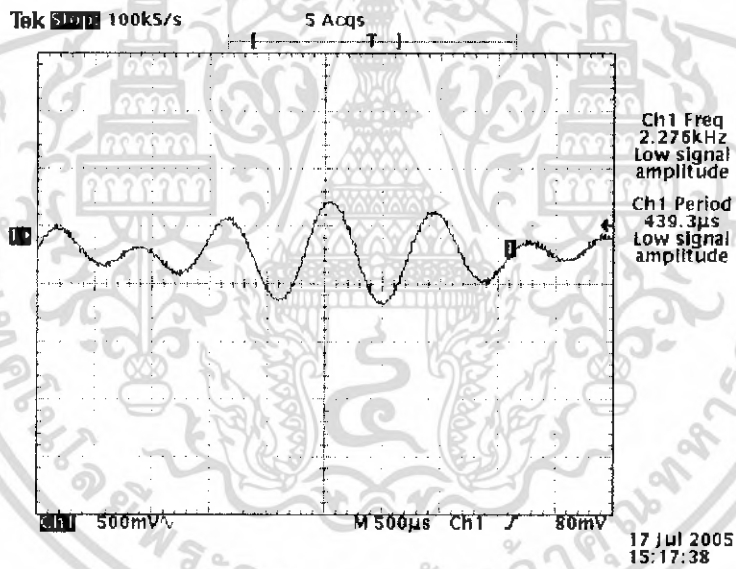


รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 9



รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป

ในระบบเตือนภัยผ่านทางโทรศัพท์จะมีการเตือนภัย 2 ส่วน คือ เมื่อมีผู้บุกรุกหรือเมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้น การตรวจจับผู้บุกรุกจะใช้วงจรรับ – ส่งสัญญาณอินฟราเรด และวงจรสวิตช์แม่เหล็ก สำหรับการตรวจจับเพลิงไหม้นั้นจะใช้วงจรตรวจจับควันและวงจรตรวจจับเปลวไฟ

โดยทำการติดตั้งวงจรเซนเซอร์ไว้ภายในบริเวณบ้านตามจุดต่างๆ ดังนี้

- วงจรรับ – ส่งสัญญาณอินฟราเรดไว้บริเวณหน้าต่าง
- ติดสวิตช์แม่เหล็กไว้บริเวณประตูบ้าน
- วงจรตรวจจับควันและวงจรตรวจจับเปลวไฟไว้ในบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้

ในส่วนของวงจรควบคุมเซนเซอร์และวงจรภาคโทรออกอัตโนมัติให้ติดตั้งไว้ในบริเวณที่มีสายโทรศัพท์

เมื่อมีผู้บุกรุกหรือเกิดเหตุเพลิงไหม้ เมื่อวงจรเซนเซอร์ตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ทำงาน ซึ่งจะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการ โทรออกไปยังหมายเลขที่ได้ทำการบันทึกไว้และส่งเสียงที่บันทึกไว้ออกไปตามคู่สายโทรศัพท์ ในขณะที่เดียวกันระบบก็จะทำการส่งสัญญาณเตือนภัยขึ้นภายในบ้านด้วย

โดยในภาคเรียนที่ 1 ได้ทำการทดลองสร้างชุดวงจรรับ – ส่งสัญญาณอินฟราเรด, วงจร โทรออกอัตโนมัติ, วงจรควบคุมการยกหูโทรศัพท์, วงจรตรวจสัญญาณจากสายโทรศัพท์ และวงจรบันทึกเสียง ทำการทดสอบการทำงานของวงจรพบว่าวงจรตรวจจับอินฟราเรดสามารถรับ – ส่งสัญญาณได้เพียง 60 เซนติเมตรเท่านั้น วงจร โทรออกอัตโนมัติสามารถสร้างสัญญาณ DTMF ได้ แต่เมื่อนำมาต่อกับคู่สายโทรศัพท์ยังไม่สามารถทำการ โทรออกได้ ในส่วนของวงจรตรวจสัญญาณจากสายโทรศัพท์สามารถตีเทคสัญญาณที่มีความถี่ 400 Hz ได้ดี และวงจรบันทึกเสียงสามารถทำการบันทึกและเล่นใหม่ได้

ภาคเรียนที่ 2 ได้ทำการปรับปรุงวงจรตรวจจับอินฟราเรดให้มีระยะรับ – ส่งสัญญาณได้ไกลขึ้นประมาณ 150 เซนติเมตร และปรับปรุงวงจร โทรออกอัตโนมัติให้สามารถ โทรออกไปยังเลขหมายที่ได้กำหนดไว้ได้ และได้ทำการสร้างวงจรตรวจจับควันและวงจรตรวจจับเปลวไฟ ซึ่งวงจรตรวจจับควันสามารถทำงานได้เมื่อมีควันปริมาณมากเพียงพอ (จากการทดลองใช้การจุดธูปจำนวน 9 ดอก ในระยะที่ห่างจากตัวตรวจจับประมาณ 15 เซนติเมตร) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 10 วินาทีจึงจะส่งเสียงเตือน ส่วนวงจรตรวจจับเปลวไฟจะทำงานทันทีเมื่อเปลวไฟสัมผัสกับหัว probe



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// ===== //
// //
// Program : Automatic warning system via telephone network //
// Description : Demo version V1.00 //
// //
// ===== //

#include <REG51.H>
sbit SHIFT = P3^2;
sbit RES = P3^4;
sbit ST = P3^3;
sbit GO = P3^5;
sbit mute = P3^6;
sbit resetled = P3^7;

sbit col1 = P2^7;
sbit col2 = P2^6;
sbit col3 = P2^5;
sbit col4 = P2^4;
sbit row1 = P2^3;
sbit row2 = P2^2;
sbit row3 = P2^1;
sbit row4 = P2^0;

sbit hangup = P1^0;
sbit tonedetect = P1^1;
sbit ringbacktone = P1^2;
sbit clearstat = P1^3;
sbit in1 = P1^4;
sbit in2 = P1^5;
sbit in3 = P1^6;
sbit in4 = P1^7;

void dtmf_sound(unsigned char BT);
void Callnum(unsigned char num[]);
void Emergency(unsigned char sound_entry);
void long_dlay(unsigned char count);
void sound(unsigned char N );

//*****Delay*****//

void dlay(unsigned int count)// dlay(10)=34 msec
{
    unsigned char j;
    unsigned int i;
    for(i=0;i<count;i++)
    {
        for(j=0;j<255;j++);
        for(j=0;j<255;j++);
        for(j=0;j<255;j++);
        for(j=0;j<255;j++);
    }
}
//void dlay

//-----//

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//*****Sound control*****//

void sound(unsigned char N )// for control VOICE P/R
{
    mute = 0;
    RES = 1;
    dlay(10);
    RES = 0;
    dlay(10);
    SHIFT = 1;
    dlay(10);
    while( N >= 1)
    {
        ST = 0;
        dlay(10);
        ST = 1;
        dlay(10);
        N--;
    }

    SHIFT = 0;
    dlay(10);
    ST = 0;
    dlay(10);
    ST = 1;
    dlay(10);
    mute = 1;
    while( GO );
    mute = 0;
}

//-----//

//*****Send DTMF tone*****//

void dtmf_sound(unsigned char BT)
{
    switch(BT)
    {
        case '0'/*bt0*/ : { col2 = 1;
                           row4 = 0;
                           }
                           break;

        case '1'/*bt1*/ : { col1 = 1;
                           row1 = 0;
                           }
                           break;

        case '2'/*bt2*/ : { col2 = 1;
                           row1 = 0;
                           }
                           break;

        case '3'/*bt3*/ : { col3 = 1;
                           row1 = 0;
                           }
                           break;
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

case '4'/*bt4*/ : {    col1 = 1;
                    row2 = 0;
                    }
                    break;

case '5' /*bt5*/: {    col2 = 1;
                    row2 = 0;
                    }
                    break;

case '6'/*bt6*/ : {    col3 = 1;
                    row2 = 0;
                    }
                    break;

case '7' /*bt7*/: {    col1 = 1;
                    row3 = 0;
                    }
                    break;

case '8' /*bt8*/: {    col2 = 1;
                    row3 = 0;
                    }
                    break;

case '9'/*bt9*/ : {    col3 = 1;
                    row3 = 0;
                    }
                    break;

case '*' /*bt*/: {    col1 = 1;
                    row4 = 0;
                    }
                    break;

case '#'/*bt#*/ : {    col3 = 1;
                    row4 = 0;
                    }
                    break;

case 'A' /*btA*/: {    col4 = 1;
                    row1 = 0;
                    }
                    break;

case 'B' /*btB*/: {    col4 = 1;
                    row2 = 0;
                    }
                    break;

case 'C' /*btC*/: {    col4 = 1;
                    row3 = 0;
                    }
                    break;

case 'D' /*btD*/: {    col4 = 1;
                    row4 = 0;
                    }
                    break;
} //switch(TEXT[i])
dlay(100); //sound length
P2 = 0x0f;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        dlay(30); //mute length
    } //dtmf_sound

//-----//

//*****Send telephone number*****//

void Callnum(unsigned char num[]) // example: Callnum("094793990")
{
    unsigned char i;
    for(i=0; i<=3; i++)
    {
        dtmf_sound(num[i]);
    }
} //void Callnum(unsigned char num[])

//-----//

//*****Emergency calling*****//

void Emergency(unsigned char sound_entry)
{
    hangup = 0;
    dlay(300);
    Callnum("3345");
    tonedetect = 1;
    dlay(1200);

    //if(ringbacktone == 0)
    {
        hangup = 1;
        tonedetect = 0;
        dlay(900);
        Emergency(sound_entry);
    }

    tonedetect = 0;
    dlay(3000);
    tonedetect = 1;
    dlay(1200);
    if(ringbacktone == 1)
    {
        hangup = 1;
        tonedetect = 0;
        dlay(900);
        Emergency(sound_entry);
    }

    sound(sound_entry);
    sound(sound_entry);
    hangup = 1;
    tonedetect = 0;
    dlay(900);
} //void Emergency(unsigned char soundpl,numbertel)

//-----//

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//*****Main function*****//

void main()
{
    bit n1,n2,n3,n4;
    unsigned int count;
    P2=0x0f;
    P1=0xff;
    P3=0xff;
    P0=0x00;
    ringbacktone=1;
    hangup = 1;
    tonedetect = 0;
    resetled = 1;
    count=0;
    n1=1;
    n2=1;
    n3=1;
    n4=1;

    while(1)
    {
        if((in1==0) && (n1 == 1))
        {
            dlay(300);
            if((in1==0) && (n1 == 1))
            {
                n1=0;
                resetled=0;
                Emergency(0);
            }
        }
        if((in2==0) && (n2 == 1))
        {
            dlay(300);
            if((in2==0) && (n2 == 1))
            {
                n2=0;
                resetled=0;
                Emergency(0);
            }
        }

        if((in3==0) && (n3 == 1))
        {
            dlay(300);

            if((in3==0) && (n3 == 1))
            {
                n3=0;
                resetled=0;
                Emergency(1);
            }
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

if((in4==0) && (n4 == 1))
{

    dlay(300);

    if((in4==0) && (n4 == 1))
    {
        n4=0;
        resetled=0;
        Emergency(1);
    }
}

if ((count >= 15000) && (n1 ==1)&& (n2 ==1)&& (n3 ==1)&&
(n4 ==1))
{
    resetled = ~resetled;
    count=0;
}
count++;
} //while(1)
} //void main()
//-----//

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MC14467-1

Low-Power CMOS Ionization Smoke Detector IC

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 operate in smoke detector systems that comply with UL217 and UL268 specifications.

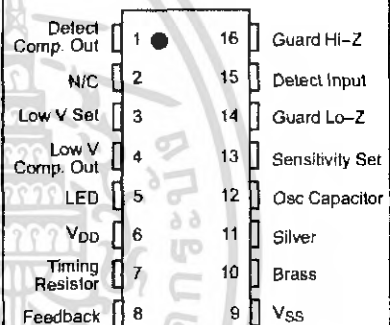
- Ionization Type with On-Chip FET Input Comparator
- Piezoelectric Horn Driver
- Guard Outputs on Both Sides of Detect Input
- Input-Production Diodes on the Detect Input
- Low-Battery Trip Point, Internally Set, can be Altered Via External Resistor
- Detect Threshold, Internally Set, can be Altered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



P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 648-08

ORDERING INFORMATION
MC14467P1 PLASTIC DIP

PIN ASSIGNMENT (16 PIN DIP)



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 _i	10	mA
DC Current Drain per Output Pin	I _o	30	mA
Operating Temperature Range	T _A	-10 to +60	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-55 to +125	°C
Reverse Battery Time	t _{RB}	5.0	s

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

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} ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{DD}. For pin 8, refer to the Electrical Characteristics.

REV 3



© Motorola, Inc. 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14467-1**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	$\text{M}\Omega$
Battery Load (Resistor or LED)	—	10	mA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages referenced to V_{SS} , $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	V_{DD} V_{dc}	Min	Typ#	Max	Unit
Operating Voltage	V_{DD}	—	6.0	—	12	V
Output Voltage	V_{OH}	7.2	6.3	—	—	V
Piezoelectric Horn Drivers ($I_{OH} = -16 \text{ mA}$)		9.0	8.5	8.8	—	
Comparators ($I_{OH} = -30 \mu\text{A}$)						
Output Voltage	V_{OL}	7.2	—	—	0.9	V
Piezoelectric Horn Drivers ($I_{OL} = +16 \text{ mA}$)		9.0	—	0.1	0.5	
Comparators ($I_{OL} = +30 \mu\text{A}$)						
Output Voltage — LED Driver, $I_{OL} = 10 \text{ mA}$	V_{OL}	7.2	—	—	3.0	V
Output Impedance, Active Guard						$\text{k}\Omega$
Pin 14	Lo-Z	9.0	—	—	10	
Pin 16	Hi-Z	9.0	—	—	1000	
Operating Current ($R_{bias} = 8.2 \text{ M}\Omega$)	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	μA
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}	—	$V_{SS} - 10$	—	$V_{DD} + 10$	V
Input Capacitance	C_{in}	—	—	5.0	—	pF
Common Mode Voltage Range, Pin 15	V_{cm}	—	0.6	—	$V_{DD} - 2$	V

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING PARAMETERS (C = 0.1 μF, R_{bias} = 8.2 MΩ, V_{DD} = 9.0 V, T_A = 25°C, See Figure 6)

Characteristics		Symbol	Min	Typ#	Max	Units
Oscillator Period	No Smoke	t _{Cl}	1.34	1.87	2.0	s
	Smoke		32	40	48	ms
Oscillator Rise Time		t _r	8.0	10	12	ms
Horn Output (During Smoke)	On Time	PW _{on}	120	160	208	ms
	Off Time	PW _{off}	60	80	104	ms
LED Output	Between Pulses	t _{LED}	32	40	48	s
	On Time	PW _{on}	8.0	10	12	ms
Horn Output (During Low Battery)	On Time	t _{on}	8.0	10	12	ms
	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.

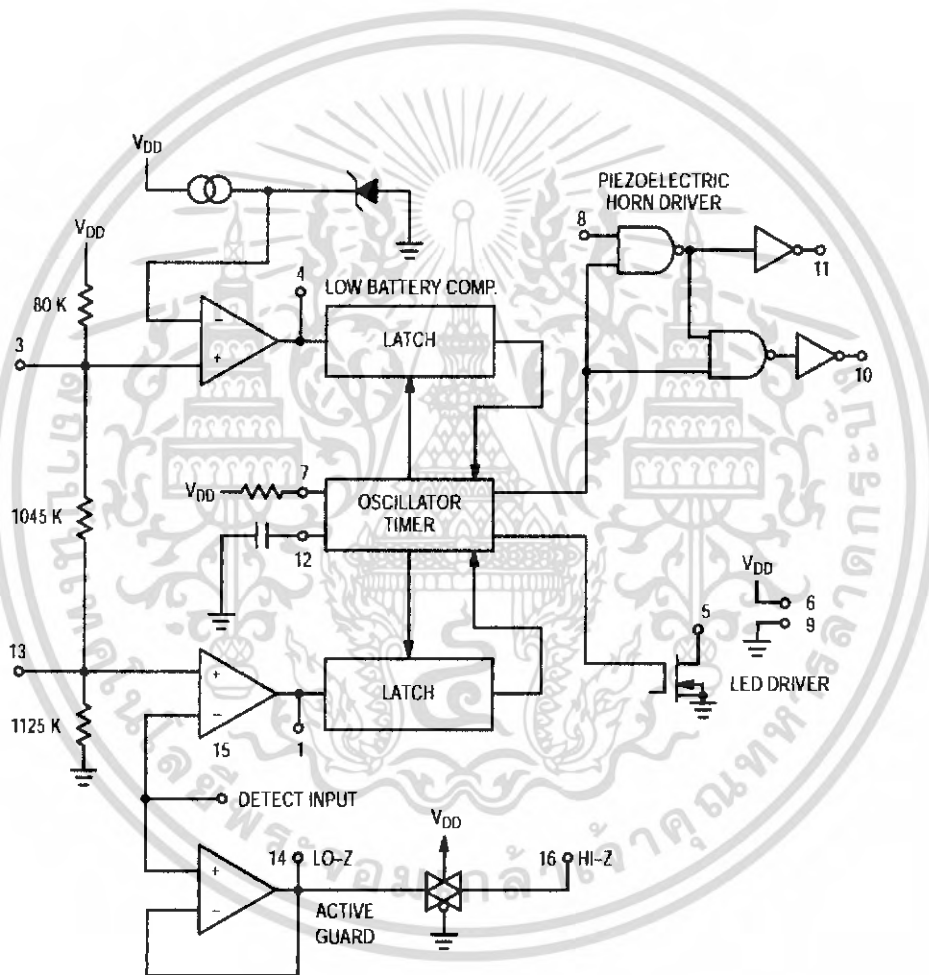


Figure 1. Block Diagram

MC14467-1

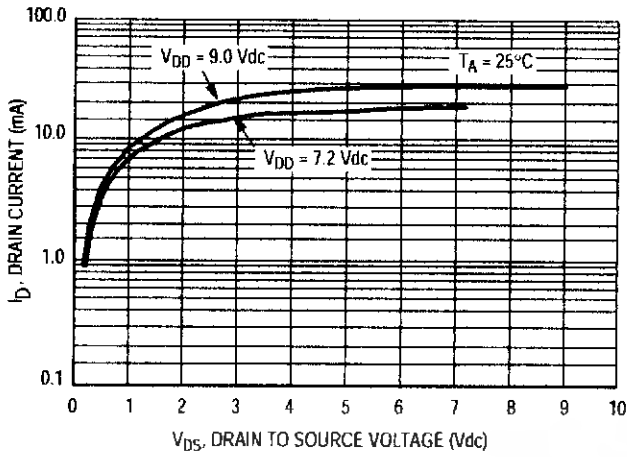


Figure 2. Typical LED Output I-V Characteristic

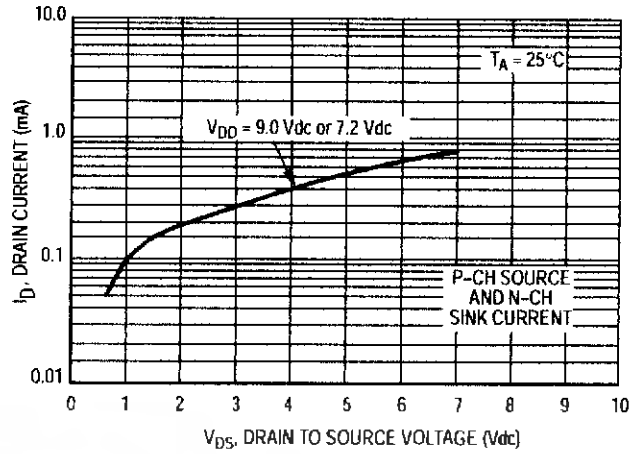


Figure 3. Typical Comparator Output I-V Characteristic

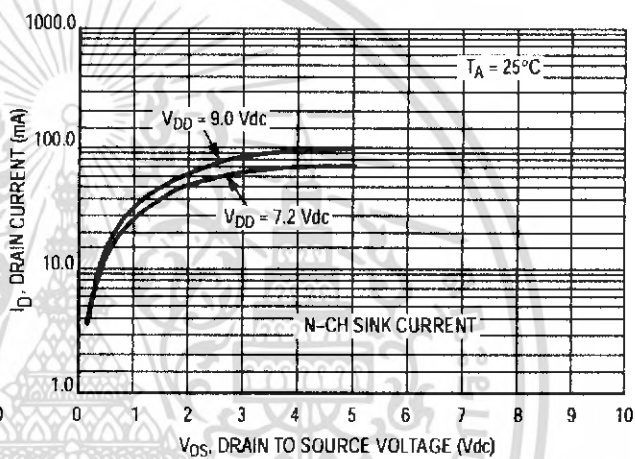
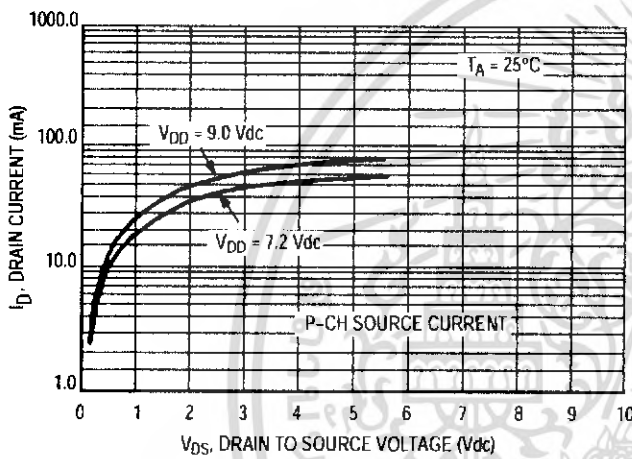


Figure 4. Typical P Horn Driver Output I-V Characteristic

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 (please

see Figure 2) 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

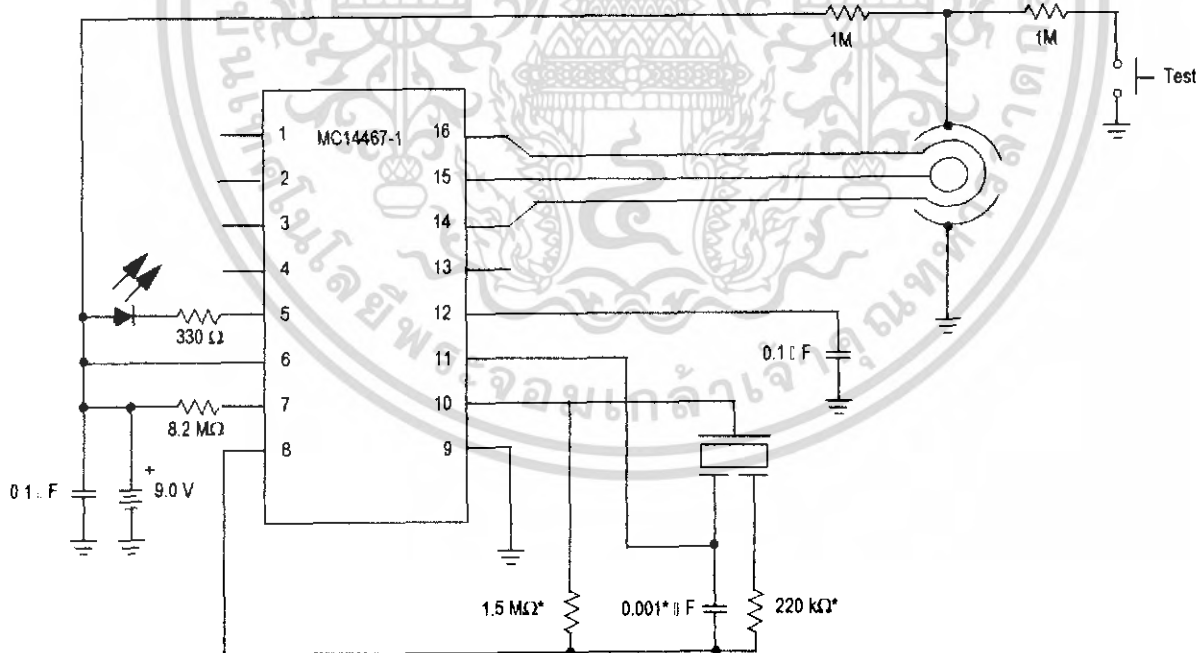
Since the internal op amps and comparators are power strobed, adjustments for sensitivity or low battery level could be difficult and/or time-consuming. By forcing Pin 12 to V_{SS} , the power strobing is bypassed and the outputs, Pins 1 and 4, constantly show smoke/no smoke and good battery/low battery, 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 μ A.

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.



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

Figure 6. Typical Application as Ionization Smoke Detector

MC14467-1

MC14467-1

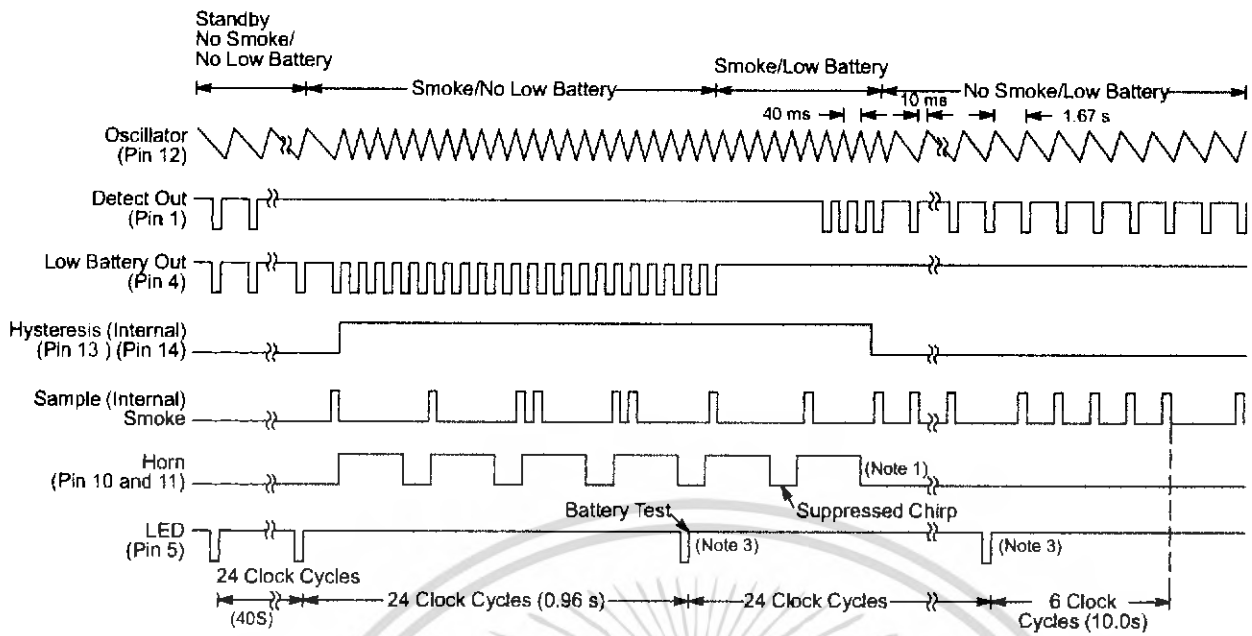
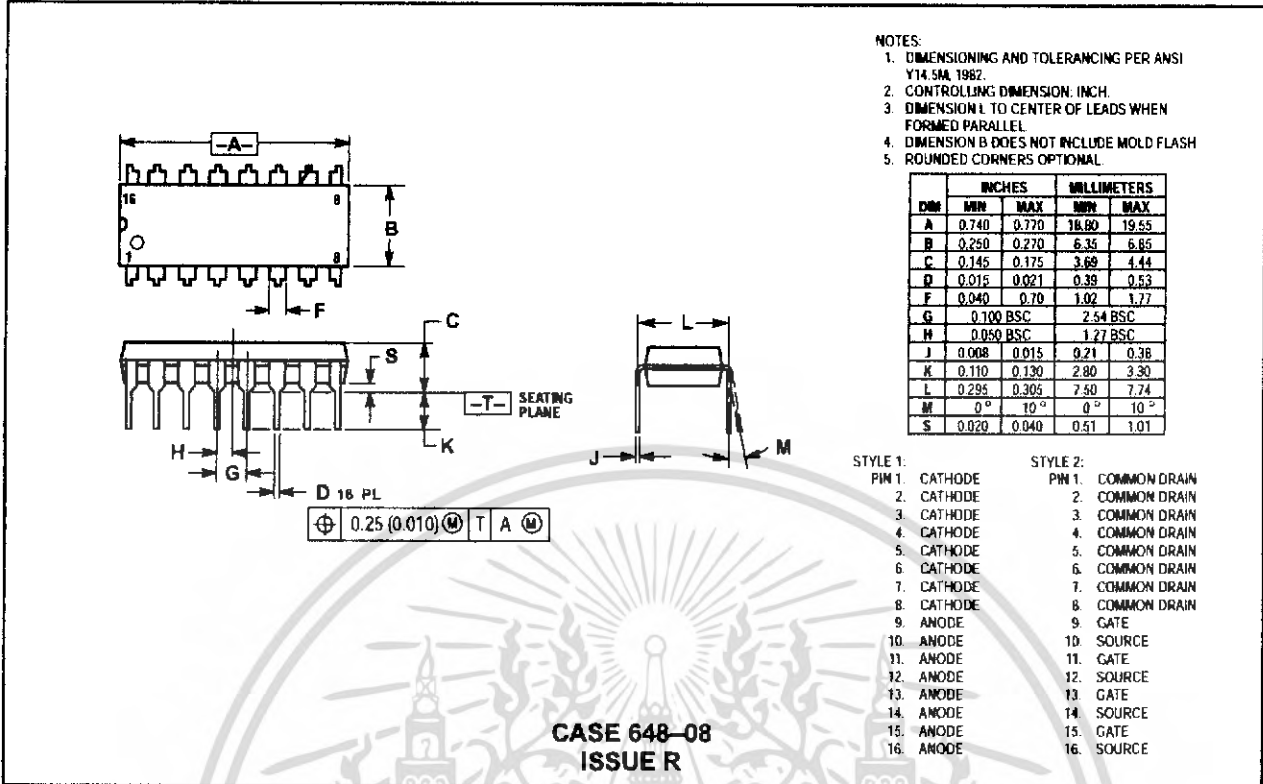


Figure 6. Timing Diagram

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 on once 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.

PACKAGE DIMENSIONS



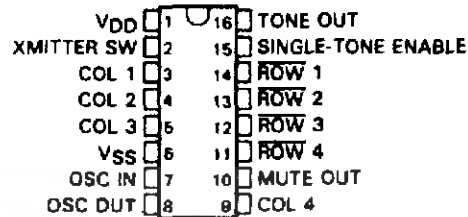
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCM5087 TONE ENCODER

D2650, NOVEMBER 1982 - REVISED DECEMBER 1980

- 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 Translator 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	+0.18
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	-0.36
Column 4	1633	1645	+0.73

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

PRODUCTS 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.

TEXAS
INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1990, Texas Instruments Incorporated

2-157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCM5087 TONE ENCODER

operation

keyboard and electronic inputs

The specific tone or tones generated are determined by inputs designated ROW 1 through 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.

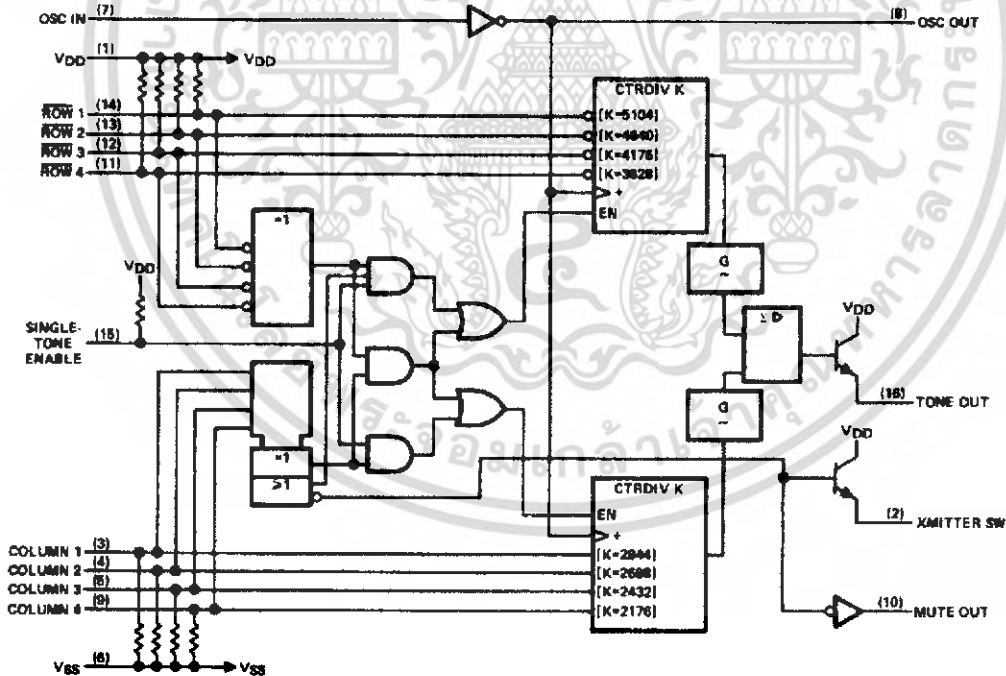
transmitter switch output

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 VDD.

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



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 ($V_I \neq V_{IL}$), 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.

**TCM5087
TONE ENCODER**

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{DD}		3.5			V
High-level input voltage, V_{IH}	Row inputs (off)	0.9 V_{DD}			V
	All other inputs	0.7 V_{DD}			V
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}			V
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 $^{\circ}\text{C}$

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

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Column or row input			10			k Ω
Single-tone-enable input resistance to V_{DD}		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	20 100			k Ω
V_{OH}	High-level output voltage	Mute output	$V_{DD} = 3\text{ V}, I_{OH} = 0.2\text{ mA}$			V
			$V_{DD} = 10\text{ V}, I_{OH} = 0.5\text{ mA}$			
		Transmitter switch output	$V_{DD} = 3.5\text{ V}, I_{OH} = -15\text{ mA}$			
		$V_{DD} = 10\text{ V}, I_{OH} = -40\text{ mA}$	1.6 2.5 8			
V_{OL}	Low-level output voltage, mute output	$V_{DD} = 3\text{ V}, I_{OL} = -0.2\text{ mA}$	0.5			V
		$V_{DD} = 10\text{ V}, I_{OL} = -0.5\text{ mA}$	0.5			
I_{OL}	Off-state current transmitter switch output	$V_{DD} = 10\text{ V}, V_O = 0\text{ V}$	10			μA
I_{DDstby}	Standby supply current with outputs unloaded	$V_{DD} = 3.5\text{ V}$	0.25 100			μA
		$V_{DD} = 10\text{ V}$	0.5 200			
I_{DDop}	Operating current	$V_{DD} = 3.5\text{ V}$, See Note 3	1 2			mA
		$V_{DD} = 10\text{ V}$, 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	$R_L = 330\ \Omega$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	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)		$V_{DD} \geq 4\text{ V}$	-20			dB
Quiescent tone-output power			-80			dBm
Tone-output rise time (see Note 5)			3 5			ms

[†] Unless otherwise noted, test conditions are: $R_L = 620\ \Omega$ for $V_{DD} \leq 5\text{ V}$ or $R_L = 330\ \Omega$ for $V_{DD} > 5\text{ V}$. Crystal parameters are the following: $f = 3.579545\text{ MHz} \pm 0.02\%$, $R_S < 100\ \Omega$, $C_L = 18\text{ pF}$, $C_M = 0.02\text{ pF}$, $C_H = 5\text{ pF}$, $L_M = 88\text{ mH}$.

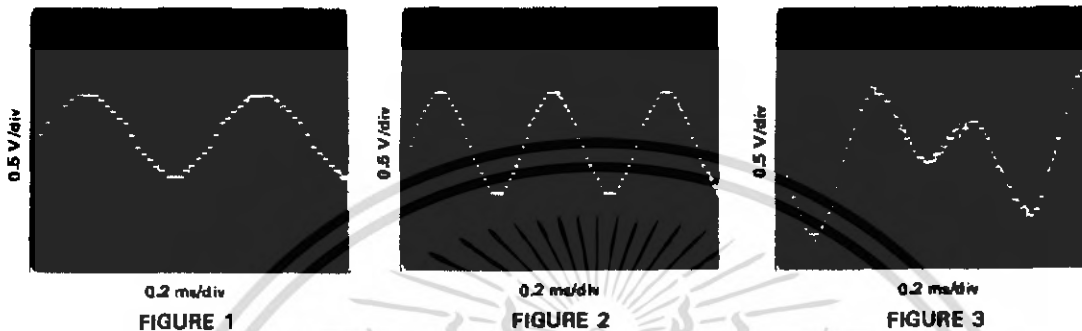
NOTES: 3. Operating current is measured with all outputs unloaded, one row input connected to one column input, and normal oscillator input (T_A at 0°C to 70°C).

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.

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.



distortion considerations

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

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

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

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

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:

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

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.

**TCM5087
TONE ENCODER**

APPLICATION INFORMATION

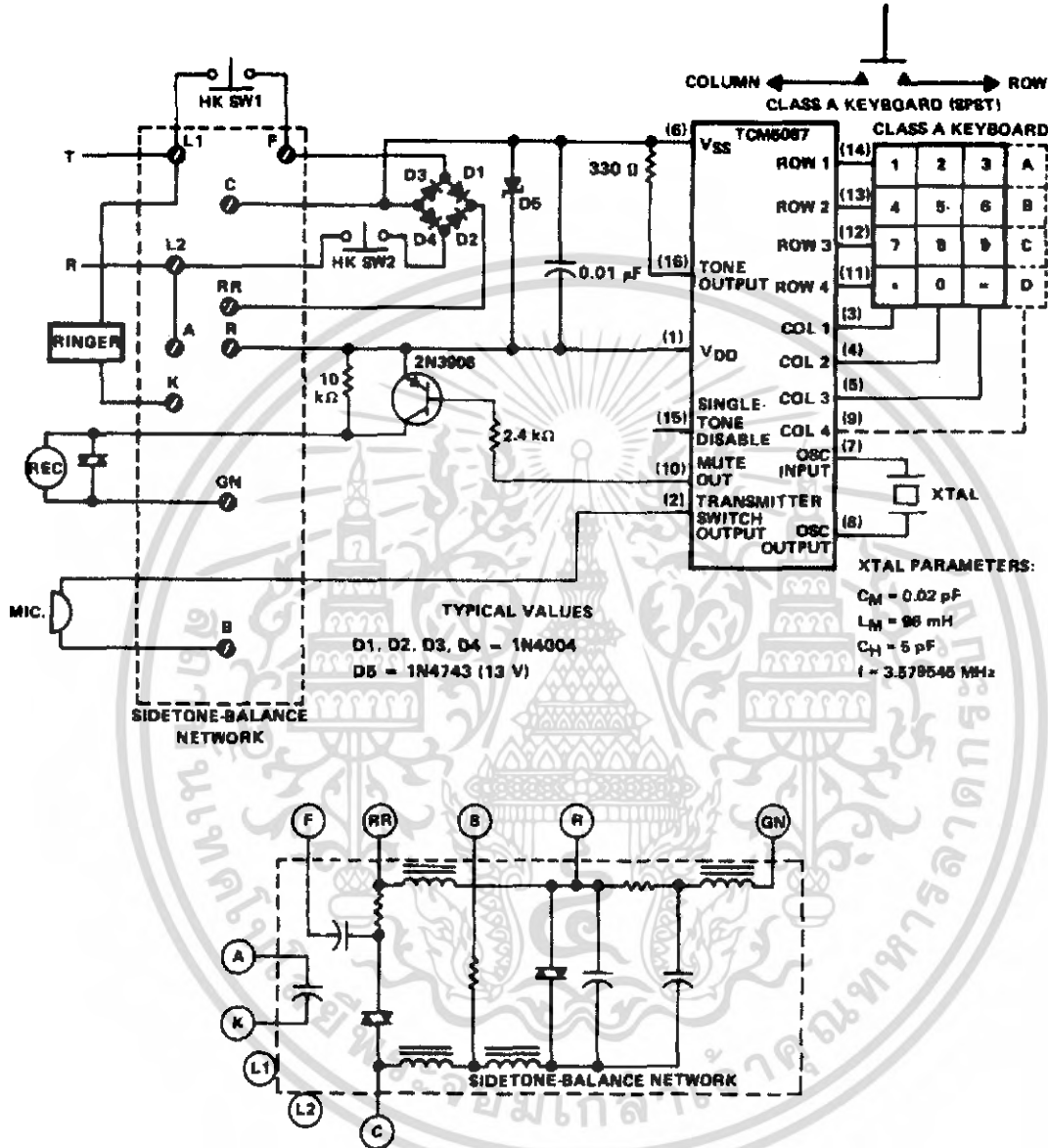


FIGURE 4. TYPICAL APPLICATION USING HYBRID COIL SIDETONE-BALANCE NETWORK, ELECTRONIC SWITCHING, AND LOW-COST (CLASS A) KEYBOARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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*

- 1 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. GENERAL DESCRIPTION

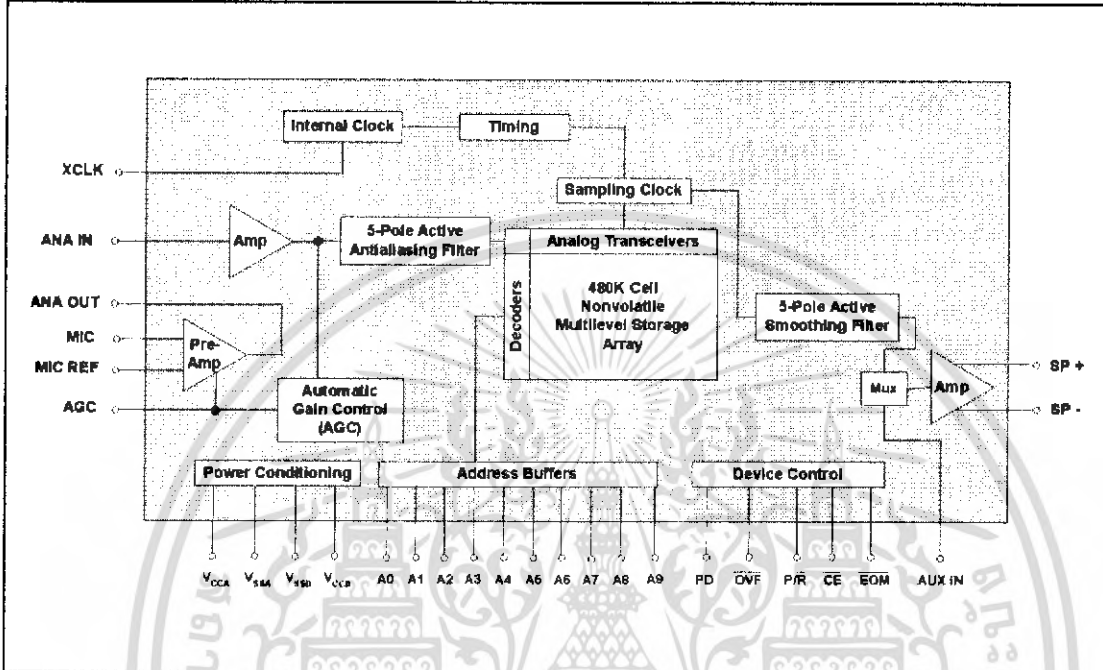
Winbond's ISD2500 ChipCorder[®] Series provide high-quality, single-chip, Record/Playback solutions for 60- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier, 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 μ A (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)



3. BLOCK DIAGRAM



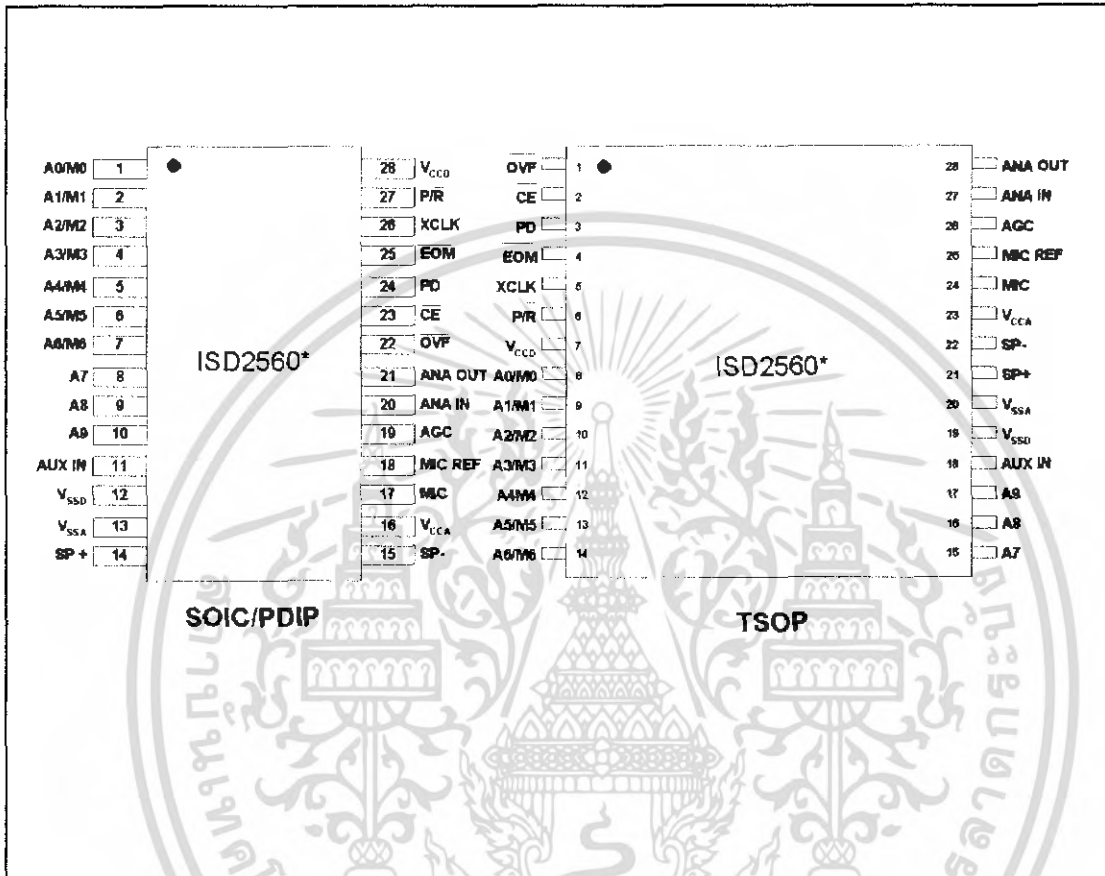
Publication Release Date: May 2003
Revision 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2560/75/90/120



5. PIN CONFIGURATION



* Same pinouts for ISD2575 / 2590 / 25120 products

Publication Release Date: May 2003

Revision 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7. FUNCTIONAL DESCRIPTION

7.1. DETAILED DESCRIPTION

Speech/Sound Quality

The Winbond's ISD2500 series includes devices offered at 4.0, 5.3, 6.4, and 8.0 kHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. Increasing the duration within a product series decreases the sampling frequency and bandwidth, which affects the sound quality. Please refer to the ISD2560/75/90/120 Product Summary table below to compare the duration, sampling frequency and filter pass band.

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

Duration

To meet various system requirements, the ISD2560/75/90/120 products offer single-chip solutions at 60, 75, 90, and 120 seconds. Parts may also be cascaded together for longer durations.

TABLE 1: ISD2560/75/90/120 PRODUCT SUMMARY

Part Number	Duration (Seconds)	Input Sample Rate (kHz)	Typical Filter Pass Band * (kHz)
ISD2560	60	8.0	3.4
ISD2575	75	6.4	2.7
ISD2590	90	5.3	2.3
ISD25120	120	4.0	1.7

* 3db roll-off point

EEPROM Storage

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

Microcontroller Interface

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



8. TIMING DIAGRAMS

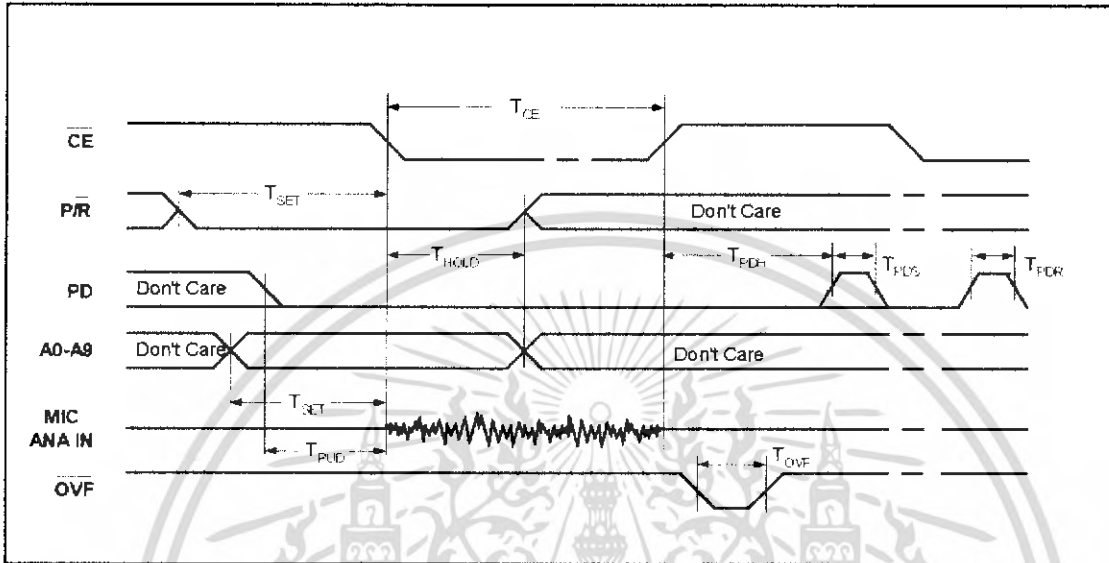


FIGURE 1: RECORD

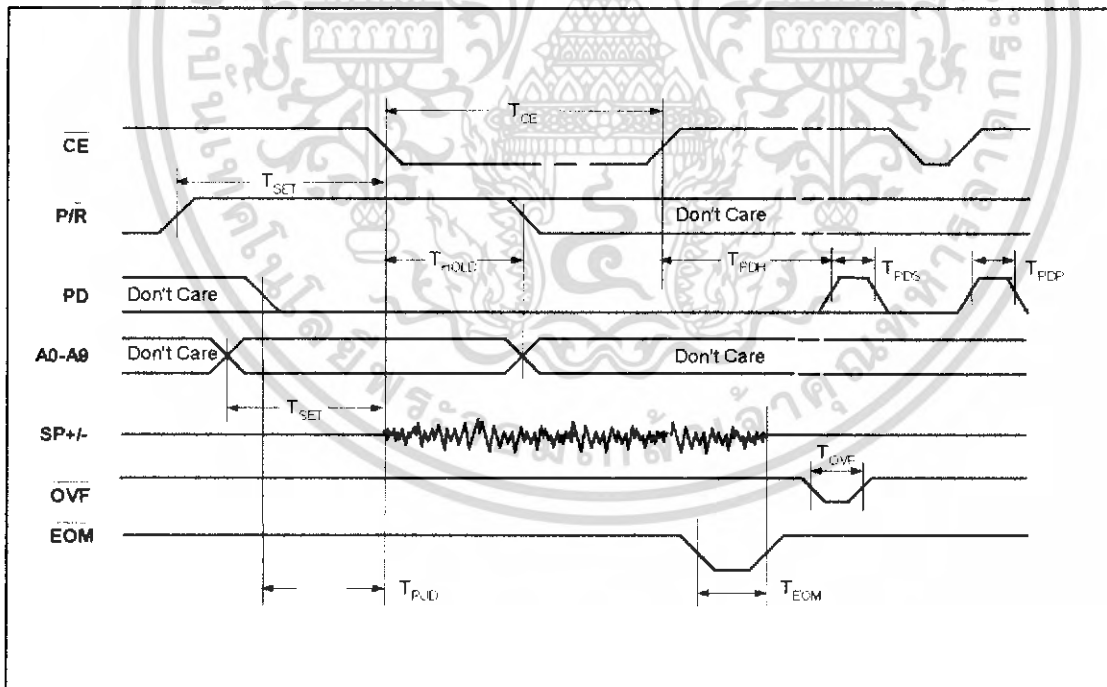


FIGURE 2: PLAYBACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

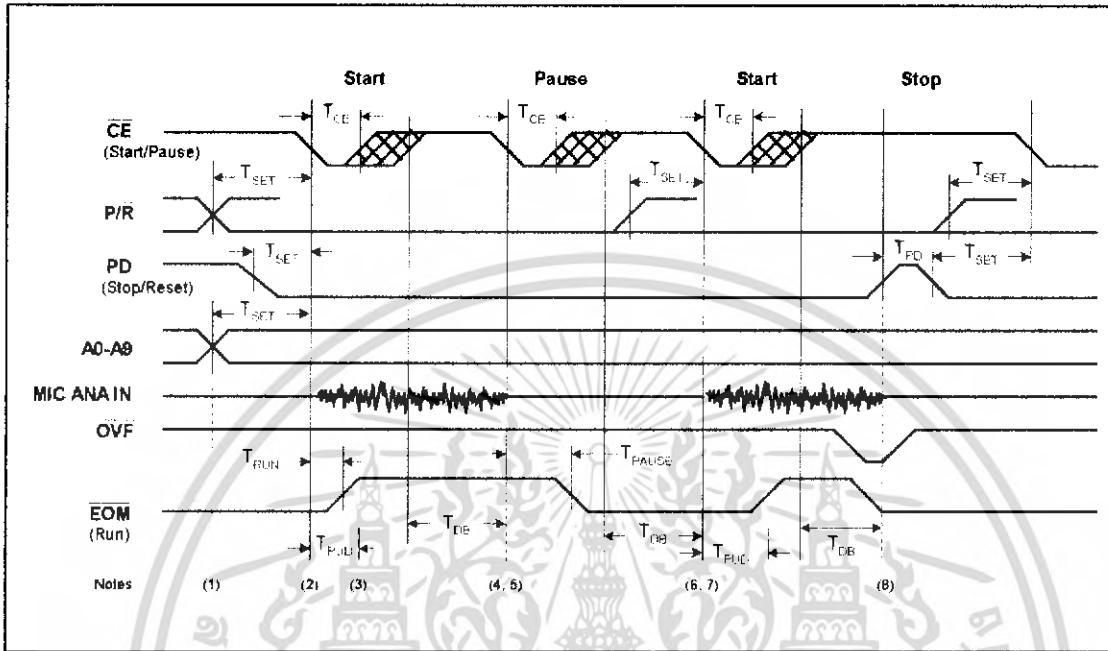


FIGURE 3: PUSH-BUTTON MODE RECORD

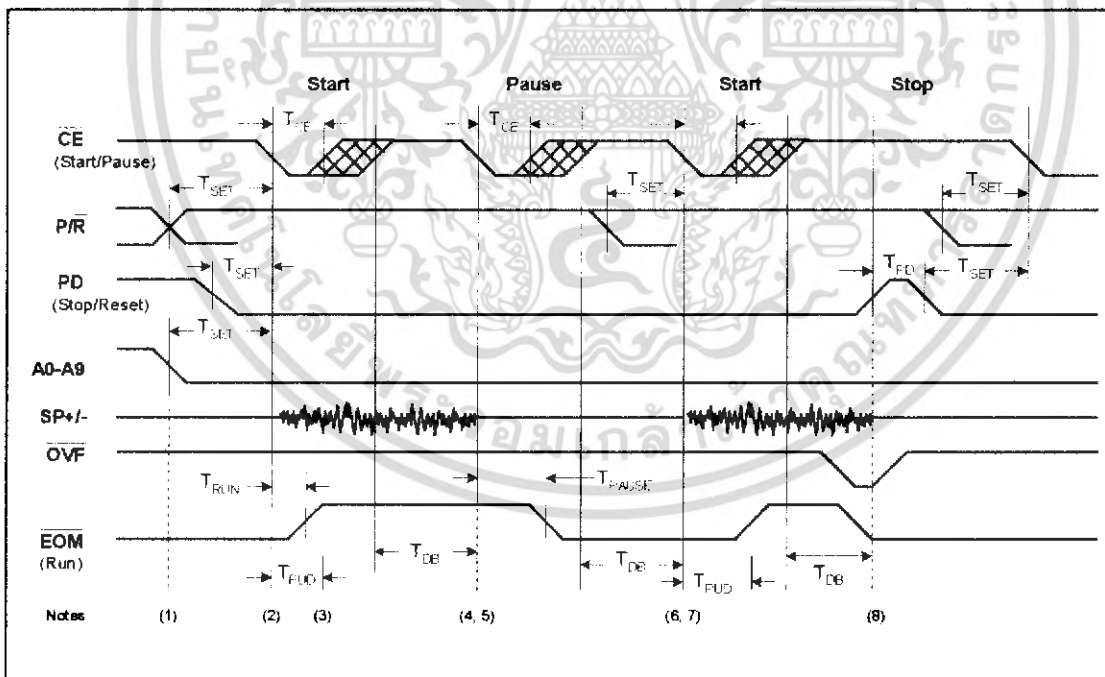


FIGURE 4: PUSH-BUTTON MODE PLAYBACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Notes for Push-Button modes:

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





9. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

TABLE 4: ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (DIE)

CONDITION	VALUE
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Voltage applied to any pad	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{CC} + 0.3V)
Voltage applied to any pad (Input current limited to ±20mA)	(V _{SS} - 1.0V) to (V _{CC} + 1.0V)
V _{CC} - V _{SS}	-0.3V to +7.0V

TABLE 5: ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (PACKAGED PARTS)

CONDITION	VALUE
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Voltage applied to any pin	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{CC} + 0.3V)
Voltage applied to any pin (Input current limited to ±20 mA)	(V _{SS} - 1.0V) to (V _{CC} + 1.0V)
Lead temperature (Soldering - 10sec)	300°C
V _{CC} - V _{SS}	-0.3V to +7.0V

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



9.1 OPERATING CONDITIONS

TABLE 6: OPERATING CONDITIONS (DIE)

CONDITION	VALUE
Commercial operating temperature range	0°C to +50°C
Supply voltage (V _{CC}) ^[1]	+4.5V to +6.5V
Ground voltage (V _{SS}) ^[2]	0V

TABLE 7: OPERATING CONDITIONS (PACKAGED PARTS)

CONDITION	VALUE
Commercial operating temperature range ^[3]	0°C to +70°C
Supply voltage (V _{CC}) ^[1]	+4.5V to +5.5V
Ground voltage (V _{SS}) ^[2]	0V

^[1]V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}

^[2]V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}

^[3]Case Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



11. TYPICAL APPLICATION CIRCUIT

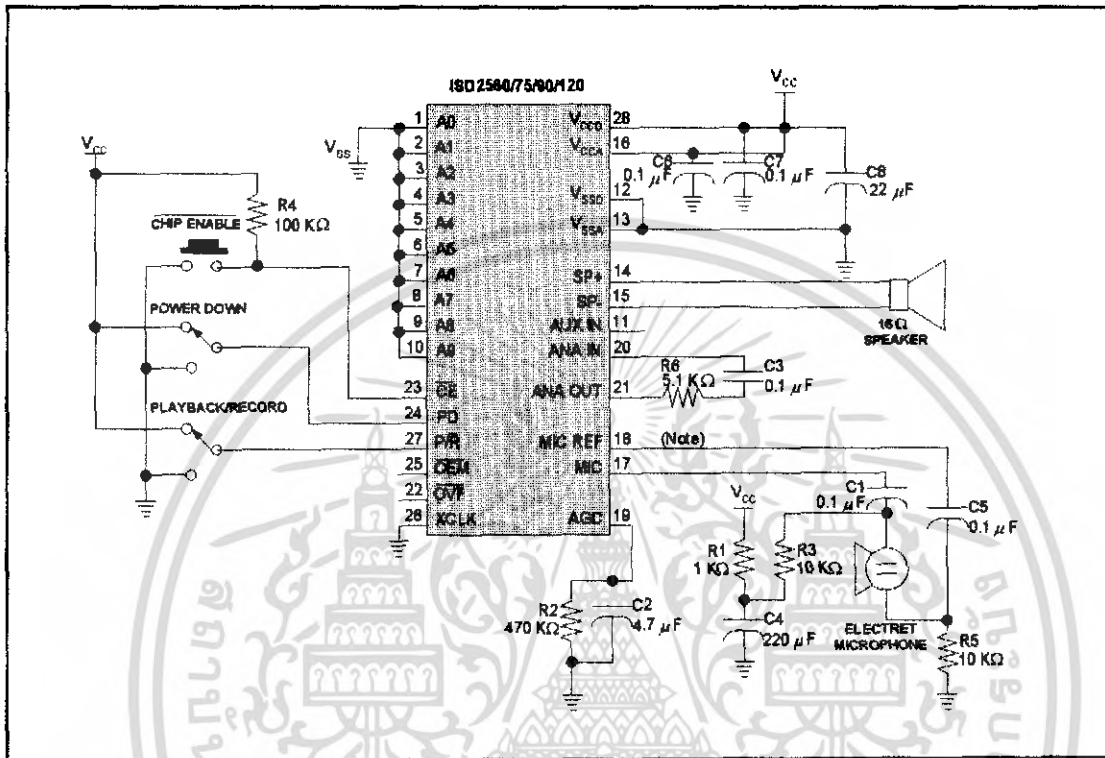


FIGURE 5: DESIGN SCHEMATIC

Note: If desired, pin 18 (PDIP package) may be left unconnected (microphone preamplifier noise will be higher). In this case, pin 18 must not be tied to any other signal or voltage. Additional design example schematics are provided below.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2560/75/90/120

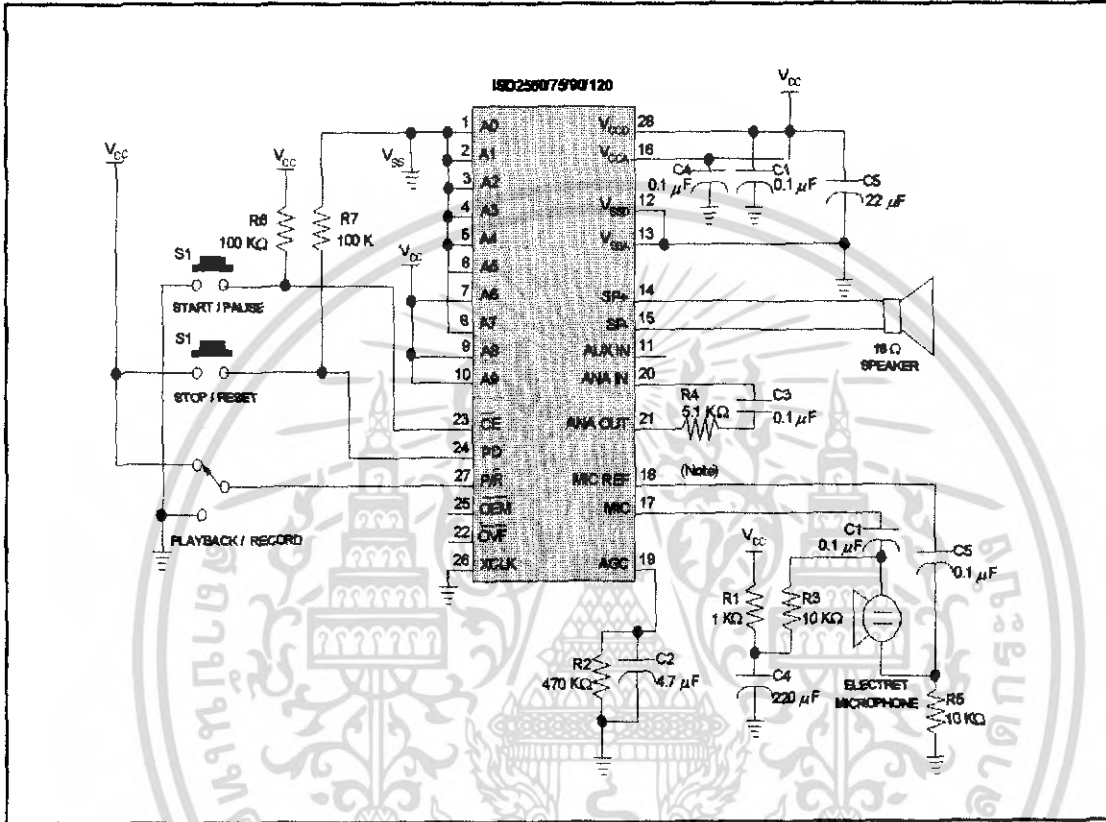


FIGURE 7: ISD2560/75/90/120 APPLICATION EXAMPLE - PUSH-BUTTON

Note: Please refer to page 13 for more details.

Publication Release Date: May 2003
Revision 1.0

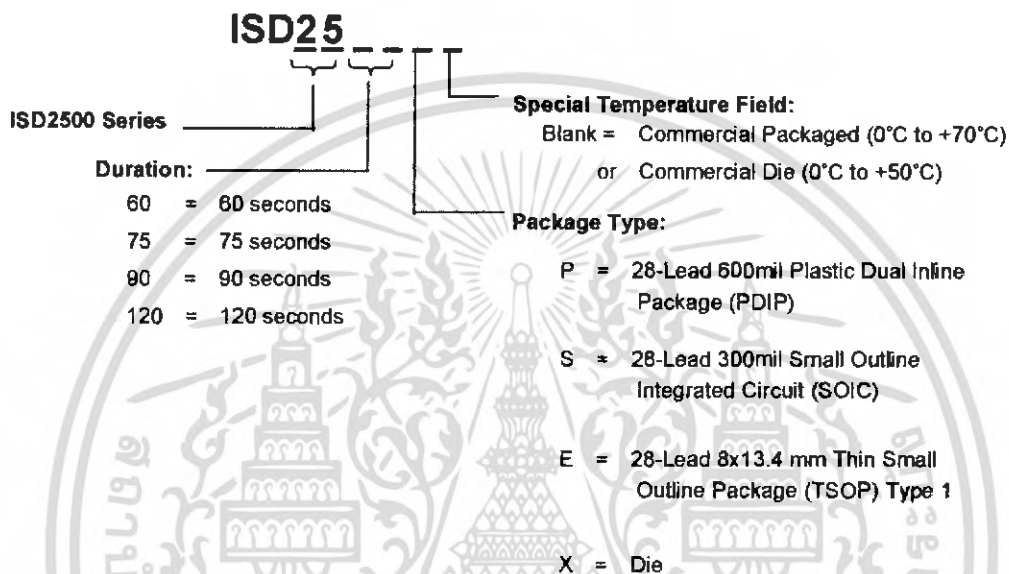
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2560/75/90/120



13. ORDERING INFORMATION

Product Number Descriptor Key



When ordering ISD2560/75/90/120 products refer to the following part numbers which are supported in volume for this product series. Consult the local Winbond Sales Representative or Distributor for availability information.

Part Number	Part Number	Part Number	Part Number
ISD2560P	ISD2575P	ISD2590P	ISD25120P
ISD2560S	ISD2575S	ISD2590S	ISD25120S
ISD2560E	ISD2575E	ISD2590E	
ISD2560X	ISD2575X	ISD2590X	ISD25120X

For the latest product information, access Winbond's worldwide website at <http://www.winbond-usa.com>

Features

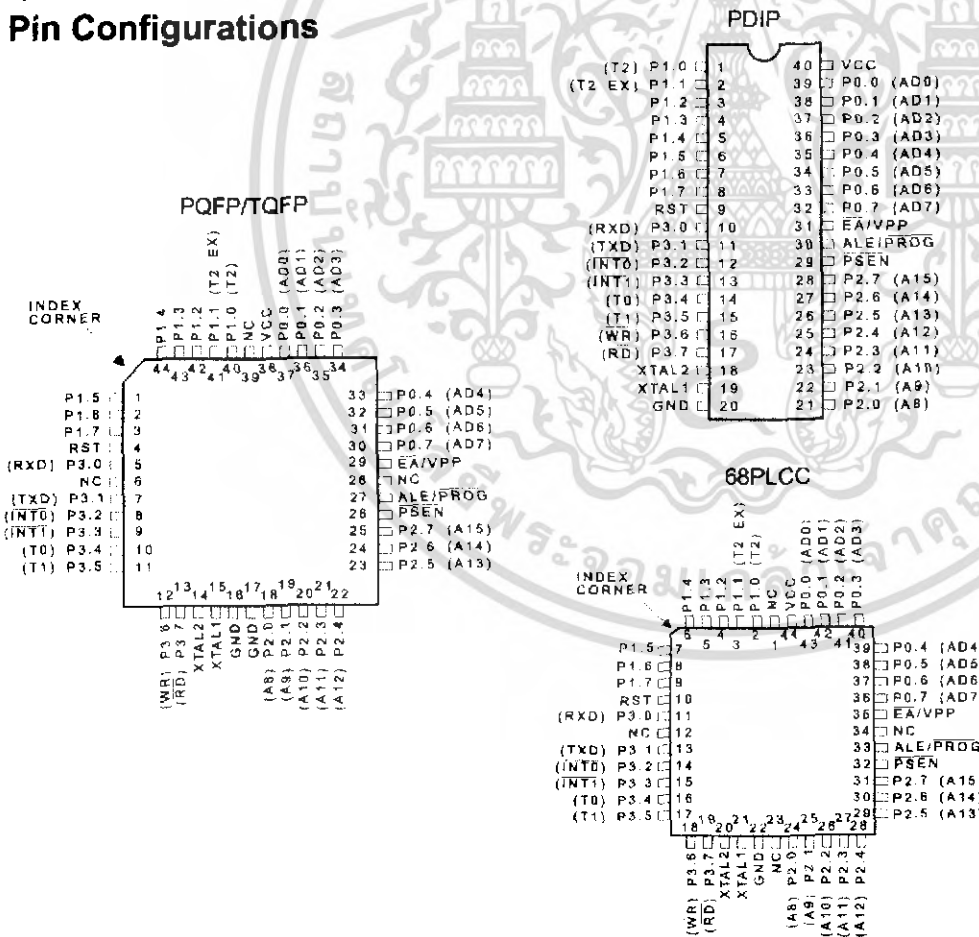
- Compatible with MCS-51™ Products
- 8K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 256 x 8-Bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-Bit Timer/Counters
- Eight Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low Power Idle and Power Down Modes

Description

The AT89C52 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 8K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard 80C51 and 80C52 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C52 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

(continued)

Pin Configurations



0313F-A-12/97



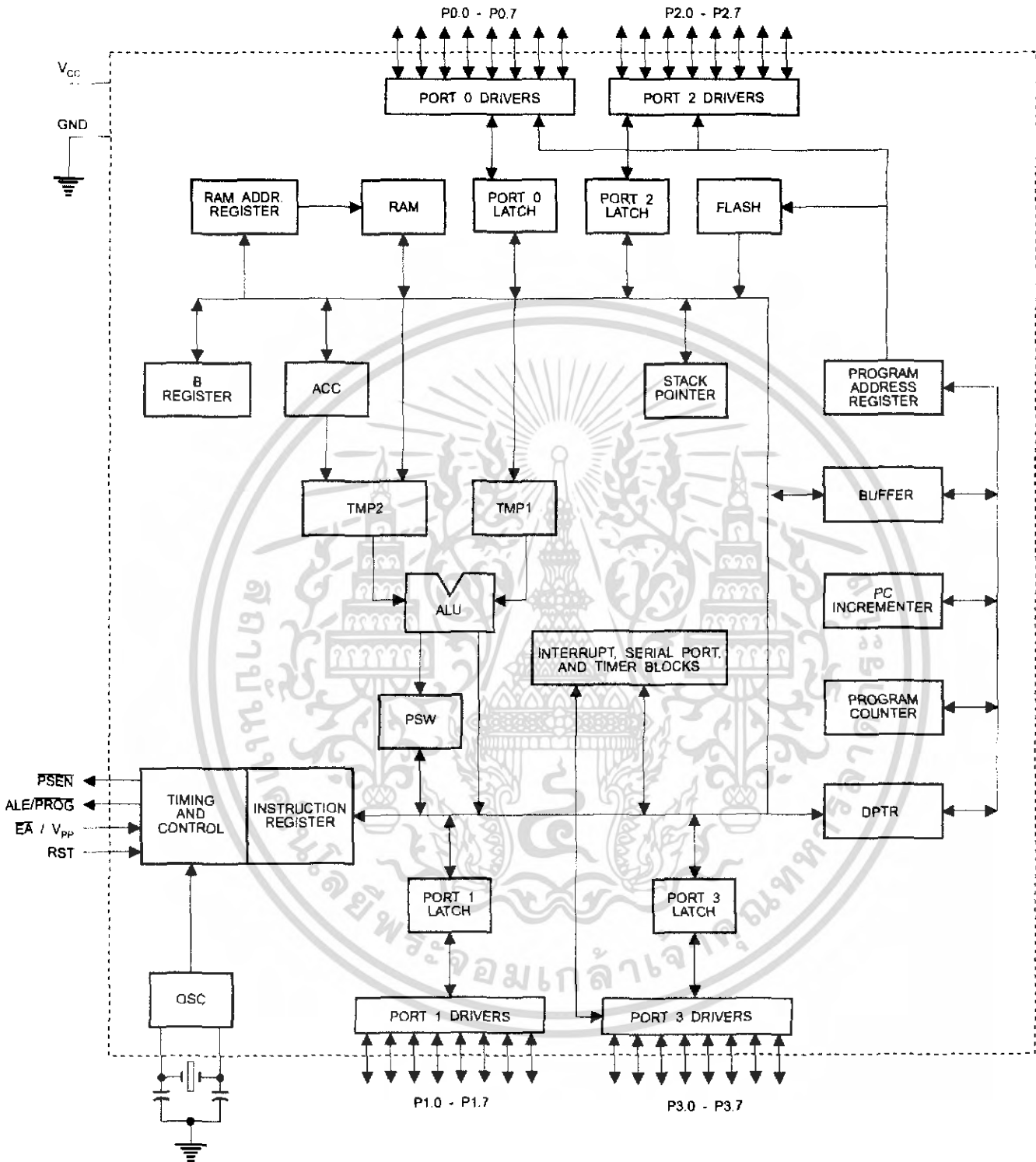
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



8-Bit Microcontroller with 8K Bytes Flash

AT89C52

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The AT89C52 provides the following standard features: 8K bytes of Flash, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, 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 AT89C52 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 hardware reset.

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.

In addition, 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, as shown in the following table.

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

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)

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 AT89C51, 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	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	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/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 (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 MOV C instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

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

When the AT89C52 is executing code from external program memory, PSEN is activated twice each machine cycle, except that two 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.

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Table 1. AT89C52 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								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								0AFH
0A0H	P2 11111111								0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000			8FH
80H	P0 11111111	SP 00001111	DPL 00000000	DPH 00000000				PCON 0XXX0000	87H

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.

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 4) 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.

Interrupt Registers: The individual interrupt enable bits are in the IE 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								
Bit	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/T2	CP/RL2
	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 overflow 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/T2	Timer or counter select for Timer 2. C/T2 = 0 for timer function. C/T2 = 1 for external event counter (falling edge triggered).
CP/RL2	Capture/Reload select. CP/RL2 = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/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.

Data Memory

The AT89C52 implements 256 bytes of on-chip RAM. The upper 128 bytes occupy a parallel address 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.



Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89C52 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51.

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 $C/T2$ 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 3.

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.

Table 3. Timer 2 Operating Modes

RCLK +TCLK	CP/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)

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.

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 4). 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 1. Timer in Capture Mode

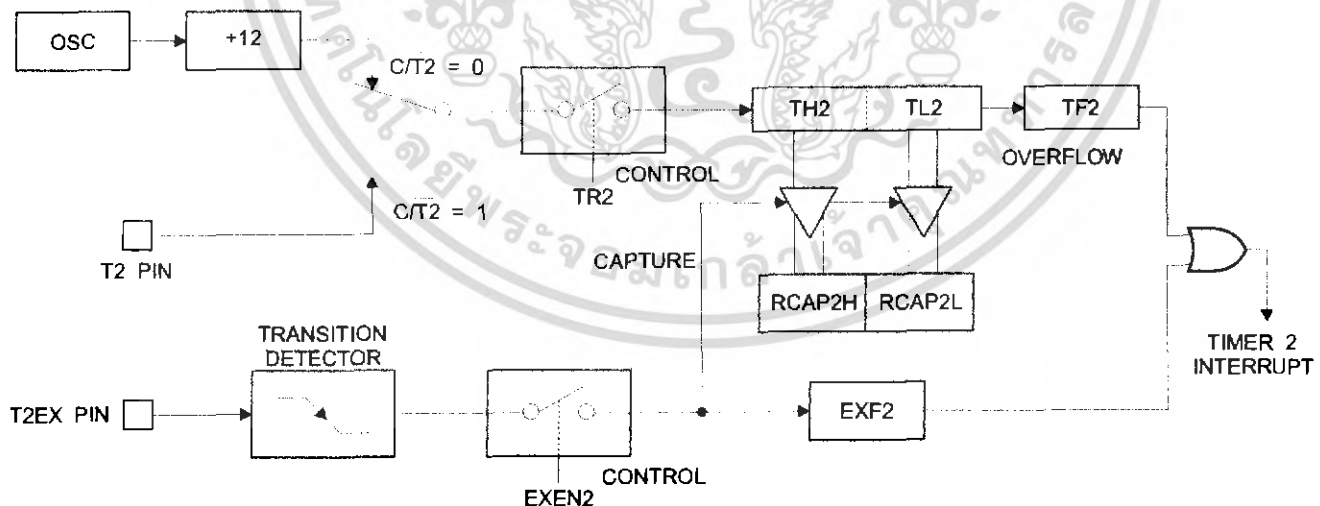


Figure 2 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN = 0. In this mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to 0FFFFH and then sets the TF2 bit upon overflow. The overflow also causes the timer registers to be reloaded with the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L. The values in Timer in Capture Mode RCAP2H and RCAP2L are preset by software. If EXEN2 = 1, a 16-bit reload can be triggered either by an overflow or by a 1-to-0 transition at external input T2EX. This transition also sets the EXF2 bit. Both the TF2 and EXF2 bits can generate an interrupt if enabled.

Setting the DCEN bit enables Timer 2 to count up or down, as shown in Figure 3. In this mode, the T2EX pin controls

the direction of the count. A logic 1 at T2EX makes Timer 2 count up. The timer will overflow at 0FFFFH and set the TF2 bit. This overflow also causes the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L to be reloaded into the timer registers, TH2 and TL2, respectively.

A logic 0 at T2EX makes Timer 2 count down. The timer underflows when TH2 and TL2 equal the values stored in RCAP2H and RCAP2L. The underflow sets the TF2 bit and causes 0FFFFH to be reloaded into the timer registers.

The EXF2 bit toggles whenever Timer 2 overflows or underflows and can be used as a 17th bit of resolution. In this operating mode, EXF2 does not flag an interrupt.

Figure 2. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 0)

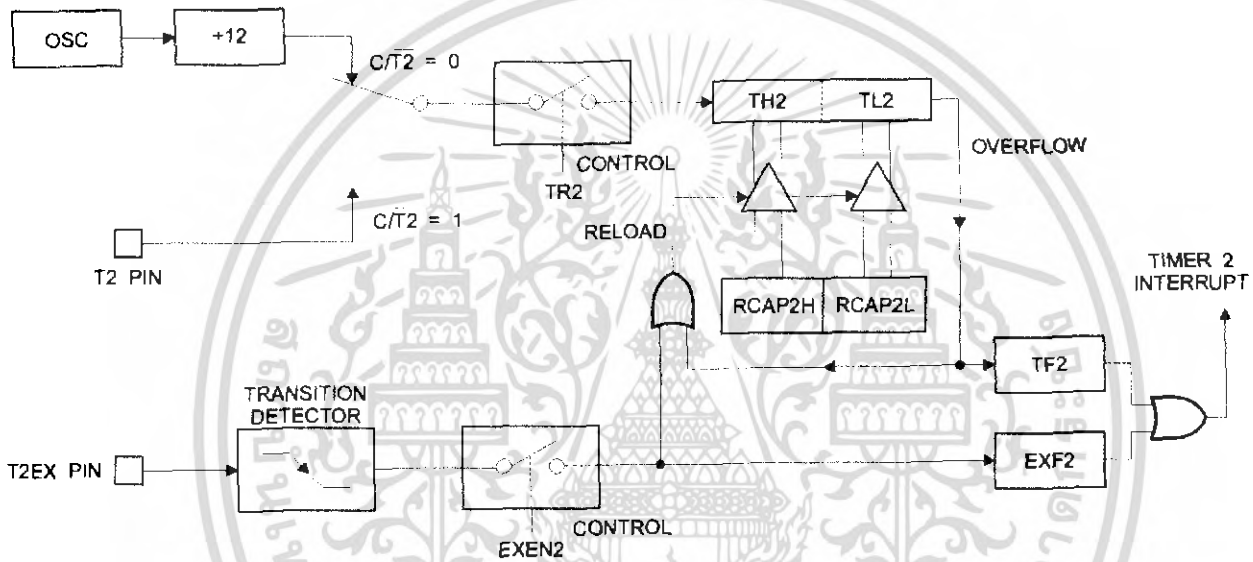


Table 4. T2MOD—Timer 2 Mode Control Register

T2MOD Address = 0C9H							Reset Value = XXXX XX00B	
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	—	—	—	—	—	—	T2OE	DCEN
Symbol	Function							
—	Not implemented, reserved for future							
T2OE	Timer 2 Output Enable bit.							
DCEN	When set, this bit allows Timer 2 to be configured as an up/down counter.							



Figure 3. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 1)

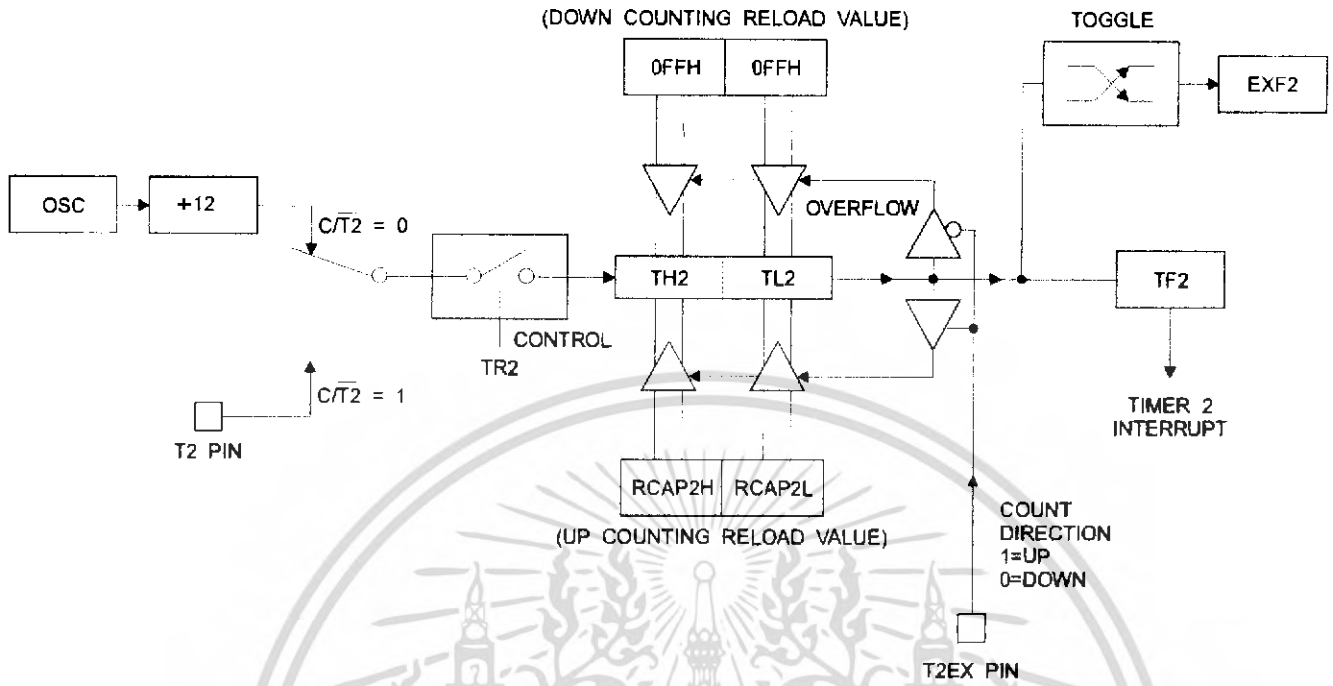
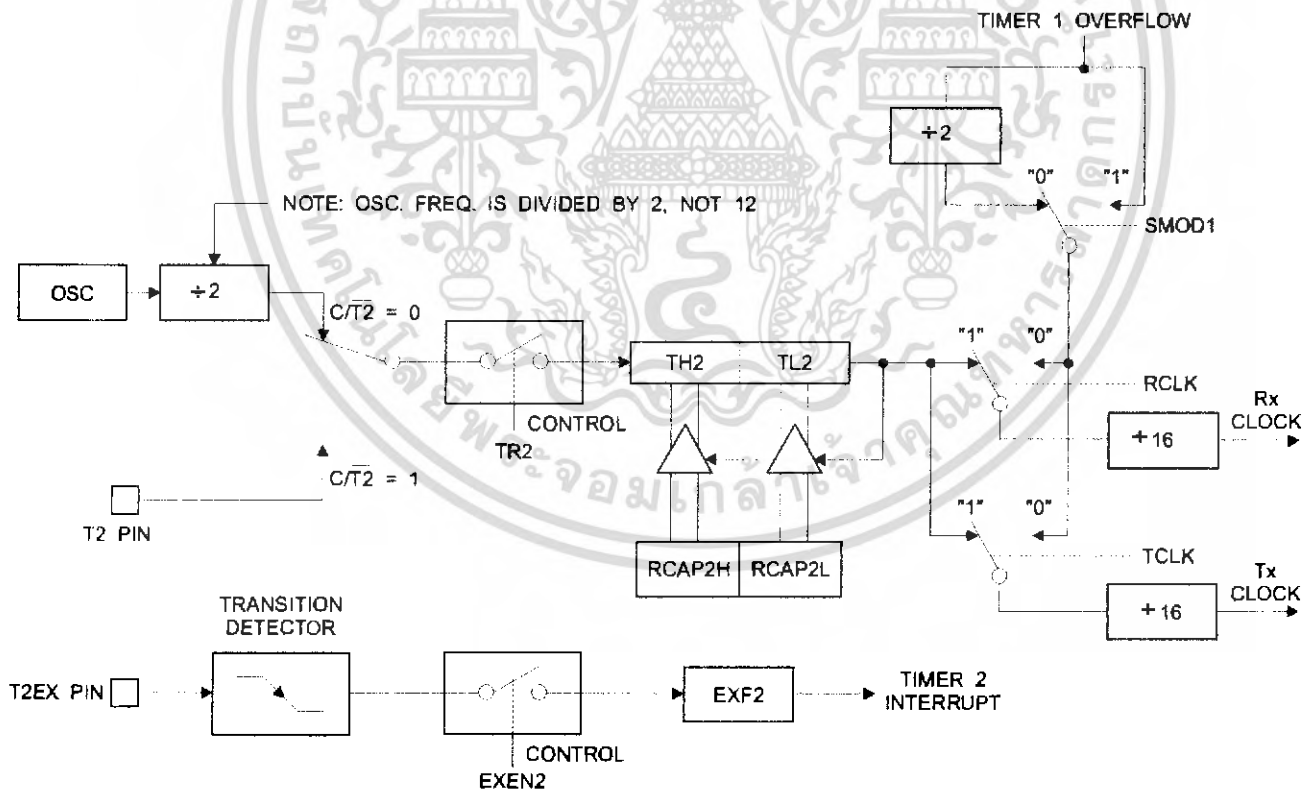


Figure 4. Timer 2 in Baud Rate Generator Mode



Baud Rate Generator

Timer 2 is selected as the baud rate generator by setting TCLK and/or RCLK in T2CON (Table 2). Note that the baud rates for transmit and receive can be different if Timer 2 is used for the receiver or transmitter and Timer 1 is used for the other function. Setting RCLK and/or TCLK puts Timer 2 into its baud rate generator mode, as shown in Figure 4.

The baud rate generator mode is similar to the auto-reload mode, in that a rollover in TH2 causes the Timer 2 registers to be reloaded with the 16-bit value in registers RCAP2H and RCAP2L, which are preset by software.

The baud rates in Modes 1 and 3 are determined by Timer 2's overflow rate according to the following equation.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rates} = \frac{\text{Timer 2 Overflow Rate}}{16}$$

The Timer can be configured for either timer or counter operation. In most applications, it is configured for timer operation ($CP/T2 = 0$). The timer operation is different for Timer 2 when it is used as a baud rate generator. Normally, as a timer, it increments every machine cycle (at 1/12 the oscillator frequency). As a baud rate generator, however, it

increments every state time (at 1/2 the oscillator frequency). The baud rate formula is given below.

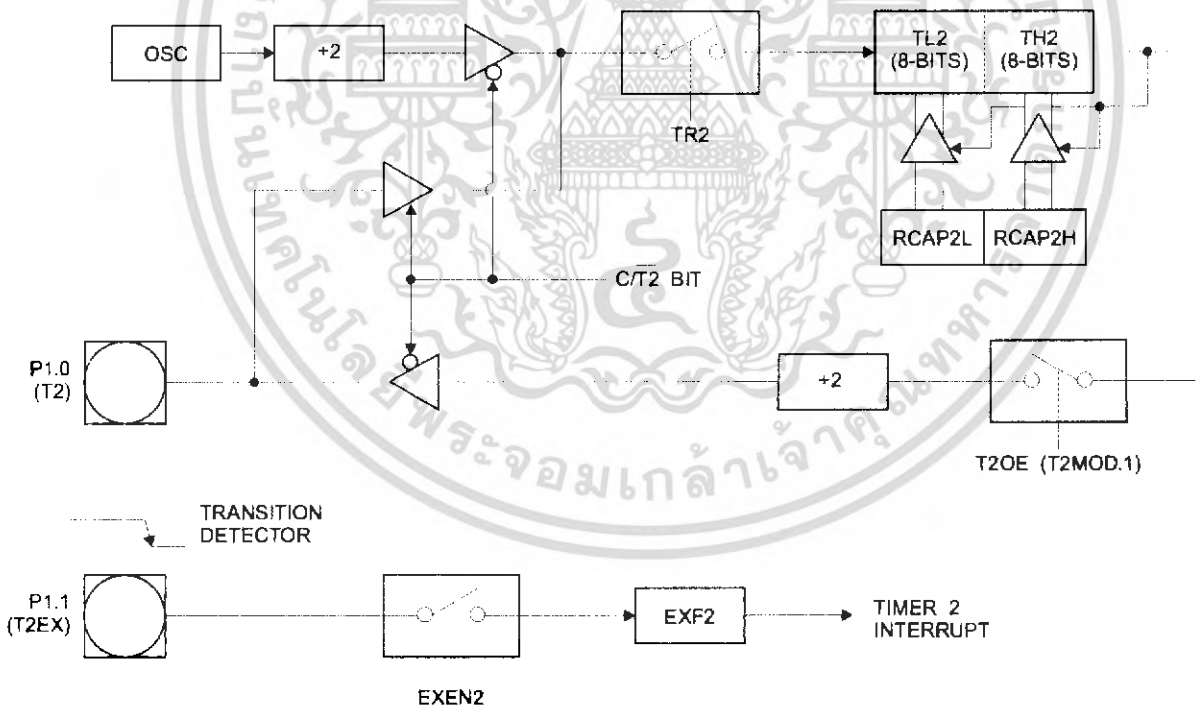
$$\frac{\text{Modes 1 and 3}}{\text{Baud Rate}} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times [65536 - (\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L})]}$$

where (RCAP2H, RCAP2L) is the content of RCAP2H and RCAP2L taken as a 16-bit unsigned integer.

Timer 2 as a baud rate generator is shown in Figure 4. This figure is valid only if RCLK or TCLK = 1 in T2CON. Note that a rollover in TH2 does not set TF2 and will not generate an interrupt. Note too, that if EXEN2 is set, a 1-to-0 transition in T2EX will set EXF2 but will not cause a reload from (RCAP2H, RCAP2L) to (TH2, TL2). Thus when Timer 2 is in use as a baud rate generator, T2EX can be used as an extra external interrupt.

Note that when Timer 2 is running (TR2 = 1) as a timer in the baud rate generator mode, TH2 or TL2 should not be read from or written to. Under these conditions, the Timer is incremented every state time, and the results of a read or write may not be accurate. The RCAP2 registers may be read but should not be written to, because a write might overlap a reload and cause write and/or reload errors. The timer should be turned off (clear TR2) before accessing the Timer 2 or RCAP2 registers.

Figure 5. Timer 2 in Clock-Out Mode



Programmable Clock Out

A 50% duty cycle clock can be programmed to come out on P1.0, as shown in Figure 5. This pin, besides being a regular I/O pin, has two alternate functions. It can be programmed to input the external clock for Timer/Counter 2 or to output a 50% duty cycle clock ranging from 61 Hz to 4 MHz at a 16 MHz operating frequency.

To configure the Timer/Counter 2 as a clock generator, bit $C/T\bar{2}$ (T2CON.1) must be cleared and bit T2OE (T2MOD.1) must be set. Bit TR2 (T2CON.2) starts and stops the timer.

The clock-out frequency depends on the oscillator frequency and the reload value of Timer 2 capture registers (RCAP2H, RCAP2L), as shown in the following equation.

$$\text{Clock-Out Frequency} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{4 \times [65536 - (\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L})]}$$

In the clock-out mode, Timer 2 roll-overs will not generate an interrupt. This behavior is similar to when Timer 2 is used as a baud-rate generator. It is possible to use Timer 2 as a baud-rate generator and a clock generator simultaneously. Note, however, that the baud-rate and clock-out frequencies cannot be determined independently from one another since they both use RCAP2H and RCAP2L.

UART

The UART in the AT89C52 operates the same way as the UART in the AT89C51.

Interrupts

The AT89C52 has a total of six interrupt vectors: two external interrupts ($\overline{\text{INT0}}$ and $\overline{\text{INT1}}$), three timer interrupts (Timers 0, 1, and 2), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 6.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table 5 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89C51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

Timer 2 interrupt is generated by the logical OR of bits TF2 and EXF2 in register T2CON. Neither of these flags is cleared by hardware when the service routine is vectored to. In fact, the service routine may have to determine whether it was TF2 or EXF2 that generated the interrupt, and that bit will have to be cleared in software.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle. However, the Timer 2 flag, TF2, is set at S2P2 and is polled in the same cycle in which the timer overflows.

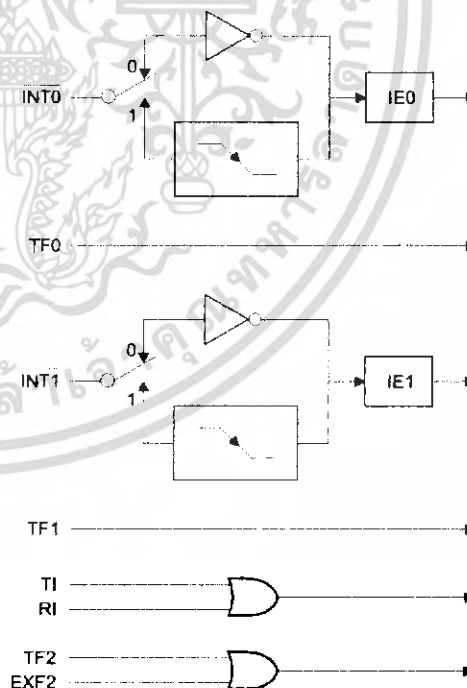
Table 5. Interrupt Enable (IE) Register

(MSB)								(LSB)
EA	—	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0	
Enable Bit = 1 enables the interrupt.								
Enable Bit = 0 disables the interrupt.								

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
—	IE.6	Reserved.
ET2	IE.5	Timer 2 interrupt enable bit.
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit.
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit.
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit.
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit.
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit.

User software should never write 1s to unimplemented bits, because they may be used in future AT89 products.

Figure 6. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 7. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 8. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

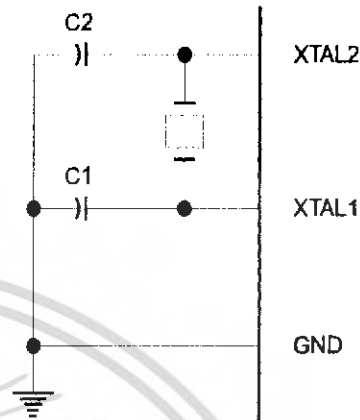
Note that when idle mode is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

Power Down Mode

In the power down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is

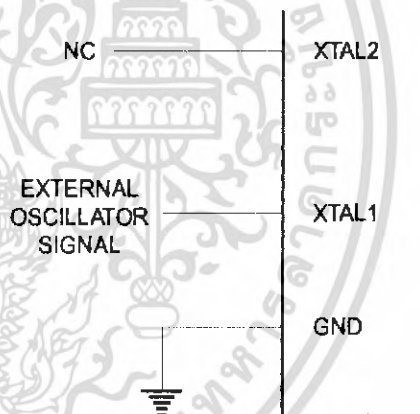
restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Figure 7. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 8. External Clock Drive Configuration



Status of External Pins During Idle and Power Down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power Down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power Down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

Program Memory Lock Bits

The AT89C52 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				Protection Type
LB1	LB2	LB3		
1	U	U	U	No program lock features.
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash memory is disabled.
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled.
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of \overline{EA} must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Programming the Flash

The AT89C52 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (V_{CC}) program enable signal. The low voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C52 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89C52 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	$V_{PP} = 12V$	$V_{PP} = 5V$
Top-Side Mark	AT89C52 xxxx yyww	AT89C52 xxxx-5 yyww
Signature	(030H)=1EH (031H)=52H (032H)=FFH	(030H)=1EH (031H)=52H (032H)=05H

The AT89C52 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.

Programming Algorithm: Before programming the AT89C52, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 9 and 10. To program the AT89C52, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise \overline{EA}/V_{PP} to 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89C52 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. P3.4 is pulled low after \overline{ALE} goes high during programming to indicate \overline{BUSY} . P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate \overline{READY} .

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ low for 10 ms. The code array is written with all 1s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be reprogrammed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.




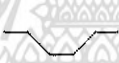

- (030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
- (031H) = 52H indicates 89C52
- (032H) = FFH indicates 12V programming
- (032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written, and the entire array can be erased, by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

Mode	RST	PSEN	ALE/PROG	EA/V _{pp}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data	H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data	H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	L		H/12V	H	H	H	H
	Bit - 2	L		H/12V	H	H	L	L
	Bit - 3	L		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase	H	L	 (1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte	H	L	H	H	L	L	L	L

Note: 1. Chip Erase requires a 10-ms $\overline{\text{PROG}}$ pulse.



Figure 9. Programming the Flash Memory

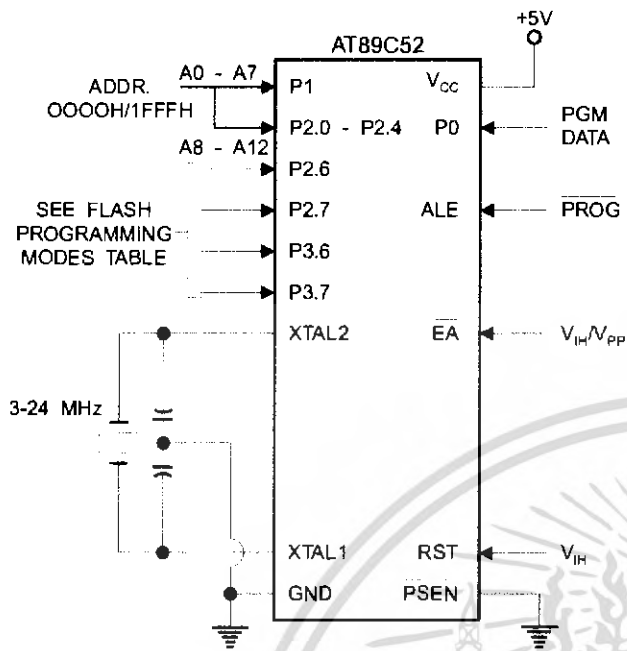
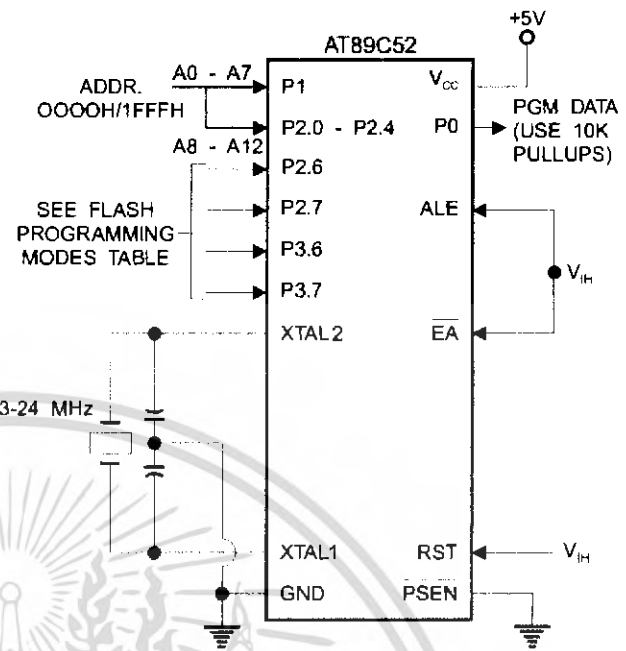


Figure 10. Verifying the Flash Memory



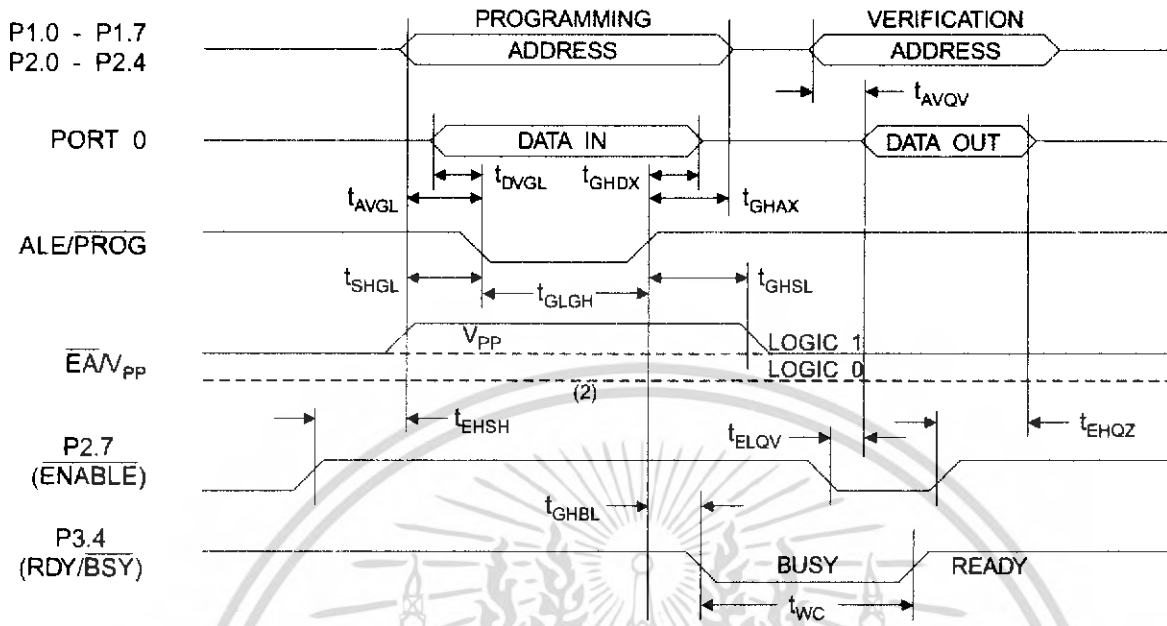
Flash Programming and Verification Characteristics

$T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

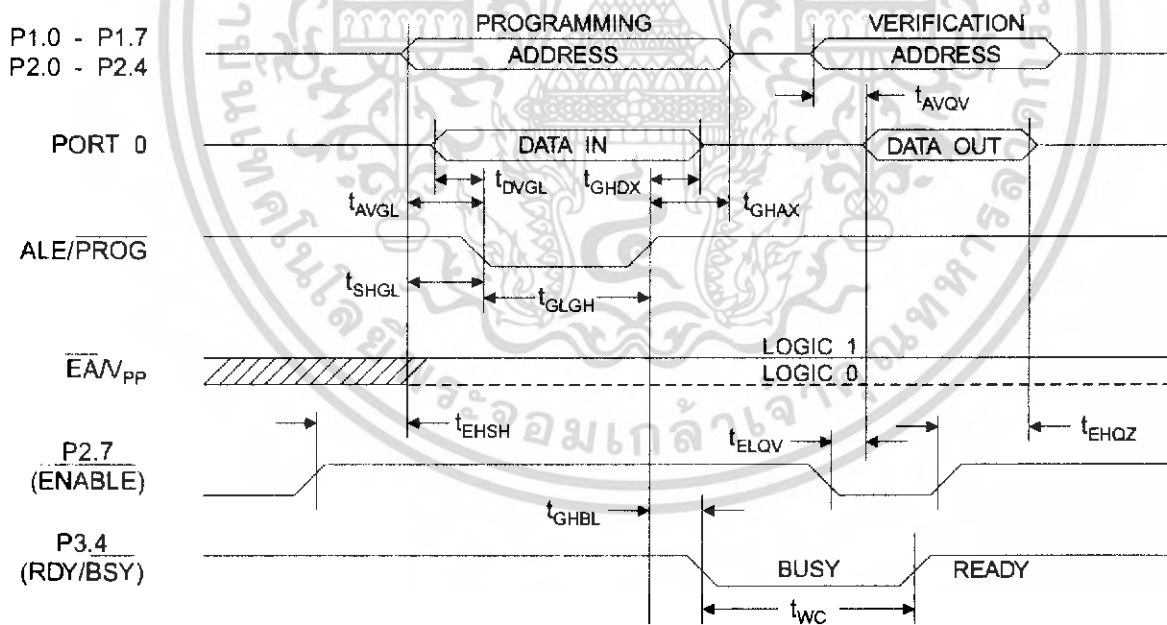
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{PP}^{(1)}$	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
$I_{PP}^{(1)}$	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHS}	P2.7 (ENABLE) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
$t_{GHSL}^{(1)}$	V_{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t_{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	ENABLE Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After ENABLE	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

Flash Programming and Verification Waveforms - High Voltage Mode ($V_{PP}=12V$)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low Voltage Mode ($V_{PP}=5V$)





Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage.....	6.6V
DC Output Current.....	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond 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 beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

The values shown in this table are valid for $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 5.0\text{V} \pm 20\%$, unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power Down Mode ⁽¹⁾	$V_{CC} = 6\text{V}$		100	μA
		$V_{CC} = 3\text{V}$		40	μA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:

Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA

Maximum I_{OL} per 8-bit port:

Port 0: 26 mA Ports 1, 2, 3: 15 mA

Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA

If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum V_{CC} for Power Down is 2V.

AC Characteristics

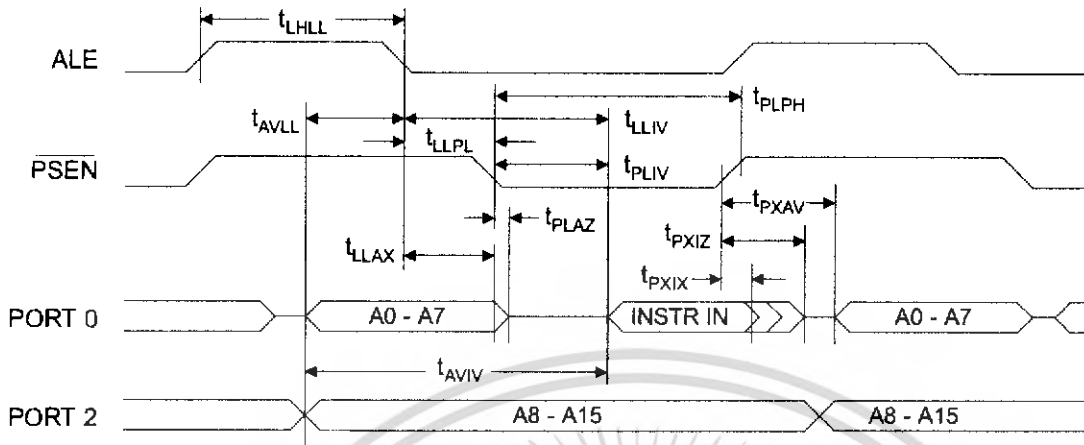
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

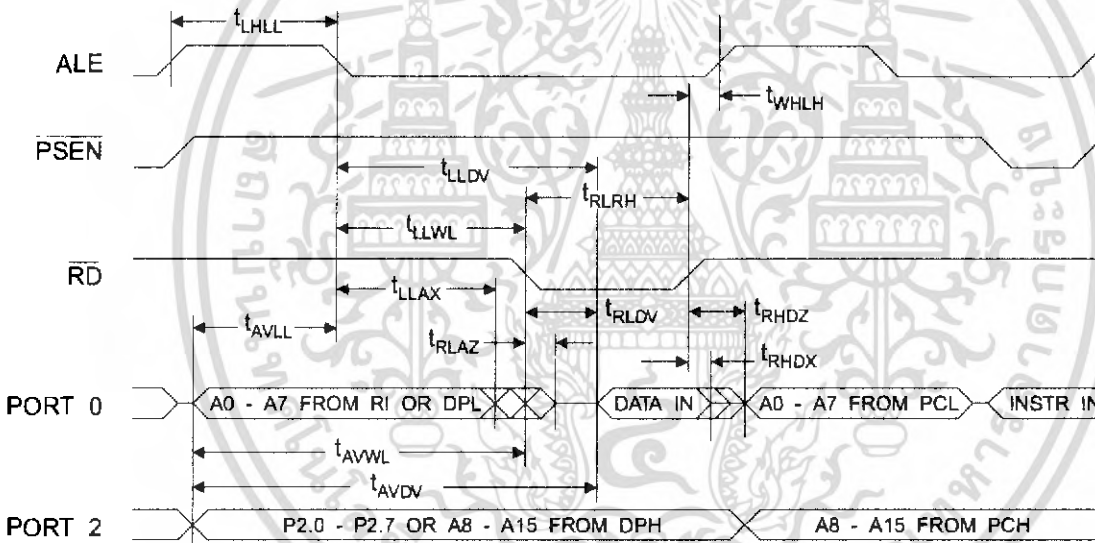
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{\text{CLCL}}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
t_{PLPH}	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{PLIV}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-45$	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-10$	ns
t_{PXAV}	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-55$	ns
t_{PLAZ}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{WLWH}	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{RLDV}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-120$		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{RLAZ}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-20$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns



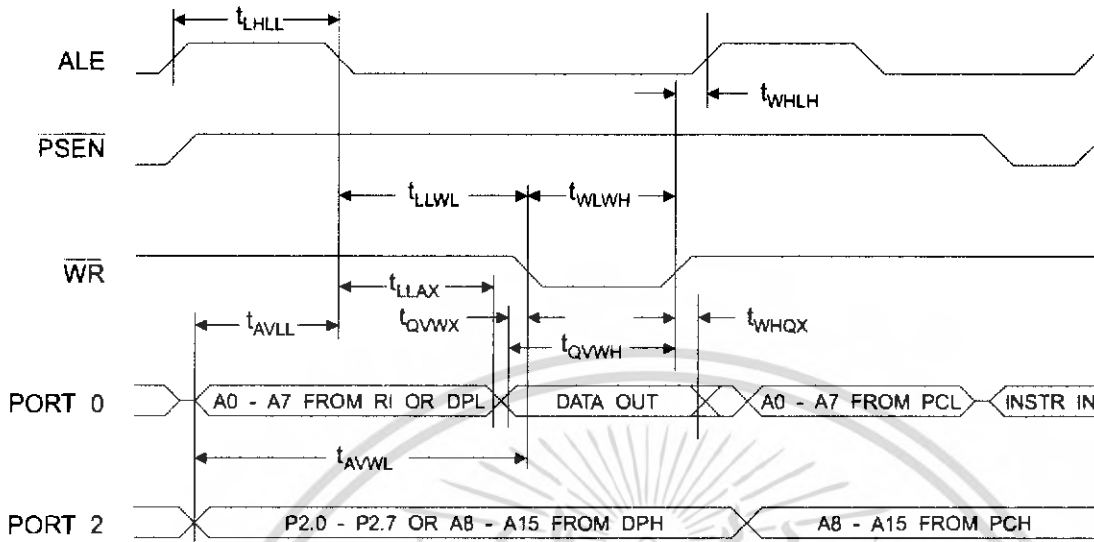
External Program Memory Read Cycle



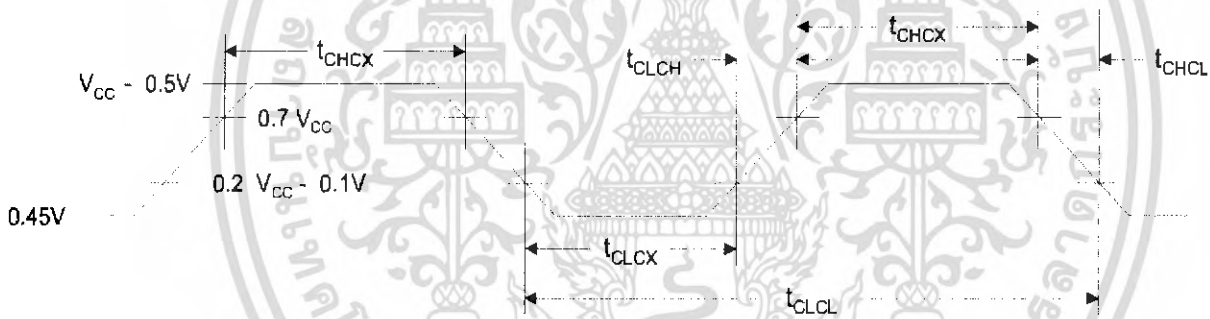
External Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

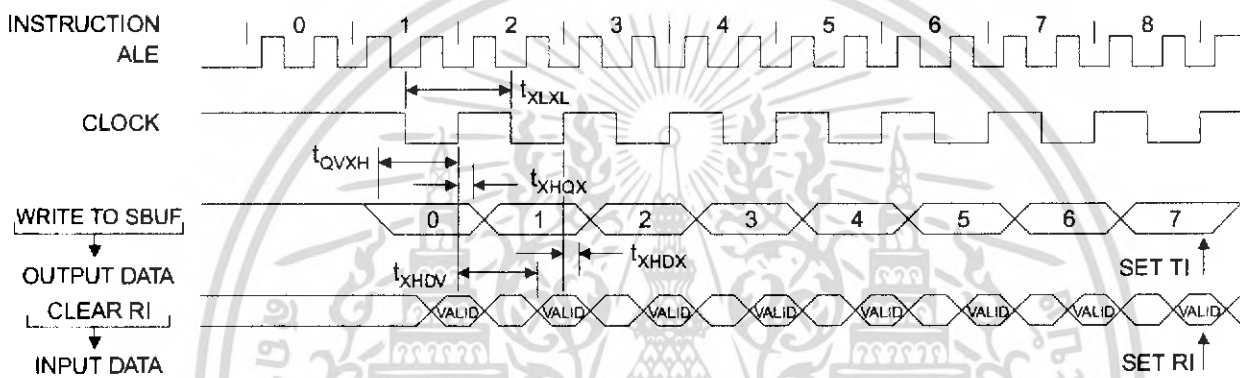
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CLCX}	Low Time	15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

The values in this table are valid for $V_{CC} = 5.0V \pm 20\%$ and Load Capacitance = 80 pF.

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
t_{XHGX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}-117$		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDX}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms



AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾

Float Waveforms⁽¹⁾



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and $0.45V$ for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ± 20%	AT89C52-12AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C52-12JC	44J	
		AT89C52-12PC	40P6	
		AT89C52-12QC	44Q	
		AT89C52-12AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C52-12JI	44J	
		AT89C52-12PI	40P6	
		AT89C52-12QI	44Q	
		AT89C52-12AA	44A	Automotive (-40°C to 105°C)
		AT89C52-12JA	44J	
		AT89C52-12PA	40P6	
		AT89C52-12QA	44Q	
16	5V ± 20%	AT89C52-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C52-16JC	44J	
		AT89C52-16PC	40P6	
		AT89C52-16QC	44Q	
		AT89C52-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C52-16JI	44J	
		AT89C52-16PI	40P6	
		AT89C52-16QI	44Q	
		AT89C52-16AA	44A	Automotive (-40°C to 105°C)
		AT89C52-16JA	44J	
		AT89C52-16PA	40P6	
		AT89C52-16QA	44Q	
20	5V ± 20%	AT89C52-20AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C52-20JC	44J	
		AT89C52-20PC	40P6	
		AT89C52-20QC	44Q	
		AT89C52-20AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C52-20JI	44J	
		AT89C52-20PI	40P6	
		AT89C52-20QI	44Q	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	5V ± 20%	AT89C52-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C52-24JC	44J	
		AT89C52-24PC	40P6	
		AT89C52-24QC	44Q	
		AT89C52-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C52-24JI	44J	
		AT89C52-24PI	40P6	
		AT89C52-24QI	44Q	



Package Type	
44A	44 Lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44 Lead, Plastic J-Leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40 Lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44Q	44 Lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

หนังสืออ้างอิง

- [1] นายประยูณ ชีวัน, “ทฤษฎีวงจรประยุกต์ใช้งานสัญญาณ โทนบนคู่สายโทรศัพท์”, กองงานออกแบบและกำหนดโครงข่าย บมจ.เทเลคอมเอเชีย คอร์ปอเรชั่น
- [2] นายพจนานฎ สุวรรณมณี, “เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์เบื้องต้น”, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [3] นายวิเชียร ชมเชย, “เทคนิคการตรวจซ่อมโทรศัพท์ด้วยตนเองจากประสบการณ์จริง”
- [4] รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, “การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์”, สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546
- [5] ศศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล, “การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี”, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), มกราคม 2547
- [6] <http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet7/diode.htm>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้