



ระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้านด้วยคอมพิวเตอร์

SMART HOME SECURITY SYSTEM



โดย

นาย นิมิตร หงษ์ยิม

นาย บุญชอบ สอนเชื้อ

นาย เอนก วีรสาร

วัน เดือน ปี..... ๑๓.๑๐.๒๕๔๐  
เลขทะเบียน..... ๐๓๗๐๗๕  
เลขเรียกหนังสือ..... ท.๑๘๑๖๘ น.๒๖๖ ๕

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๓๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

037075

ปริญญาบัตร ปีการศึกษา 2538  
ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะ วิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้านด้วยคอมพิวเตอร์

SMART HOME SECURITY SYSTEM

ผู้จัดทำ นาย นิมิตร หงษ์อิม 36013155  
นาย บุญชอบ สอนเชื้อ 36013156  
นาย เอนก วีรสาร 36013187



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้านด้วยคอมพิวเตอร์

ผู้จัดทำ นาย นิมิตร หงษ์ขี้ม 36018155  
นาย บุญชอบ สอนเชื้อ 36018156  
นาย เอนก วีรสาร 36018187  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ สมศักดิ์ มิตะดา  
ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน โดยหลักการเมื่อมีการโทรศัพท์เข้ามาเพื่อ เปิด/ปิดระบบรักษาความปลอดภัยและเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีการถอดรหัสสัญญาณ โทรศัพท์ เพื่อส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล และควบคุมการ เปิด/ปิด หรือเมื่อตัวตรวจจับทำงานจะมีการส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลและควบคุมการสร้างสัญญาณ โทรศัพท์เพื่อโทรออกไปแจ้งเจ้าของบ้านทราบ สามารถโปรแกรมค่าต่างๆที่คีย์บอร์ดที่ติดอยู่กับตัวเครื่อง

## SMART HOME SECURITY SYSTEM

NAME	MR. NIMIT	HONGYIM	36013155
	MR. BOONCHOB	SORNCHUA	36013156
	MR. ANAK	VEERASAN	36013187
ADVISOR	MR. SOMSAK	MITATHA	

1995

### ABSTRACT

This thesis study about microcontroller use to be smart home security system. Know how ,when the telephone calling for turn on or turn off security system then, electric appliance will decode telephone signal. It was process by microcontroller and turn on or turn off control. When the sensor active the signal will send to microcontroller for process and generate telephone signal call to house holder. In can Program the value with key board into system.

## สารบัญ

	บทบัญญ	หน้า
บทที่ 1	บทนำ	
บทที่ 2	หลักการทํางานและทฤษฎีเบื้องต้น	2
2:1	ระบบโทรศัพท์	2
2.1.1	หน้าที่การทํางานของโทรศัพท์	2
2.1.2	สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย	3
2.1.3	ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม	4
2.1.4	หลักการทํางานทางด้านเรียก	5
2.1.5	หลักการทํางานทางด้านรับ	5
2.2	ไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.2.1	รายละเอียดของขาต่างๆ	6
2.2.2	โครงสร้างของ 8031	8
2.2.3	การอินเทอร์รัปต์	10
2.2.4	การรับ-ส่งข้อมูลอนุกรม	11
2.3	8255 Programable Peripheral Interface(PPI)	12
2.3.1	ขาสัญญาณต่างๆ ของ 8255	12
2.3.2	โครงสร้างภายใน 8255	13
2.3.3	การควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูล	15
2.3.4	โหมดการทํางานของ 8255	16
2.4	หน่วยแสดงผล	17
2.4.1	ขาสัญญาณของ LCD	18
2.4.2	หลักการต่อ LCD	19
2.4.3	การเขียนข้อมูลพื้นฐานให้ LCD	19
2.4.4	รายละเอียดแต่ละคำสั่ง	20
2.4.5	การอ่านและเขียนข้อมูลกับ DDRAM/CGRAM	23
2.4.6	แนวทางการเขียนโปรแกรมควบคุม	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3	การออกแบบการทำงาน	25
3.1	การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์	25
3.1.1	วงจรส่วนควบคุม	27
3.1.2	วงจรตรวจจับสัญญาณจาก SENSOR	30
3.1.3	วงจรตรวจจับเสียงเรียก	31
3.1.4	วงจรควบคุมการชกพ	32
3.1.5	วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์	33
3.1.6	วงจรกำเนิดเสียงพูด	34
3.1.7	วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่โทรศัพท์	38
3.1.8	วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	40
3.1.9	วงจรกำเนิดแรงดัน	41
3.1.10	การออกแบบคีย์บอร์ด	42
3.2	การออกแบบด้านซอฟต์แวร์	43
3.2.1	Main Program	43
3.2.2	Maintainance Mode	44
3.2.3	Interrupt Sensor	45
3.2.4	Telephone Out	47
3.2.5	Telephone In	48
บทที่ 4	การทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย	
4.1	การโปรแกรมระบบก่อนการใช้งาน	50
4.2	การควบคุมการทำงานเมื่อระบบพร้อม	52
4.2.1	การควบคุมที่ตัวเครื่อง	52
4.2.2	การควบคุมที่เป็นโทรศัพท์	53
4.2.3	การโทรออกของระบบ	53

<b>บทที่ 5</b>	<b>ผลการทดลอง</b>	
5.1	การทดลองควบคุมที่ตัวเครื่อง	54
5.2	การควบคุมจากแป้น โทรศัพท์	71
5.3	การ โทรออกของระบบ	75
5.4	ปัญหาที่พบ	76
5.5	แนวทางการพัฒนา	76
5.6	บทสรุป	77

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

บรรณานุกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2-1	เป็นกคหมายเลขและค่าความถี่โทรศัพท์	4
รูปที่ 2-2	การจัดเรียงขาต่างๆ ของ 8031	6
รูปที่ 2-3	โครงสร้างของ 8031	8
รูปที่ 2-4	โครงสร้างหน่วยความจำของ 8031	9
รูปที่ 2-5	บล็อกไดอะแกรมของพอร์ตอนุกรม	11
รูปที่ 2-6	การจัดเรียงขาต่างๆ ของ 8255	12
รูปที่ 2-7	โครงสร้างภายในของ 8255	14
รูปที่ 2-8	ลักษณะของ LCD	17
รูปที่ 3-1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ	26
รูปที่ 3-2	วงจรส่วนควบคุม	29 ก
รูปที่ 3-3	วงจรับสัญญาณจาก SENSOR	30
รูปที่ 3-4	วงจรถรวจจับสัญญาณเรียก	31
รูปที่ 3-5	วงจรควบคุมการขงหนู	32
รูปที่ 3-6	วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์	33
รูปที่ 3-7	วงจรถ่านน็ดเสียง	35
รูปที่ 3-8	วงจรถ่านน็ดสัญญาณความถี่โทรศัพท์	38
รูปที่ 3-9	วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	40
รูปที่ 3-10	วงจรถ่านน็ดแรงดัน	41
รูปที่ 3-11	วงจรส่วนคีย์บอร์ด	42
รูปที่ 3-12	Flowchart ส่วนMain Program	43
รูปที่ 3-13	Flowchart ส่วนMaintainance Mode	44
รูปที่ 3-14	Flowchart ส่วนInterrupt Sensor	46
รูปที่ 3-15	Flowchart ส่วนTelephone Out	47
รูปที่ 3-16	Flowchart ส่วนTelephone In	48

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตาราง 2-1	แสดงอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์ 8031	10
ตาราง 2-2	แสดงการอ่าน-เขียนข้อมูลของ 8255	15
ตาราง 2-3	แสดงขาสัญญาของ LCD	18
ตาราง 3-1	แสดงการทำงานของอินพุต/เอาต์พุตพอร์คของ 8255	28
ตาราง 3-2	แสดงคำพูดและตำแหน่งแอดเดรสที่บันทึก	37
ตาราง 3-3	แสดงความถี่ที่เกิดจากการกดคีย์	39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่

บทนำ

โครงการชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อมีจุดประสงค์ในการนำไปใช้ในหมู่บ้านเนื่องจาก สภาพหมู่บ้านในปัจจุบันมีความเป็นอยู่แบบต่างคนต่างอยู่ จึงไม่มีใครคอยให้ความสนใจซึ่งกันและกันจึงเป็นการง่ายต่อการโจรกรรมของมิจฉาชีพ ดังนั้นระบบรักษาความปลอดภัยนี้จึงสามารถที่จะป้องกันทรัพย์สินของท่านได้ เนื่องจากระบบจะทำงานทั้งแบบเดี่ยวหรือที่เรียกว่า Stand Alone กับแบบเครือข่าย โดยหลักการนั้นเมื่อมีผู้บุกรุกเข้ามาในบ้านระบบรักษาความปลอดภัยที่ติดตั้งในบ้านจะมีตัวตรวจจับทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้สัญญาณเตือนภัยทำงานเมื่อ ไม่มีการปิดสัญญาณเตือนจะมีสัญญาณสองส่วนโดยส่วนหนึ่งจะส่งออกไปให้กับขามรักษาการหน้าหมู่บ้านทราบทางมอนิเตอร์ โดยขามรักษาการสามารถทราบได้ว่าเกิดจากบ้านใด และสัญญาณส่วนหนึ่งจะส่งไปให้มีการกดโทรศัพท์อัตโนมัติเพื่อโทรแจ้งเจ้าของบ้านทราบว่าขณะนี้ผู้บุกรุก และในสภาวะปกติเจ้าของบ้านสามารถใช้โทรศัพท์โทรเข้ามาเพื่อเปิด/ปิดระบบรักษาความปลอดภัย อุปกรณ์ไฟฟ้าและสอบถามสถานะการทำงานของระบบได้

ส่วนควบคุมที่ติดตั้งที่ตัวเครื่องสามารถที่จะโปรแกรมส่วนต่างๆ ได้ เช่นรหัสผ่าน หมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น จากการทำงานทั้งหมดของระบบจะทำให้ทรัพย์สินของผู้ใช้ปลอดภัยเนื่องจากมีคนคอยดูแลและสามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลา

ระบบนี้อาจจะยังไม่สมบูรณ์ที่สุดซึ่งทางผู้จัดทำหวังว่าคงมีผู้ที่สนใจได้นำหลักการนี้ไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีให้ทันสมัยยิ่งขึ้นต่อไป

## บทที่ 2

### หลักการงานและทฤษฎีเบื้องต้น

หลักการงานของระบบรักษาความปลอดภัยอัตโนมัติอยู่ที่การควบคุมระบบผ่านโทรศัพท์และการควบคุมการทำงานผ่านคีย์ควบคุมที่ติดอยู่ที่ตัวเครื่องและการส่งสัญญาณเมื่อเกิดความผิดปกติผ่านโทรศัพท์ออกไปแจ้งเจ้าของบ้านทราบตามหมายเลขโทรศัพท์ที่มีการโปรแกรมไว้ตั้งแต่แรก โดยการทำงานส่วนใหญ่จะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งสามารถติดต่อกับอุปกรณ์รอบข้างโดยใช้ 8255 จำนวน 3 ตัวเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานอีกทีในการกดคีย์แต่ละครั้งจะมีการแสดงผลที่จอ LCD ที่ติดอยู่ที่ตัวเครื่องทุกครั้งซึ่งเป็นแบบ 4 บรรทัดๆละ 16 ตัวอักษร

ในการควบคุมระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้ารวมทั้งการโทรศัพท์ออกไปแจ้งเหตุนั้นจะใช้โครงข่ายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยเป็นสื่อกลางในการติดต่อส่งงานระหว่างเจ้าของบ้านกับระบบดังนั้นระบบที่รับคำสั่งงานทางโทรศัพท์จะต้องสามารถติดต่อและเข้าใจสัญญาณต่างๆ จากชุมสายขององค์การโทรศัพท์ได้ เช่นการยกหู วางหู สัญญาณเรียก เป็นต้น ดังนั้นการติดต่อกับระบบซึ่งเราจะได้ว่าเป็นเครื่องรับคำสั่งงานจะต้องใช้ขั้นตอนการติดต่อของโทรศัพท์มาประกอบกับระบบรักษาความปลอดภัยด้วยซึ่งในโครงการนี้ได้ใช้ระบบโทรศัพท์ที่เป็นระบบแบบกดปุ่มหรือระบบโทรศัพท์แบบความถี่คู่ (DTMF)

#### 2.1 ระบบโทรศัพท์

โทรศัพท์ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญคือ เครื่องส่ง (TRANSMITTER) และเครื่องรับ (RECIVER) กระดิ่ง (RINGER) HOOK SWITCH และหน้าปัดสำหรับกดหมายเลขสำหรับเครื่องส่งและเครื่องรับรวมกันเรียกว่าปากพูดหูฟัง (HANDSET)

##### 2.1.1 หน้าที่การทำงานของโทรศัพท์

1. เครื่องโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
2. เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณ Dial Tone เพื่อให้รู้ว่าขณะนี้พร้อมที่จะให้ทำการกดปุ่มที่จะติดต่อได้ ซึ่งก็เสียงที่ได้ยินเมื่อมีการยกหูเป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิรตซ์ กับ 440 เฮิรตซ์ มอดูเลตรวมกัน
3. เครื่องโทรศัพท์จะทำการส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อดูไปยังชุมสายที่ควบคุม
4. เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่าหมายเลขที่ต้องการติดต่อดูด้วยว่างหรือไม่ว่าง ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back) ซึ่งมีความถี่ 440 เฮิรตซ์ กับ 480 เฮิรตซ์ มอดูเลต

รวมกัน โดยจะดัง 2 วินาทีแล้วเงียบ 4 วินาทีสลับกันไปแต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณความถี่ 480 เฮิรตซ์กับ 620 เฮิรตซ์มอดูเลตรวมกัน โดยจะดัง 1 วินาทีแล้วเงียบ 1 วินาทีสลับกันไป

5. เครื่องโทรศัพท์จะมีการเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าและสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง

6. เครื่องโทรศัพท์จะทำการปรับแรงดันอัตโนมัติในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน

7. เครื่องโทรศัพท์จะทำการส่งสัญญาณไปยังชุมสายเพื่อแจ้งให้ทราบวาลิ้นสุดการสนทนาแล้วและให้ชุมสายทำการเลิกติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่ง

### 2.1.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

#### - Dialing Tone

เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบวาลิ้นทางชุมสายพร้อมที่จะรับรหัสการกดปุ่มหมายเลขจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งหมายเลขได้ สัญญาณ Dial Tone นี้เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 เฮิรตซ์ มอดูเลตรวมกับสัญญาณ 50 เฮิรตซ์ ซึ่งผู้เช่าจะได้ยินเสียงนี้เมื่อทำการขงหูโทรศัพท์เพื่อทำการเรียก

#### - Busy Tone

เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบวาลิ้นอุปกรณ์ไม่ว่าง เช่น ถ้าผู้เรียกขงหูแล้วได้ยินเสียงนี้แทนที่จะได้ยินเสียง Dial Tone แสดงว่า แสดงวาลิ้นอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากทำการหมุนหมายเลขไปแล้วแสดงว่า ฝ่ายถูกเรียกไม่ว่างหรืออุปกรณ์สำหรับต่อออกไปยังชุมสายอื่นไม่ว่างในกรณีที่อยู่ต่างชุมสายสัญญาณที่ส่งมาจะเป็นสัญญาณที่เป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาทีหยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 เฮิรตซ์

#### - Ringing Tone

เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากกดหมายเลขครบแล้วเพื่อบอกให้ทราบวาลิ้นการต่อได้กระทำเสร็จ ขณะนี้ชุมสายได้ส่งสัญญาณเรียก Ringing Signal ไปยังผู้เรียก สัญญาณให้ความถี่ 425 เฮิรตซ์ โดยจะส่ง 2 วินาที หยุด 4 วินาที

#### - Ringing Signal

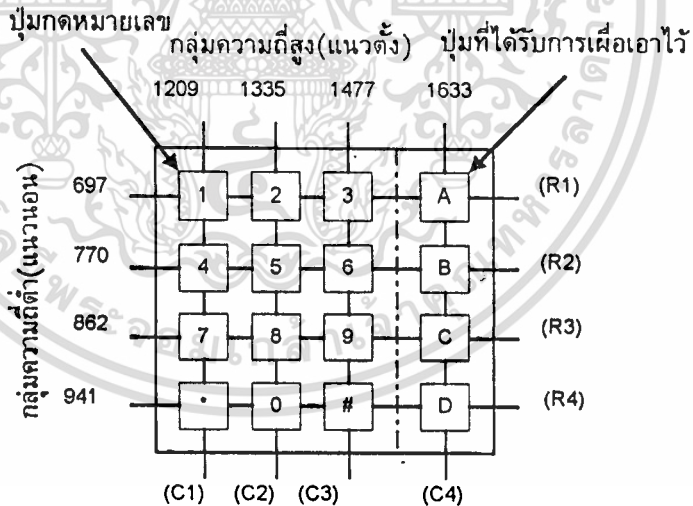
เป็นสัญญาณเรียกที่ส่งไปยังฝ่ายถูกเรียกซึ่งจะได้ยินเสียงกระดิ่ง หรือโตน ขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้มีความถี่ 425 เฮิรตซ์ ค่าแรงดัน 70-90 Vrms ช่วงการส่งเช่นเดียวกับ Ringing Tone ก็คือส่ง 2 วินาที หยุด 4 วินาที

### - สัญญาณโทนอื่นๆ

เป็นเสียงตอบจากเครื่องบันทึกเสียงและสัญญาณโทนอื่นๆ เช่น Nu Tone เป็นการบอกให้ทราบว่าหมายเลขที่เรียกมาไม่มีอยู่หรือ เป็นสัญญาณตอบจากเครื่องบันทึกบอกให้ทราบว่าเลขหมายนี้ได้เปลี่ยนไปแล้ว เป็นต้น

#### 2.1.3. ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ( DialTone Multifrequency Type )

เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะพบได้มากในระบบการส่งสัญญาณแบบพัลส์ ระบบนี้หรือเรียกย่อๆ ว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ มอดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิร์ตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งเป็นความถี่ที่แสดงในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆ จะแสดงไว้ในรูป 2-1 ตัวอย่างเช่นเมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮิร์ตซ์ และ 1335 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตกันออกมา



รูปที่ 2-1 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอน และแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ

#### 2.1.4 หลักการทำงานทางด้านเรียก

เมื่อเริ่มการเรียกโทรศัพท์ไปยังเครื่องรับ ถ้าสายว่างจะได้ยินเสียงสัญญาณ Ringing Tone ที่หูฟังดังเท่ากับจำนวนครั้งที่เรที่ตั้งค่าไว้ (ซึ่งในโครงการนี้ได้ตั้งไว้จำนวน 5 ครั้ง) หลังจากนั้นเครื่องทางด้านรับก็จะทำการยกหูอัตโนมัติ (ON-HOOK) พร้อมทั้งส่งสัญญาณกลับไปทีเครื่องทางด้านเรียกเพื่อเป็นการบอกว่า ตอนนี้เครื่องทางด้านรับพร้อมจะรับรหัสคำสั่งการทำงานแล้วทางด้านเรียกก็จะกดรหัสผ่าน (Password) และคำสั่งต่างๆที่กำหนดไว้จากแป้นพิมพ์ที่หน้าเครื่องโทรศัพท์ทางด้านเรียก เพื่อทำการติดต่อกับระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม และเมื่อต้องการเลิกติดต่อกับเครื่องทางด้านรับก็กดรหัสตัวเลขที่กำหนดไว้มาส่งงานให้เครื่องทางด้านรับทำการวางสายโทรศัพท์หรือให้อยู่ในสถานะสายว่างเพื่อรอรับคู่สายใหม่ที่ต้องการติดต่อเข้ามา

#### 2.1.5 หลักการทำงานทางด้านรับ

เมื่อเครื่องทางด้านเรียกติดต่อกับเข้ามาจะได้ยินเสียงสัญญาณ Ringing ทางด้านเครื่องรับ จากนั้นเครื่องทางด้านรับจะทำการนับจำนวนครั้งของสัญญาณว่าครบตามที่กำหนดไว้หรือยังถ้าสัญญาณที่เข้ามาครบตามที่ได้ตั้งไว้ เครื่องรับทางด้านรับก็จะทำการยกหูอัตโนมัติ พร้อมทั้งส่งสัญญาณออกไปทางด้านเรียกเพื่อบอกให้ทราบว่าพร้อมให้เครื่องทางด้านเรียกส่งรหัสผ่านเข้ามาได้ เมื่อเครื่องทางด้านเรียกส่งรหัสผ่านมาแล้วเครื่องทางด้านรับจะทำการตรวจสอบรหัสนั้นว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องจะมีการส่งสัญญาณออกไปเพื่อบอกให้ทราบว่ารหัสไม่ถูกต้องให้ทำการกดรหัสใหม่จนกระทั่งเมื่อมีการกดรหัสผ่านจากทางด้านเรียกครบ 3 ครั้งเครื่องทางด้านรับจะทำการวางหูอัตโนมัติทันที แต่ถ้ารหัสผ่านถูกต้องจะมีสัญญาณบอกว่ารหัสถูกต้องให้ทำการกดรหัสเพื่อควบคุมการทำงานต่อไป โดยเครื่องทางด้านรับจะทำการวิเคราะห์รหัสว่าต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ตัวใด เมื่อมีการติดต่อกับอุปกรณ์นั้นเรียบร้อยแล้ว และเครื่องทางด้านเรียกส่งรหัสเพื่อขกเลิกการติดต่อมาเครื่องทางด้านรับก็จะทำการวางหูอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้เครื่องโทรศัพท์ที่อยู่ในสถานะสายว่าง (OFF-HOOK) และพร้อมที่จะติดต่อกับคู่สายที่เข้ามาใหม่ตามปกติต่อไป

## 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นเบอร์ 8031 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆขนาด 8 บิตทำงานได้โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน ถูกบรรจุอยู่ในวงจรรวม(SINGLE CHIP) ขนาด 40 ขา ดังรูป 2-2 ซึ่งสามารถที่จะออกแบบให้ระบบมีขนาดเล็ก สามารถตรวจสอบความผิดพลาดได้ง่าย และช่วยลดปัญหาสัญญาณรบกวนในระบบที่จะทำให้ระบบเกิดการดำเนินงานที่ผิดพลาดได้

### 2.2.1 รายละเอียดของขาต่างๆ

การจัดเรียงขาต่างๆของ 8031 แสดงไว้ดังรูป 2-2



รูปที่ 2-2 แสดงการจัดเร

จากรูปขาสัญญาณทั้ง 40 ขามีรายละเอียดดังนี้

VCC ขา 40 เป็นขาที่ต้องการไฟเลี้ยง +5V ให้แก่ 8031

VSS ขา 20 เป็นขาที่ต่อกับ GROUND ของแหล่งจ่ายไฟ

PORT 0 ขา 39-32 เริ่มจาก P0.0-P0.7 ตามลำดับ โดย P0.0 เป็น LEAST SIGNIFICANT BIT

PORT 1 ขา 1-8 เริ่มจาก P1.0-P1.7 ตามลำดับ

PORT 2 ขา 21-28 เริ่มจาก P2.0-P2.7 ตามลำดับ

PORT 3 ขา 10-17 เริ่มจาก P3.0-P3.7 ตามลำดับ โดยที่ PORT 3 นี้จะมีการทำงานเป็น FUNCTION

อื่นด้วยโดยใช้คำสั่งควบคุมการทำงานโดยแต่ละบิตของ PORT 3 มี FUNCTION ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเขียนเนื้อหาทั้งหมดโดยผู้จัดทำเอกสารนี้เพื่อใช้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.0 / RXD (SERIAL INPUT PORT) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลอนุกรม

P3.1 / TXD (SERIAL OUTPUT PORT) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลอนุกรม

P3.2 / INTO (EXTERNAL INTERRUPT) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3 / INTI (EXTERNAL INTERRUPT) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4 / TO (TIMER / COUNTER EXTERNAL INPUT) ทำหน้าที่นับ CYCLE ของสัญญาณที่ป้อนมายัง TO

P3.5 / TI (TIMER / COUNTER I EXTERNAL INPUT) ทำหน้าที่นับ CYCLE ของสัญญาณที่ป้อนเข้ามายัง TI

P3.6 / WR (EXTERNAL DATA MEMORY WRITE SYROBE) ขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอกของ 8031

RST ขา 9 ขา REST ขานี้จะทำการ Rest การทำงาน 8031 ถ้าป้อนสัญญาณ HIGH เข้าไป ALE ขา 30 (ADDRESS LATCH ENABLE) ขานี้จะส่งสัญญาณความถี่ 1/6 เท่าของ CLOCK ตลอดเวลา สัญญาณนี้ใช้บอกกับอุปกรณ์ภายนอก 8031 ว่าขณะที่ ACTIVE (HIGH) จะมีการส่งข้อมูลที่เป็น 8 BIT ล่างของ EXTERNAL MEMORY ที่ 8031 ต้องการติดต่อออกไปทาง PORT 0 จะส่ง ADDRESS ออกมาเพียงชั่วขณะเท่านั้น ซึ่งในเวลาต่อมา PORT 0 จะใช้รับส่งข้อมูลกับ EXTERNAL MEMORY

PSEN ขา 29 (PROGRAM STORE ENABLE ) ปกติ จะเป็น LOGIC 1 แต่จะส่ง LOGIC 0 ออกไป เมื่อต้องการอ่านคำสั่ง (FETCH INSTRUCTION) ที่นำมาจาก EXTERNAL PROGRAM MEMORY

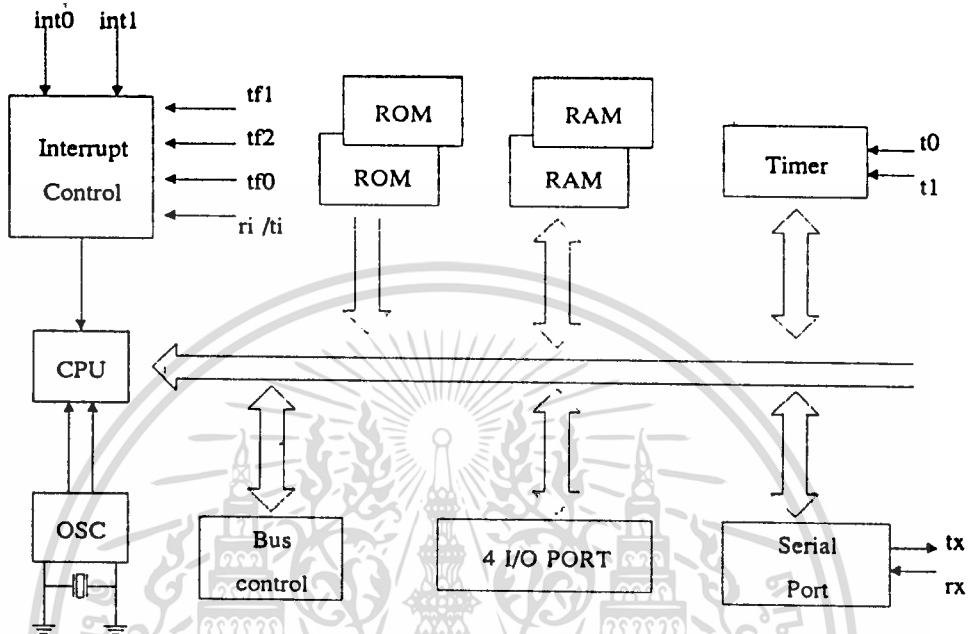
EA ขา 31 (EXTERNAL ACCESS) เป็นขา INPUT ที่ต่อเข้าไปยังวงจร TIMING AND CONTROL เพื่อควบคุมการสร้างสัญญาณ PSEN ถ้าป้อน LOGIC เข้าที่ขานี้จะทำให้ 8031 สร้างสัญญาณ PSEN ออกไปภายนอกเพื่อ FETCH คำสั่งออกไปเรียกใช้ PROGRAM MEMORY จากภายนอก

XTAL1 ขา 19 ขานี้จะต่อกับสัญญาณ OSCILLATOR จากภายนอกถ้าต้องการใช้ CLOCK จากภายนอก

XTAL2 ขา 18 ขานี้จะปล่อยลอยไว้ถ้าใช้ EXTERNAL OSCILLATOR แต่ถ้าใช้ INTERNAL OSILLATOR ต้องต่อใช้งานร่วมกับ XTAL1

## 2.2.2 โครงสร้างของ 8031

โครงสร้างของ 8031 แสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังนี้



รูปที่ 2-3 โครงสร้างของ 8031

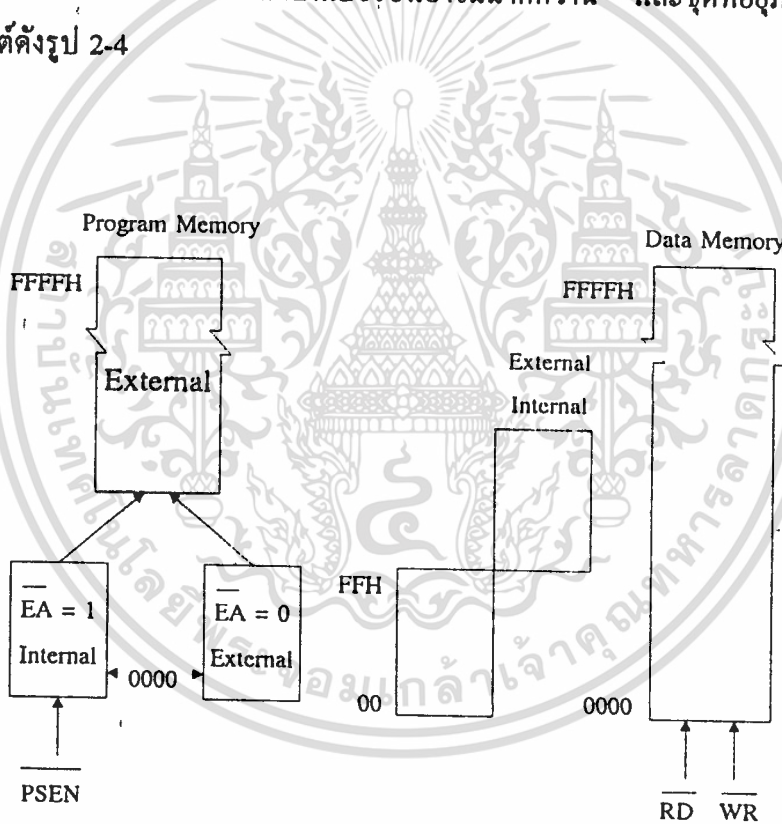
โครงสร้างภายใน 8031 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ซึ่งออกแบบมาให้มีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกันดังนี้

ส่วนที่ 1 คือส่วนของ CPU (CENTRAL PROCESSING UNIT) หรือหน่วยประมวลผลกลางส่วนนี้ทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณ 3 ชนิดคือ CONTROL SIGNAL , ADDRESS SIGNAL และ DATA SIGNAL ส่งไปยังบัสภายในของ ซีพียู สัญญาณ CONTROL มีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบโดยอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาของระบบ เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างสอดคล้องกันอย่างถูกต้อง สัญญาณ ADDRESS มีหน้าที่ส่ง ADDRESS ของ MEMORY ออกไปอ้างอิงถึงหน่วยความจำที่ต้องการ READ หรือ WRITE สัญญาณ DATA คือส่วนของข้อมูลที่อ่านหรือเขียนลงไปยังหน่วยความจำ หน้าที่ของ ซีพียู อีกอย่างคือ ทำหน้าที่ประมวลผลโดย ALU (ARITHMETIC LOGIC UNIT) จะทำการประมวลผลข้อมูล เช่นการบวก ลบ คูณ หาร แล้วนำผลลัพธ์เก็บลงไปใน REGISTER หรือ MEMORY

ส่วนที่สอง คือส่วนของ MEMORY ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามลักษณะการใช้งาน

แบบแรกคือ PROGRAM MEMORY เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปรหัสภาษาเครื่อง หน่วยความจำแบบนี้จะเป็นแบบ READ ONLY MEMORY (ROM) คือสามารถอ่านได้อย่างเดียว จำนวนตำแหน่งสูงสุดที่ 8031 จะสามารถเข้าถึงได้คือ 65536 ตำแหน่ง เขียนเป็นเลขฐาน 16 ได้ตั้งแต่ 0000H-FFFFH ซึ่งความจุของ ROM ภายในจะขึ้นอยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์

หน่วยความจำประเภทที่สองคือ DATA MEMORY จะใช้สำหรับพัก หรือเก็บข้อมูล หน่วยความจำประเภทนี้เรียกว่า RANDOM ACCESS MEMORY (RAM) หน่วยความจำนี้ภายใน 8031 จะแบ่งออกเป็น 2 ชุดคือชุดที่อยู่ภายในกับชุดที่อยู่ภายนอก ชุดที่อยู่ภายในจะมีจำนวน 128 ไบต์ที่ตำแหน่ง 00H-7FH หากเป็นเบอร์อื่นอาจมีมากกว่านี้ และชุดที่อยู่ภายนอกจะมีได้สูงสุด 65536 ไบต์ดังรูป 2-4



รูปที่ 2-4 โครงสร้างของหน่วยความจำ 8031

ส่วนที่สาม อินพุต/เอาต์พุตพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 จะมีคำสั่งที่สามารถแยก พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ได้โดยไม่เกี่ยวข้องกัน พอร์ต 1,2,3 สามารถที่จะขับ ทีทีแอลหรือ NMOS MCS-51 ทั้งแบบ HMOS CHMOS สามารถทำงานได้ในลักษณะ OPEN-COLLECTOR และ เอาต์พุต OPEN-DRAIN โดยไม่ต้องมีพูลอัพภายนอก โดยที่พอร์ต 1 สามารถที่จะขับทีทีแอลได้ 8 ตัว เมื่อทำการรีเซ็ต 8031 จะเขียนลอจิก 1 ไปที่แต่ละขาของพอร์ต 0 ซึ่งเป็นการบังคับให้ส่วน ทางด้านเอาต์พุตเป็นอิมพีแดนซ์สูง (HIGH IMPEDANCE) เนื่องจากวงจรภายในเป็นแบบ OPEN DRAIN OUTPUT ส่วนพอร์ต 1,2,3 จะถูกเขียนด้วยลอจิก 1 เป็นการบังคับให้แต่ละขาอยู่ใน โหมดของเอาต์พุตแต่จะไม่เป็นอิมพีแดนซ์สูง เนื่องจากวงจรภายในเป็นแบบ WEAK DEPLETION PULLUP FET ที่เหมาะสมสำหรับเชื่อมต่อเข้ากับ ทีทีแอล ใน MCS-51 มีพอร์ต 4 พอร์ต แบบสองทิศทาง พอร์ต 0 และพอร์ต 2 ที่จะทำหน้าที่ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกโดยที่ พอร์ต 0 เป็นตัวกำหนดไบต์ต่ำของแอดเดรสหน่วยความจำภายนอก โดยค่าแอดเดรส และค่าของ ข้อมูลจะถูกมัลติเพล็กซ์ด้วยช่วงจังหวะการอ่านและการเขียน ส่วนพอร์ตที่ 2 จะทำหน้าที่เป็นตัว กำหนดแอดเดรสทางด้านสูงในการเข้าถึงข้อมูลภายนอก ส่วนพอร์ต 1 และพอร์ต 3 จะทำหน้าที่ หลากอย่างในส่วนของพอร์ต 1 ของ 8031 สามารถที่จะทำเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตได้

### 2.2.3 การอินเทอร์รัปต์

การอินเทอร์รัปต์ของ 8031 จะมีแหล่งเกิดอินเทอร์รัปต์ได้สองแหล่งคือ เกิดอินเทอร์รัป จากไทเมอร์/เคาน์เตอร์ทั้งสองชุดได้หนึ่งแหล่ง และเกิดอินเทอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม การเกิด การอินเทอร์รัปต์แต่ละแหล่งจะมีเวกเตอร์แอดเดรส ดังแสดงในตารางที่ 2-1 เราสามารถที่จะกำหนด ให้เกิดการอินเทอร์รัปต์ หรือไม่ยอมให้เกิดการอินเทอร์รัปต์ได้ และยังสามารถที่จะกำหนดลำดับ ความสำคัญของการอินเทอร์รัปต์ และยังมีเกิดการอินเทอร์รัปต์จากภายนอกที่ผ่านทาง ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ จะทำให้เพิ่มค่าที่ตั้งไว้ผ่านทางขา T0 และ T1

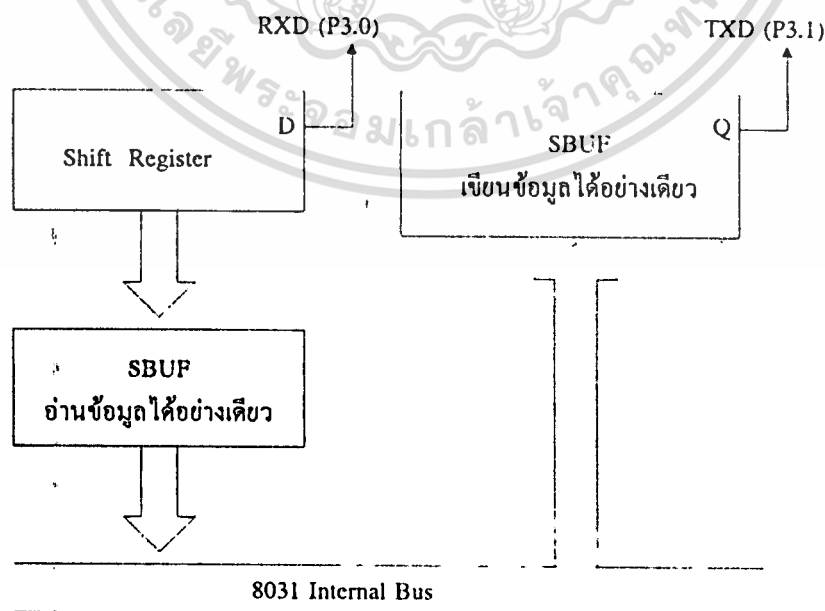
แหล่งการเกิดอินเทอร์รัปต์	เวกเตอร์แอดเดรส
IE0	0003h
TF0	000Bh
IE1	0013h
TF1	001Bh
RI+TI	0023h

2.2.4 การรับ-ส่งข้อมูลอนุกรม

การรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวเบอร์ 8031

โดยหลักการทั่วไปแล้วในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวจะมีการทำงานที่คล้ายกัน ซึ่งในการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะมีพอร์ตอนุกรมที่สามารถกำหนดการทำงานได้หลายโหมด ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 3 เท่านั้น ในการทำงานของโหมดนี้จะเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (FULL DUPLEX) คือ สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน เนื่องจากมีรีจิสเตอร์ (REGISTER) สำหรับส่งและรับข้อมูลแยกออกจากกัน แต่จะมีชื่อเดียวกันคือ SBUF (SERIAL PORT BUFFER) ที่ตำแหน่งแอดเดรส 99H SBUF จะทำหน้าที่ทางด้านรับข้อมูลแบบอนุกรมที่เข้ามาและ SBUF อีกตัวหนึ่งจะทำการเก็บข้อมูลก่อนที่จะส่งออกจาก 8031 เมื่อมีข้อมูลอนุกรมส่งมา ข้อมูลนั้นจะถูกเก็บอยู่ใน SBUF (READ-ONLY) ในขณะที่รับข้อมูลตัวที่สอง หาก 8031 อ่านข้อมูลตัวแรกต่อไปก่อนก็จะรับข้อมูลตัวที่สองเสร็จ ข้อมูลก็จะไม่สูญหาย โครงสร้างทางกายภาพของพอร์ตอนุกรมได้แสดงดังรูป 2-5

ในการรับ-ส่งข้อมูลอนุกรมของ 8031 จะมีขาสัญญาณที่ใช้สำหรับรับและส่งข้อมูล คือ RXD (P3.0) และ TXD (P3.1) ซึ่งจะเป็นขาที่ใช้ต่อกับวงจรภายนอก ในการทำงานของพอร์ตอนุกรมในโหมด 3 จะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานและกำหนดรูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล คือ รีจิสเตอร์ SCON (SERIAL PORT CONTROL REGISTER) ที่ตำแหน่งแอดเดรส 98H และใช้ ไทเมอร์ (timer) เป็นตัวกำหนดอัตราเร็วในการส่งข้อมูลแต่ละบิต (BOUND RATE) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ (OVERFLOW) ของไทเมอร์



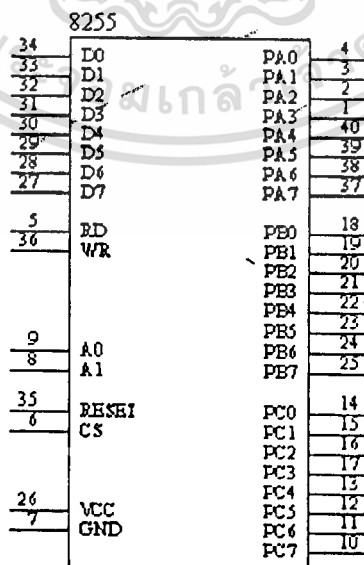
ในการเลือกโหมดการทำงานจะต้องกำหนดในรีจิสเตอร์ SCON การรับ-ส่งข้อมูลใน โหมด 3 จะเป็นแบบ 11 บิต ดังรูปที่ 2-5 ในการส่งข้อมูลจะเริ่มด้วยการส่งบิตเริ่มต้นไปก่อน (START BIT) แล้วตามด้วยบิตข้อมูลอีก 9 บิต (โดยบิต 0 จะถูกส่งไปก่อน) จากนั้นจึงเป็นการส่ง บิตหยุด (STOP BIT) ทางด้านรับ เมื่อสายสัญญาณเปลี่ยนจากสถานะจาก "0" ไปเป็น "1" (ที่ขอบบวกของบิตเริ่มต้น) ข้อมูลบิตเริ่มต้นจะถูกข้ามไปไม่สนใจ แล้วจึงสุ่มเอาข้อมูล 9 บิต ที่ เหลือเข้ารีจิสเตอร์แบบเลื่อนบิตภายในพอร์ตอนุกรม ซึ่งข้อมูลทั้ง 9 บิตนี้ได้กำหนดให้เป็นข้อมูลจริง 8 บิต ส่วนข้อมูลในบิตที่ 9 จะใช้เป็นบิตที่ใช้ตรวจสอบจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูล (DATA FRAME) บิตที่ 9 ของข้อมูลจะถูกส่งออกไป จะต้องถูกโหลดไปยังบิต TBB ของ SCON ก่อน โดยใช้ซอฟต์แวร์ (ในกรณีที่เป็นการส่งข้อมูล) ส่วนในการรับข้อมูลบิตที่ 9 จะถูกเก็บในบิต RBB ของ SCON โดยอัตโนมัติ ซึ่งในทางปฏิบัติ แฟล็ก RI จะเป็น "1" เมื่อสิ้นสุดการรับข้อมูลและ สามารถตรวจสอบโดยซอฟต์แวร์ หรือโปรแกรมให้เกิดการอินเทอร์รัพท์ก็ได้

### 2.3 8255 Programmable Peripheral Interface (PPI)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์รอบข้างได้แก่ ควบคุมการทำงานของตัวตรวจจับ อุปกรณ์ไฟฟ้า และ ส่วนของโทรศัพท์ โดยการใช้พอร์ตสำหรับการติดต่อได้แก่พอร์ต A,B และ C โดยมีการรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ทาง DATA BUS

#### 2.3.1 ขั้วสัญญาณต่างๆ ของ 8255

ส่วนนี้เป็นหน้าที่ของขาแต่ละขาของ 8255 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้ประโยชน์ในการ เชื่อมต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับขาต่างๆ แสดงดังรูป 2-6



รูปที่ 2-6 แสดงการจัดเรียงขาต่างๆ ของ 8255

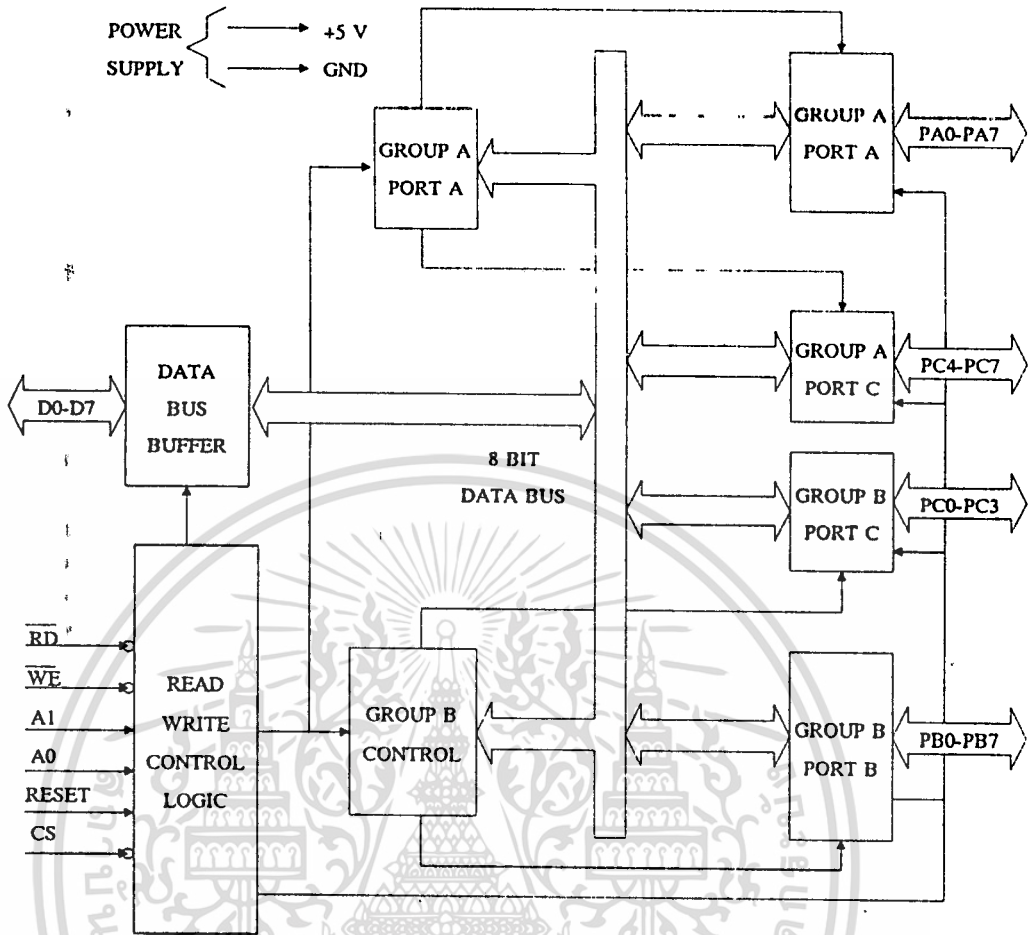
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายละเอียดของขาที่มีดังนี้

- D0-D7 - เป็นขาที่ทั้งข้อมูลอินพุตและเอาต์พุต ต้องผ่านเข้าออก จะต่อเข้ากับบัสนของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้สามารถอ่านเขียนข้อมูลจากพอร์ตเหล่านี้ได้
- CS - ขานี้เป็นขาสัญญาณอินพุตที่จะรับสัญญาณภายนอกเพื่อเลือกชิป 8255 เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลจากพอร์ตได้
- RD - เป็นสัญญาณอินพุตที่ต้องส่งมาจากชิพยูเมื่อสัญญาณ ที่ขานี้เป็น 0 และสัญญาณที่ CS เป็น 0 ด้วย 8255 จะให้ชิพยูอ่านข้อมูลจากบัสนในขณะที่เป็นพอร์ตอินพุต
- WR - เป็นสัญญาณการเขียน จะแอกทีปเมื่อสัญญาณ WR และสัญญาณ CS เป็น 0 สัญญาณนี้จะมาจาก ชิพยูเมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงพอร์ตที่กำหนด
- A0-A1 - ลอจิกของสัญญาณทั้งสองจะถอดรหัสออกมาเป็น 4 รหัสเพื่อกำหนดครีจิสเตอร์ภายในที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของพอร์ต 8255
- RESET - เป็นสัญญาณที่ส่งมาจากภายนอกเข้ามาทำการรีเซ็ต 8255 เพื่อเคลียสถานะต่างๆของ 8255
- PA0-PA7 - เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต A การเลือกพอร์ตเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส A0-A1
- PB0-PB7 - เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต B การเลือกพอร์ตเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส A0-A1
- PC0-PC7 - เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต C การเลือกพอร์ตเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส A0-A1

## 2.3.2 โครงสร้างภายใน 8255

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (LARGE SCALE INTEGRATED CIRCUIT) บรรจุอยู่ในแพคเกจขนาด 40 ขา แบบ DIP(DUAL-IN-LINE PACKAGE) คุณสมบัติเบื้องต้นของการนำ 8255 มาใช้งานคือเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต โดยมีพอร์ตขนาด 8 บิต ที่สามารถสั่งให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้จำนวน 3 พอร์ต รูปที่ 2-7 แสดงโครงสร้างภายในของ 8255 ซึ่งหน้าที่การทำงานแต่ละบล็อกรูปร่างดังนี้



รูปที่ 2-7 โครงสร้างภายในของ 8255

บล็อกกลุ่มแรกได้แก่บล็อกส่วนที่อยู่ขวามือของรูปซึ่งเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ โดยมีขา PA0-PA7, PB0-PB7 และ PC0-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็นอินพุต เอาต์พุต 3 พอร์ตได้แก่ พอร์ต A(PA) พอร์ต B(PB) และพอร์ต C(PC) พอร์ตเหล่านี้แต่ละพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตแล้วแต่ผู้ใช้จะกำหนด แต่ละบล็อกจะมีสัญญาณเชื่อมเข้ากับบัสข้อมูลภายในของ 8255

บล็อกกลุ่มถัดมาได้แก่ GROUP A CONTROL และ GROUP B CONTROL ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั้ง 3 พอร์ต (8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้จากการโปรแกรม โดยส่งคำสั่งควบคุม ) ให้กับ 8255 ในพอร์ตนี้ประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต จำนวน 2 พอร์ตได้แก่ GROUP A CONTROL

กับ GROUP B CONTROL โดย GROUP CONTROL จะควบคุมพอร์ต A กับพอร์ต C สี่บิตด้าน ส่วน GROUP B CONTROL จะควบคุมพอร์ต B กับ พอร์ต C สี่บิตด้านต่ำ

บล็อกสุดท้ายได้แก่ บัฟเฟอร์ของบัสข้อมูล(DATA BUS BUFFER) และส่วนควบคุมการอ่าน/เขียน(READ/WRITE CONTROL) ซึ่งบล็อกเหล่านี้จะเป็นส่วนติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์และส่วนที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวให้ถูกต้องสอดคล้องกับการทำงานของระบบ

### 2.3.3 การควบคุมการอ่านหรือเขียนข้อมูล

จากระบบบัสที่เป็นแบบสองทิศทางจะเห็นได้ว่าการติดต่อระหว่าง 8255 กับซีพียูจะผ่านบัสข้อมูลทั้งแปดเส้น และถ้ามองจากซีพียูจะเห็นว่ามีพอร์ตอยู่ 4 พอร์ตโดยการอ้างพอร์ตให้ใช้ A0 กับ A1 ประกอบกับสัญญาณ  $\overline{CS}$  ซึ่งทำงานที่ 0

A1	A0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$\overline{CS}$	
					Input operation (READ)
0	0	0	1	0	Port A-->Data Bus
0	1	0	1	0	Port B-->Data Bus
1	0	0	1	0	Port C --> Data Bus
					Output operation(WRITE)
0	0	1	0	0	Port A ---> Data Bus
0	1	1	0	0	Port B ---> Data Bus
1	0	1	0	0	Port C ---> Data Bus
1	1	1	0	0	Control ---> Data Bus
					Disable Function
X	X	X	X	1	Data Bus ---> 3-state
1	1	0	1	0	Illegal condition
X	X	1	1	0	Data Bus ---> 3-state
Source:Courtesyof Intel Corporation					

ตาราง 2-2 ตารางแสดงการอ่านเขียนของ 8255

จากตาราง 2-2 เป็นสรุปการอ่านและเขียนของ 8255 เมื่อสัญญาณ  $\overline{RD}$  เป็น 0 จะเป็นการอ่านค่าจากพอร์ตใดพอร์ตหนึ่งจาก 3 พอร์ต ซึ่งถูกเลือกด้วย A0 กับ A1 แต่ถ้า A0 กับ A1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 1 ทั้งคู่ ก็จะเป็นการระบุว่าต้องการติดต่อกับพอร์ทควบคุม ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์พิเศษสำหรับควบคุมการทำงานของ 8255 ซึ่งรีจิสเตอร์นี้ซีพียูสามารถเขียนค่าลงไปได้แต่ไม่สามารถอ่านค่าได้ เมื่อ 8255 ไม่ได้ถูกติดต่อกับ (CS = 1 หรือ RD และ WR = 1) บัสของ 8255 ที่ติดต่อกับซีพียูจะอยู่ในสถานะ High Impedance ซึ่งจะเป็นการแยกตัวออกจากระบบเพื่อให้ซีพียูติดต่อกับระบบอื่นๆ

#### 2.3.4 โหมดการทำงานของ 8255

##### - Mode 0 : Basic I/O

เมื่อ 8255 เชื่อมต่อกับซีพียูจะต้องมีการกำหนดโหมดการทำงาน เป็นโหมด 3 โหมด หรืออาจจะเพิ่มโหมดบิตเซต/รีเซตก็ได้ สมมุติว่าถ้าเลือกโหมดการทำงานแบบ Nonhandshaking หรือแบบไม่มีเงื่อนไข ในโหมด 0 โหมดนี้มันจะต้องส่งคำสั่งควบคุมหนึ่งเวิร์ดไปยังพอร์ทควบคุม ซึ่งควบคุมโหมดของ 8255

##### - Mode 1 ; Strobed I/O

ใน Mode นี้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับการตรวจสอบสัญญาณ handshak และการอินเทอร์พรีตของการติดต่อกันระหว่าง I/O ในโหมดนี้พอร์ท A และ B จะเป็นพอร์ทข้อมูล ส่วนพอร์ท C ถูกใช้สำหรับการสร้างและตรวจสอบสถานะสัญญาณเรียกว่าพอร์ทควบคุม ในโหมดนี้การทำ DATA TRANSFER นี้ซีพียูไม่สามารถแทรกแซงการทำงานของ 8255 ได้

ลักษณะการทำงานของ 8255 ในโหมด 1 จะมีการเลือกจะให้พอร์ท A,B เป็น Input หรือ Output รวม 4 แบบ นอกจากนี้ยังสามารถสั่งให้พอร์ท A ทำงานที่โหมด 1 ขณะที่ พอร์ท B ทำงานที่โหมด 0 ได้อีก

Polling และ Interrupts การพอลลิง 8255 ในโหมด 1 โดยการอ่านข้อมูลจากพอร์ท C เป็นการโหลด Status Word ของโหมด 1 มาไว้ที่ Accumulator ซึ่งถ้าพอร์ท A เป็นพอร์ทอินพุต และพอร์ท B เป็นพอร์ทเอาต์พุต ทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าเป็นค่า OBF หรือ IBF ได้

PC 6 หรือ 7 (พอร์ท A เป็น Input) หรือ PC 4 หรือ 5 (พอร์ท A เป็น Output) ถ้าไม่ใช้ในการทำ Handshak ก็อาจจะสั่งให้ทำงานเป็น I/O ทั่วไปได้ และอาจจะถูกอ่านเป็นค่าส่วนหนึ่งของสถานะของโหมด 1

##### - Mode 2 : Strobed Bidirectional I/O

ในโหมด 2 พอร์ท A ของ 8255 จะกลายเป็นพอร์ทรับส่งข้อมูลแบบ สองทิศทางจะมีการทำงานด้วยวิธี Handshake จากสัญญาณจำนวน 5 สัญญาณ สัญญาณ Handshake เหล่านี้จะ

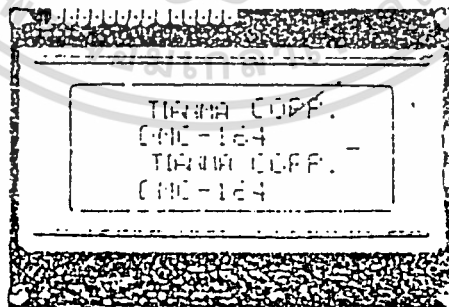
ลักษณะการทำงานดังเช่นในโหมด 1 แต่ว่าจะอ้างอิงกับพอร์ท A เท่านั้น การใช้งานในโหมดนี้ ได้แก่การส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง

เมื่อพอร์ท A ถูกโปรแกรมเพื่อให้ทำงานในโหมด 2 พอร์ท B สามารถทำงานในโหมด 0 หรือ โหมด 1 ถ้าถูกโปรแกรมสำหรับ โหมด 0 PC0-PC2 สามารถถูกโปรแกรมให้เป็น Input หรือ Output ถ้าพอร์ท B เป็นโหมด 1 แล้ว PC0-PC2 จะกลายเป็นสัญญาณ Handshake สำหรับพอร์ทนี้

เมื่อทำการพิจารณาการโปรแกรมโหมดที่เป็นไปได้ทั้งหมดแล้ว 8255 จะมีลักษณะการทำงานอยู่ 4 ลักษณะในโหมด 2 ถ้าเลือกที่จะโปรแกรมพอร์ท A โหมด 2 พอร์ท B เป็น Input โหมด 0 และ PC0-PC2 เป็น Output โหมด 0 โดย Control Word คือ 11XX X010

## 2.4 หน่วยแสดงผล (LCD MODULE)

หน่วยแสดงผลแบบ DOT MATRIX เป็นส่วนที่แสดงผลการทำงานที่เกิดจากการกดคีย์ควบคุม โดยส่วนนี้จะติดอยู่ที่ตัวเครื่อง ได้แก่การแสดงผลการให้ครหัสผ่านการแสดงหมายเลขโทรศัพท์ และแสดงคำสั่งควบคุมการทำงานต่างๆ โดยแสดงผลเป็นตัวเป็นตัวอักษรได้ที่ละ 16 ตัวอักษรขนาดตัวอักษรละ 5\*8 DOT สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 ลักษณะคือแบบ MEMORY MAP(20-PIN LCD BUS) และแบบผ่าน 8255 PORT(26-PIN 8255 BUS) กรณีของ 26-PIN 8255 BUS PCB(DMCAD)เป็นตัว ADAPTER ทำให้เป็น 8255 BUS อีกที ทำงานด้วยไฟเลี้ยง +5 V



รูปที่ 2-8 แสดงลักษณะของ LCD

### 2.4.1 ขาสัญญาณของ LCD

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

ตารางที่ 2-3 แสดงขาสัญญาณของ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## 2.4.2 หลักการต่อ LCD

การต่อ LCD มี 2 การต่อเพื่อใช้งานสามารถต่อได้ 2 วิธีคือ

### - การต่อแบบ MEMORY MAP

1. สามารถต่อเข้ากับ CHIP เบอร์ต่างๆไปได้เช่น 8051 หรือ Z-80 โดยจะทำให้ระบบไมโครมองเห็น LCD MODULE ในลักษณะของ MEMORY ได้ทันที
2. สามารถเขียนอ่านข้อมูลจาก LCD MODULE ได้ ทำให้มองเสมือนว่าเป็น MEMORY BUFFER ไปในตัว
3. เนื่องจากสามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงทำให้สามารถสอบ FLAG ความพร้อมในขณะที่ LCD ในขณะที่ กำลังทำงานได้
4. ใช้ได้กับบอร์ดที่มี LCD BUS มาให้พร้อมเท่านั้น
5. ทำให้กินพื้นที่ของหน่วยความจำไปส่วนหนึ่ง และต้องการ DECODE ละเอียด
6. การจัดหาสัญญาณจะต้องเป็นไปตามแบบของ CHIP แต่ละเบอร์

### - การต่อแบบ I/O PORT

1. สามารถต่อเข้ากับ I/O PORT ใดๆ ก็ได้ โดยใช้สายสัญญาณจำนวน 11 เส้น และใช้โปรแกรมเป็นตัวสร้างสัญญาณขึ้นมาให้ตรงกับข้อกำหนดของ LCD MODULE
2. ผู้ใช้จะเขียนข้อมูลให้ LCD MODULE ได้อย่างเดียว ซึ่งผู้ใช้ควรกำหนด MEMORY ส่วนหนึ่งให้เป็นเสมือน BUFFER ให้กับ LCD MODULE อีกที
3. เนื่องจากไม่สามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงต้องใช้การหน่วงเวลาของระบบไมโครเองเพื่อรอให้ LCD MODULE กระทำขบวนการต่างๆ
4. ใช้ได้กับบอร์ดต่างๆ ไปที่มี PORT
5. ไม่เปลืองส่วนของ MEMORY ในการใช้งาน
6. การจัดหาสัญญาณกระทำได้อย่างอิสระ

## 2.4.3 การเขียนข้อมูลพื้นฐานให้ LCD

1. การเขียนข้อมูลให้กับ LCD MODULE จะแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ INSTRUCTION และ DATA โดยจะกำหนดด้วยขาสัญญาณ RS คือถ้า  $RS = 0$  จะหมายถึงส่งสัญญาณควบคุม (INSTRUCTION) หรืออ่านค่า FLAG สถานะการทำงานของ LCD MODULE และถ้า  $RS = 1$  จะหมายถึงการเขียนหรืออ่าน DATA กับ LCD MODULE

2. หลักการในการเขียนข้อมูลให้ LCD MODULE นี้ คือเมื่อมีการเขียนข้อมูลไปแล้ว ตัว LCD MODULE จะต้องใช้เวลาในการทำงานชั่วขณะหนึ่ง ( ตามค่า EXECUTE TIME ในตาราง ) ซึ่งระบบไมโครสามารถตรวจสอบได้จาก BUSY FLAG (BF) และถ้าเรียบร้อยแล้วจะสามารถเขียนข้อมูลอันดับต่อไปได้ ในกรณีที่การต่อวงจรเป็นแบบ I/O PORT คือไม่สามารถอ่านข้อมูลย้อนกลับได้ ระบบไมโครก็จะต้องใช้วิธีหน่วงเวลาแทน

3. การเขียนข้อมูลให้กับ LCD MODULE นี้ สามารถทำได้ทั้งแบบ 8 BIT และ 4 BIT โดยกรณี 4 BIT จะใช้สายสัญญาณ DATA เพียง 4 เส้น คือ DB4 - DB7 (ใช้สำหรับระบบไมโครแบบ 4 BIT หรือเพื่อการประหยัดสาย) การเขียนข้อมูลจะกระทำเหมือนกับ 8 BIT เพียงแต่ให้เขียน 2 ครั้ง คือ DB4-DB7 ก่อน แล้วตามด้วย DB0-DB3 และจะต้องกำหนดคุณสมบัติตามค่า DL ในคำสั่ง FUNCTION SET ด้วย

4. DDRAM(DISPLAY DATA RAM) คือหน่วยความจำภายในตัว LCD MODULE ที่เป็น BUFFER ของข้อมูล โดยถ้าเขียนรหัส ASCII ใดๆ ลงไปในหน่วยความจำนี้ ก็จะปรากฏเป็นตัวอักษรที่แสงแสดงทันที

5. CGRAM(CHARACTER GENERATOR RAM) คือหน่วยความจำภายในตัว LCD MODULE สำหรับเก็บภาพตัวอักษรที่ผู้ใช้สามารถสร้างได้เอง (8 ตัว) โดยจะอ้าง ADDRESS ได้ทั้งหมด 64 BYTE คือ 8 ตัวอักษร คูณกับ 8 ROW

#### 2.4.4 รายละเอียดของแต่ละคำสั่ง

##### 1. CLEAR DISPLAY

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

สำหรับการ CLEAR DISPLAY โดยจะทำการเขียนตัวอักษร SPACE ลงใน DDRAM ทั้งหมด และกำหนดค่า DDRAM ADDRESS ให้เป็น 0 พร้อมทั้ง CURSOR จะกลับไปตำแหน่งซ้ายบนสุดของจอภาพ

##### 2. CURSOR AT HOME

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

สำหรับการกำหนดค่า DDRAM ADDRESS ให้เป็น 0 พร้อมทั้ง CURSOR จะไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายสุดของจอภาพ โดยที่ข้อมูลใน DDRAM ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3. ENTRY MODE SET

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

I/D = 0 กำหนดทิศทางของ CURSOR และ DDRAM ให้เป็นแบบ DECREMENT

I/D = 1 กำหนดทิศทางของ CURSOR และ DDRAM ให้เป็นแบบ INCREMENT

S = 0 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว ตัว CURSOR จะถูกเลื่อนไปทิศทางตามค่า I/D

S = 1 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว ตัว CURSOR จะอยู่กับที่ และตัวอักษรจะถูกดันไปทิศทางตามค่า I/D การกำหนด I/D และ S นี้ให้กำหนดก่อนการเขียนข้อมูลใน DDRAM และเมื่อกำหนดแล้ว จะต้องไม่ใช่คำสั่ง CLEAR DISPLAY อีก

## 4. DISPLAY ON/OFF

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

D = 0 กำหนดให้ OFF DISPLAY

D = 1 กำหนดให้ ON DISPLAY

C = 0 กำหนดให้ OFF CURSOR

C = 1 กำหนดให้ ON CURSOR โดย CURSOR จะเป็นเส้นขีดใต้ตัวอักษร

B = 0 กำหนดให้ไม่มีการกระพริบที่ตำแหน่ง CURSOR

B = 1 กำหนดให้มีการกระพริบที่ตำแหน่ง CURSOR (กระพริบเป็นรูปสี่เหลี่ยม)

## 5. DISPLAY SHIFT

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

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

S/C = 1 กำหนดให้เลื่อนข้อความบนแผงแสดงตามทิศทาง R/L ไป 1 COLUMN (เลื่อนทุกบรรทัด)

R/L = 0 กำหนดให้มีทิศทางไปทางซ้าย

R/L = 1 กำหนดให้มีทิศทางไปทางขวา

## 6. FUNCTION SET

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

DL = 0 กำหนดให้การติดต่อกับ LCD MODULE เป็นแบบ 4BIT

DL = 1 กำหนดให้การติดต่อกับ LCD MODULE เป็นแบบ 8BIT จะสังเกตว่า การกำหนดค่า DL นี้สามารถกระทำได้ที่ DB4-DB7 ซึ่งถ้ามีการกำหนดให้เป็น แบบ 4BIT ตั้งแต่ครั้งแรก หลังจากจ่ายไฟเลี้ยง ก็จะทำให้ LCD MODULE มีการ รับข้อมูลแบบ 4 BIT ทันที

N = 0 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 1/8 DUTY และ 1/11 DUTY

N = 1 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 1/16 DUTY

F = 0 กำหนดให้ตัวอักษรเป็นแบบ 5 \* 10 DOTS

F = 1 กำหนดให้ตัวอักษรเป็นแบบ 5 \* 10 DOTS (กรณี LCD MODULE เป็นแบบ 5\*7 อยู่แล้ว ก็จะไม่มีผลอะไร)

## 7. SET CGRAM ADDRESS

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	CGRAM ADDRESS					

สำหรับการกำหนด ADDRESS ของ CGRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้ว การอ่านและเขียน DATA ที่ต่อจากนี้ จะเป็นไปตาม ADDRESS ที่กำหนดทันที

## 8. SET DDRAM ADDRESS

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	DDRAM ADDRESS						

สำหรับการกำหนด ADDRESS ของ DDRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้ว การอ่านและเขียน DATA ที่ต่อจากนี้ จะเป็นไปตาม ADDRESS ที่กำหนดทันที ตำแหน่งของ ADDRESS ในแต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างกันบ้าง เพราะจำนวนอักษรต่อบรรทัดไม่เท่ากัน

## รุ่น DCM164

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F

### 9. BUSY FLAG AND ADDRESS READ

RS R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0

0	1	BF	ADDRESS
---	---	----	---------

สำหรับการอ่านค่า BF (BUSY FLAG) ซึ่งบอกถึงความพร้อมของ LCD MODULE ในการรับข้อมูล ถ้า BF = 0 หมายถึงพร้อมที่จะรับข้อมูลต่อไปได้ แต่ถ้า BF = 1 หมายถึงยังไม่พร้อม นอกจากนี้ ยังเป็นการอ่านค่า ADDRESS ของ CGRAM หรือ DDRAM ด้วย

#### 2.4.5 การอ่านและเขียนข้อมูลกับ DDRAM / CGRAM

##### 1. WRITE DATA TO DDRAM OR CGRAM

RS R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0

1	0	DATA
---	---	------

สำหรับการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำ DDRAM หรือ CGRAM โดยเมื่อทำการเขียนแล้ว ADDRESS จะถูกเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติ ตามที่กำหนดจากค่า I/D ในคำสั่ง ENTRY MODE SET และการเขียนจะเป็น DDRAM หรือ CGRAM ก็ขึ้นกับว่า ก่อนหน้าคำสั่งนี้ มีการกำหนด ADDRESS ที่ใด

## 2. READ DATA FROM DDRAM OR CGRAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	DATA							

สำหรับการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ DDRAM หรือ CGRAM โดยเมื่อทำการเขียนแล้ว ADDRESS จะถูกเพิ่มหรือลงโดยอัตโนมัติ ตามที่กำหนดจากค่า I/D ในคำสั่ง ENTRY MODE SET และการเขียนจะเป็น DDRAM หรือ CGRAM ก็ขึ้นกับว่า ก่อนหน้าคำสั่งนี้ มีการกำหนด ADDRESS ที่ใด

### 2.4.6 แนวทางการเขียนโปรแกรมควบคุม

1. เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ LCD MODULE ครั้งแรกภายในจะมีการ RESET ระบบโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะใช้เวลา 10 ms หลังจากที่ระดับแรงไฟขึ้นถึง 4.5 V แล้ว ทั้งนี้ระบบ RESET ดังกล่าวกระทำสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ทำการเคลียจอภาพทั้งหมด (CLEAR DISPLAY)
- กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง FUNCTION SET คือ DL=1 (ติดต่อกับระบบไมโครในแบบ 8 BIT) , N=0 (แสดงข้อมูล 1 บรรทัด) , F=0 (กำหนดตัวอักษรแบบ 5 \* 7 DOTS)
- กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง DISPLAY ON/OFF คือ D=0 (ไม่แสดงข้อมูล), C=0 (CURSOR OFF), B=0 (BLINK OFF)
- กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง ENTRY MODE SET คือ I/D = 1 (INCREMENT), S=0 (NO SHIFT)

2. การใช้งาน LCD MODE จะเกี่ยวข้องกับโปรแกรมเป็นส่วนใหญ่ ชุดคำสั่งต่าง ๆ รวมทั้งการอ่านหรือเขียนข้อมูลนั้นจะถูกกำหนดด้วยขาสัญญาณทั้งหมดที่มีอยู่ปกติโปรแกรมจะต้องกำหนดคุณสมบัติต่างๆที่ต้องการไว้ที่ส่วนต้น และจากนั้นก็จะเป็นการอ่านและเขียนข้อมูลลงใน DDRAM ซึ่งก็คือข้อความที่จะให้แสดงผลนั่นเอง

## บทที่ 3

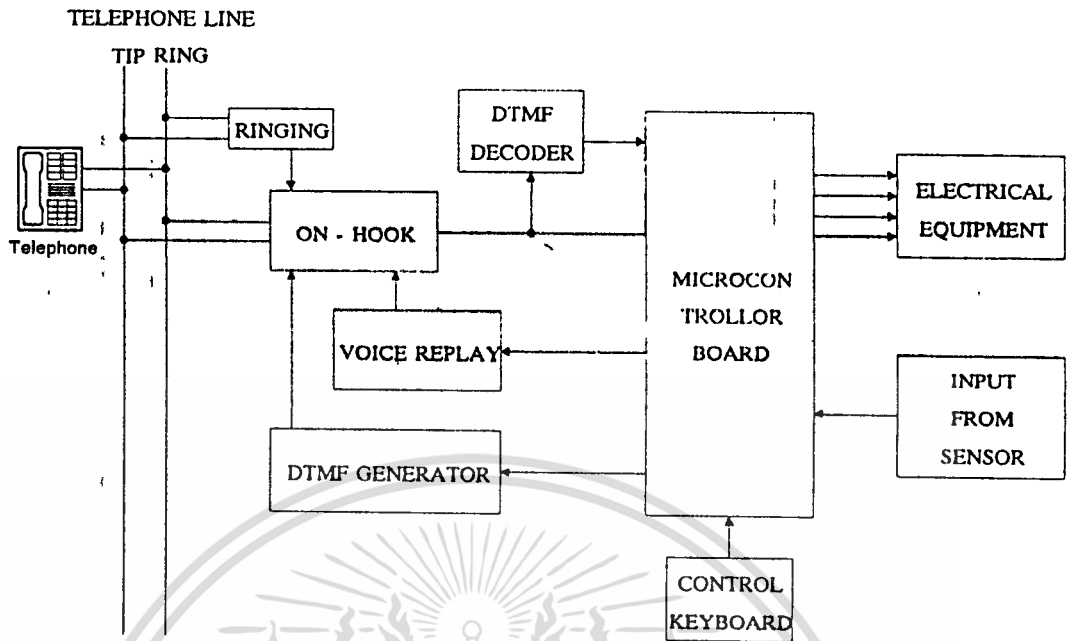
### การออกแบบการทำงาน

การออกแบบการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ทางด้านฮาร์ดแวร์และด้านซอฟต์แวร์ โดยจะเน้นการทำงานหลักๆเพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าใจ การทำงานทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีการรับคำสั่งได้ 2 ทางคือทางด้านเครื่องควบคุมที่ติดอยู่ที่ตัวเครื่อง และการควบคุมผ่านคีย์ของโทรศัพท์ส่งมาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลตามคำสั่งและจะมี Output แสดงสถานะการทำงานออกทางจอแสดงผล LCD ที่ติดอยู่ที่ตัวเครื่อง การทำงานของระบบมีความสามารถคือ

1. การเปิด/ปิดระบบรักษาความปลอดภัยและอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยตัวควบคุมที่ติดอยู่บนตัวเครื่องเอง
2. การเปิด/ปิดระบบรักษาความปลอดภัยและอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยคีย์ของโทรศัพท์
3. การโทรศัพท์ออกภายนอกของระบบรักษาความปลอดภัยเมื่อตัวตรวจจับ (Sensor) ทำงานด้วยหมายเลขที่โปรแกรมไว้
4. การโทรศัพท์เข้ามาเพื่อสอบถามสถานะการทำงานของระบบจากภายนอก
5. การแสดงสถานะการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัยด้วยจอแสดงผล LCD

#### 3.1 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)

การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์นั้นจะเป็นการออกแบบที่ละส่วนของการทำงานโดยจะมีการทำงานเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือส่วนโทรศัพท์เข้าและส่วนของการโทรศัพท์ออกแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรม



รูปที่ 3-1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ

จากบล็อกไดอะแกรมเป็นบล็อกที่แสดงโครงสร้างของระบบรักษาความปลอดภัยการทำงานของระบบจะทำหน้าที่เหมือนอุปกรณ์ที่ต่อห้วงเข้ากับคู่สายโทรศัพท์เพื่อการโทรออกและโทรเข้า ส่วนของการโทรศัพท์เข้านั้นเริ่มจากการมีโทรศัพท์เข้ามาวางจรดจับเสียงเรียก (RING) จะเริ่มทำงานจากนั้นจะมีการนับเสียงเรียกเท่ากับ 5 ครั้งโดยไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วสั่งให้ทำการวางจรดส่วนขง (ON-HOOK) ทำการยกหูอัตโนมัติจากนั้นมีการป้อนรหัสผ่านจำนวน 4 หลัก โดยมีโอกาสป้อนรหัสผ่านได้ 3 ครั้งโดยมีวงจรถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ (DTMF DECODER) ทำหน้าที่ถอดรหัสเป็น BCD เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจสอบว่ารหัสถูกต้องหรือไม่ถ้าถูกวางจรดกำเนิดเสียง (VOICE REPLAY) จะรายงานขั้นตอนการทำงานให้ทราบทางผู้เรียกจึงสามารถควบคุมการเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเปิด/ปิดระบบได้โดยใช้คีย์ของโทรศัพท์

ส่วนของการโทรศัพท์ออกนั้น เริ่มจากเมื่อตัวตรวจจับ (SENSOR) ทำงานจะมีการส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการตรวจสอบแล้วทำการยกหูโทรศัพท์แล้วกดหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF GENERATOR) ตามที่โปรแกรมไว้เพื่อแจ้งให้เจ้าของบ้านทราบด้วยเสียงพูดที่บันทึกไว้ในวงจรกำเนิดเสียงพูด (ส่วนนี้เป็นการทำงานโดยอัตโนมัติเหมือนกับมีคนยกหูโทรศัพท์และกดหมายเลขแต่ทำโดยไมโครคอนโทรลเลอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของคีย์บอร์ด(CONTROL KEYBOARD) นั้นสามารถควบคุมการทำงานได้ทุกอย่าง ตั้งแต่การตั้งรหัสผ่าน,ตั้งหมายเลขโทรศัพท์เพื่อการโทรออก,หมายเลขเพจเจอร์,การควบคุมการทำงานต่างๆซึ่งจะอธิบายในหัวข้อการใช้งานอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งการทำงานของคีย์บอร์ดนี้จะติดอยู่กับตัวเครื่องที่ติดตั้งอยู่ที่บ้าน

### 8.1.1 วงจรส่วนควบคุม

การออกแบบวงจรส่วนควบคุมหลัก เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งเป็นตัวกลางการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ หรืออุปกรณ์กับผู้ใช้ โดยหลักการทำงานของส่วนควบคุมหลักจะเป็นส่วนที่ทำการสร้างสัญญาณเพื่อไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์รอบข้าง และทำการประมวลผลในโครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ซึ่งเป็นการติดต่อกันโดยใช้สายนำสัญญาณข้อมูล(Data bus) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวควบคุมหลัก ในการใช้บัสสดำภายใน 8031 สามารถที่จะส่งข้อมูลอนุกรมได้โดยผ่านทางขา Rx และ Tx แต่ระดับของสัญญาณที่ออกจะเป็นระดับสัญญาณ TTL คือ ลอจิก "1" จะมีแรงดันเท่ากับ 5 โวลต์ และลอจิก "0" จะมีระดับแรงดันเท่ากับ 0 โวลต์ ในส่วนควบคุมนี้จะประกอบด้วยการทำงานหลายๆ ส่วนซึ่งได้แก่

#### - ส่วนถอดรหัส

ในการติดต่อของซีพียู กับอุปกรณ์รอบข้างซีพียู จะต้องส่งแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ต้องการจะติดต่อด้วยบัสแอดเดรส(Address bus) จากนั้นส่วนถอดรหัสจะทำการถอดรหัสแอดเดรสว่าซีพียูต้องการจะติดต่อกับอุปกรณ์ใดในวงจร วงจรถอดรหัสก็จะทำการส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์นั้น ซึ่งในการใช้งานของตำแหน่งแอดเดรส คือ 0000H-1FFFFH- ได้ใช้สำหรับ EPROM ซึ่งใช้สำหรับเก็บรหัสคำสั่งของซีพียู 8031 สามารถแยกการอ่านรหัสคำสั่งที่ถูกเก็บไว้ใน EPROM และข้อมูลที่เก็บได้ใน RAM โดยใช้สัญญาณ PSEN เป็นตัวแยก

#### - ส่วนฐานเวลาของระบบ (Real Time Clock)

ระบบจำเป็นต้อง มีฐานเวลาที่ใช้กำหนดเวลาการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งภายในตัว 8031 สามารถสร้างฐานเวลาเองได้ โดยการกำหนดค่าคงที่ป้อนให้แก่เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0 หรือไทม์เมอร์ 1 เพื่อใช้ไทม์เมอร์ไปอินเทอร์รัปต์ ซีพียูในช่วงเวลาที่กำหนด

- หน่วยความจำ

การออกแบบสำหรับส่วนควบคุมมีการใช้หน่วยความจำที่ได้จากไอซีเบอร์ 2764 ซึ่งมีขนาด 8 กิโลไบต์(KB) เป็นการกำหนดตายตัวให้เป็นแบบ CODE MEMORY คือมีการเก็บส่วนที่เป็นโปรแกรมโดยกำหนดให้มีตำแหน่งแอดเดรสอยู่ที่ 0000H-1FFFFH และใช้ไอซีเบอร์ 62256 เป็นหน่วยความจำชนิดที่เป็น DATA โดยกำหนดตำแหน่งแอดเดรสอยู่ที่ 0000-7FFFH

- ส่วนอินพุต/เอาต์พุต

การออกแบบส่วนของอินพุต/เอาต์พุต สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ออกแบบโดยใช้ 8255 จำนวน 3 ตัวโดยให้อาต์พุตของ 8255 แต่ละตัวมีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบโดยมีการกำหนดให้แต่ละตัวมีตำแหน่งแอดเดรสคือ

8255 #1 ตำแหน่ง E080H-E083H

8255 #2 ตำแหน่ง E0A0H-E0A3H

8255 #3 ตำแหน่ง E0C0H-E0C3H

ซึ่งแต่ละตัวมีพอร์ตสำหรับการควบคุมอยู่ตัวละ 3 พอร์ตคือพอร์ต A ,พอร์ตB และ พอร์ตC ซึ่งในแต่ละพอร์ตมีการทำงานดังนี้

หน้าที่	พอร์ต	หมายเลข 8255
ควบคุมการขงหนูโทรศัพท์เพื่อโทรเข้า	PC.0	8255#1
ควบคุมการขงหนูโทรศัพท์เพื่อโทรออก	PC.2	8255#1
ควบคุมการขงหนูโทรศัพท์เพื่อกำเนิดเสียง	PC.1	8255#1
ควบคุมการเล่นกลับ PLAYE)	PC.3	8255#1
ควบคุมการถอดรหัสสัญญาณ โทรศัพท์	PC.4-PC.7	8255#2
ควบคุมการกำเนิดสัญญาณ โทรศัพท์	PA.0-PA.7	8255#3
ควบคุมสถานะการกำเนิดเสียง	PB.0-PB.7	8255#3
ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	PC.4-PC.7	8255#2
ควบคุม SENSOR OUTPUT ตัวที่ 1-8	PA.0-PA.7	8255#1
ควบคุม SENSOR OUTPUT ตัวที่ 9-16	PB.0-PB.7	8255#1
ควบคุม SENSOR OUTPUT ตัวที่ 17-14	PA.0-PA.7	8255#2
ควบคุม SENSOR OUTPUT ตัวที่ 15-32	PB.0-PB.7	8255#2

ตาราง 3-1 แสดงการทำงานของอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### - การติดต่อกับ LCD

การออกแบบสำหรับการควบคุมการทำงานของ LCD จะติดต่อกันระหว่าง DATA BUS ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ผ่าน DATA BUS ของ 8255 แต่ละตัวเพื่อที่จะส่งข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมให้กับ LCD ทาง DATA BUS ที่ขา D0-D7 โดยกำหนดให้มีแอดเดรสเริ่มต้นอยู่ที่ E060H ซึ่งเป็นแอดเดรสที่มาจากขา Y3 ของ ไอซี 74LS138 โดยมีตำแหน่งของพอร์ต LCD (พอร์ต E060H-E063H) ดังนี้

- WRITE INSTRUCTION :เป็นการเขียนคำสั่งต่างๆ ให้กับ LCD MODULE มีตำแหน่งพอร์ตอยู่ที่ E060H
- READ BUSY FLAG & ADDRESS: อ่านสถานะและตำแหน่ง CURSOR มีตำแหน่งพอร์ตอยู่ที่ E061H
- WRITE DATA: เขียน CHARACTER ไปที่ LCD มีตำแหน่งพอร์ตอยู่ที่ E062H
- READ DATA: อ่านข้อมูลที่ตำแหน่ง CURSOR อยู่ มีตำแหน่งพอร์ตอยู่ที่ E063H

### - พอร์ตอนุกรม

พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม เป็นพอร์ตภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งติดต่อได้ด้วยซอร์ฟแวร์โดยใช้ไอซี SN75176 เป็นการสื่อสารสำหรับ RS422 โดยต้องมีการควบคุมทิศทางของพอร์ตอนุกรมด้วยเนื่องจาก RS422 ทำงานแบบ HALF DUPLEX ควบคุมทิศทาง(รับ-ส่ง) ด้วย P1.7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยที่

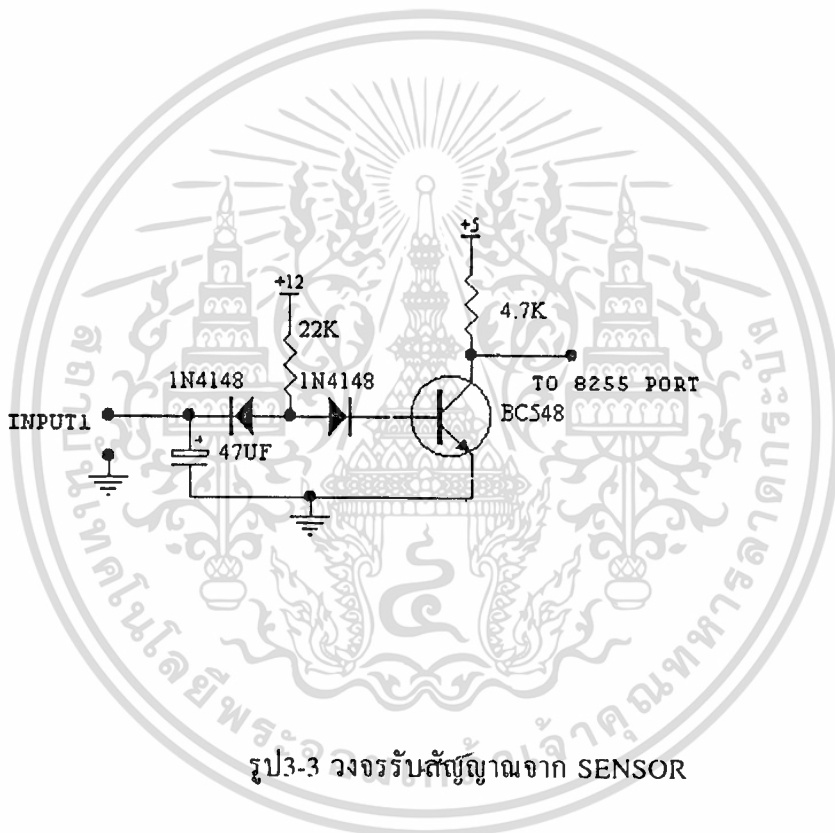
P1.7 = High จะเป็นการส่งข้อมูล

P1.7 = Low จะเป็นการรับข้อมูล



### 3.1.2 วงจรตรวจจับสัญญาณจาก SENSOR

การออกแบบวงจรส่วนนี้จะเป็นวงจรส่วนอินพุท โดยรับสัญญาณจาก Sensor แล้วสัญญาณที่ได้ผ่านวงจรออกทางเอาท์พุท ส่งไปให้พอร์ตควบคุม 8255 โดยการตรวจสอบสถานะของ Sensor จะใช้อินเทอร์รัปต์ 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวอินเทอร์รัปต์เพื่อตรวจสอบในกรณีที่มีการโทรศัพท์เข้ามาเพื่อสอบถามสถานะการทำงานและการโทรศัพท์ออกภายนอกเมื่อมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ซึ่ง Sensor ที่ใช้มี 32 ตัว โดยแบ่งเป็น 4 Zone ในแต่ละ Zone จะมี Sensor 8 ตัว ซึ่งเอาท์พุทที่ได้ในตัวที่ 1-8 จะส่งให้ 8255 #1 พอร์ต A0-A7 ตัวที่ 9-16 ส่งให้ 8255 #1 พอร์ต B0-B7 ตัวที่ 17-24 เข้า 8255 #2 พอร์ต A0-A7 และ ตัวที่ 25-32 เข้า 8255 #2 พอร์ต B0-B7 ดังรูป

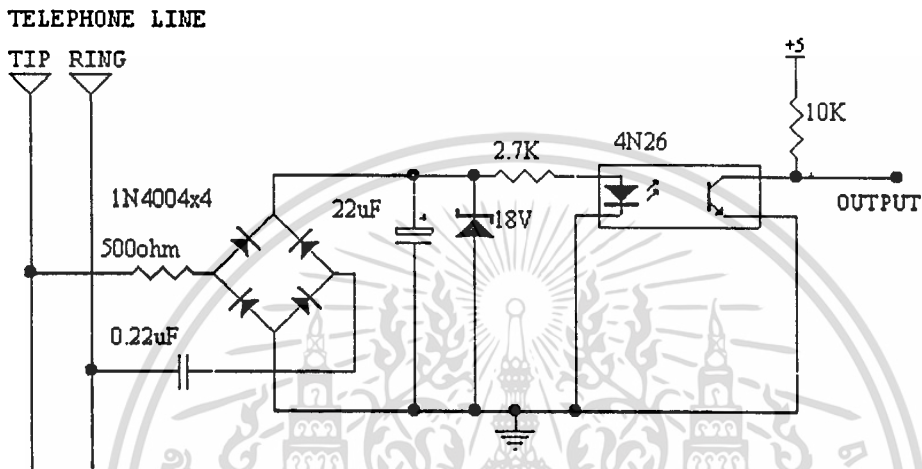


รูป 3-3 วงจรรับสัญญาณจาก SENSOR

การทำงานของวงจรจะมีกระแสไหลจากตัวต้านทาน 22 K ไปลงกราวด์ ที่ไดโอด 1N4148 ทำให้ทรานซิสเตอร์ BC 548 ไม่สามารถรับวงจร เพราะ Bias ที่ขา Base ไม่พอ แต่เมื่อวงจรขาดกระแสจะเปลี่ยนมาให้ Bias เข้าทรานซิสเตอร์โดยผ่าน ไดโอด 1N4148 ตัวที่สอง แทน ทำให้สถานะของเอาท์พุทตกจาก High เป็น Low ในแต่ละ Board ซึ่งในวงจรจะมีทั้งหมด 4 ชุดๆละ 8 ตัว

### 3.1.3 วงจรตรวจจับเสียงเรียก(Ring Decoder)

การออกแบบวงจรส่วนตรวจจับเสียงเรียกนี้ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเรียก(เสียงกระดิ่ง) ของโทรศัพท์ที่เข้ามาทางคู่สายให้เป็นระดับของแรงดันไฟตรงโดยใช้การต่อผ่านวงจรบริดจ์เรกติไฟร์ และใช้อุปกรณ์ ออปโตไอโซเลเตอร์ (Optoisolator) เป็นตัว ON/OFF ตามจังหวะของสัญญาณเรียกเพื่อให้ได้สัญญาณพัลส์ตามที่ต้องการ



รูป 3-4 วงจรตรวจจับเสียงเรียก

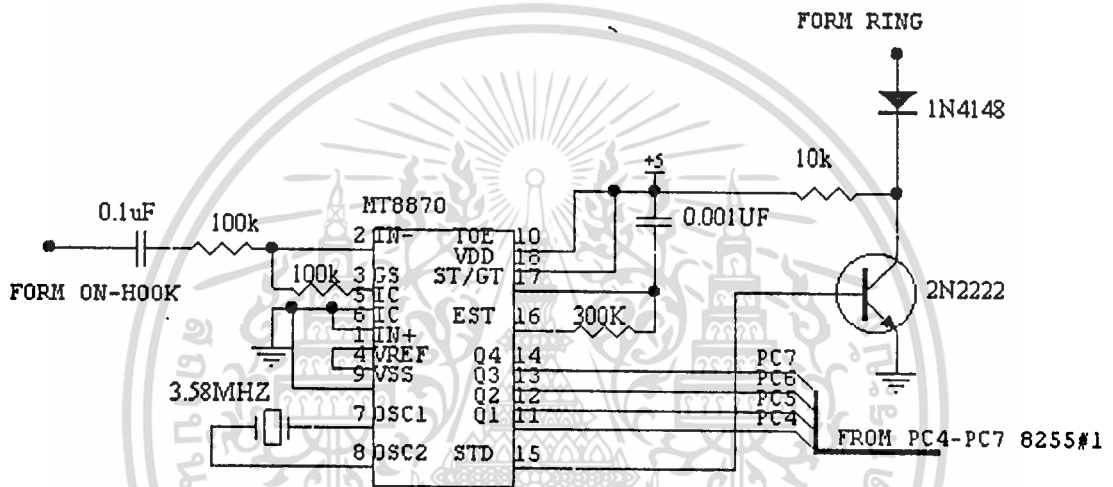
การทำงานของวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกนั้น สัญญาณเรียกจะถูกต่อเข้ากับวงจรบริดจ์ โดยจะต่อผ่าน ตัวต้านทาน(R) ค่า 500 โอห์ม ( $\Omega$ )เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ที่เป็น Tip และต่อกับเส้น Ring โดยผ่านคาปาซิเตอร์(C) ค่า 0.22 ไมโครฟารัด ( $\mu\text{F}$ ) เพื่อทำหน้าที่คัปปลิงสัญญาณเรียก และจำกัดขนาดของกระแสและแรงดันของสัญญาณเรียก ซึ่งส่วนนี้จะต่อขนานกับคู่สายโทรศัพท์ แรงดันของสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามามีค่าประมาณ 70 Vrms 20 เฮิร์ตHz ซึ่งจะถูกรีกติไฟร์ให้เป็นแรงดันไฟตรง ซึ่งในวงจรจะต่อ C ค่า 22  $\mu\text{F}$  ไว้เพื่อที่จะทำให้แรงดันไฟตรงที่ได้จากบริดจ์มีลักษณะเป็นพัลส์แรงดันไฟตรงยิ่งขึ้น (ทำให้แรงดันไฟตรงเรียบขึ้น) ซึ่ง C ค่า 22  $\mu\text{F}$  ที่ถูกต่อไว้จะเป็นตัวที่ทำหน้าที่ชาร์จและดิสชาร์จประจุ และที่วงจรเราทำการต่อ Zener Diode 18V(Z) ไว้เพื่อทำหน้าที่จำกัดแรงดันไฟตรงไว้ แรงดันไฟตรงที่ตกคร่อม Zener Diode (Z) นี้จะถูกจ่ายไปอัสให้กับ LED ภายในออปโตไอโซเลเตอร์ (OP1) โดยที่เราต่อตัวต้านทาน 2.7K เพื่อจำกัดกระแสให้กับ LED ในออปโตไอโซเลเตอร์ เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์ จะทำให้ที่ขาคอลเลกเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ในออปโตไอโซเลเตอร์ถูกต่อลงกราวด์ เนื่องจากได้รับไบอัสตรง ทำให้แรงดันเป็นศูนย์ ซึ่งออปโตไอโซเลเตอร์จะถูก ON/OFF ตามจังหวะของสัญญาณเรียก ทำให้ได้สัญญาณพัลส์ของเอาท์พุทที่มีความถี่ 2 Sec ในช่วง ON และ 4 Sec ในช่วง OFF สลับกันไปตามจังหวะของสัญญาณเรียก



ขาอินพุตของ MPSA92 ผ่านมาที่โหลด ในวงจรจะทำการต่อ Zener Diode ค่า 18 V ไว้เพื่อเป็น ตัวป้องกันวงจรไม่ให้เกิดความเสียหายในกรณีที่มีทรานเซียนเข้ามา เมื่อวงจรทำงานจะให้ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรลดลงเหลือประมาณ 600 โอห์ม ซึ่งเสมือนว่าวงจรอยู่ในสภาวะเหมือนยกหูแล้ว

3.1.5 วงจรส่วนถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์

ในการออกแบบวงจรส่วนนี้ได้ใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ MT8870 มาทำหน้าที่ในการถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์เป็น BCD



รูป 3-6 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์

การทำงานของวงจรเมื่อมีสัญญาณ DTMF เข้ามาจะถูกคัปปลิ่งผ่านตัวคาปาซิเตอร์ 0.1µF และความต้านทาน 100K เข้ามาที่ขา 2 ซึ่งเป็นอินเวอร์ตติ้งอินพุท (Inverting Input) ของออปแอมป์ ซึ่งออปแอมป์นี้จะจัดวงจรขยายแบบอินเวอร์ตติ้งแอมป์ โดยภายในจะมี R ต่อในลักษณะป้อนกลับซึ่งเป็นตัวกำหนดอัตราขยายของออปแอมป์ ส่วนที่ขา 1 ซึ่งเป็นนอนอินเวอร์ตติ้ง (Non Inverting) จะได้รับแรงดันไฟจากขา 4(Vref) ซึ่งจะมีค่าประมาณ VDD/2 สัญญาณ Tone ที่ถูกขยายแล้วจากออปแอมป์จะผ่านเข้าไปยังภาคกรองสัญญาณโทรศัพท์ และต่อไปที่ ไฮพัสเตอร์และโลว์พัสเตอร์ จากนั้นจะถูกตรวจจับและถอดรหัสออกเป็นสัญญาณในระบบเลขฐาน 2 ทางเอาต์พุทที่ขา Q1-Q4 เพื่อเข้าพอร์ตควบคุมของ 8255#1 พอร์ต PC4-PC7ตามลำดับ

หลักการการทำงานของการถอดรหัสสัญญาณ Tone ที่ถูกส่งมาตามสายโทรศัพท์ จะถูกส่งผ่านมายังวงจรส่วนถอดรหัสความถี่ DTMF ที่รับเข้ามาจะถูกกรองความถี่ก่อนที่จะส่งมาเข้าวงจรส่วนถอดรหัส ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะอยู่ในตัว IC MT8870 ซึ่งการทำงานภายในประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาคกรองสัญญาณความถี่ จะทำการแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่ต่ำ และช่วงความถี่สูง

- ภาคถอดรหัส ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (early steering) ก็จะแอกทีฟ

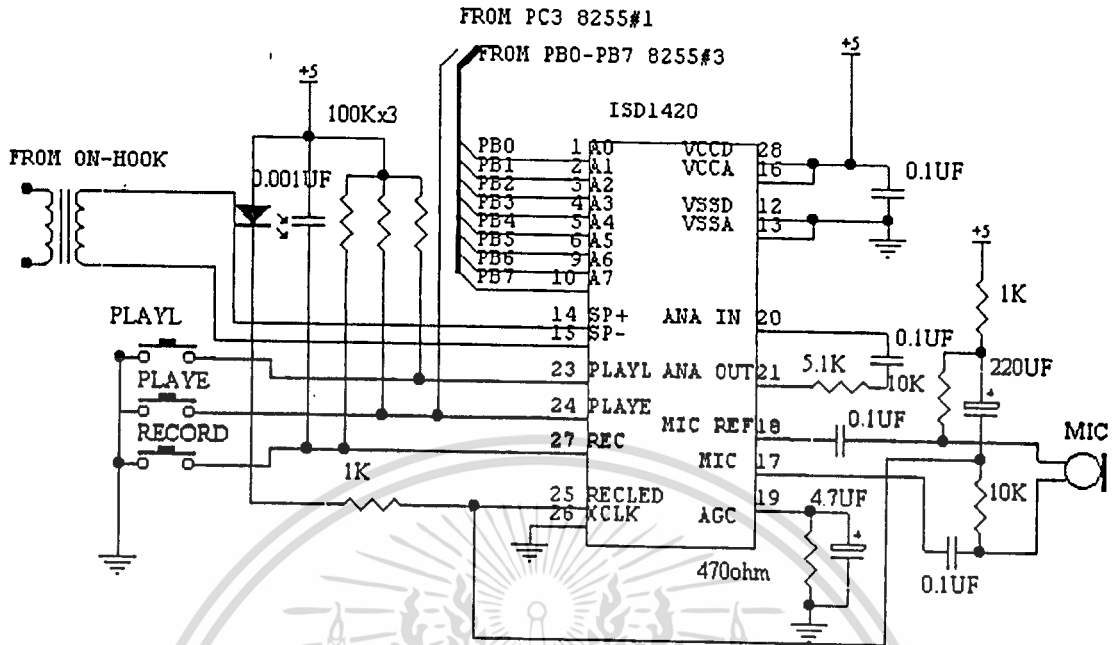
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา ES1 จะเป็น "High" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ DTMF เข้ามา

- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราการขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป

- ภาคกำเนิดความถี่ ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแค่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้

### 8.1.6 วงจรกำเนิดเสียงพูด

ในการออกแบบวงจรกำเนิดเสียงพูดเพื่อรายงานสถานะการทำงานของระบบให้ผู้ใช้ทราบ เพื่อผู้ใช้โทรศัพท์เข้ามาเพื่อขอทราบสถานะและการรายงานสถานะของระบบเพื่อเกิดมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับระบบโดยเมื่อตัวตรวจจับทำงาน ได้ใช้ไอซีสำเร็จรูปซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้นาน 20 วินาทีโดยสามารถที่จะเลือกแอดเดรสสำหรับการบันทึกข้อความและนำเสียงออกได้กแอดเดรสที่ใช้คือ A0-A7 ซึ่งสามารถควบคุมโดยใช้พอร์ต PB0-PB7 ของ 8255#3 ไอซีที่ใช้คือเบอร์ ISD1420 ซึ่งเป็นไอซีที่มีขาการทำงาน ทั้งหมด 28 ขา ดังรูป



รูป 3-7 วงจรกำเนิดเสียง

การทำงานของวงจรจะอธิบายถึงการทำงานของขาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับอินพุตที่ผ่านเข้ามาซึ่งไมโครโฟนแล้วส่งผ่านเข้าสัญญาณเข้าวงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ในตัวไอซีภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบลไมโครโฟนภายนอกจะถูกคัปปลิ่งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะต่ออนุกรมกับขา 17 นี้ ค่าความจุของตัวเก็บประจุคัปปลิ่งจะกำหนดค่าโดยค่านึงถึงค่าความต้านทาน 10 KΩ ที่ต่อกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำ

- Microphone Reference Input (MIC REF) ขาที่ 18 จะต่อเข้ากับกราวด์นอก (VSSA) ภายในตัวไอซีส่วนภายนอกจะมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล
- Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุตเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนไดนามิค เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณทางอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความเพี้ยนน้อยที่สุดขา AGC นี้จะต่อร่วมกับอุปกรณ์ R และ C เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโห์มและจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวหนึ่งผ่านลงกราวด์นอก ค่าที่เหมาะสมจะกำหนดไว้ที่ความต้านทาน 470 กิโลโห์มและ ตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

- **Address / Mode Input (A0-A7)** ขาแอดเดรสและโหมดอินพุตจะมียูสองฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรสถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSB เป็น "0" อินพุตก็จะปรากฏที่แอดเดรสบิตทั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึกและเล่นกลับและขาแอดเดรสจะเกิดการแลตซ์ โดยขอบขาลงและถ้า MSB มีสถานะเป็น "1" ขาแอดเดรส/โหมดอินพุตจะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิตทั้งหมด
- **Ground Input (VSSA,VSSD)** ขา 12 และขา 13 โดยคุณสมบัติของไอซีจะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอะนาล็อกและกราวด์ของสัญญาณดิจิทัล ขากราวด์ทั้งสองจะถูกต่อไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานของกราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเทอเวอรัชัพพลาย ในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันแตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง
- **Analog Input (ANA IN)** ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคัปปลิงภายนอกคัปปลิงสัญญาณเข้าที่ขา 21 นี้เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ในตัวไอซี ตัวเก็บประจุคัปปลิงภายนอกจะต้องสัมพันธ์กันกับค่าความต้านทานภายในซึ่งมีค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุตอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรรองความถี่ต่ำแบบคัตออฟ
- **Analog Out (ANA OUT)** ขา 21 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว
- **Optional External Clock (XCLK)** ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่นับกับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 26 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง
- **Record (REC)** ขา 27 เป็นขาอินพุตที่ใช้สำหรับควบคุมการบันทึกโดยเมื่อขา 27 นี้ได้รับพัลส์เป็น "0" จะเป็นการเริ่มต้นการบันทึก และหยุดการบันทึกเมื่อขา 27 นี้ได้รับพัลส์เป็น "1"
- **Playback, Edge-Activated (PLAYE)** ขา 24 เป็นขาเอาต์พุตที่ควบคุมการเล่นกลับแบบอัตโนมัติเมื่อขา 24 นี้ได้รับสัญญาณพัลส์เป็น "0" เพียงชั่วขณะเดียวเท่านั้นเสียงที่บันทึกจะถูกขยายออกมาทันทีจนกว่าจะได้หมดข้อความที่บันทึกจึงจะกลับมาเป็นสัญญาณพัลส์ "1"
- **Playback, Level-Activated (PLAYL)** ขา 23 เมื่อได้รับสัญญาณอินพุตจาก "1" เป็น "0" ขาควบคุมการเล่นกลับนี้จะเริ่มเล่นเสียงที่บันทึกออกมาจนกระทั่งได้รับสัญญาณเป็นพัลส์ "1" หรือจบข้อความก็จะหยุดเล่นซึ่งสัญญาณพัลส์ "0" นี้จะต้องมีการป้อนตลอดเวลาจนกว่าจะหมดข้อความถ้าหยุดป้อนในขณะที่มีการเล่นกลับอยู่ก็จะทำให้การเล่นนั้นหยุดทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Record LED Output (RECLEd) ขา 25 เป็นเอาต์พุตที่บอกให้รู้ว่ามีการบันทึกหรือมีการเล่นกลับของข้อความโดยแสดงด้วย LED
- Speaker Output (SP+,SP-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตที่ต่อออกลำโพงซึ่งภายในไอซีนี้จะมียังวงจรสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม แต่สำหรับโครงการนี้ต้องการให้แสดงข้อความออกทางโทรศัพท์ที่ดังนั้นต้องมีหม้อแปลง (Transformer Mapping) ต่อคร่อมระหว่างขา 14 และ ขา 15 เพื่อปรับสัญญาณเสียงให้สมดุลสำหรับนำออกทางโทรศัพท์

ในการนำสัญญาณเสียงออกทางโทรศัพท์เป็นการทำงานตามแอดเดรสที่ได้บันทึกไว้ซึ่งต้องใช้วงจรส่วนควบคุมการยกหูอีกส่วนหนึ่งแยกต่างหากเพื่อให้ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบว่าเป็นการยกหูเพื่อส่งสัญญาณเสียงคำพูดที่บันทึกไว้มีดังนี้

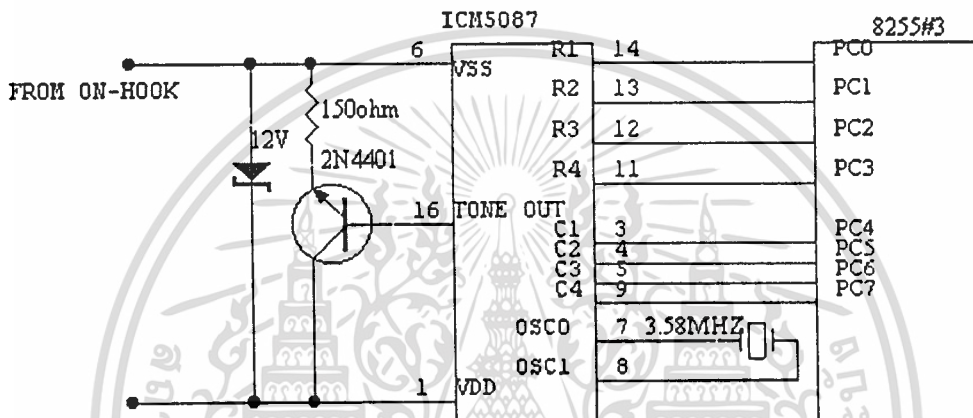
คำพูดที่บันทึก	ตำแหน่งแอดเดรส
นี่คือระบบรักษาความปลอดภัยอัตโนมัติ	00
กรุณาใส่รหัสผ่าน	11
รหัสผ่านถูกต้อง	1C
รหัสผ่านไม่ถูกต้อง	25
กรุณาเลือกรายการ	2F
คำสั่งผิดพลาด	3C
อุปกรณ์เปิดอยู่	46
อุปกรณ์ปิดอยู่	52
ระบบเปิดอยู่	5E
ระบบปิดอยู่	67
ระบบปกติ	72
โซน 1 ผิดปกติ	7C
โซน 2 ผิดปกติ	88
โซน 3 ผิดปกติ	93
โซน 4 ผิดปกติ	A3

ตาราง 3-2 แสดงคำพูดและตำแหน่งแอดเดรสที่บันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.7 วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่โทรศัพท์

ในการออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่โทรศัพท์เพื่อที่จะให้มีการโทรออกโดยอัตโนมัติเพื่อโทรแจ้งเหตุให้เจ้าของบ้านทราบตามหมายเลขโทรศัพท์ที่มีการโปรแกรมไว้ตั้งแต่แรกในกรณีที่ตัวตรวจจับทำงาน ซึ่งการโทรออกจะควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการยกหูและกดหมายเลขโทรศัพท์เสมือนว่ามีการกดคีย์โดยเจ้าของบ้าน ซึ่งส่วนของวงจรกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์นี้จะใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ ICM5087 หรือ UM95087 ซึ่งมีการทำงานที่เหมือนกันดังรูป



รูป 3-8 วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่โทรศัพท์

หน้าที่การทำงานของ วงจรก็คือทำหน้าที่ในการผลิตความถี่ออกมาครั้งละ 2 ความถี่พร้อมกันตามตำแหน่งการกดปุ่มที่เป็นโทรศัพท์ซึ่งในแต่ละขาของแถวแนวนอน (Row = R1-R4) และแถวแนวตั้ง (Column = C1- C4 ) ที่แต่ละจุดมีความถี่ประจำอยู่เมื่อมีการกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งก็จะเหมือนเป็นการสัดวงจรทางแถวใดแถวหนึ่งทางแนวนอน เข้ากับแถวใดแถวหนึ่งทางแนวตั้ง ความถี่ที่ออกมาทางเอาต์พุตจะเป็นความถี่ทั้งสองจุดนั้น

ความถี่สูง ความถี่ต่ำ	คอลัมน์ 1	คอลัมน์ 2	คอลัมน์ 3	คอลัมน์ 4
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
โรน1/679 Hz	1	2	3	ตำรอง A
โรน2/770 Hz	4	5	6	ตำรอง B
โรน3/852 Hz	7	8	9	ตำรอง C
โรน4/941 Hz	*	0	#	ตำรอง D

ตารางที่ 3-3 แสดงความถี่ที่เกิดจากการกดคีย์

หมายเหตุ\*\* ความถี่สูง = คอลัมน์

ความถี่ต่ำ = โรน

จากความถี่ที่กำหนดไว้นี้เป็นความถี่ที่มาตรฐาน แต่เนื่องจากการวางจรม้าเน็ดสัญญาณ ความถี่โทรศัพท์นี้เป็นวงจรที่ใช้ไอซีสำเร็จรูปและต้องมีอุปกรณ์อื่นมาประกอบความถี่ที่ได้จึงต้องมีความผิดพลาดบ้างดังนั้นจากวงจรจะมีการต่อคริสตอลค่า 3.579 เมกะเฮิร์ตเพื่อผลิตความถี่ออกมาให้ใกล้เคียงที่สุด

จากวงจรจะเห็นว่าเมื่อมีการกดคีย์จะได้เอาต์พุตออกมาที่ Tone Out (ขา 16) ผ่านทรานซิสเตอร์ โดยมี Zener Diode ต่อคร่อมอยู่เพื่อจำกัดแรงดันให้เหมาะสม และที่ขานี้ภายในเป็นขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์เอาต์พุตซึ่งต่อเอาไว้ต่อยักษ์ และเมื่อต่อออกมาภายนอกจึงต้องต่อ ตัวต้านทานค่า 150 โอห์มที่ขาอิมิตเตอร์ให้กับทรานซิสเตอร์เพื่อไม่ให้เกิดความผิดเพี้ยนของสัญญาณในการส่งออกคู่สายโทรศัพท์

การทำงานของวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการส่งหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขที่ 1 และหมายเลขที่ 2 และหมายเลขเพจเจอร์ โดยหมายเลขที่ต้องการส่งออกไปนั้นจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ ซึ่งข้อมูลจะถูกอ่านออกมาเมื่อมีสัญญาณมากระตุ้นวงจรตรวจสอบทางด้านอินพุต ข้อมูลที่เก็บไว้มี 3 ชุดใหญ่ๆ และจะสัมพันธ์กับสัญญาณที่มากระตุ้นที่ Sensor และ Switch ของวงจรตรวจสอบอินพุต

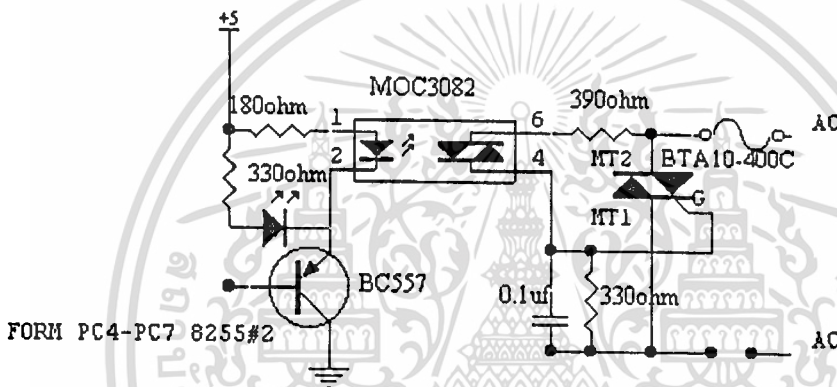
ข้อมูลชุดแรก เป็นข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์จำนวน 10 หลักซึ่งใน 3 หลักแรกจะเป็นรหัสประจำเครื่องหรือประจำจังหวัดเช่น 001 002 หรือ 034 แล้วอีก 7 หลักหลังจะเป็นรหัสประจำเครื่อง เช่น 9999999

ข้อมูลชุดที่สอง เป็นข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์เหมือนข้อมูลชุดที่สอง

ข้อมูลชุดที่สาม เป็นข้อมูลหมายเลขศูนย์เพจเจอร์จำนวน 4 หลักและหมายเลขประจำเครื่องอีกจำนวน 7 หลัก

### 3.1.8 วงจรเชื่อมต่อเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งใช้แรงดันไฟสลับ 220 โวลท์นั้น ไมโครคอนโทรเลอร์ไม่สามารถควบคุมได้โดยตรง จึงต้องใช้อุปกรณ์โฟโต้ไดโอด (MOC3082) และไทรแอก (BTA 10-400 ) เพื่อทำการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งส่งสัญญาณควบคุมมาทาง Port C4-C7 ของ 8255 ตัวที่ 2 ซึ่งในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นได้กำหนดไว้จำนวน 4 ชุดด้วยกัน ส่วนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเรียกว่า โซลิดสเตตเทรีเลย์ (Solid State Relay) ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยภาคต่างๆ ประกอบด้วยภาคควบคุมตัวเชื่อมโยงทางแสง(Opto-coupler) ภาคป้องกันทรานเซียนและไทรแอก ดังรูป



รูป 3-9 วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

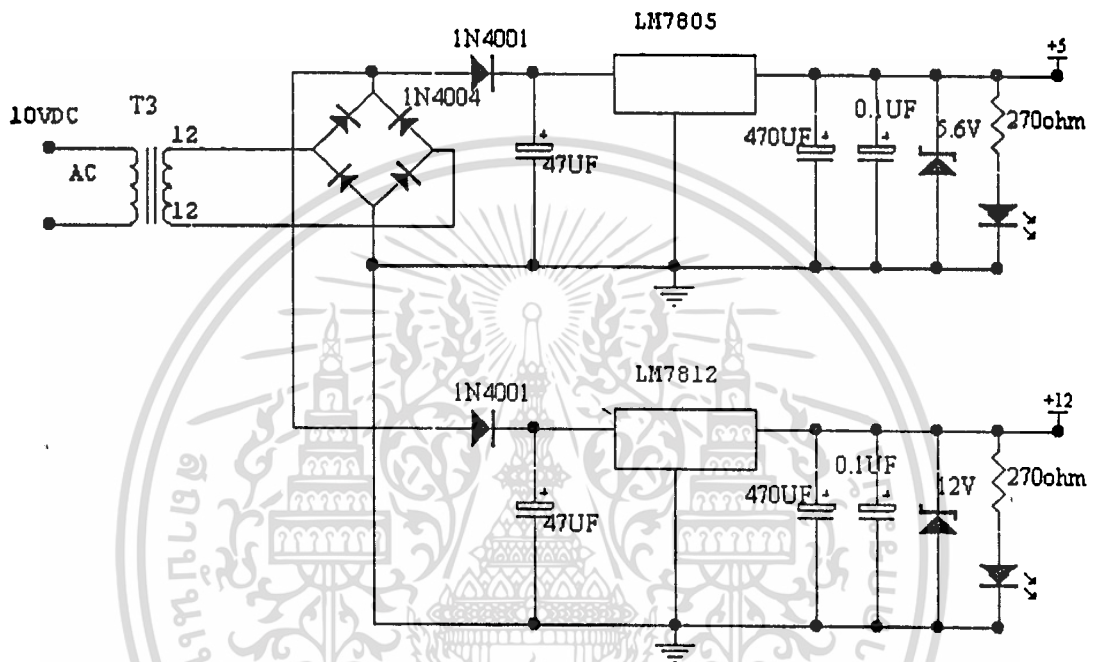
การทำงานคือถ้าพอร์ต C4-C7 ตัวใดตัวหนึ่ง ของ 8255#2 ให้สัญญาณลอจิกเป็น “0” จะทำให้ตัวเชื่อมโยงทางแสงทำงาน เป็นผลให้มีกระแสไหลผ่านไปทริกขาเกต (Gate) ของไทรแอกทำให้ไทรแอกทำงานและจ่ายกระแสไปให้โหลด ในการทำงานของวงจรเป็นการควบคุมซึ่งสามารถแบ่งการควบคุมได้เป็น 2 ส่วนคือส่วนควบคุมแรงดันต่ำและส่วนควบคุมแรงดันสูง

- ส่วนควบคุมแรงดันต่ำ เมื่อสถานะทางอินพุตเปลี่ยนจากลอจิก “1” เป็น “0” ก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสเป็นผลให้ LED ภายในโฟโต้ไดโอดทำงาน

- ส่วนควบคุมแรงดันสูง เมื่อ LED ภายในโฟโต้ไดโอดทำงานเป็นผลให้ไทรแอกภายในโฟโต้ไดโอดทำงานและนำกระแสไปทริกขาเกต(Gate) ของไทรแอก (BTA 10-400) ทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวมันแล้วจ่ายไปให้แก่อโหลด

### 3.1.9 วงจรกำเนิดแรงดัน(Power Supply)

วงจรกำเนิดแรงดันจะทำหน้าที่เป็นวงจรกำเนิดแรงดันเพื่อเลี้ยงส่วนต่างๆ ของวงจรให้วงจรทำงานได้ซึ่งวงจรต้องการไฟเลี้ยงทั้งขนาด +12 โวลท์ ในส่วนของวงจรตรวจจับสัญญาณจาก SENSOR และขนาด +5 โวลท์ในส่วนของวงจรอื่นๆการทำงานของวงจรกำเนิดแรงดันแสดงดังรูป



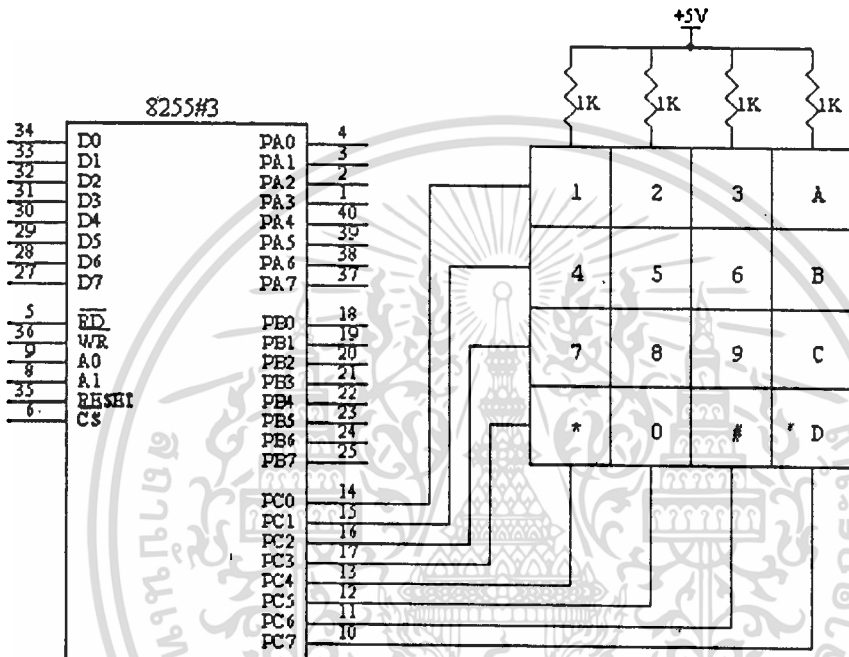
รูป 3.10 วงจรกำเนิดแรงดัน

การทำงานของวงจรเริ่มจากการรับแรงดัน ไฟสลับ(AC) 220โวลท์ผ่านไปที่หม้อแปลงและบริดจ์เพื่อทำหน้าที่ในการแปลงแรงดันจากแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรง(DC)และใช้ ไอซีเบอร์ 7805 เป็นตัวกรองแรงดัน (Regulator) ให้เรียบจากนั้นแรงดันที่ได้จะถูกจำกัดโดยซีเนอร์ไดโอด(Zener Diode) ขนาด 5.6 โวลท์ เพื่อไม่ให้แรงดันเกินกว่า 5.6 โวลท์ นั่นก็คือประมาณ 5 โวลท์ เพื่อป้อนให้กับวงจร

ส่วนแรงดันไฟ 12โวลท์นั้นมีลักษณะการทำงานเหมือนกับแรงดันไฟ 5 โวลท์ต่างกันที่ตัวกรองแรงดันซึ่งใช้ไอซีเบอร์ 7812 และ ซีเนอร์ไดโอด ขนาด 12 โวลท์เป็นตัวจำกัดแรงดันเพื่อให้ได้แรงดันไฟ 12 โวลท์สำหรับป้อนให้กับวงจร

### 3.1.10 การออกแบบคีย์บอร์ด ( KEY BOARD)

ในส่วนของคีย์บอร์ดซึ่งเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานที่ตัวเครื่องทำหน้าที่ในการป้อนรหัสผ่านและบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ตลอดจนควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการตั้งค่าต่างๆ ซึ่งส่วนนี้จะติดอยู่กับตัวเครื่องการออกแบบทำโดยใช้สัญญาณที่ได้จากการกดคีย์เป็นข้อมูลให้กับพอร์ต C ของ 8255 ตัวที่ 3 ดังรูป



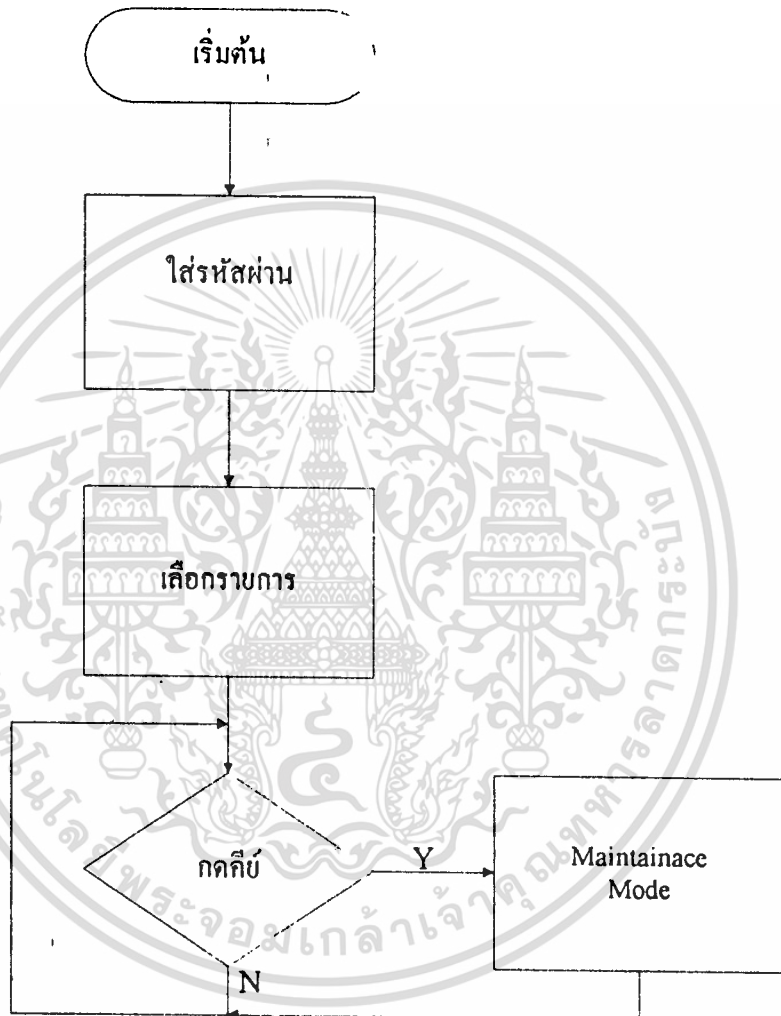
รูป 3-11 วงจรส่วนคีย์บอร์ด

การทำงานคือเมื่อมีการกดคีย์จะเป็นการสแกนข้อมูลทาง PC0-PC3 และ นำข้อมูลออกจาก ทาง PC4-PC7 เพื่อสแกนหาตำแหน่งการกดคีย์

### 3.2 การออกแบบด้านซอฟต์แวร์

การออกแบบด้านซอฟต์แวร์จะออกแบบเป็นส่วนๆ และจะอธิบายการทำงานเป็นส่วนๆคือ

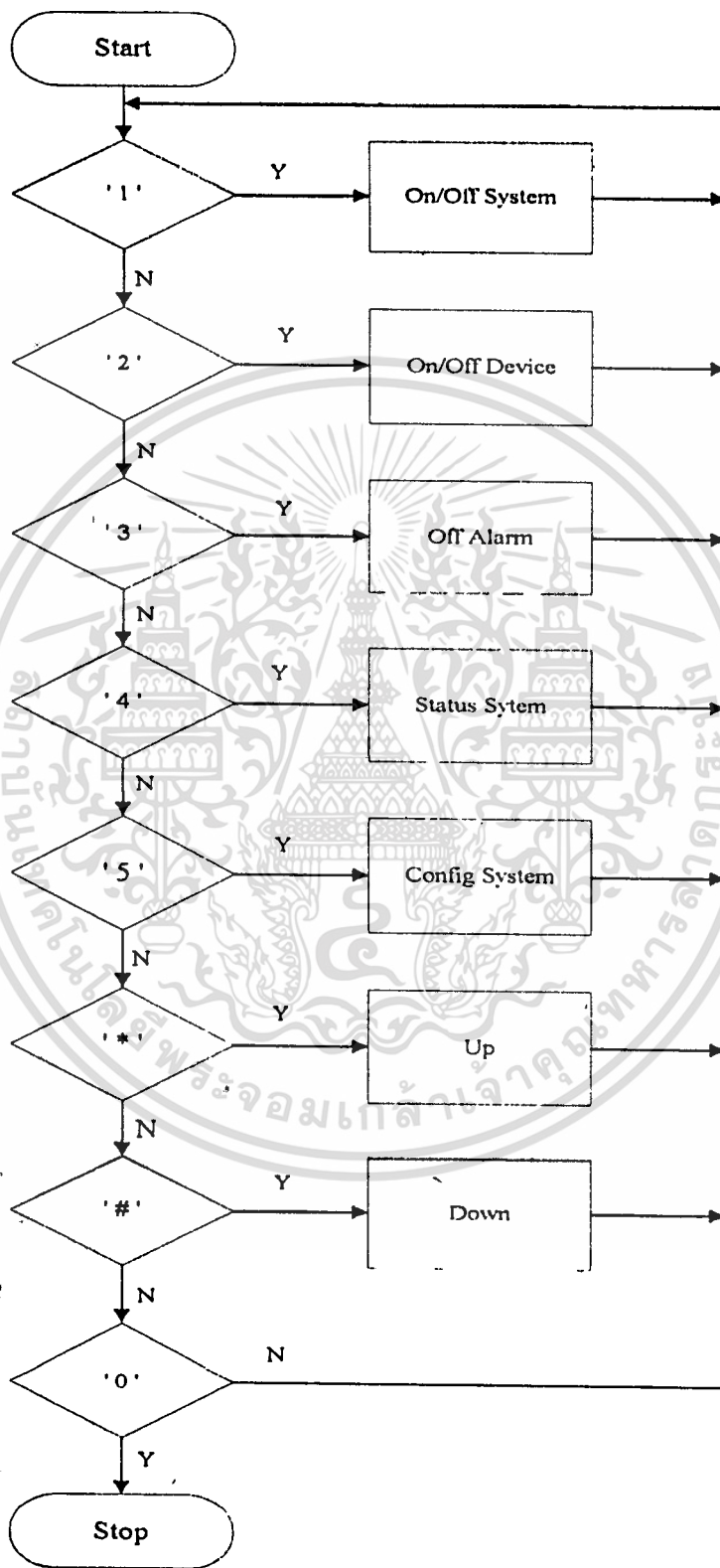
#### 3.2.1 Main Program



รูปที่ 3-12 แสดง Flow Chart ส่วน Main Program

เริ่มต้นการทำงานเป็นส่วนของการให้ใส่รหัสผ่านเมื่อใส่รหัสผ่านแล้วต่อไปเป็นการเลือกรายการต่างๆเช่น On/Off System ต่อไปเป็นการให้กดคีย์เพื่อเลือกโดยซึ่งถ้าคีย์ที่กดไม่ใช่หรือไม่มีการกดคีย์เลยจะรอนกว่าคีย์นั้นจะถูกต้อง เมื่อมีการกดคีย์เพื่อเลือกรายการถูกต้องแล้วจะเข้าสู่รายการควบคุมการทำงานเรียกว่า “Maintainance Mode”

### 3.2.2 Maintainance Mode



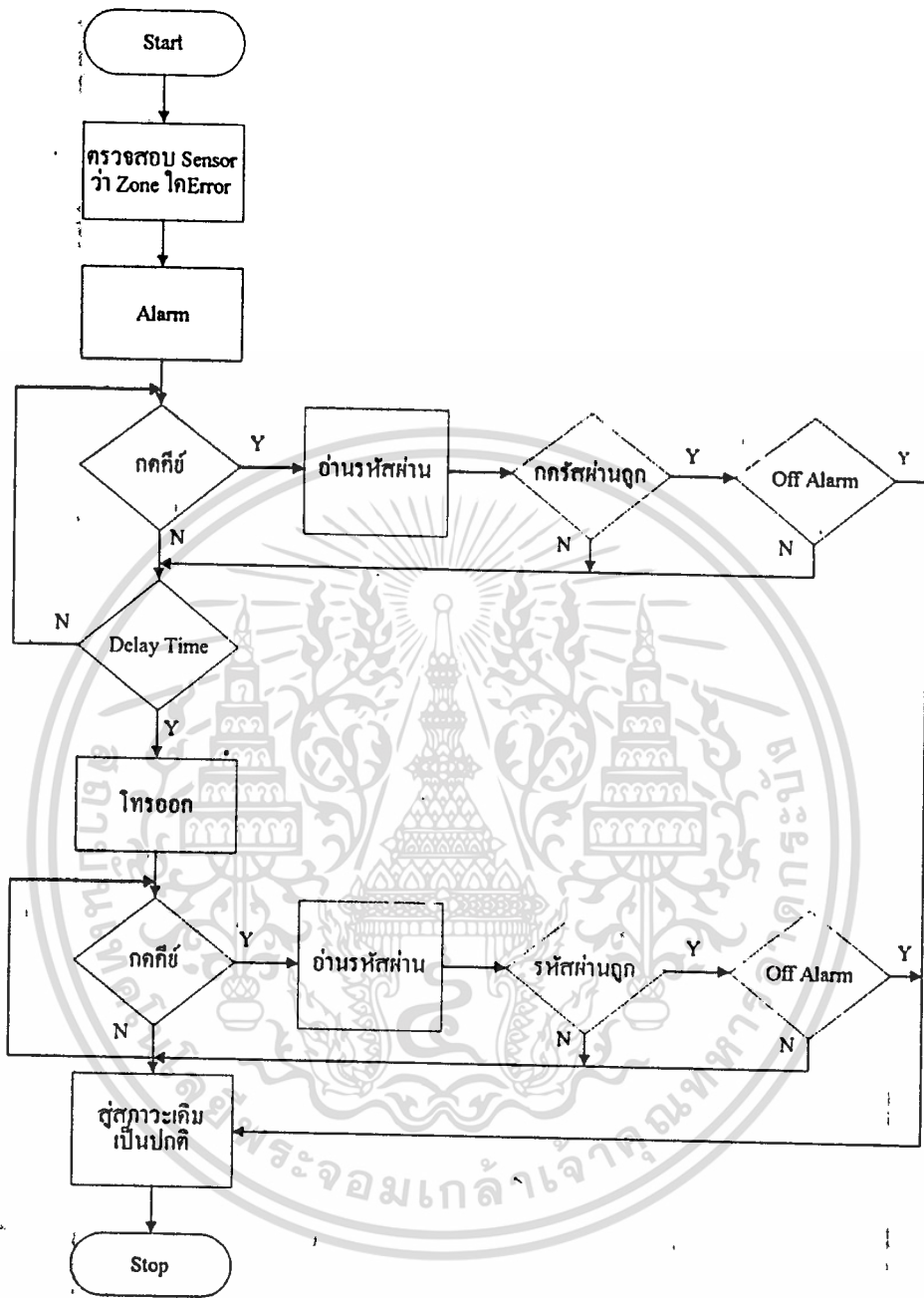
รูป 3-13แสดง Flow Chart การทำงานส่วน Maintainance Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก รูปที่ 3-13 เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบว่ามีการกดคีย์ “1” ไซหรือไม ถ้า “ไซ” จะเข้าสู่ การ On/Off System ถ้า “ไม” จะตรวจสอบว่ามีการกดคีย์ “2” ไซหรือไม ถ้า “ไซ” จะเข้าสู่การ On/Off Device ถ้า “ไม” จะตรวจสอบว่ามีการกดคีย์ “3” ไซหรือไม ถ้า “ไซ” จะเข้าสู่การ Off Alarm ถ้า “ไม” จะตรวจสอบว่ามีการกดคีย์ “4” ไซหรือไม ถ้า “ไซ” จะเข้าสู่การ Status System ถ้า “ไม” จะตรวจสอบว่ามีการกดคีย์ “5” ไซหรือไม ถ้า “ไซ” จะเข้าสู่ Config System ถ้า “ไม” จะ ตรวจสอบว่ามีการกดคีย์ “\*” ไซหรือไม ถ้า “ไซ” จะเข้าสู่การ Up(เลื่อนหน้าจอไปก่อนหน้านี้ ไซ กรณีนี้อยู่ในโหมดเดียวกันเท่านั้น) ถ้า “ไม” จะตรวจสอบว่ามีการกดคีย์ “#” ไซหรือไม ถ้า “ไซ” จะ เข้าสู่การ Down (เลื่อนหน้าจอไปหน้าถัดไป) ถ้า “ไม” จะตรวจสอบว่ามีการกดคีย์ “0” ไซหรือไม ถ้า “ไซ” จะกลับสู่สถานะเริ่มต้นของเมนู ถ้า “ไม” จบการทำงาน

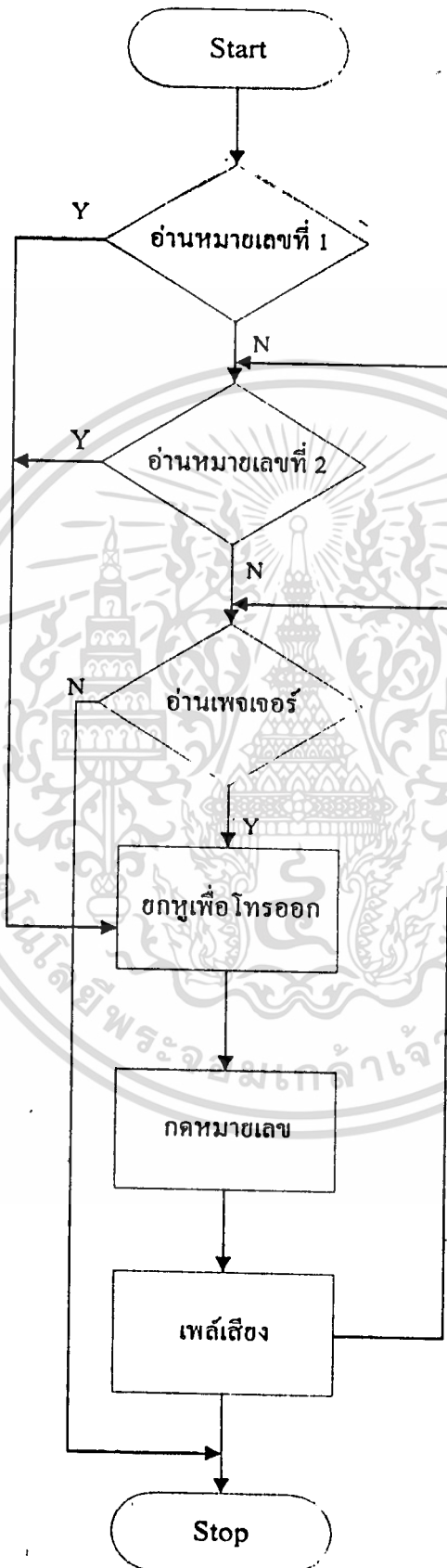
### 3.2.8 Interrupt Sensor

ในส่วนนี้จะเริ่มต้นจากการตรวจสอบว่ามี Sensor ตัวใดผิดปกติหรือไม่ถ้ามี Alarm จะทำ งานจากนั้นมีการตรวจสอบว่ามีการกดคีย์เพื่อป้อนรหัสผ่านในการเข้าไปปิด Alarm หรือไม ถ้า “ไม” จะตรวจสอบการหน่วงเวลา(Delay Time) ถ้า “ไซ” จะตรวจสอบรหัสผ่านว่าถูกต้องหรือ ไม่ถ้า “ถูก” ก็จะทำให้ทำการปิด Alarm และถ้ารหัสผ่านไม่ถูกต้องจะเข้าสู่การหน่วงเวลา เช่นกันเมื่อรหัส ผ่านถูกต้องแล้วจะมีการตรวจสอบอีกว่ามีการปิด Alarm หรือไมถ้า “ไซ” จะกลับสู่สถานะปกติ เมื่ออยู่ใน ช่วงการหน่วงเวลาแล้วครบกำหนดตามเวลาที่หน่วงก็จะทำการ โทรออกทันที (แสดงว่าเจ้าของบ้าน ไม่อยู่ทำให้ไม่มีการปิด Alarm ) ด้วยหมายเลขที่ 1 , 2 และเพจเจอร์ตามลำดับ แล้วแต่ว่าจะติดที่ หมายเลขใดก่อน เมื่อติดต่อได้แล้วจะมีการตรวจสอบการกดคีย์เพื่อตรวจสอบรหัสผ่านถ้ารหัสผ่าน ถูกต้องจะให้ปิด Alarm ถ้าไม่ถูกต้องจะให้กรหัสผ่านใหม่ เมื่อปิด Alarm แล้วก็เข้าสู่สถานะ ปกติต่อไปจนจบการทำงาน Flow Chart แสดงการทำงานแสดงดังรูป 3-14



รูปที่ 3-14 Flow Chart แสดงการทำงานของ การ Interrupt Sensor

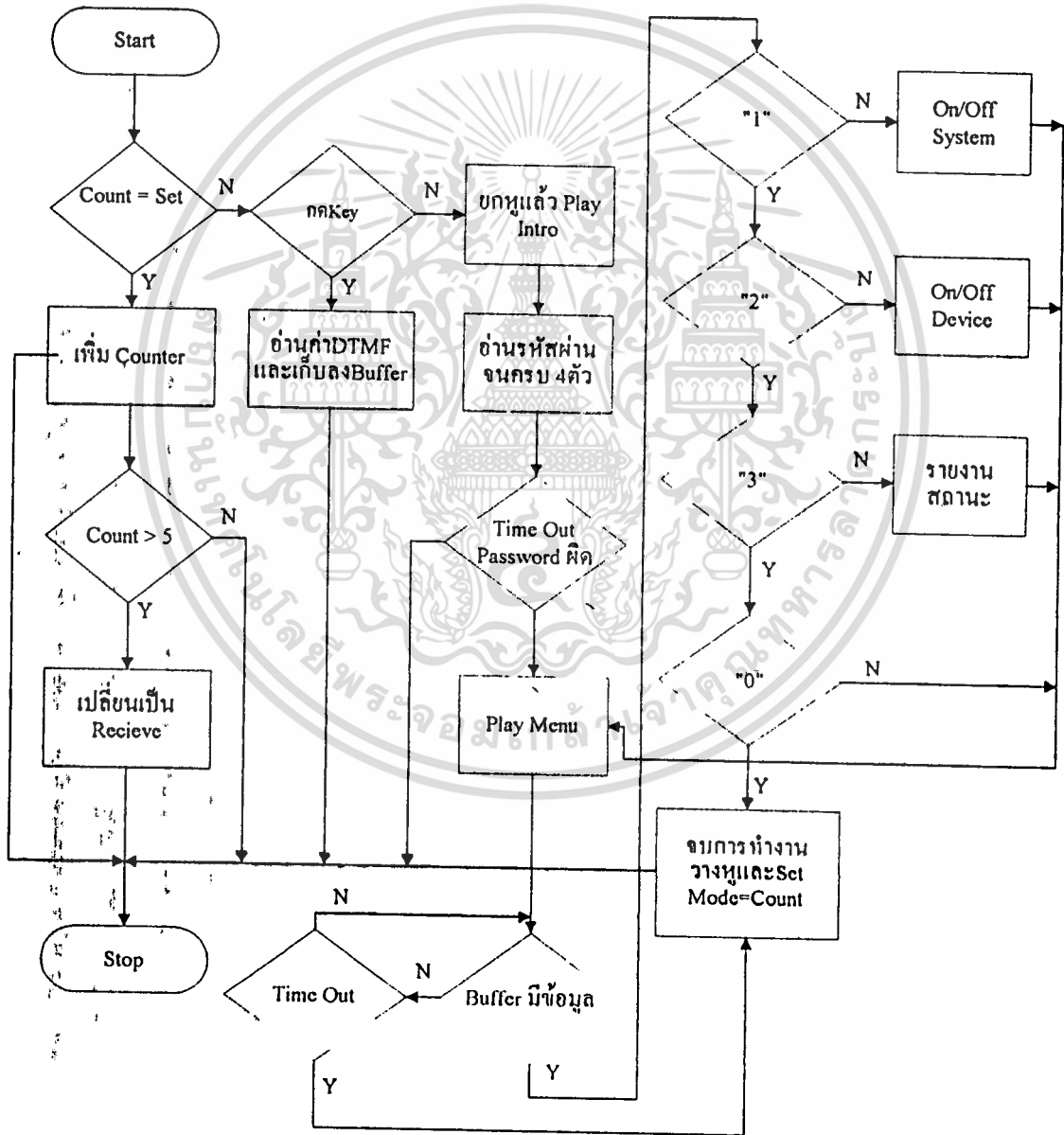
## 3.2.4 Telephone Out



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ 3-15 แสดง Flow Chart ส่วนการโทรออก ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป3-15 การโทรออกเริ่มต้นจากอ่านหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขที่ 1 ว่ามีหรือไม่ ถ้า"มี"จะอ่านหมายเลขที่ 2 ต่อ ถ้า"มี"จะทำการรอกหูแล้วกดหมายเลขจากนั้นจะทำการนำเสียงที่บันทึกออกโทรศัพท์ เมื่อนำเสียงออกแล้ว จะอ่านหมายเลขที่ 2 คอว่ามีหรือไม่ ถ้า"มี" จะอ่านหมายเลขเพจเจอร์ถ้า "มี" จะทำการกดหมายเลขแล้วนำเสียงออก โทรศัพท์เมื่อนำออกแล้วจะอ่านหมายเลขเพจเจอร์ว่ามีหรือไม่ถ้า "มี"จะทำการวางหู ถ้ามีจะกดหมายเลขแล้วนำเสียงออกเมื่อนำเสียงออกแล้วจะวางหูลง

3.2.5 Telephone In



รูป 3-16 แสดง Flow Chart ส่วนการโทรเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโทรเข้าเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรมจะแบ่งเป็น 3 โหมดคือ

1. Count คือเริ่มต้นมีการกำหนดค่าของเสียงกริ่ง จากนั้นทำการนับกริ่งว่าเท่ากับที่ตั้งไว้หรือไม่ถ้าใช่เพิ่ม Count จนมากกว่า 5 แล้วเปลี่ยนเป็นโหมด "Receive" แล้วจบการทำงานเพื่อไม่ให้เกิด Interrupt ซ้อน ถ้าไม่เท่ากับค่าที่ตั้งไว้ตรวจสอบว่ามีการกดคีย์หรือไม่ถ้า "ไม่" จะทำการยกหูแล้วนำเสียงที่บันทึกออกแล้วเปลี่ยนโหมดเป็น "Key In" ถ้า "ใช่" จะทำการอ่านค่า DTMF แล้วเก็บลง Buffer

2.Receive ก็จะเป็น Main Program โดยทำการ Play เสียงสลับกับการอ่านค่าที่ผู้โทรกดเข้ามาและอนุญาตให้เกิด Interrupt ซ้อนได้ และเปลี่ยน โหมดเป็น Key In จะจบการทำงานเมื่อวางหูหรือหมดเวลาหรือรหัสผ่านผิดแล้วจะทำการตัดสายแล้วให้โหมดเป็น Count อีกครั้ง

3.Key In คือเป็นการอ่านค่า DTMF จาก Buffer ให้โหมด Receive อ่านแล้วจบโปรแกรม



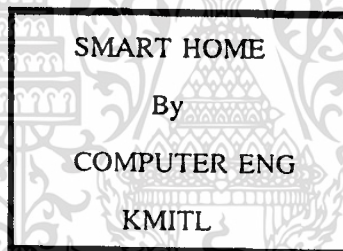
## บทที่ 4

### การทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย

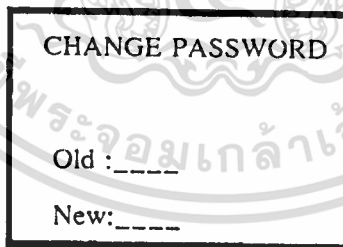
การทำงานของระบบรักษาความปลอดภัยจะทำงานเป็น 2 ลักษณะคือการโทรเข้าและโทรออก และสามารถควบคุมการทำงานได้ 2 ทางคือทาง คีย์บอร์ดที่ตัวเครื่องและทางแป้นกดโทรศัพท์โดยจะเริ่มทำงานเมื่อมีการเปิดเครื่อง(Power On) จะเป็นการให้โปรแกรมค่าต่างๆให้กับระบบ

#### 4.1 การโปรแกรมระบบ

การทำงานของระบบรักษาความปลอดภัยเริ่มจากเมื่อเปิดเครื่องขึ้นมาที่หน้าจอจะปรากฏข้อความต่างๆ เพื่อให้ทำการ โปรแกรมค่าต่างๆ สำหรับเตรียมความพร้อมของระบบโดยเริ่มดังนี้



SMART HOME  
By  
COMPUTER ENG  
KMITL



CHANGE PASSWORD  
Old :\_\_\_\_  
New:\_\_\_\_

ให้ใส่รหัสผ่านซึ่งรหัสหลังคำว่า Old: \_\_\_\_ เป็นรหัสที่อยู่ในโปรแกรมไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้าจะเปลี่ยนต้องเข้าไปเปลี่ยนในโปรแกรม ส่วนรหัสหลังคำว่า New:\_\_\_\_ เป็นรหัสใหม่ที่จะทำการ โปรแกรมเข้าไป โดยค่าใหม่จะหายไปทุกครั้งที่ไม่มีการจ่ายไฟ (Power Off) เมื่อใดก็ตามที่มีการ Reset ระบบโปรแกรมจะเริ่มวนให้ใส่รหัสผ่านค่าใหม่เสมอ

- การโปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์และวิฤตติดตามตัว

เป็นการ โปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์และวิฤตติดตามตัวเพื่อไว้สำหรับเมื่อมีการตรวจสอบพบสิ่งผิดปกติระบบจะทำการโทรออกไปแจ้งตามหมายเลขต่างๆ ที่ทำการโปรแกรมไว้โดยจะมีการให้โปรแกรมหมายเลขเพจเจอร์และหมายเลขโทรศัพท์จำนวน 2 หมายเลข

- การหน่วงเวลาเพื่อโทรออก ( Delay Time)

สำหรับหน่วงเวลาเมื่อ Sensor ตรวจพบสิ่งผิดปกติและทำงานก่อนที่จะโทรศัพท์ออก โดยสามารถตั้งเวลาสำหรับการโทรออกได้คือหลังจากที่ Alarm ดังแล้วจะให้เวลาที่วินาทีในการโทรออกโดยใส่ค่าได้ไม่เกิน 99 วินาที ช่วงที่มีการหน่วงเวลานี้ถ้าเจ้าของบ้านอยู่ที่บ้านสามารถเข้ามาโปรแกรมรหัสผ่านเพื่อทำการปิด Alarm ได้ก่อนที่ระบบจะทำการโทรออก

- การนับจำนวนครั้งของเสียงกริ่งโทรศัพท์ (Ring Counter)

สำหรับตั้งค่าจำนวนครั้งของเสียงกริ่งโทรศัพท์เมื่อมีโทรศัพท์เข้ามาว่าต้องการกี่ครั้งจึงทำการขกหู เช่น Count: 5 Ring หมายถึงเมื่อมีโทรศัพท์เข้ามาให้เสียงกริ่งดัง 5 ครั้งจากนั้นให้ทำการขกหูอัตโนมัติ

- การโปรแกรมหมายเลขของบ้าน(Node Address)

เป็นการ โปรแกรมหมายเลขของบ้านเพื่อใช้สำหรับสถานะของบ้านแต่ละหลังของยามรักษาการ

- การตั้งค่าเวลา (Time Out)

เป็นการตั้งเวลาเพื่อเป็นฐานในการทำงานของระบบและสำหรับดูเวลาปกติ โดยใส่ ชม./นาที/วินาที (00:00:00) เมื่อโปรแกรมค่าต่างๆให้กับระบบแล้วจะเข้าสู่สภาวะพร้อมนั้นคือขณะนี้ระบบพร้อมทำงาน

การทำงานของระบบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือส่วนแรกการใส่รหัสผ่าน ส่วนที่สองเมนูหลักและส่วนที่สามเมนูย่อยซึ่งแสดงชั้นตอนต่างๆ ที่หน้าจอ LCD ในแต่ละหน้าจอจะมีคำสั่งให้เลือกการทำงานโดยใช้คีย์ควบคุมที่ติดอยู่ที่ตัวเครื่องสำหรับควบคุมในแต่ละคำสั่ง

## 4.2 การควบคุมการทำงานเมื่อระบบพร้อม

เมื่อระบบพร้อมทำงานสามารถที่จะควบคุมการทำงานได้ทั้งที่ตัวเครื่องและเป็นโทรศัพท์

### 4.2.1 การควบคุมที่ตัวเครื่อง

เมื่อต้องการควบคุมการทำงานในขณะที่ระบบพร้อมต้องมีการใส่รหัสผ่านเข้าไปก่อนจึงจะสามารถใช้งานได้ ซึ่งการควบคุมการทำงานประกอบด้วย

- การเปิด/ปิดระบบรักษาความปลอดภัย (On/Off System)

เป็นการเปิดหรือปิดระบบเมื่อต้องการออกจากบ้านให้ทำการเปิดระบบไว้และเมื่ออยู่ที่บ้านก็สามารถปิดระบบได้เช่นกัน

- การเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า (On/Off Device)

เป็นการเปิดหรือปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่นต้องการเปิดไฟที่อยู่ชั้น 2 หรือ 3 สามารถเปิดผ่านระบบได้โดยไม่ต้องเดินขึ้นไปที่ชั้นนั้นเลย ซึ่งสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 4 ชนิด ด้วยไฟ 220 V

- การปิดสัญญาณเตือนภัยเมื่อสัญญาณทำงานแล้ว (Off Alarm)

เมื่อระบบเตือนภัยทำงานผู้ที่สามารถปิด Alarm ได้จะต้องหาราบรหัสผ่านจึงจะสามารถปิดได้ ดังนั้นเมื่อ Alarm ดังและต้องการปิดสามารถทำได้

- การตรวจสอบสถานะของระบบ ( System Status)

สำหรับให้ผู้ใช้ตรวจสอบสถานะของ Sensor ทั้ง 32 ตัวว่าอยู่ในสถานะปกติหรือไม่ โดยจะมีการแสดงสถานะให้ดูเป็นตัวเลข 0 หมายถึงผิดปกติ และ 1 หมายถึง ปกติ

- การตั้งค่าต่างๆของระบบ ( System Config )

เป็นการ เปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าต่างๆของระบบที่มีการ โปรแกรมไว้ตั้งแต่เริ่มมีการเปิดเครื่องซึ่งประกอบไปด้วย

- การเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน(Passwprd)
- การเปลี่ยนแปลงหมายเลขเพจเจอร์(Pager)
- การเปลี่ยนแปลงหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขที่ 1(Tel #1)
- การเปลี่ยนแปลงหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขที่ 2(Tel #2)
- การเปลี่ยนแปลงการหน่วงเวลา(Delay Time)
- การเปลี่ยนแปลงค่าเสียงกริ่ง(Ring Counter)
- การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งบ้าน (Node Address)
- การตั้งเวลา(Time Out)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกจากคำสั่ง (Exit)

เป็นคำสั่งสำหรับต้องการออกจากเมนูที่กำลังทำงานอยู่เพื่อเข้าไปยังเมนูอื่นและรวมถึงใช้สำหรับยกเลิกการติดต่อกับระบบ

#### 4.2.2 การควบคุมที่เป็นโทรศัพท์

การควบคุมการทำงานที่เป็นโทรศัพท์นั้นหมายถึงการโทรเข้ามาจากภายนอกแล้วสามารถสั่งงานโดยผ่านเป็นโทรศัพท์ ซึ่งเมื่อระบบรับรู้การโทรเข้าโดยการขกหูแล้วจะมีการตอบรับด้วยเสียงเพื่อให้ผู้ที่โทรเข้ามาทราบและใส่รหัสผ่าน ถ้ารหัสผ่านไม่ถูกระบบจะทำการวางสายทันทีและถ้ารหัสผ่านถูกต้องจะเข้าสู่การสั่งงานซึ่งมีดังนี้

- การเปิด/ปิดระบบ (On/Off System)

เป็นการโทรศัพท์เข้ามาจากภายนอกบ้านเพื่อทำการเปิด/ปิดระบบในกรณีที่ไม่ออกจากบ้านแล้วลืมเปิดระบบก็สามารถโทรเข้ามาเพื่อเปิดระบบได้ เนื่องจากถ้าระบบปิดอยู่จะไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและ Sensor ได้เลย

- การเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า (On/Off Device)

เป็นการโทรศัพท์เข้ามาเพื่อเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งมีอยู่ 4 ชนิดการทำงานจะเหมือนกับการควบคุมที่ตัวเครื่อง

- การสอบถามสถานะของระบบ (System Status)

เป็นการตรวจสอบสถานะของระบบว่าปกติหรือไม่โดยจะมีการรายงานเป็นเสียงพูดออกไปให้ทราบการทำงานเหมือนกับการควบคุมที่ตัวเครื่อง

#### 4.8 การโทรออกของระบบ

เมื่อ Sensor ตรวจพบสิ่งผิดปกติจะรายงานให้เจ้าของบ้านทราบตามหมายเลขโทรศัพท์และเพจเจอร์ โดยจะรายงานเป็นโชนแล้วแต่ว่า Sensor นั้นจะอยู่โชนใดได้แก่

- โชน 1 ผิดปกติ
- โชน 2 ผิดปกติ
- โชน 3 ผิดปกติ
- โชน 4 ผิดปกติ

โดยเจ้าของบ้านต้องรู้ว่า Sensor แต่ละตัวนั้นอยู่ที่โชนใดของบ้าน

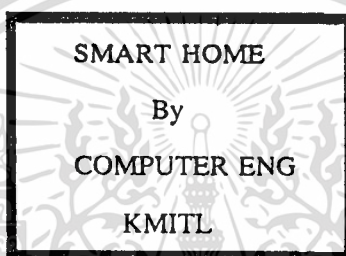
## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

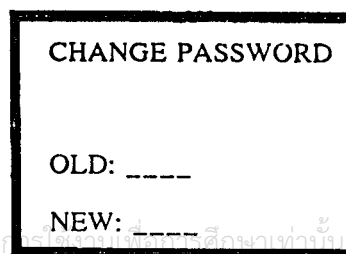
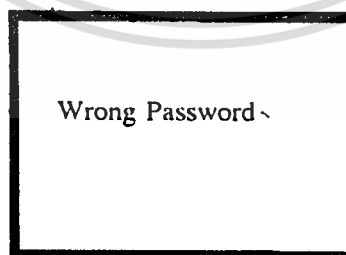
การทดลองระบบรักษาความปลอดภัยจะแบ่งออกเป็นสามส่วนคือส่วนของการควบคุมการทำงานที่ตัวเครื่อง การควบคุมการทำงานผ่านคีย์โทรศัพท์และการให้ระบบโทรออกซึ่งผลการทดลองเป็นดังนี้

#### 5.1 การทดลองควบคุมที่ตัวเครื่อง

เมื่อเปิดเครื่องขึ้นมาจะให้ใส่รหัสผ่าน โดยมีหน้าจอดังนี้



ถ้าใส่รหัสผ่านผิดจะมีข้อความว่า รหัสผิดแล้วกลับเป็นสภาวะพร้อมให้ใส่รหัสผ่านตามเดิม



ใส่รหัสผ่านถูกต้องจะเป็นดังนี้

PAGER NUMBER	
Center:_____	
Number: _____	
*-O.K	#-CANCEL

ให้โปรแกรมหมายเลขเพจเจอร์เมื่อโปรแกรมเสร็จและเลือก O.K จะมีผลคือ

TELEPHONE #1	
Area Code:_____	
Number: _____	
*-O.K	#-CANCEL

ให้โปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขที่ 1 โดยโปรแกรม พื้นที่หรือรหัสจังหวัดก่อน  
ที่ Area Code โดยใส่ได้ไม่เกิน 3 หมายเลข และถ้ารหัสมี 2 ตัวให้ใส่ 0 นำหน้าก่อนเสมอ จากนั้น  
ใส่หมายเลขโทรศัพท์ที่ Number โดยใส่ได้ไม่เกิน 7 หมายเลข เช่น

Area Code : 002

Number : 3269969

ถ้าไม่ต้องการโปรแกรมหมายเลขลงไปให้ใส่ 0 ทั้งหมดหรือเลือก O.K ผ่านไปได้เลยและถ้าผิด  
เลือก Cancel เพื่อใส่ใหม่

TELEPHONE #2	
Area Code:_____	
Number: _____	
*-O.K	#-CANCEL

ให้โปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขที่ 2 แล้วเลือก O.K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DELAY TIME	
Time: __	Seconds
*-O.K	#-CANCEL

ให้โปรแกรมเวลาที่ต้องการหนึ่งสำหรับก่อนมีการโทรออก จากนั้นเลือก O.K

RING COUNTER	
Count: __	Ring
*-O.K	#-CANCEL

สำหรับตั้งค่าจำนวนครั้งของเสียงกริ่งโทรศัพท์เมื่อมีโทรศัพท์เข้ามาว่าต้องการกี่ครั้งจึงทำการยกหู โดยสามารถตั้งค่าได้ที่ตำแหน่ง Count เช่น Count: 5 Ring หมายถึงเมื่อมีโทรศัพท์เข้ามาให้เสียงกริ่งดัง 5 ครั้งจากนั้นให้ทำการยกหูอัตโนมัติ เมื่อเสร็จเลือก O.K

Node Address	
Node: __	
*-O.K	#-CANCEL

เป็นการโปรแกรมหมายเลขของบ้านเพื่อใช้สำหรับดูสถานะของบ้านแต่ละหลังของยามรักษาการเมื่อเสร็จเลือก O.K

This Time is	
00:00 :00	
*-O.K	#-CANCEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการตั้งเวลาเพื่อเป็นฐานในการทำงานของระบบและสำหรับคูเวลาปกติ โดยใส่  
ช.ม/นาท/วินาที  
เมื่อโปรแกรมค่าต่างๆให้กับระบบแล้วจะเข้าสู่สภาวะพร้อมนั่นคือขณะนี้ระบบพร้อมทำงาน

SYSTEM READY  
PASSWORD:\_\_\_\_\_

ใส่รหัสผ่านเพื่อควบคุมการทำงานถ้าใส่ผิดจะมีผล

Wrong Password

SYSTEM READY  
PASSWORD:\_\_\_\_\_

ใส่รหัสผ่านจนกว่าจะถูกเมื่อถูกจะเข้าระบบมีผลคือ

MAIN MENU  
1. On/Off System  
2. On/Off Device  
\*-Up #-Down :\_

ถ้ากด "\*" หน้าจอจะอยู่กับที่ แต่ถ้ากด "#" จะเลื่อนไปหน้าถัดไป

ถ้ากด "1" จะเป็นการเปิด/ปิดระบบผลจะเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ON/OFF SYSTEM
System is On
1-Toggle 0- Exit
Select : _

```

หมายความว่าขณะนี้ระบบเปิดอยู่ถ้าต้องการปิดให้เลือก “1” เมื่อเลือก “1” ผลจะเป็นดังนี้

```

ON/OFF SYSTEM
System is Off
1-Toggle 0-Exit
Select : _

```

ถ้ากด “0” จะเป็นการออกจากเมนูนี้กลับไปเริ่มต้น

```

MAIN MENU
1. On/Off System
2. On/Off Device
*-Up #-Down :_

```

ถ้ากด “2” ผลจะเป็นดังนี้

```

ON/OFF DEVICE
OFF OFF OFF OFF
1, 2, 3, 4 - Toggle
0- Exit Select :_

```

นั่นคือขณะนี้อุปกรณ์ตัวที่ 1,2,3,4 ปิดอยู่ และถ้าต้องการเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2 ก็กด “2” ผลจะเป็นดังนี้

ON/OFF DEVICE  
OFF ON OFF OFF  
1, 2, 3, 4 - Toggle  
0- Exit Select :\_

ถ้าต้องการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกตัวก็กด “1” “2” “3” “4” ผลจะเป็นดังนี้

ON/OFF DEVICE  
ON ON ON ON  
1, 2, 3, 4 - Toggle  
0- Exit Select :\_

ต้องการออกจากเมนูให้กด “0” ผลจะเป็นดังนี้

MAIN MENU  
1. On/Off System  
2. On/Off Device  
\*-Up #-Down :\_

ถ้ากด “\*” หน้าจอจะอยู่กับที่แต่ถ้ากด “#” หน้าจอจะเลื่อนไปหน้าต่อไปดังนี้

MAIN MENU  
2. On/Off System  
3. Off Alarm  
\*-Up #-Down:\_

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SENSOR STATUS
0000000000000000
0000000000000000
Any Key:_

```

ถ้าเป็น “0” แสดงว่าสถานะของ Sensor ทั้ง 32 ตัว ตัวนั้นปกติ และถ้าเป็น “1” แสดงว่า Sensor ตัวนั้นผิดปกติดังนี้

```

SENSOR STATUS
1000000000000000
0000000000000001
Any Key:_

```

จากผลที่เห็นแสดงว่า Sensor ตัวที่ 1 กับตัวที่ 32 ผิดปกติ ถ้ากดหมายเลขใดก็ตามจะออกจากเมนูกลับไปเมนูหลักตามเดิมผลคือ

```

MAIN MENU
3. Off Alarm
4. System Status
*-Up #-Down:_

```

ถ้ากด \* จะกลับไปหน้าจอก่อนหน้านี้ผลคือ

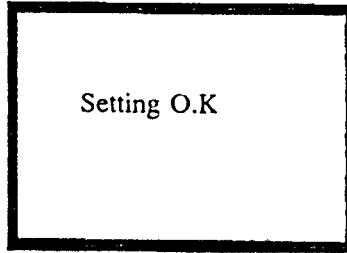
```

MAIN MENU
2. On/Off System
3. Off Alarm
*-Up #-Down:_

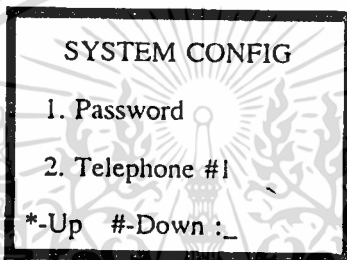
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

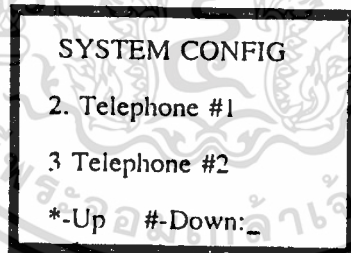
ถ้าใส่รหัสเก่าถูกและใส่รหัสใหม่เรียบร้อยแล้วจะมีผลดังนี้



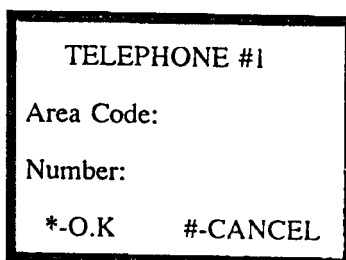
หน้าจอนี้จะให้ปรากฏประมาณ 1 วินาทีแล้วเปลี่ยนเป็นดังนี้



ถ้ากด “\*” จะอยู่ที่หน้าจอเดิมแต่ถ้ากด “#” จะเป็นการเลื่อนไปที่หน้าจอต่อไปผลคือ



ถ้ากด “2” จะเป็นการ โปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขที่ 1 ผลคือ



ใส่รหัสประจำเครื่องหรือประจำจังหวัดก่อนที่ Area Code จำนวน 3 หมายเลขถ้ามีแค่ 2 หมายเลข  
ในหมายเลขแรกให้ใส่ 0 ลงไป และใส่ หมายเลขโทรศัพท์อีก 7 หมายเลขที่ Number เช่น

TELEPHONE #1	
Area Code: 002	
Number: 3269559	
*-O.K	#-CANCEL

ถ้าใส่ครบแล้วถูกต้องกด "\*" เพื่อยืนยันแต่ถ้ามีตัวหนึ่งตัวใดผิดยังไม่ต้องยืนยัน Cursor จะวนกลับไปให้ใส่ใหม่อีกรอบจนกว่าจะยืนยันจึงจะมีการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ลงหน่วยความจำ และเมื่อเข้ามาที่หน้าจอนี้แล้วไม่ต้องการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ให้กด "#" เพื่อยกเลิกการนี้เมื่อกด "\*" จะมีผลดังนี้

Setting O.K
-------------

หน้าจอจะให้ปรากฏประมาณ 1 วินาทีแล้วเปลี่ยนเป็นดังนี้

SYSTEM CONFIG	
2. Telephone #1	
3 Telephone #2	
*-Up	#-Down: _

ถ้ากด "3" จะเป็นการโปรแกรมหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขที่ 2 ผลคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEPHONE #2
Area Code: ___
Number: _____
*-O.K      #-CANCEL

ใส่รหัสประจำเครื่องหรือประจำจังหวัดก่อนที่ Area Code จำนวน 3 หมายเลขถ้ามีแค่ 2 หมายเลข ในหมายเลขแรกให้ใส่ 0 ลงไป และใส่ หมายเลขโทรศัพท์อีก 7 หมายเลขที่ Number ถ้าหมายเลขมี 6 หมายเลขให้ใส่ 0 ที่หมายเลขแรก เช่น

TELEPHONE #2
Area Code: ___
Number: _____
*-O.K      #-CANCEL

ถ้าใส่ครบแล้วถูกต้องกด "\*" เพื่อยืนยันแต่ถ้ามีตัวหนึ่งตัวใดผิดยังไม่ต้องยืนยัน Cursor จะวนกลับไปให้ใส่ใหม่อีกรอบจนกว่าจะยืนยันจึงจะมีการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ลงหน่วยความจำ และเมื่อเข้ามาที่หน้าจอนี้แล้วไม่มีต้องการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ให้กด "#" เพื่อยกเลิกรายการนี้ ถ้ากด "\*" จะมีผลดังนี้

Setting O.K
-------------

หน้าจอนี้จะให้ปรากฏประมาณ 1 วินาทีแล้วเปลี่ยนเป็นดังนี้

SYSTEM CONFIG
2. Telephone #1
3 Telephone #2
*-Up #-Down: _

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากด “\*” หน้าจอจะเลื่อนกลับไปก่อนหน้าดังนี้

<p>SYSTEM CONFIG</p> <p>1. Password</p> <p>2. Telephone #1</p> <p>*-Up #-Down :_</p>
--

ถ้ากด “#” หน้าจอจะเลื่อนไปที่หน้าต่อไปดังนี้

<p>SYSTEM CONFIG</p> <p>3. Telephone #2</p> <p>4. Pager</p> <p>*-Up #-Down:_</p>
--

ถ้ากด “4” จะเป็นการโปรแกรมหมายเลขเพจเจอร์ผลคือ

<p>PAGER NUMBER</p> <p>Center:_____</p> <p>Number: _____</p> <p>*-O.K      #-CANCEL</p>
---

ใส่หมายเลขประจำศูนย์จำนวน 4 หมายเลขกรณีที่มีหมายเลขแค่ 3 หมายเลขในหมายเลขแรกให้ใส่ 0 ลงไปและใส่หมายเลขเครื่อง อีก 7 หมายเลขถ้ามีไม่ถึงให้ใส่ 0 ที่หมายเลขแรกผลคือ

<p>PAGER NUMBER</p> <p>Center: _____</p> <p>Number: _____</p> <p>*-O.K      #-CANCEL</p>
--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าใส่ครบแล้วถูกต้องกด “\*” เพื่อขึ้นชั้น แต่ถ้ามีตัวหนึ่งตัวใดผิดยังไม่ต้องกด “\*” Cursor จะวนกลับไปให้ใส่ใหม่อีกรอบจนกว่าจะกด “\*” จึงจะมีการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ลงหน่วยความจำและออกจากรายการนี้ แต่เมื่อเข้ามาที่หน้าจอนี้แล้วไม่มีต้องการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ให้กด “#” เพื่อยกเลิกรายการนี้ เมื่อกด “\*” จะมีผลดังนี้

Setting O.K

หน้าจอจะให้ปรากฏประมาณ 1 วินาทีแล้วเปลี่ยนเป็นดังนี้

SYSTEM CONFIG  
3. Telephone #2  
4. Pager  
\*-Up #-Down: \_

ถ้ากด “\*” จะเป็นการเลื่อนหน้าจอกลับไปที่ก่อนหน้านี้ผลคือ

SYSTEM CONFIG  
2. Telephone #1  
3 Telephone #2  
\*-Up #-Down: \_

แต่ถ้ากด “#” จะเป็นการเลื่อนหน้าจอไปหน้าต่อไปผลคือ

SYSTEM CONFIG  
4. Pager  
5. Delay Time  
\*-Up #-Down: \_

ถ้ากด “5” จะเป็นการให้โปรแกรมกำหนดเวลาก่อนการโทรออกเมื่อสัญญาณเตือนภัยทำงานผลคือ

DELAY TIME

Time: \_\_          Seconds

\*-O.K          #-CANCEL

ให้ใส่ค่าที่ต้องการหน่วยจำนวน 2 หลัก เช่น 05 ผลคือ

DELAY TIME

Time: 05          Seconds

\*-O.K          #-CANCEL

คือหลังจากที่สัญญาณเตือนภัยดัง 5 วินาทีให้ระบบโทรออก เมื่อตั้งเวลาแล้วต้องการยืนยันก็กด “\*” จะออกจากรายการนี้ได้ถ้าไม่มีการกด “\*” Cursor จะวนให้ใส่ค่าอีกจนกว่าจะกด “\*” จึงจะมีการบันทึกค่าลงหน่วยความจำ แต่ถ้าไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงหรือตั้งค่าก็กด “#” จะออกจากรายการนี้กลับไปเมนูเดิม ถ้ากด “\*” จะมีผลดังนี้

Setting O.K

หน้าจอนี้จะให้ปรากฏประมาณ 1 วินาทีแล้วเปลี่ยนเป็นดังนี้

```

SYSTEM CONFIG
4. Pager
5. Delay Time
#-Up #-Down:_

```

ถ้ากด “\*” เป็นการกลับไปหน้าจอก่อนหน้านี้

```

SYSTEM CONFIG
3. Telephone #2
4. Pager
*-Up #-Down:_

```

แต่ถ้ากด “#” จะไปที่หน้าจอต่อไปผลคือ

```

SYSTEM CONFIG
5. Delay Time
6. Ring Counter
0.Exit #-Up #-Down:_

```

ถ้ากด “6” จะเป็นการตั้งค่าจำนวนครั้งของเสียงกริ่งก่อนมีการขงหูโทรศัพท์ผลคือ

```

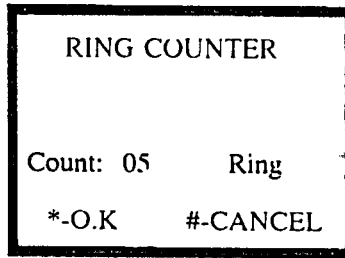
RING COUNTER

Count: __ Ring
*-O.K #-CANCEL

```

ใส่ค่าที่ต้องการตั้งจำนวน 2 หลัก ที่ Count เช่น 05 ผลคือ

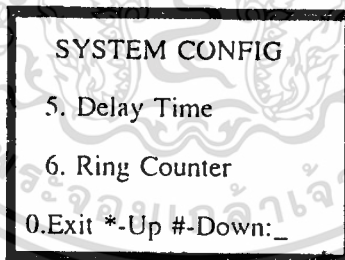
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



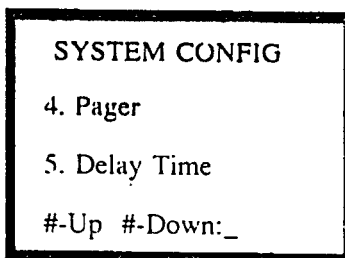
นั่นคือให้เสียงกริ่งดัง 5 ครั้งแล้วให้ระบบทำการขกหุโทรศัพท์ และเมื่อตั้งค่าแล้วต้องการออกจากรายการนี้กด "\*" เพื่อขึ้นชั้น และถ้าไม่มีการกด "\*" Cursor จะวนให้ใส่ค่าอีกจนกว่าจะมีการกด "\*" จึงจะมีการบันทึกค่าลงหน่วยความจำ แต่ถ้าไม่ต้องการตั้งค่าให้กด "#" เพื่อยกเลิกรายการนี้ และออกจากรายการนี้ ถ้ากด "\*" จะมีผลดังนี้



หน้าจอจะให้ปรากฏประมาณ 1 วินาทีแล้วเปลี่ยนเป็นดังนี้

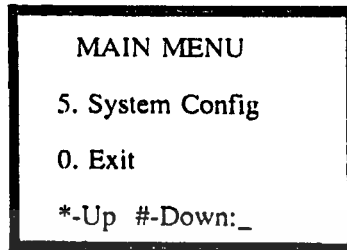


ถ้ากด "\*" จะเป็นการเลื่อนหน้าจอกลับไปที่ย่อนหน้านี้ผดเทียบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้ากด “#” หน้าจอจะอยู่กับที่เนื่องจากว่าไม่มีหน้าต่อไปแล้ว และถ้าต้องการออกจากเมนูนี้กด “0” จะกลับไปเมนูหลักผลคือ

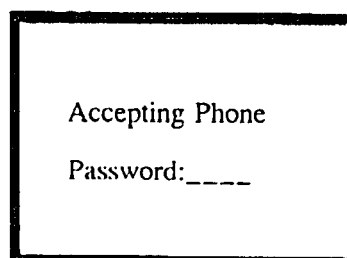


เมื่ออยู่ที่เมนูนี้และต้องการวางสายเพื่อยกเลิกการติดต่อกับระบบก็กด “0” ระบบจะทำการวางสายทันที

## 5.2 การควบคุมจากเป็นโทรศัพท์

เมื่อตั้งค่าต่างๆ ที่ตัวเครื่องแล้วและมีการ โทรเข้ามาเพื่อสั่งงานสามารถใช้เป็นโทรศัพท์ควบคุมการทำงานได้ซึ่งจะมีเสียงตอบเป็นระยะตามจังหวะการควบคุมผลการทดลองสั่งงานที่เป็น

โทรศัพท์เมื่อระบบทำการยกหูที่หน้าจอจะปรากฏผล

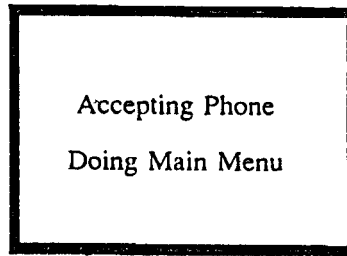


มีเสียงรายงานว่า “ระบบรักษาความปลอดภัยอัตโนมัติกรุณาใส่รหัสผ่าน”

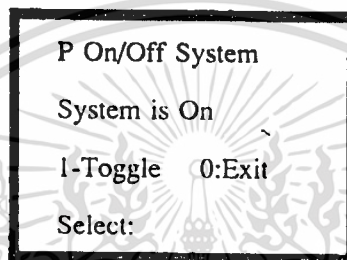
เมื่อใส่รหัสผ่านถูกต้องจะมีเสียงรายงานว่า “กรุณาเลือกคำสั่ง” และที่หน้าจอปรากฏผลคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมหนังสือฉบับนี้ไปใช้

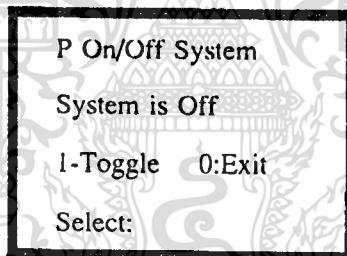
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



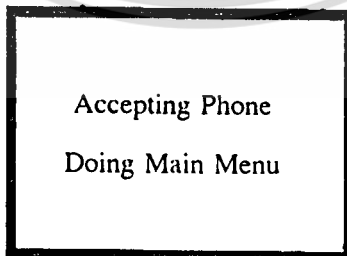
เมื่อกด 1 เป็นการเปิด/ปิดระบบถ้าระบบเปิดจะรายงานว่า “ระบบเปิด” ที่หน้าจอปรากฏผล



ถ้าต้องการปิด กด 1 จะมีเสียงรายงานว่า “ระบบปิด” ที่หน้าจอปรากฏผล



ต้องการออกจากเมนูนี้กด 0 จะมีเสียงรายงานว่า “กรุณาเลือกคำสั่ง” และปรากฏผลคือ



กด 2 เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ามี 4 ชนิดคือ 1,2,3,4 เมื่อกด 2 จะมีเสียงว่า “กรุณาเลือกอุปกรณ์” และที่หน้าจอปรากฏผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P On/Off Device

1,2,3,4 -Device

0:Exit Select:

ต้องการควบคุมอุปกรณ์ที่ 1 โดยกด 1 ถ้าอุปกรณ์ปิดอยู่จะมีเสียงรายงานว่า “อุปกรณ์ปิด” ที่หน้าจอปรากฏผลคือ

P On/Off Device

Device OFF

1 -Device

0:Exit Select:

ถ้าต้องการเปิดอุปกรณ์ที่ 1 ให้กด 1 จะมีเสียงรายงานว่า “อุปกรณ์เปิด” ที่หน้าจอปรากฏ

P On/Off Device

Device ON

1 - Device

0:Exit Select:

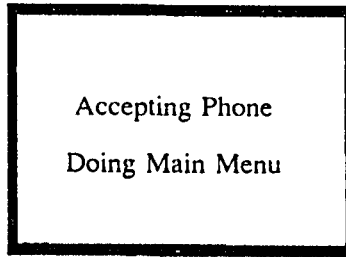
ถ้าต้องการควบคุมอุปกรณ์ที่ 2 ให้กด 0 ออกจากอุปกรณ์ที่ 1 ก่อนโดยเมื่อกด 0 จะมีเสียงรายงานว่า “กรุณาเลือกอุปกรณ์” ที่หน้าจอปรากฏผล

P On/Off Device

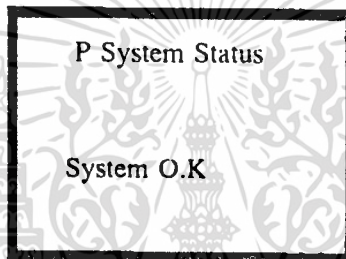
1,2,3,4 -Device

0:Exit Select:

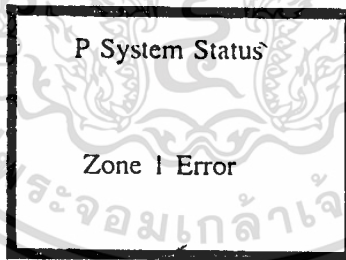
ต้องการออกจากการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากวด 0 จะรายงานว่า “กรุณาเลือกคำสั่ง” ที่หน้าจอปรากฏผล



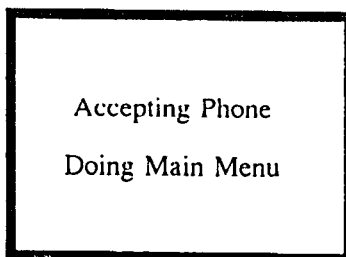
ต้องการตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบโดยกด 3 ถ้าระบบปกติจะมีเสียงรายงานว่า “ระบบปกติ” ที่หน้าจอปรากฏผล



ถ้าระบบผิดปกติที่ โซน 1 จะมีเสียงรายงานว่า “โซน 1 ผิดปกติ” หน้าจอปรกฏผล



โซน 2,3,4 จะเหมือนกับโซนที่ 1 โดยจะแสดงว่า Zone 2 Error หรือ Zone 3 Error หรือ Zone 4 Error ต้องการออกจากคำสั่งนี้กด 0 ระบบจะรายงานว่า “กรุณาเลือกคำสั่ง”ปรากฏผล



ต้องการยกเลิกการติดต่อกด 0 ระบบจะทำการวางสายทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 การโทรออกของระบบ

เมื่อ Sensor ตรวจพบสิ่งผิดปกติจะรายงานให้เจ้าของบ้านทราบตามหมายเลขโทรศัพท์ และเพจเจอร์ โดยจะรายงานเป็นโซนแล้วแต่ว่า Sensor นั้นจะอยู่โซนใดโดยที่หน้าจอปรากฏผล คือ

Sensor Was On!  
 Password:  
 Pager:  
 Time Out :    Sec

Sensor Was On!  
 Password:  
 Tel#1:  
 Time Out :    Sec

Sensor Was On!  
 Password:  
 Tel#2:  
 Time Out :    Sec

โดยระบบจะทำการหน่วงเวลาก่อนแล้วแต่จะโปรแกรมที่เวลาเท่าไร ในขณะที่มีการหน่วงเวลานั้นสามารถป้อนรหัสผ่านเข้าไปเพื่อยกเลิกการโทรออกได้และเมื่อครบกำหนดจะทำการโทรออกโดยเริ่มต้นโทรออกเพจเจอร์ก่อน จากนั้นจะโทรไปหมายเลขโทรศัพท์ที่ 1 และสุดท้ายโทรไปหมายเลขที่ 2 ขณะที่มีการกดหมายเลขโทรศัพท์นั้นจะมีการแสดงหมายเลขที่โทรออกให้ทราบที่หน้าจอแสดงผล พร้อมกันนั้นจะมีเสียงรายงานบอกสถานะออกไปด้วยเช่น ถ้า โซน 1 ทำงานจะรายงานว่า “โซน 1 ผิดปกติ” ในโซนอื่นก็เช่นกันจะรายงานเป็นเสียงคือ “โซน 2 ผิดปกติ” หรือ “โซน 3 ผิดปกติ” หรือ “โซน 4 ผิดปกติ” ถ้าผิดปกติพร้อมกันจะรายงานทั้งหมดหรือเฉพาะโซนที่ผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 ปัญหาที่พบ

จากการทดลองใช้งานระบบรักษาความปลอดภัยพบว่ายังมีปัญหาอีกหลายอย่างที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถสรุปได้คือ

5.4.1 ปัญหาเกี่ยวกับการบันทึกเสียงเนื่องจากไอซีที่ใช้คุณภาพไม่ดีพอเสียงที่บันทึกจึงไม่ค่อยชัดเจน ในการบันทึกบางครั้งทำให้แอดเดรสที่บันทึกผิดพลาดหรือทับกัน และเมื่อนำเสียงเข้าวงจรแล้วไม่สามารถนำเสียงออกทางโทรศัพท์ได้ซึ่งบางครั้งก็สามารถนำเสียงออกได้ทำให้วิเคราะห์หาสาเหตุได้ยาก ระยะเวลาในการบันทึกของไอซีมีจำกัดทำให้ไม่สามารถบันทึกได้ทุกคำพูดจึงต้องมีการตัดบางคำพูดออกไปทำให้เมื่อฟังแล้วอาจไม่เข้าใจ

5.4.2 ปัญหาเกี่ยวกับสายโทรศัพท์ที่ต่อเข้ากับระบบ เนื่องจากการทดลองใช้โทรศัพท์ที่เป็นสายภายในซึ่งมีการต่อพ่วงกันอยู่และยังมีการผ่านตู้ PABX ทำให้แรงดันของสายอาจไม่แน่นอนเมื่อต่อเข้ากับระบบแล้วทำให้มีผลกระทบต่ วงจรและเสียงที่ออกโทรศัพท์

5.4.3 ลายวงจรที่ออกแบบมีลักษณะของลายเส้นที่ค่อนข้างเล็กดังนั้น บางครั้งจึงทำให้วงจรขาดซึ่งมองดูด้วยตาเปล่าไม่เห็นต้องทำการใช้ไมโครวัดดู และการใส่ Socket สำหรับไอซีควรใช้ชนิดที่เป็นขากลมเนื่องจากเมื่อมีการถอดไอซีบ่อยๆ จะทำให้ไม่มีปัญหา

## 5.5 แนวทางการพัฒนา

เนื่องจากระบบนี้ยังไม่สมบูรณ์พอจึงต้องมีการพัฒนาต่อไปซึ่งพอจะมีแนวทางดังนี้

5.5.1 การพัฒนาเรื่องความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเนื่องจากระบบนี้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้จำนวน 4 ชนิดและจำกัดกระแสได้ไม่เกิน 10 แอมป์ ซึ่งอาจจะพัฒนาให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้มากขึ้นและใช้กระแสได้สูงขึ้น

5.5.2 เรื่องการตรวจสอบสถานะของโทรศัพท์เนื่องจากระบบนี้ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าเมื่อมีการโทรออกไปแล้วสายว่างหรือไม่และมีคนรับสายหรือไม่ มันจะทำการปล่อยเสียงพูดออกไปเลย

5.5.3 เรื่องของการบันทึกเสียงควรใช้เครื่องบันทึกเสียงหรือวงจรที่มีความชัดเจนและระยะเวลาไม่ควรจำกัดสามารถบันทึกให้ได้ข้อความที่มากที่สุดเพื่อง่ายต่อการเข้าใจ

## 5.6 บทสรุป

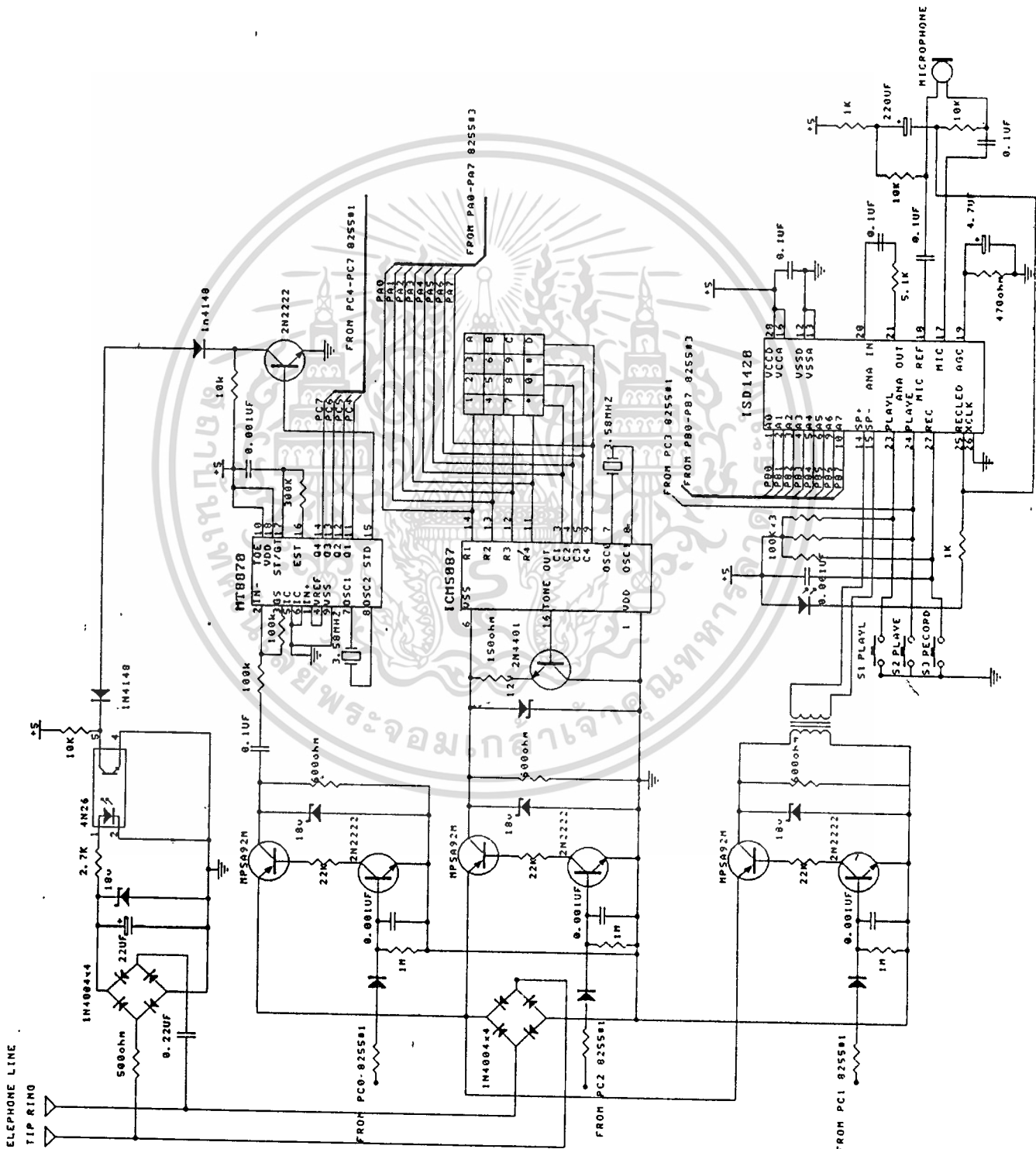
ระบบรักษาความปลอดภัยอัตโนมัติ สามารถสามารถใช้งานได้เพื่อป้องกันการบุกรุก และสามารถโทรออกเพื่อแจ้งเหตุให้เจ้าของบ้านหรือสถานีตำรวจทราบตามแต่หมายเลขที่โปรแกรมไว้ ค่าต่างๆ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ไม่ควรทำการปิดเครื่องบ่อยๆ ควรทำการ Reset เท่านั้นเพื่อจะได้ไม่ต้องมีการโปรแกรมค่าทุกครั้งที่ใช้งาน การหน่วงเวลาสำหรับโทรออกควรตั้งไว้ที่พอสมควรแก่การป้อนรหัสเพื่อปิด Alarm การโทรเข้ามาเพื่อควบคุมการทำงานสามารถโทรเข้ามาได้ไม่ว่าโทรศัพท์ที่ใช้จะเป็นโทรศัพท์สาธารณะหรือโทรศัพท์มือถือ โดยสามารถใช้การควบคุมจากแป้นโทรศัพท์และทำตามขั้นตอนที่เสียงรายงานให้ทราบ ซึ่งการใช้งานต่างๆ ได้อธิบายในคู่มือการใช้งานแล้ว



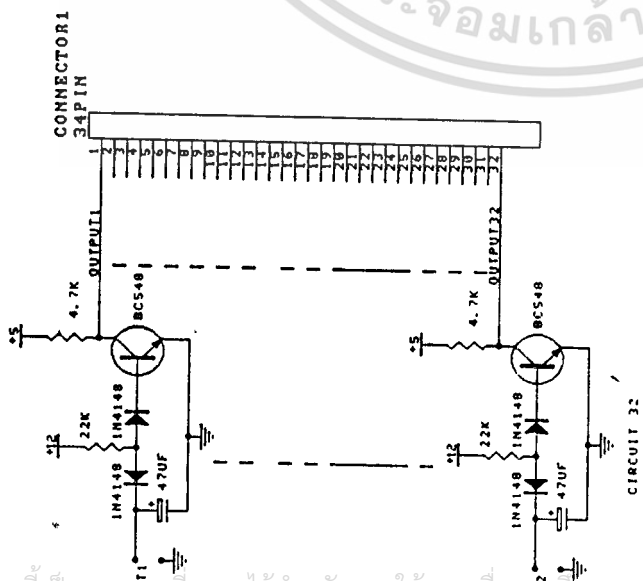


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

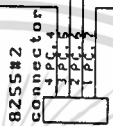
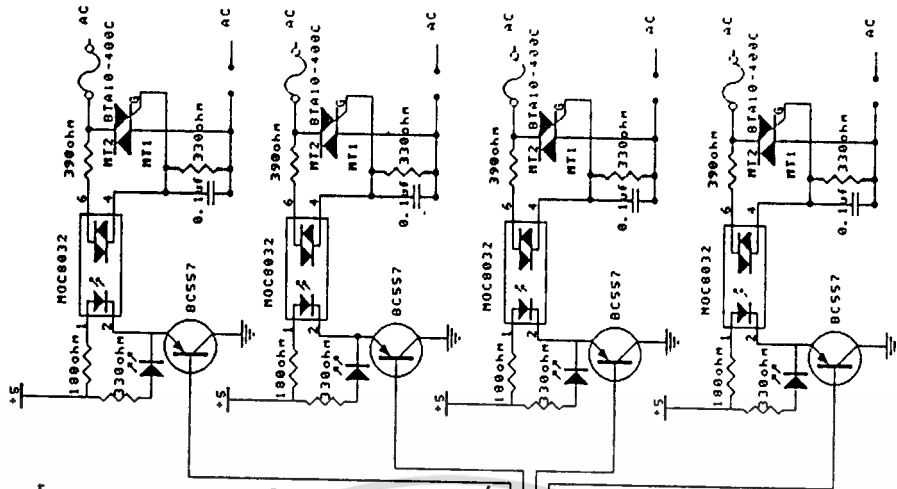
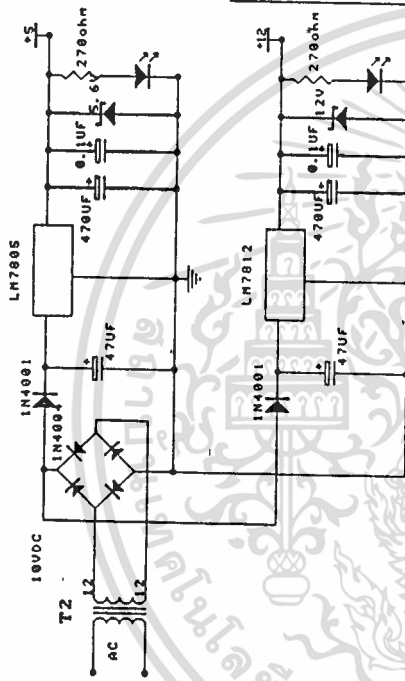




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CIRCUIT 32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ISO<sup>2</sup>-CMOS MT8870D/MT8870D-1 Integrated DTMF Receiver

### Features

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

### Applications

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

9161-002-162-NA

ISSUE 2

July 1993

### Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
-40 °C to +85 °C	

### Description

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

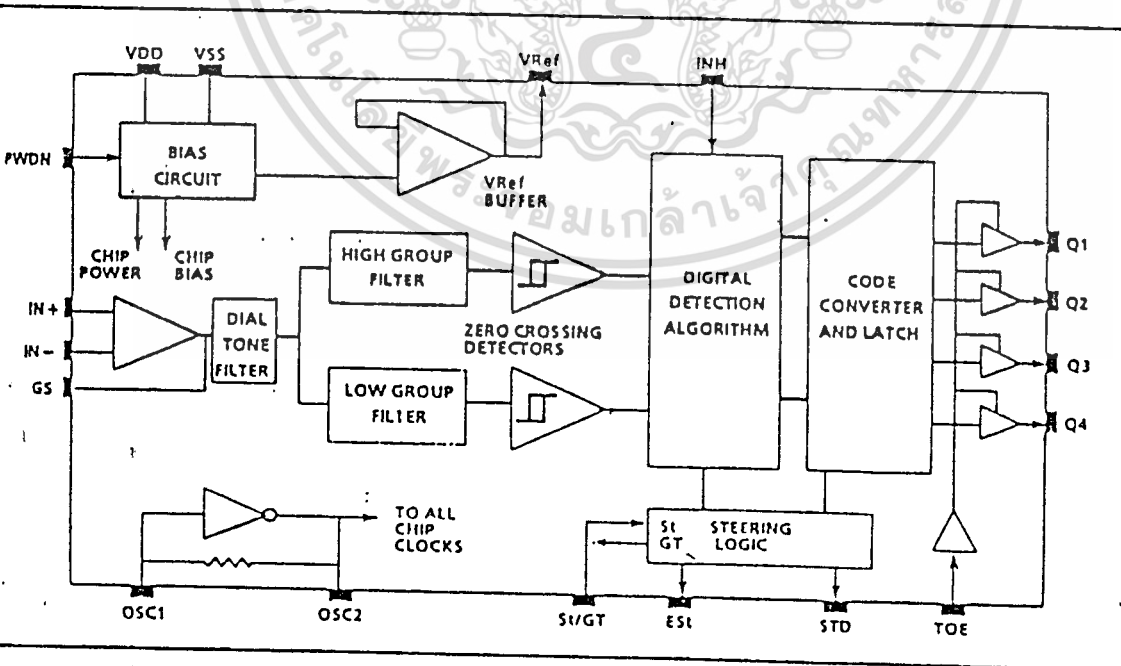


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

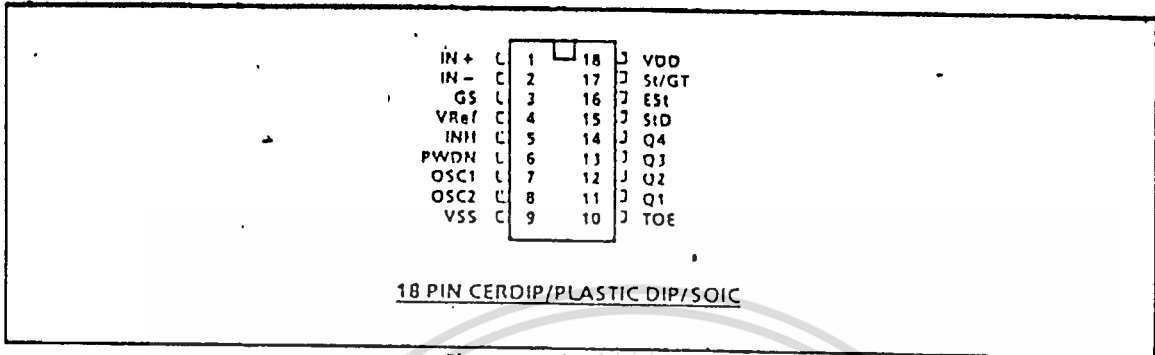


Figure 2 - Pin Connections

**Pin Description**

Pin #	Name	Description
1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	IN-	Inverting Op-Amp (Input).
3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	V <sub>Ref</sub>	Reference Voltage (Output). Nominally V <sub>DD</sub> /2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	OSC1	Clock (Input).
8	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	V <sub>SS</sub>	Ground (Input). 0V typical.
10	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V <sub>TS1</sub> .
16	Est	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause Est to return to a logic low.
17	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V <sub>TS1</sub> detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V <sub>TS1</sub> frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of Est and the voltage on St.
18	V <sub>DD</sub>	Positive power supply (Input). +5V typical.

### Functional Description

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

#### Filter Section

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

#### Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while providing tolerance to small frequency deviations

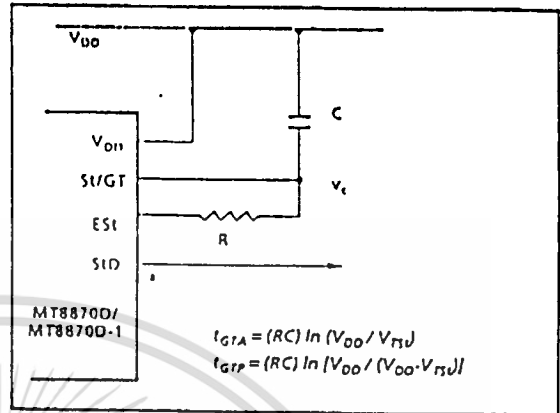


Figure 4 - Basic Steering Circuit

and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (EST) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause EST to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

#### Steering Circuit

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

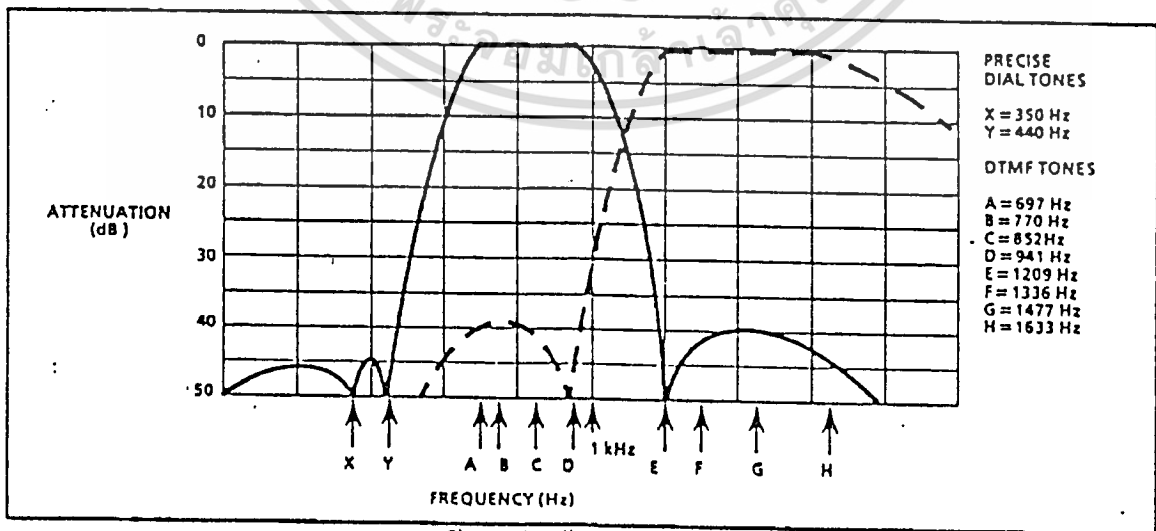


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

**Guard Time Adjustment**

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

$$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of  $t_{DP}$  is a device parameter (see Figure 11) and  $t_{REC}$  is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1  $\mu F$  is

Digit	TOE	INH	EST	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

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

recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

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

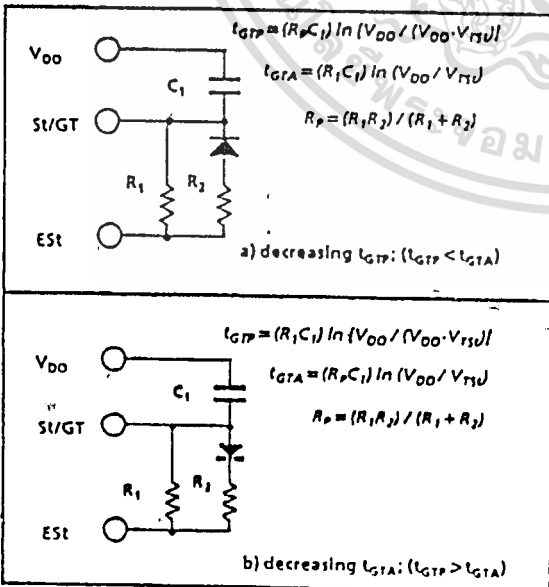


Figure 5 - Guard Time Adjustment

## Applications

### RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

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

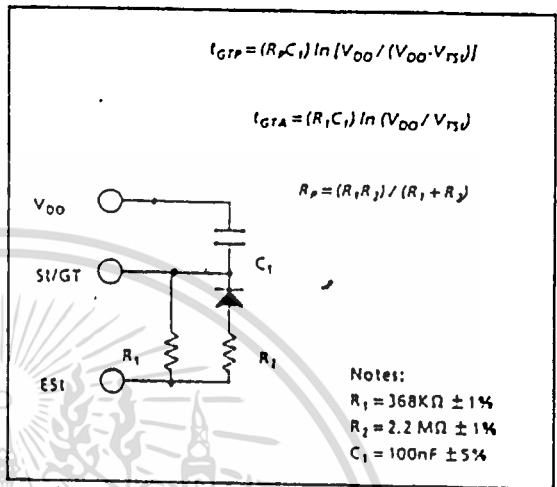


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

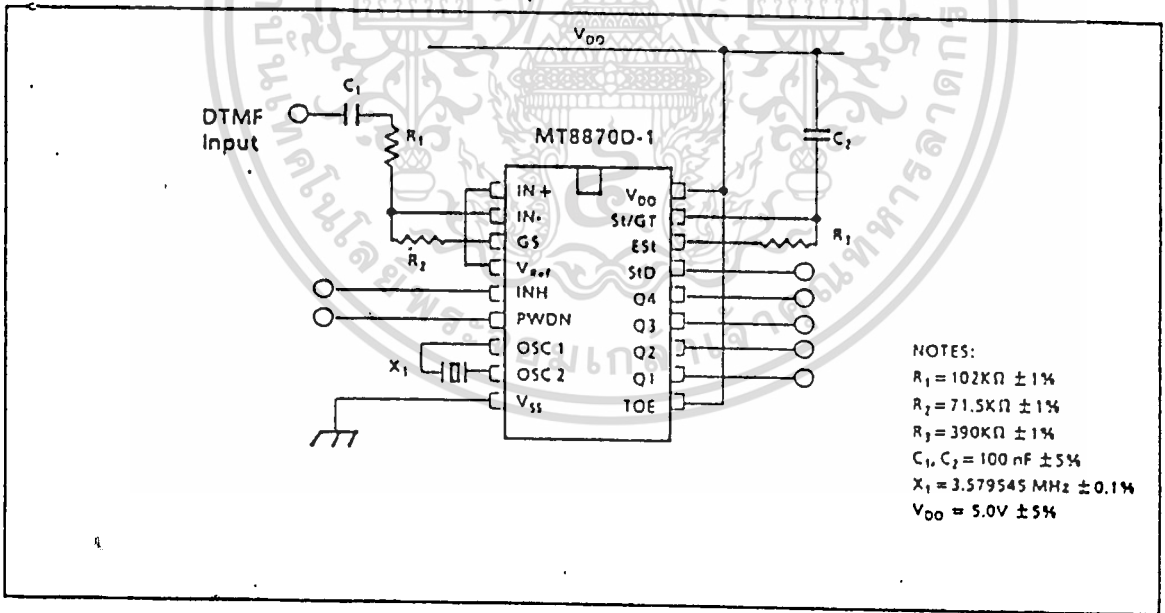


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

**Maximum Ratings<sup>1</sup>**

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

<sup>1</sup>Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied. Derate above 75 °C at 16 mW / °C. All leads soldered to board.

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

Parameter	Sym	Min	Typ <sup>1</sup>	Max	Units	Test Conditions
1 DC Power Supply Voltage	$V_{DD}$	4.75	5.0	5.25	V	
2 Operating Temperature	$T_O$	-40		+85	°C	
3 Crystal/Clock Frequency	$f_c$		3.579545		MHz	
4 Crystal/Clock Freq. Tolerance	$\Delta f_c$		$\pm 0.1$		%	

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

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

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

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

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

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

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>1</sup>	Max	Units	Notes <sup>*</sup>
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5		869	mV <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2Hz$				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
7	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

<sup>1</sup>Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.  
<sup>\*</sup>NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

**\*NOTES**

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

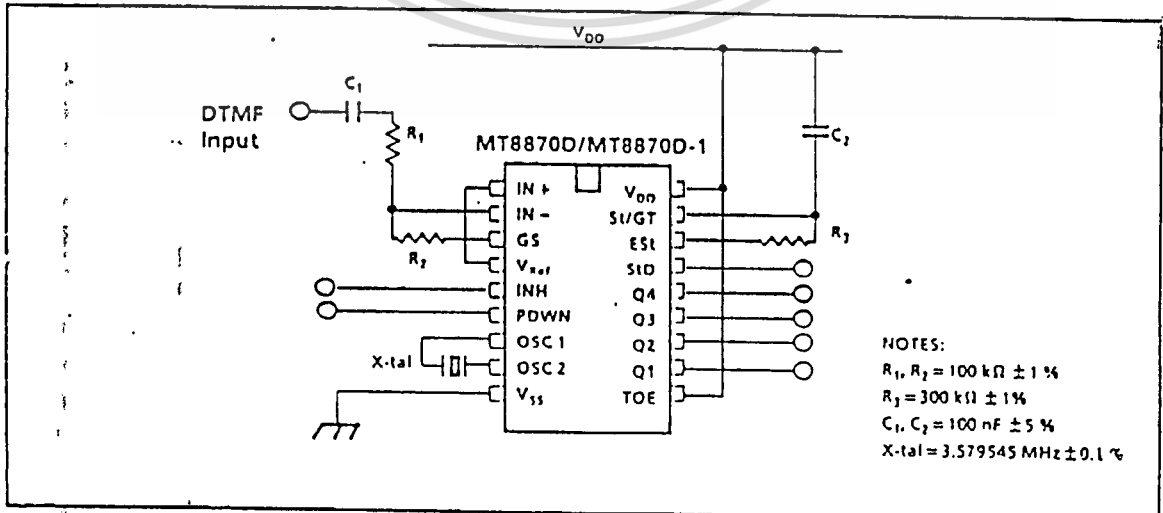
AC Electrical Characteristics -  $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $-40^\circ C \leq T_o \leq +85^\circ C$ , using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>†</sup>	Max	Units	Conditions
T I M I N G	1 Tone present detect time	$t_{DP}$	5	11	14	ms	Note 1
	2 Tone absent detect time	$t_{DA}$	0.5	4	8.5	ms	Note 1
	3 Tone duration accept	$t_{REC}$			40	ms	Note 2
	4 Tone duration reject	$t_{REJ}$	20			ms	Note 2
	5 Interdigit pause accept	$t_{ID}$			40	ms	Note 2
	6 Interdigit pause reject	$t_{IDO}$	20			ms	Note 2
O U T P U T S	7 Propagation delay (St to Q)	$t_{PQ}$		8	11	$\mu s$	TOE = $V_{DD}$
	8 Propagation delay (St to StD)	$t_{PStD}$		12	16	$\mu s$	TOE = $V_{DD}$
	9 Output data set up (Q to StD)	$t_{QStD}$		3.4		$\mu s$	TOE = $V_{DD}$
	10 Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	$t_{PTE}$		50		ns	load of 10 k $\Omega$ , 50 pF
	11 Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	$t_{PFD}$		300		ns	load of 10 k $\Omega$ , 50 pF
P D W N	12 Power-up time	$t_{PU}$		30		ms	Note 3
	13 Power-down time	$t_{PD}$		20		ms	
C L O C K	14 Crystal /clock frequency	$f_c$	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
	15 Clock input rise time	$t_{MCL}$			110	ns	Ext. clock
	16 Clock input fall time	$t_{HLCL}$			110	ns	Ext. clock
	17 Clock input duty cycle	DCCL	40	50	60	%	Ext. clock
	18 Capacitive load (OSC2)	$C_{LO}$			30	pF	

<sup>†</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

NOTES:

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



NOTES:  
 $R_1, R_2 = 100\text{ k}\Omega \pm 1\%$   
 $R_3 = 300\text{ k}\Omega \pm 1\%$   
 $C_1, C_2 = 100\text{ nF} \pm 5\%$   
 $X\text{-tal} = 3.579545\text{ MHz} \pm 0.1\%$

Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

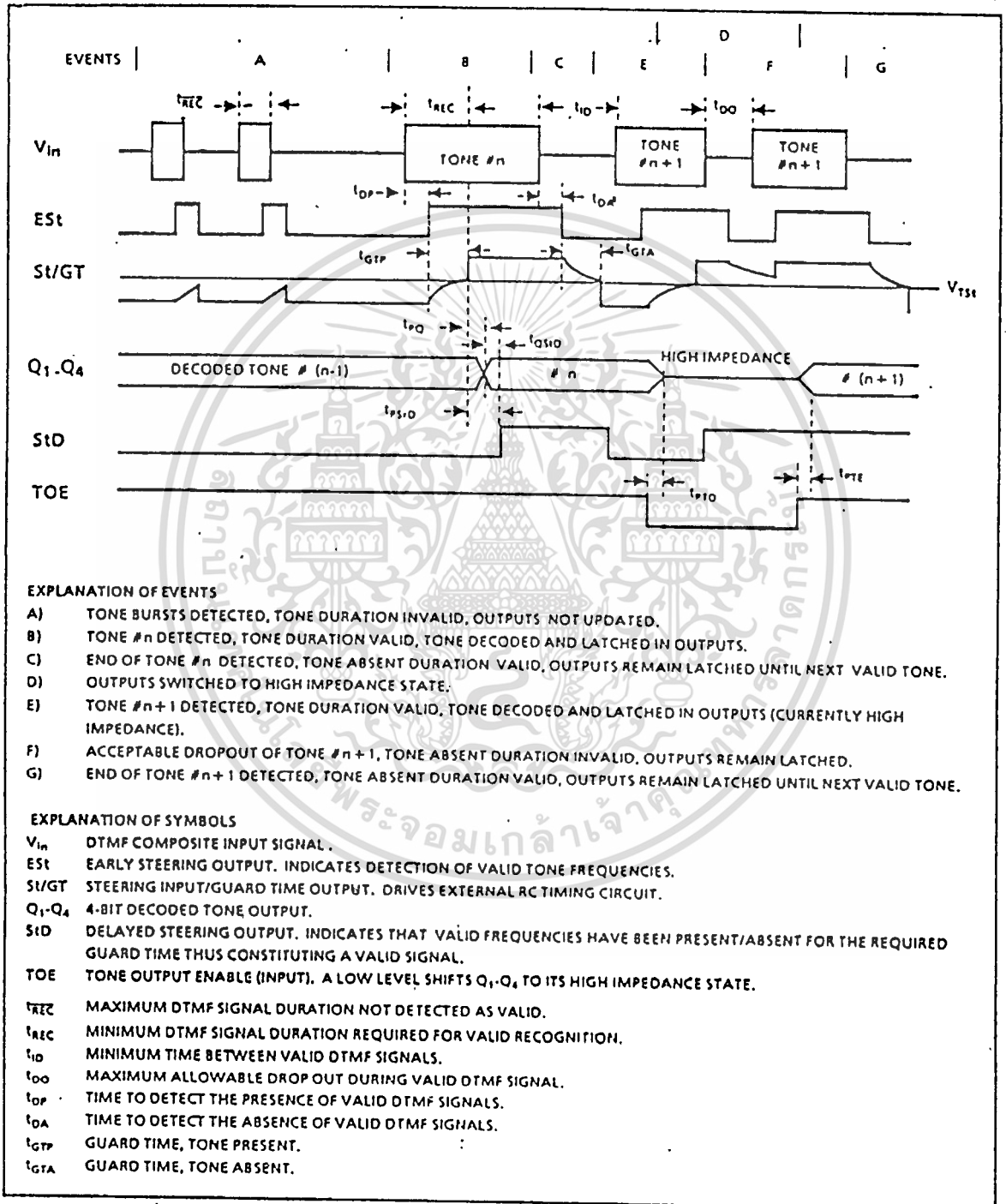


Figure 11- Timing Diagram



# UM95087

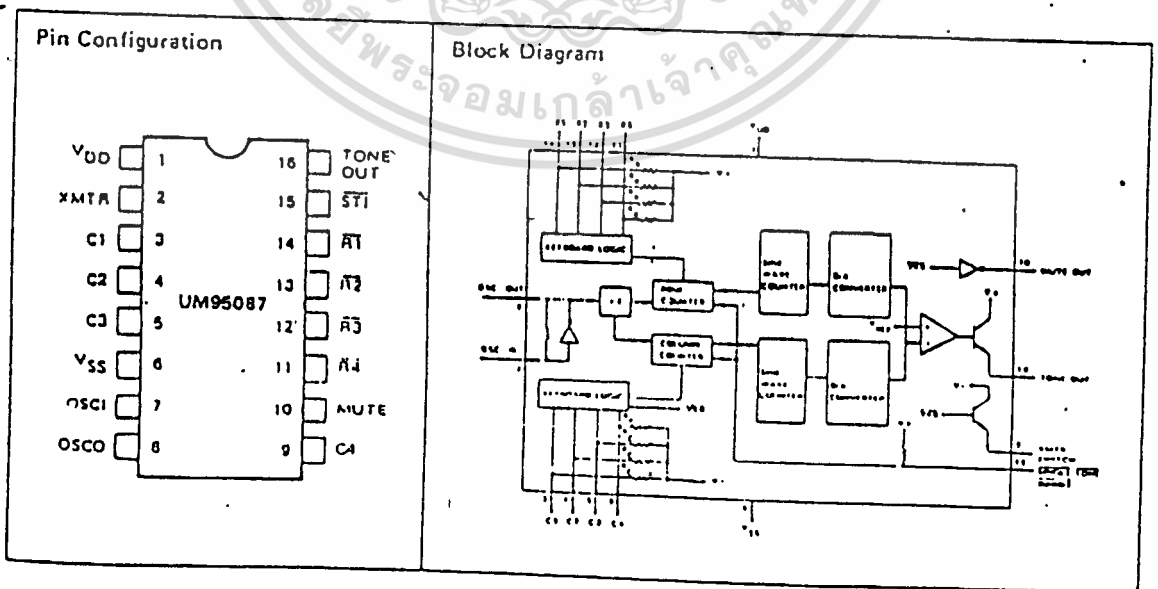
## Tone Dialer

### Features

- Direct replacement for Mostek MK5087
- Operating voltage range: 3.5 to 10.0 Volts
- Uses TV crystal standard (3.58 MHz) to derive all frequencies thus providing very high accuracy and stability
- On-chip regulation of dual and single tone amplitudes
- Auxiliary switching functions on-chip
- Mute driver on-chip
- Minimum external parts count
- Multiple key entry pin-selectable to either single tone or no tone

### General Description

The UM95087 is a monolithic CMOS integrated circuit designed for Dual-Tone-Multi-Frequency (DTMF) telephony. The UM95087 was designed specifically for the performance, single contact static keyboard inputs; single tone inhibit (STI) option; wide supply voltage operation with regulated output. And the UM95087 provides good performance for low output tone distortion: T.H.D. < -20dB.





**Absolute Maximum Ratings\***

DC Supply Voltage ( $V_{DD} - V_{SS}$ ) . . . . . -0.3V to +10.0V  
 Operating Temperature ( $T_{OP}$ ) . . . . . -30°C to +60°C  
 Storage Temperature ( $T_{STG}$ ) . . . . . -55°C to +150°C  
 Applied Voltage On Any Pin  
 ( $V_{IN}$ ) . . . . .  $V_{SS} - 0.3 < V_{IN} < V_{DD} + 0.3$   
 Power Dissipation at 25°C . . . . . 500 mW

**\*Comments**

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

**Electrical Characteristics**

(Specification apply over the operating temperature and  $3.5V < V_{DD}$  to  $V_{SS} < 10.0V$  unless otherwise specified.)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
Operating Voltage	$V_{DD}$	3.5		10.0	V	
Standby Current	$I_{DD}$		0.25	100	$\mu A$	$V_{DD} = 3.5V$ All outputs unloaded, Oscillator not running.
	$I_{DD}$		0.5	200	$\mu A$	
Operating Current	$I_{DD}$		10	20	mA	$V_{DD} = 3.5V$ All outputs unloaded, Oscillator running.
	$I_{DD}$		50	100	mA	
Row Tone Output	$V_R$	317	400	504	mVrms	$3.5V < V_{DD} < 10.0V, R_L = 1K\Omega, @25^\circ C$
Column Tone Output	$V_C$	396	500	630	mVrms	
Tone Output External Load Impedance	$R_L$	620			$\Omega$	$V_{DD} = 3.5V$
		330			$\Omega$	$V_{DD} = 10.0V$
XMTR Output Current	$I_{OHX}$	-15	-25		mA	$V_{DD} = 3.5V, V_{OHX} = 2.5V, \text{No key entry}$
	$I_{OHX}$	-50	-100		mA	$V_{DD} = 10.0V, V_{OHX} = 0.0V, \text{No key entry}$
	$I_{OLX}$		0.1	10.0	$\mu A$	$V_{DD} = 10.0V, V_{OLX} = 0.0V, \text{With key entry}$
Mute Output Current	$I_{OLM}$	0.5	2.0		mA	$V_{DD} = 3.5V$ $V_{OLM} = 0.5V, \text{No key entry}$
	$I_{OLM}$	1.0	4.0		mA	
	$I_{OHM}$	-0.5	-2.0		mA	$V_{DD} = 3.5V, V_{OHM} = 3.0V, \text{With key entry}$
	$I_{OHM}$	-1.0	-4.0		mA	$V_{DD} = 10.0V, V_{OHM} = 9.5V, \text{With key entry}$
STI Input Resistance	$R_{IN}$	20		100	k $\Omega$	@25°C
Tone Output Rise Time	$t_r$		3.0	5.0	ms	
Column to Row Pre-Emphasis		1.0	2.0	3.0	dB	
Tone Output Distortion	T.H.D.			-20	dB	
Input High Voltage	$V_{IH}$	$0.7 V_{DD}$		$V_{DD}$	V	
Input Low Voltage	$V_{IL}$	$V_{SS}$		$0.3 V_{DD}$	V	

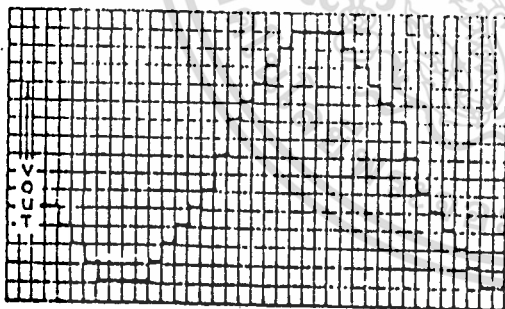


Table 1: Comparisons of Specified vs Actual Tone Frequencies Generated by UM95087

Active Input	Output Frequency (Hz)		% Error*
	Specified	Actual	
R1	697	699.1	+0.30
R2	770	766.2	-0.49
R3	852	847.4	-0.54
R4	941	948.0	+0.74
C1	1,200	1,215.9	+0.57
C2	1,338	1,331.7	-0.32
C3	1,477	1,471.9	-0.35
C4	1,633	1,645.0	+0.73

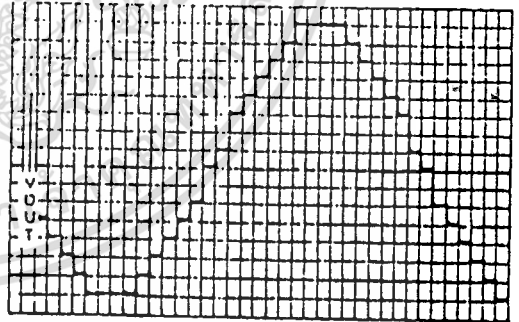
\*: % Error does not include oscillator drift.

Row 2 tone output



TIME → 44.7 μV/div.

Column 4 tone output



TIME → 19 μV/div.

Fig 1: Single Tone Output Waveform

**Crystal Specification**

A standard television color burst crystal is specified to have much tighter tolerance than necessary for tone generation application. By relaxing the tolerance specification is as follows:

Frequency: 3.58 MHz ±0.02%

$R_S < 100\Omega$ ,  $L_M = 96mH$ ,  $C_M = 0.25pF$ ,  $C_H = 5pF$ ,  $C_L = 18pF$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

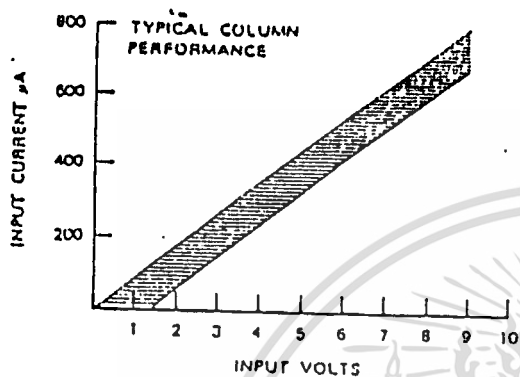


Fig 2a: Typical Input Operating Conditions for Pins 3, 4, 5, and 9 with Voltage Reference  $V_{SS}$  @ 25°C.

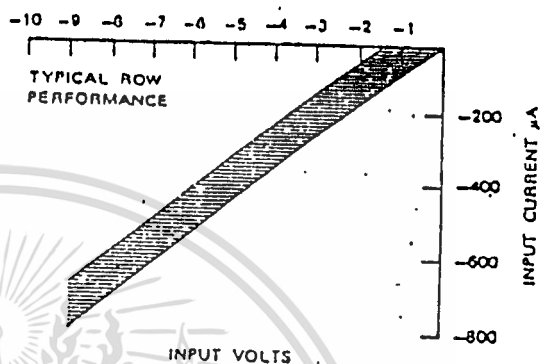


Fig 2b: Typical Input Operating Conditions for Pins 11, 12, 13, & 14 with Voltage Reference  $V_{DD}$  @ 25°C.

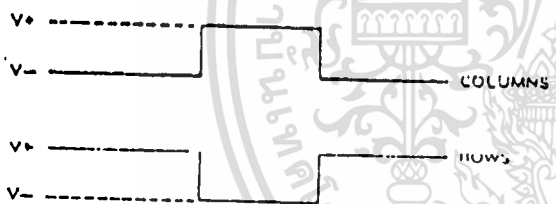


Fig 3: Electronic Input

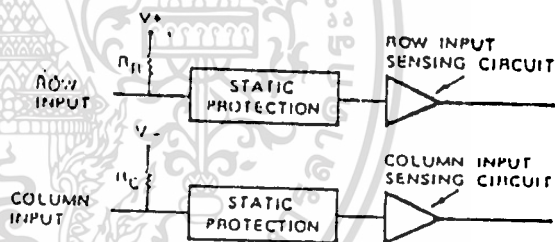


Fig 4: Row and Column Inputs

### Pin Description

#### Keyboard (R1, R2, R3, R4, C1, C2, C3, C4)

The UM95087 features inputs compatible with the standard 2-of-8 keyboard, the inexpensive single-contact (Form A) keyboard, and electronic input (as shown in Fig. 3). The inputs are static (as shown in Fig. 4) i.e. there is no noise generation as occurs with scanned or dynamic inputs. When operating with a keyboard, normal operation is for dual tone generation when any single button is pushed, and single tone operation when two or more buttons in the same row or column are pushed. Activation of diagonal buttons will result in no tone being generated.

When the inputs to the UM95087 are electronically activated, input to a single row and column will result in that dual tone digit's being generated. Input to a single column will result in that column tone being generated. Input to

multiple columns will result in no tone being generated. Activation of a single row is not sensed by the internal circuit of the UM95087. If a single row tone is desired, two columns must be activated along with the desired row.

#### Oscillator (OSCI, OSCO)

The UM95087 contains an on-chip inverter with sufficient loop gain to provide oscillation when working with a low cost television color-burst crystal. The circuit is designed to work with a crystal cut to 3.58 MHz to give the frequencies in Table 1. The oscillator is disabled whenever a key board input is not sensed.

Any crystal frequency deviation from 3.579546 MHz will be reflected in the tone output frequency. Most crystals do not vary more than ±.02%.

**XMTR Switch (XMTR)**

This pin is connected to the emitter of an on-chip bipolar transistor whose collector is connected to  $V_{DD}$ . With no keyboard input this transistor is turned on and pulls this pin up to within  $V_{BE}$  of the  $V_{DD}$  supply. When a keyboard entry is sensed, this output goes open circuit (high impedance). The XMTR switch output switches regardless of the state of the STI pin input.

**Mute Output (MUTE)**

The MUTE output is a conventional CMOS gate that pulls to  $V_{SS}$  with no keyboard input and pulls to  $V_{DD}$  supply when a keyboard entry is sensed. This output is used to control auxiliary switching functions that are required to actuate upon keyboard input. The MUTE output switches regardless of the state of STI pin input.

**Single Tone Inhibit (STI)**

The STI input is used to inhibit the generation of other

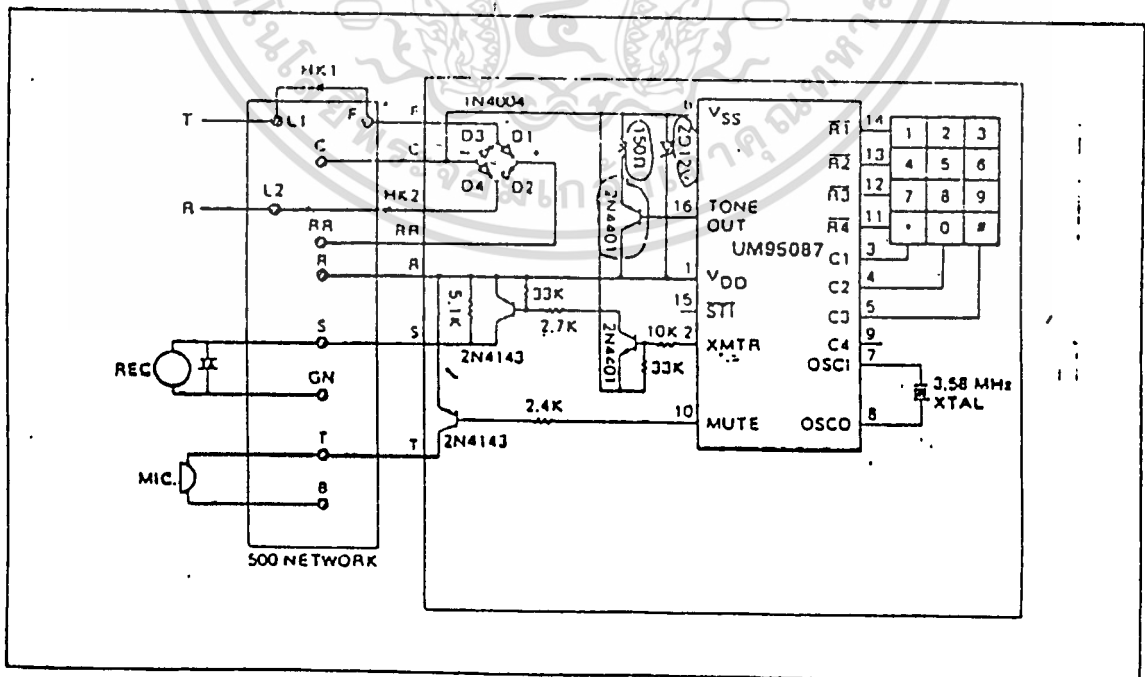
than dual tones. It has a pullup to the  $V_{DD}$  and when left floating is pulled to  $V_{DD}$ , single or dual tones may be generated. When forced to the  $V_{SS}$ , any input situation that would normally result in a single tone will now result in no tone, with all other chip functions operating normally.

**Tone Out (TONE OUT)**

The TONE OUT is connected internally in the UM95087 to the emitter of an NPN transistor is the on-chip operational amplifier which mixes the row and column tones together. The row and column output waveforms are shown in Fig 2a, Fig 2b. These waveforms are digitally-synthesized using on-chip D to A converters. For the UM95087 dual tone waveform, T.H.D. is  $-20\text{dB}$  maximum.

**Power ( $V_{DD}$ ,  $V_{SS}$ )**

These are the power supply inputs. The UM95087 is designed to operate from 3.5 to 10.0 volts.

**UM95087 Tone Generator Interface Circuit**


4060AB



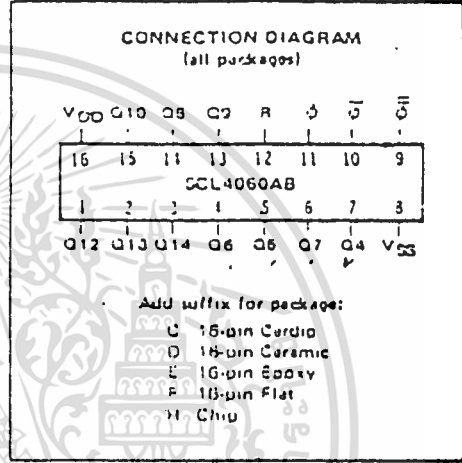
# CMOS 14-STAGE BINARY COUNTER AND OSCILLATOR

## FEATURES

- 14 Fully Static Stages
- 10 Buffered Outputs Available
- Common Reset Line
- MHz Counting Rate @ 10V<sub>DD</sub>
- 14 Active Oscillator Components on Chip for RC or Crystal Control

## DESCRIPTION

The SCL4060AB consists of an oscillator section and 14 ripple-carry binary counter stages. The latter configuration allows design of either R-C or crystal oscillator circuits. A Reset input is provided which resets the counter to the all-0's state. A high level on the Reset line accomplishes the reset function. The state of the counter is advanced one step in binary order on the negative edge of the Clock input  $\phi$ . All inputs and outputs are fully buffered. Outputs are available from pins 4 through 10 and 12 through 14. Applications include timers, frequency dividers, logic circuits and counter controls.



**TRUTH TABLE**

CLOCK	RESET	OUTPUT STATE
	0	No Change
	1	Advance to next state
1	1	All Outputs zero

A = Don't Care

## RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

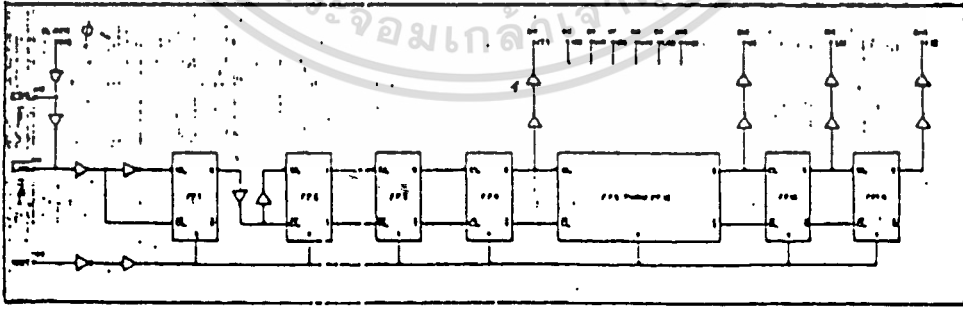
DC Supply Voltage  $V_{DD} - V_{SS}$  3 to 15 V<sub>DC</sub>

Operating Temperature  $T_A$

C, D, F, H Device -55 to +125 °C

E Device -40 to +85 °C

## LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS

PARAMETER	V <sub>DD</sub> (V <sub>ref</sub> )	CONDITIONS	T <sub>LOW</sub> <sup>1</sup>			+25°C			T <sub>HIGH</sub> <sup>1</sup>		Units
			Min.	Max.	Typ.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I <sub>DD</sub>	5 V <sub>IN</sub> = V <sub>SS</sub> or V <sub>DD</sub>	-	5	-	0.05	5	-	150	μAde	
	10	All valid input combinations	-	10	-	(1.1)	10	-	300		
	15		-	15	-	0.2	20	-	600		
OUTPUT HIGH (SOURCE) CURRENT C, D, F, H device	I <sub>OH</sub>	5 V <sub>OH</sub> = 4.6V	-0.15	-	-0.12	-0.5	-	-0.08	-	mAde	
		10 V <sub>OH</sub> = 9.5V	-0.37	-	-0.3	-1.15	-	-0.21	-		
		15 V <sub>OH</sub> = 13.5V	-1.25	-	-1.0	-4.5	-	-0.69	-		
	E device	5 V <sub>OH</sub> = 4.6V	-0.14	-	-0.12	-0.5	-	-0.10	-	mAde	
		10 V <sub>OH</sub> = 9.5V	-0.35	-	-0.3	-1.15	-	-0.25	-		
		15 V <sub>OH</sub> = 13.5V	-1.2	-	-1.0	-4.5	-	-0.85	-		
OUTPUT LOW (SINK) CURRENT C, D, F, H device	I <sub>OL</sub>	5 V <sub>OL</sub> = 0.4V	0.15	-	0.12	0.5	-	0.08	-	mAde	
		10 V <sub>OL</sub> = 0.5V	0.37	-	0.3	1.0	-	0.21	-		
		15 V <sub>OL</sub> = 1.5V	1.25	-	1.0	5.8	-	0.69	-		
	E device	5 V <sub>OL</sub> = 0.4V	0.14	-	0.12	0.5	-	0.10	-	mAde	
		10 V <sub>OL</sub> = 0.5V	0.35	-	0.3	1.0	-	0.25	-		
		15 V <sub>OL</sub> = 1.5V	1.2	-	1.0	5.8	-	0.85	-		

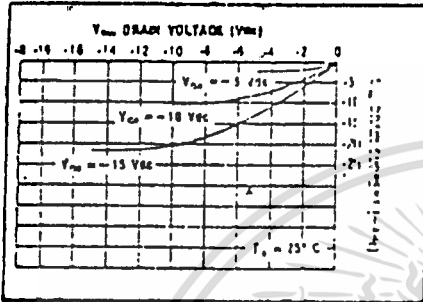
NOTES: 1. Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".  
 2. T<sub>LOW</sub> = -85°C for C, D, F, H device.  
 3. T<sub>LOW</sub> = -40°C for E device.  
 4. T<sub>HIGH</sub> = +125°C for C, D, F, H device.  
 5. T<sub>HIGH</sub> = +85°C for E device.

DYNAMIC CHARACTERISTICS (C<sub>L</sub> = 50pF, T<sub>A</sub> = 25°C)

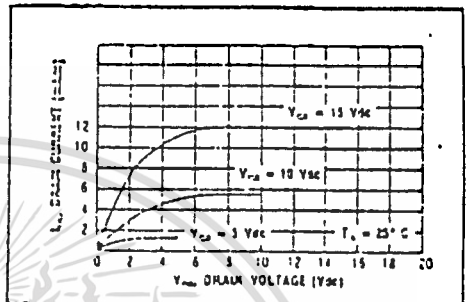
PARAMETER	V <sub>DD</sub> (V <sub>ref</sub> )	Min.	Typ.	Max.	Units	
<b>CLOCKED OPERATION</b>						
PROPAGATION DELAY TIME Clock to Q1	t <sub>PLH</sub> /t <sub>PHL</sub>	5	-	650	1300	ns
	10	-	325	650		
	15	-	260	520		
Q1 to Q1+1	t <sub>PLH</sub> /t <sub>PHL</sub>	5	-	150	300	ns
	10	-	75	150		
	15	-	60	120		
OUTPUT TRANSITION TIME	t <sub>PLH</sub> /t <sub>PHL</sub>	5	-	180	360	ns
	10	-	90	180		
	15	-	65	130		
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW <sub>CL</sub>	5	-	100	200	ns
	10	-	50	100		
	15	-	40	80		
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f <sub>CL</sub>	5	2.0	4.0	-	MHz
	10	-	4.0	8.0		
	15	-	6	10		
MAXIMUM CLOCK RISE AND FALL TIME	t <sub>CLR</sub> /t <sub>CLF</sub>	5	15	-	-	μs
	10	-	15	-		
	15	-	5	-		
<b>RESET OPERATION</b>						
PROPAGATION DELAY TIME	t <sub>PHL</sub>	5	-	300	600	ns
	10	-	150	300		
	15	-	120	240		
MINIMUM RESET PULSE WIDTH	PW <sub>R</sub>	5	-	150	300	ns
	10	-	75	150		
	15	-	60	120		
RESET REMOVAL TIME	t <sub>rem</sub>	5	-	250	500	ns
	10	-	125	250		
	15	-	100	200		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

060AU

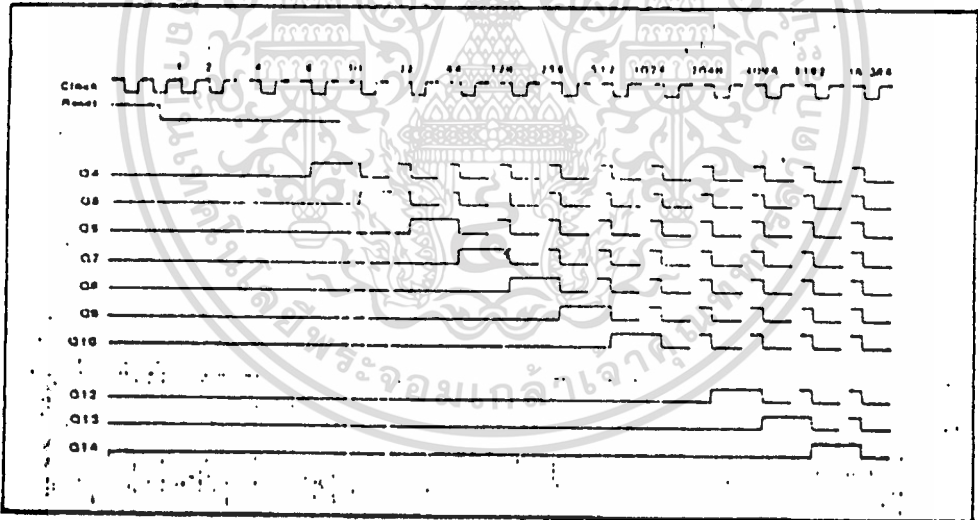


Typical P-Channel  
Source Current Characteristics

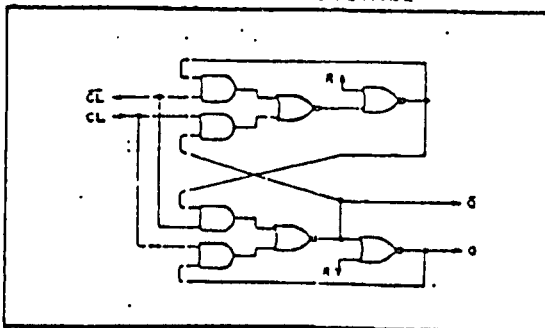


Typical N-Channel  
Sink Current Characteristics

TIMING DIAGRAM

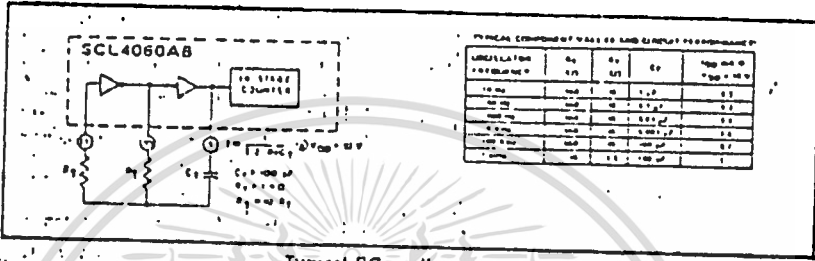


TYPICAL COUNTER STAGE

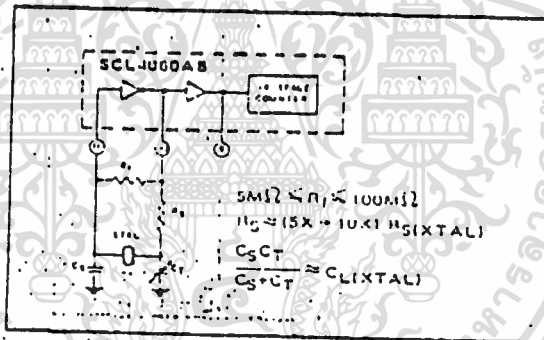


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

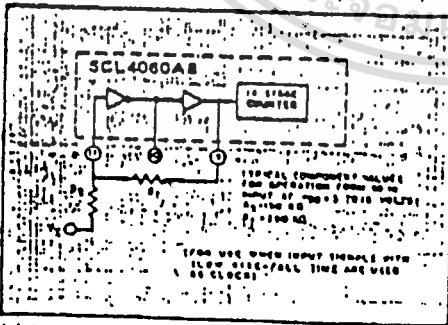
APPLICATIONS INFORMATION



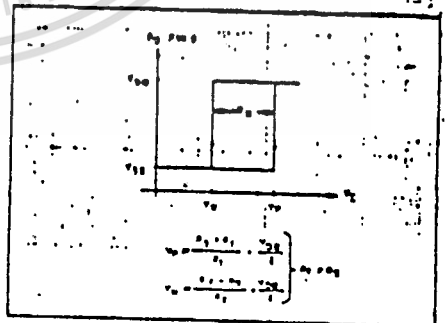
Typical RC oscillator circuit



Typical crystal oscillator circuit



Input pulse-shaping circuit (Schmitt trigger)



Input circuit characteristics for pulse-shaping circuit.



**INFORMATION  
STORAGE  
DEVICES**

# ISD1200/1400 Series

## Single-Chip Voice Record/Playback Devices 10-, 12-, 16-, and 20-Second Durations

### GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD1200/1400 ChipCorder™ Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions to short duration messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone pre-amplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, and speaker amplifier. A minimum record/playback subsystem can be configured with a microphone, a speaker, several passives, two push-buttons, and a power source.

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

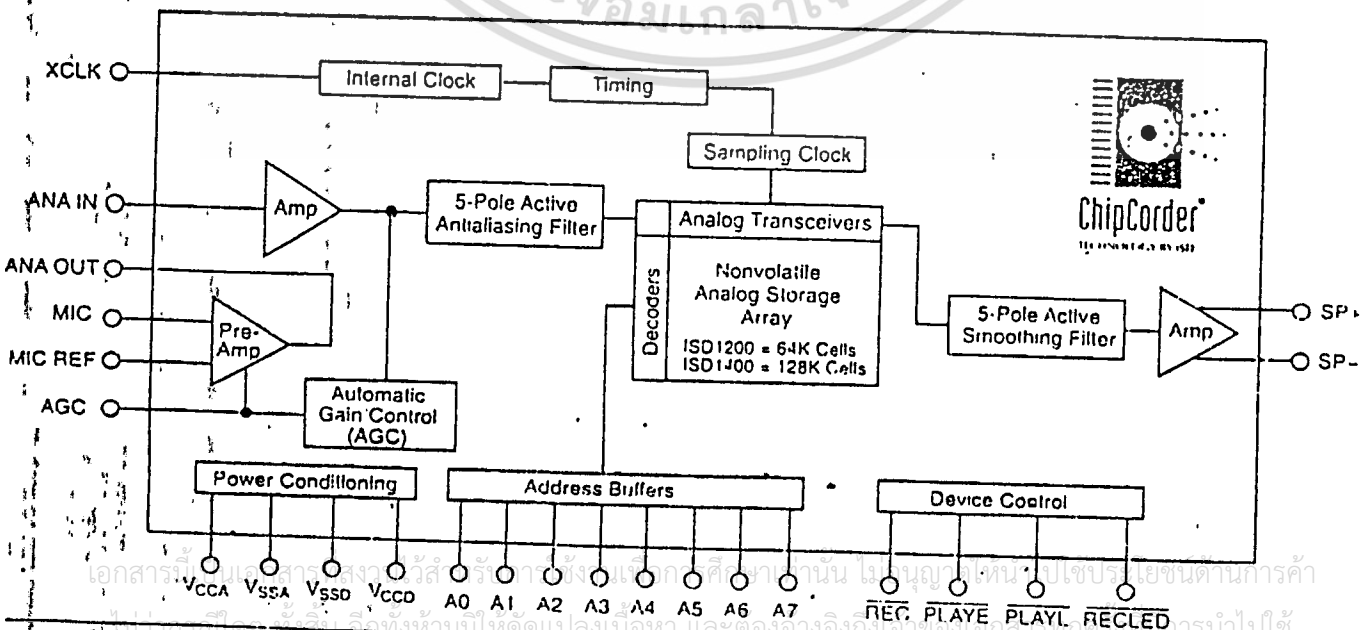
### ISD1200/1400 SERIES SUMMARY

Part Number	Minimum Duration (Seconds)	Maximum Input Sample Rate (KHz)	Upper Pass Band (KHz)
ISD1210	10	6.4	2.7
ISD1212	12	5.3	2.3
ISD1416	16	8.0	3.4
ISD1420	20	6.4	2.7

### FEATURES

- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
  - No external ICs required
  - Minimizes external components
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Push-button interface
  - Playback can be edge- or level-activated
- Zero-power message storage
  - Eliminates battery backup circuits
- 100-year message retention (typical)
- 100 K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- No programmer or development system needed
- Fully addressable to handle multiple messages
- Automatic power-down mode
  - Enters standby mode immediately following a record or playback cycle
  - Standby current 0.5 uA (typical)
- Single power supply
- Available in DIP, SOIC, and die form for Chip-on-Board (COB) Module assembly

### ISD1200/1400 SERIES BLOCK DIAGRAM



## DETAILED DESCRIPTION

### Basic Operation

The ISD1200/1400 ChipCorder Series devices are controlled by a single signal,  $\overline{REC}$ , and either of two push-button control playback signals,  $\overline{PLAYE}$  (edge-activated playback), and  $\overline{PLAYL}$  (level-activated playback). The ISD1200/1400 parts are configured for simplicity of design in a single-message application. Using the address lines will allow multiple message applications. Device operation is explained on page 4.

### Speech Quality

ISD's patented DAST technology provides natural record and playback. The input voice signals are stored directly in nonvolatile EEPROM cells, and reproduced without the synthetic effect often heard with digital solid-state speech solutions. A complete sample is stored in a single cell, minimizing the memory necessary to store a recording of a given duration.

### Automatic Power-Down Mode

At the end of a playback or record cycle, the ISD1200/1400 Series devices automatically return to a low-power standby mode, consuming typically  $0.5 \mu\text{A}$ . During a playback cycle, the device powers down automatically at the end of the message. During a record cycle, the device powers down immediately after  $\overline{REC}$  is released HIGH.

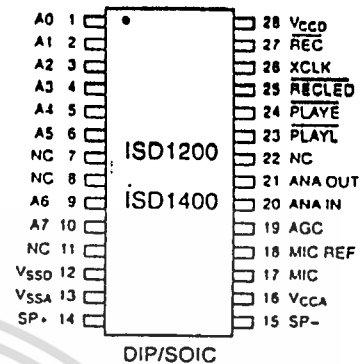
### Addressing (optional)

In addition to providing simple message playback, the ISD1200/1400 Series provides a full addressing capability.

The ISD1200 Series storage array has 80 distinct addressable segments, while the ISD1400 Series storage array has 160 distinct addressable segments, providing the following resolutions.

Part Number	Resolution
ISD1210	125 ms
ISD1212	150 ms
ISD1416	100 ms
ISD1420	125 ms

## ISD1200/1400 SERIES PINOUTS



Note: NC means Must Not Connect

### PIN DESCRIPTIONS

Note: The  $\overline{REC}$ ,  $\overline{PLAYL}$ , and  $\overline{PLAYE}$  signals are all debounced for 50 ms. on the rising edge to prevent a false retriggering from a push-button switch.

#### Record ( $\overline{REC}$ )

The  $\overline{REC}$  input is an active-LOW record signal. The device records whenever  $\overline{REC}$  is LOW. This signal must remain LOW for the duration of the recording.  $\overline{REC}$  takes precedence over either playback ( $\overline{PLAYE}$  or  $\overline{PLAYL}$ ) signal. If  $\overline{REC}$  is pulled LOW during a playback cycle, the playback immediately ceases and recording begins.

A record cycle is completed when  $\overline{REC}$  is pulled HIGH. An end-of-message marker is internally recorded, enabling a subsequent playback cycle to terminate appropriately. The device automatically powers down to standby mode when  $\overline{REC}$  goes HIGH.

#### Playback, Edge-Activated ( $\overline{PLAYE}$ )

When a LOW-going transition is detected on this input signal, a playback cycle begins. Playback continues until an end-of-message marker is encountered or the end of the memory space is reached. Upon completion of the playback cycle, the device automatically powers down into standby mode. Taking  $\overline{PLAYE}$  HIGH during a playback cycle will not terminate the current cycle.

#### Playback, Level-Activated ( $\overline{PLAYL}$ )

When this input signal transitions from HIGH to LOW, a playback cycle is initiated. Playback continues until  $\overline{PLAYL}$  is pulled HIGH, an end-of-message marker is detected, or the end of the device space is reached. The device automatically powers down to standby mode upon completion of the playback cycle.

Note: In playback, if either  $\overline{PLAYE}$  or  $\overline{PLAYL}$  is held LOW during EOM or OVERFLOW, the device will still enter

standby and the internal oscillator and timing generator will stop. However, the rising edge of  $\overline{\text{PLAYE}}$  and  $\overline{\text{PLAYL}}$  will no longer be debounced and any subsequent falling edge present on the input pins will initiate another playback.

#### Record LED Output ( $\overline{\text{RELED}}$ )

The output  $\overline{\text{RELED}}$  is LOW during a record cycle. It can be used to drive an LED to provide feedback that a record cycle is in progress. In addition,  $\overline{\text{RELED}}$  pulses LOW momentarily when an end-of-message marker is encountered in a playback cycle.

#### Microphone Input (MIC)

The microphone is usually AC-coupled to this pin via a series capacitor. The user-selectable value of the input series capacitor (together with the 10K ohm resistance internal to the chip) determines the low-frequency cutoff for the ISD1200/1400 Series passband.

#### Microphone Reference (MIC REF)

When MIC REF is AC-coupled to the microphone ground, the recorded noise level is significantly reduced. Ground noise is referenced to the preamplifier. If this pin is not used, it must **NOT** be connected to any signal or voltage. It must float.

#### Analog Output (ANA OUT)

The microphone signal is amplified and is output to the ANA OUT pin. The voltage gain of the preamp is determined by the voltage level at the Automatic Gain Control (AGC) pin. The preamplifier has a maximum gain of about 24 dB for small input signal levels.

#### Analog Input (ANA IN)

The external capacitor connects ANA IN to the ANA OUT pin. The value of the external capacitor, together with the 3 K $\Omega$  input impedance at ANA IN, can be chosen to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. The ANA IN pin may also be used to input alternative sources of analog signals (instead of the microphone signal) through a coupling capacitor.

#### Automatic Gain Control (AGC)

The purpose of the AGC is to dynamically adjust the preamplifier gain, and therefore extend the range of input signals which can be applied to the microphone input without causing distortion. The AGC can considerably extend the range of recordable sound from whispers to loud voices. To use the AGC feature, an external resistor and capacitor should be connected in

parallel between the AGC pin and Ground. Recommended values are 470 K $\Omega$  and 4.7  $\mu\text{F}$ . The "attack" time of the gain control is determined by the source resistance (5 K $\Omega$ ) and the external capacitor. The "release" time is determined by the external resistor and capacitor. For AGC voltages of 1.5 Volts and below, the preamplifier is at its maximum gain of 24 dB. Reduction in preamplifier gain occurs for voltages of approximately 1.8 Volts. If the AGC function is not desired, the AGC pin can be tied to Ground and the preamplifier gain will be held at its highest level of approximately 24 dB.

If operating at voltages above 5.5 V, insert a 5.1 K $\Omega$  resistor in series with the capacitor from pin 20 to pin 21 to minimize distortion.

#### Speaker Outputs (SP+, SP-)

The SP+ and SP- pins provide direct drive for loudspeakers with impedances as low as 16 ohms. A single output may be used, but, for direct-drive loudspeakers, the two opposite-polarity outputs provide an improvement in output power of up to four times over a single-ended connection. Furthermore, when SP+ and SP- are used, a speaker-coupling capacitor is not required. A single-ended connection will require an AC-coupling capacitor between the SP pin and the speaker. The speaker outputs are in a high-impedance state during a record cycle, and held at  $V_{SSA}$  during Power Down.

#### Optional External Clock (XCLK)

This signal is normally tied to ground in applications circuits. If, however, greater timing precision is desired, (internal clock has  $\pm 2.5\%$  tolerance over temperature and voltage range), the chip can be externally clocked through this pin. If the XCLK is not used, this input should be connected to ground.

#### $V_{CCA}$ and $V_{CCD}$

Analog and digital circuits internal to the ISD1200/1400 Series use separate power buses to minimize noise on the chip. These power buses are brought out to separate pins on the package and should be tied together as close to the supply as possible. It is important that the power supply be decoupled as close as possible to the package.

#### $V_{SSA}$ and $V_{SSD}$ (Ground)

Similar to  $V_{CCA}$  and  $V_{CCD}$ , the analog and digital circuits internal to the ISD1200/1400 Series use separate ground buses to minimize noise. These pins should be tied together as close as possible to the device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

TABLE 1. OPERATIONAL MODES

Address Ctrl. (HIGH)	Function	Typical Use	Jointly* Compatible
A0	Message cueing	Fast-forward through messages	A4
A1	Delete $\overline{\text{EOM}}$ markers	Position $\overline{\text{EOM}}$ marker at the end of the last message	A3, A4
A2	Unused		
A3	Looping	Continuous playback from Address 0	A1-
A4	Consecutive addressing	Record/Play multiple consecutive messages	A0, A1
A5	Unused		

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

### Address Inputs (A0-A7)

The Address Inputs have two functions, depending upon the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address.

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

### OPERATIONAL MODES

The ISD1200/1400 Series is designed with several built-in operational modes provided to allow maximum functionality with a minimum of additional components, described in detail below. The operational modes use the address pins on the ISD1200/1400 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH, the remaining address signals are interpreted as mode bits and NOT as address bits. Therefore, operational modes and direct addressing are not compatible and cannot be used simultaneously.

There are two important considerations for using operational modes. First, all operations begin initially at address 0, which is the beginning of the ISD1200/1400 address space. Later operations can begin at other address locations, depending on the operational mode(s) chosen. In addition, the address pointer is reset to 0 when the device is changed from Record to Playback, Playback to Record, or when a Power-Down cycle is executed.

Second, an Operational Mode is executed when any of the control inputs,  $\overline{\text{PLAYE}}$ ,  $\overline{\text{PLAYL}}$ , or  $\overline{\text{REC}}$ , go LOW and the two MSBs are HIGH. This Operational Mode remains in effect until the next LOW-going control input signal, at which point the current address/mode levels are sampled and executed.

(Note: The two MSBs are on pins 9 and 10 for each ISD1200/1400 Series member.)

### OPERATIONAL MODE DESCRIPTIONS

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

#### A0 — Message Cueing ( $\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$ only)

Message Cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical addresses of each message. Each control input LOW pulse causes the internal address pointer to skip to the next message. This mode should be used for Playback only, and is typically used with the A4 Operational Mode.

#### A1 — Delete $\overline{\text{EOM}}$ Markers ( $\overline{\text{REC}}$ only)

The A1 Operational Mode allows sequentially recorded messages to be concatenated into a single message with only one  $\overline{\text{EOM}}$  marker set at the end of the combined message. When this operational mode is configured, messages recorded sequentially are played back as one continuous message.

#### A2 — Unused

#### A3 — Message Looping ( $\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$ only)

The A3 Operational Mode allows for the automatic, continuously repeated playback of the message located at the beginning of the address space. A message CAN completely fill the ISD1200/1400 device and will loop from beginning to end.

#### A4 — Consecutive Addressing

During normal operations, the address pointer will reset when a message is played through to an  $\overline{\text{EOM}}$  marker. The A4 Operational Mode inhibits the address pointer reset, allowing messages to be played back consecutively.

#### A5 — Unused

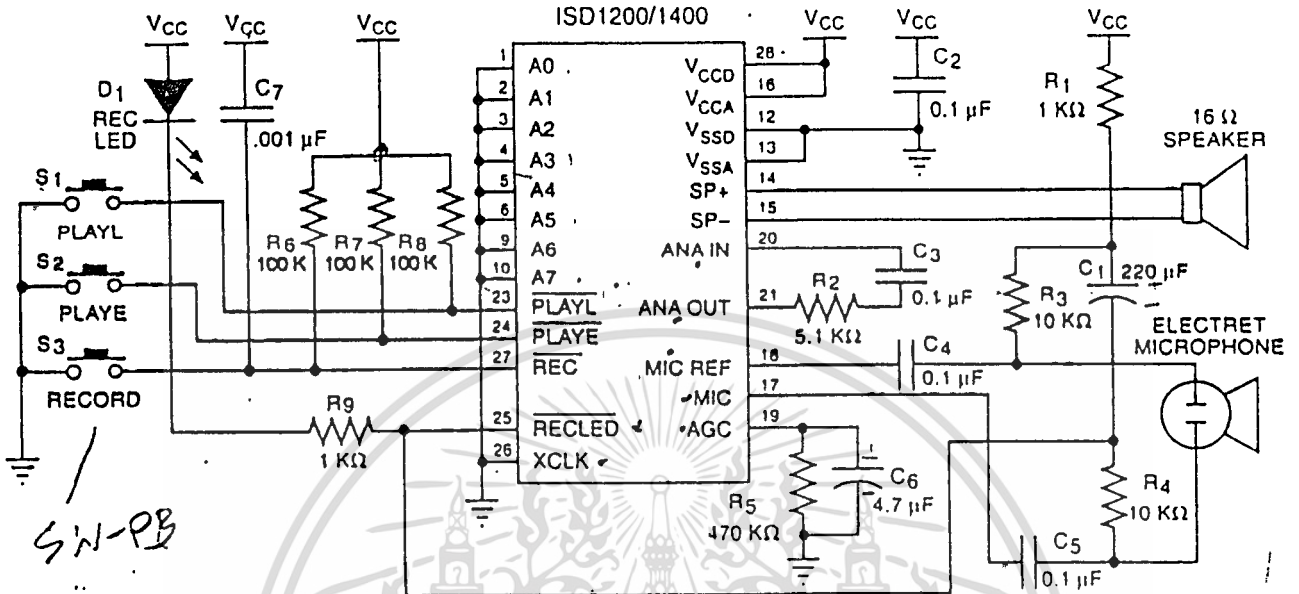
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งนั้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัท

Single-Chip Solutions That Speak For Themselves™

December, 1983

APPLICATION SCHEMATIC



SN-PB

Note: ISD Application Notes and Design Manual available

FUNCTIONAL DESCRIPTION EXAMPLE

The following example operating sequence demonstrates the functionality of the ISD1200/1400 Series devices.

1. Record a message filling the address space.

Pulling the REC signal LOW initiates a record cycle from the beginning of the message space. If REC is held LOW, the recording continues until the message space has been filled. Once the message space is filled, recording ceases. The device will automatically power down after REC is pulled HIGH.

2. Edge-activated playback.

Pulling the PLAYE signal LOW initiates a playback cycle from the beginning of the message space. The rising edge of PLAYE has no effect on operation. If a recording has filled the message space, the entire message is played. When the device reaches the end of the message space, it automatically powers down. A subsequent falling edge on PLAYE initiates a new play cycle from the start address.

3. Level-activated playback.

Pulling the PLAYL signal LOW initiates a playback cycle from the beginning of the message space. If PLAYL remains LOW, the device plays through to the end of the message and subsequently enters the power-down mode.

4. Level-activated playback (truncated).

If PLAYL is pulled HIGH any time during the playback cycle, the device stops playing and enters the power-down mode. A subsequent falling edge on PLAYL initiates a new play cycle from the start address.

5. Record (interrupting playback).

The REC signal takes precedence over other operations. Any LOW-going transition on REC initiates a new record operation from the beginning of the start address, regardless of any current operation in progress.

6. Record a message, partially filling the address space.

A record operation need not fill the entire message space. Releasing the REC signal HIGH before filling the message space causes the recording to stop and an end-of-message marker to be placed. The device powers down automatically.

7. Play back a message, partially filling the address space.

Pulling the PLAYE or PLAYL signal LOW initiates a playback cycle which is then completed when the end-of-message marker is encountered. Playback ceases and the device powers down.

8. RECLED operation.

The RECLED output pin provides an active-LOW signal which can be used to drive an LED as a "record in progress" indicator. It returns to a HIGH state when the REC pin is released HIGH or when the recording is completed due to the message space being filled.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาและการวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำมาใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## APPLICATIONS NOTE

Some users may experience an unexpected recording taking place when their circuit is powered up, or the batteries are changed and  $V_{CC}$  rises faster than REC. This undesired recording prevents playback of the previously recorded message. A spurious End Of Message (EOM) marker appears at the very beginning of the memory, preventing access to the original message, and nothing is played.

To prevent this occurrence, place a capacitor (approx. .001  $\mu$ F) between the control pin ( $\overline{REC}$ ) and  $V_{CC}$ . This pulls

the control pin voltage up with  $V_{CC}$  as it rises. Once the voltage is HIGH, the pull-up device will keep the pin HIGH until intentionally pulled LOW, preventing the false EOM marker.

Since this anomaly is dependent upon factors such as the capacitance of the user's printed circuit board, not all circuit designs will exhibit the spurious marker. It is recommended, however, that the capacitor is included for design reliability. A more detailed explanation and resolution of this occurrence is described in the ISD Application Notes and Design Manual.

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (ISD1200/1400 SERIES - PACKAGED)

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

Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability.

## DC PARAMETERS (ISD1200/1400 SERIES - PACKAGED)

Operating Conditions:  $T_A = 0^\circ$  to  $70^\circ$  C,  $V_{CC} = 4.5$  V to  $6.5$  V <sup>(1)</sup>,  $V_{SS} = 0$  V <sup>(2)</sup>; unless otherwise noted

Symbol	Parameters	Min	Typ <sup>(3)</sup>	Max	Units	Conditions
$V_{IL}$	Input Low Voltage			0.8	V	
$V_{IH}$	Input High Voltage	2.4			V	
$V_{OL}$	Output Low Voltage			0.4	V	$I_{OL} = 4.0$ mA
$V_{OH}$	Output High Voltage	2.4			V	$I_{OH} = -1.6$ mA
$I_{CC}$	$V_{CC}$ Current @ 5.5 V (Operating)		.15	30	mA	$V_{CC} = 5.5$ V, $R_{EXT} = \infty$ <sup>(4)</sup>
$I_{CC}$	$V_{CC}$ Current @ 6.5 V (Operating)		15	35	mA	$V_{CC} = 6.5$ V, $R_{EXT} = \infty$ <sup>(4)</sup>
$I_{SB}$	$V_{CC}$ Current (Standby)		0.5	10	$\mu$ A	<sup>(1)</sup> <sup>(5)</sup>
$I_{IL}$	Input Leakage Current			$\pm 1$	$\mu$ A	<sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>
$I_{ILPD}$	Input Current HIGH w/Pull Down			130	$\mu$ A	Force $V_{CC}$ <sup>(6)</sup> <sup>(7)</sup>
$R_{EXT}$	Output Load Impedance	16			$\Omega$	Speaker Load
$R_{MIC}$	Preamp In Input Resistance		10		K $\Omega$	Pins 17, 18
$R_{ANA IN}$	Ana In Input Resistance		3		K $\Omega$	
$A_{PRE1}$	Preamp Gain 1		24		dB	AGC = 0.0 V
$A_{PRE2}$	Preamp Gain 2		-45	-15	dB	AGC = 2.5 V
$A_{ARP}$	Ana In to SP +/-		22		dB	
$R_{ACC}$	AGC Output Resistance		5		K $\Omega$	
$I_{PREH}$	Preamp Out Source		-2		mA	@ $V_{OUT} = 1.0$ V
$I_{PREL}$	Preamp In Sink		0.5		mA	@ $V_{OUT} = 2.0$ V

Notes: 1.  $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$ .

2.  $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSP}$ .

3. Typical values @  $T_A = 25^\circ$  C and 5.0 V.

4.  $V_{CCA}$  and  $V_{CCD}$  connected together.

5.  $\overline{REC}$ ,  $\overline{PLAYL}$ , and  $\overline{PLAYE}$  must be  $V_{CCD}$ .

6. Pin 26.

7. Applies only to ISD1200 and ISD1400 future version (see page 13).

**PARAMETERS (ISD1200/1400 SERIES - PACKAGED)**Operating Conditions:  $T_A = 0^\circ$  to  $70^\circ$  C,  $V_{CC} = 4.5$  V to  $6.5$  V <sup>(1)</sup>,  $V_{SS} = 0$  V <sup>(2)</sup>; unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Min	Typ <sup>(3)</sup>	Max	Units	Conditions
THD	Total Harmonic Distortion		1		%	@ 1 KHz
T <sub>LED1</sub>	RECLED ON Delay		5		µsec	
T <sub>LED2</sub>	RECLED OFF Delay		48.6		nsec	
T <sub>S</sub>	A3 Loop Setup Time	300			nsec	
T <sub>H</sub>	A3 Loop Hold Time	0			nsec	
T <sub>RPUD</sub>	Record Power-Up Delay		32		msec	
T <sub>RPDD</sub>	Record Power-Down Delay		32		nsec	
T <sub>PPUD</sub>	Play Power-Up Delay		32		msec	
T <sub>PPDD</sub>	Play Power-Down Delay		8.1		msec	
P <sub>OUT</sub>	Speaker Output Power		12.2		mW	R <sub>EXT</sub> = 16 Ω
V <sub>OUT</sub>	Voltage Across Speaker Pins		1.25	2.5	V p-p	R <sub>EXT</sub> = 600 Ω
V <sub>IN1</sub>	MIC Input Voltage			20	mV	Peak-to-Peak <sup>(4)</sup>
V <sub>IN2</sub>	ANA IN Input Voltage			50	mV	Peak-to-Peak

**AC PARAMETERS**

Symbol	Characteristic	ISD-1210	ISD-1212	ISD-1416	ISD-1420	Units	Conditions
F <sub>S</sub>	Sampling Frequency (max)	6.4	5.3	8	6.4	KHz	Internal Oscillator
BW	Bandwidth (max)	2.7	2.3	3.4	2.7	KHz	3 dB Roll-Off Point <sup>(5)</sup>
T <sub>RPW</sub>	Record Pulse Width (max)	10	12	16	20	sec.	
T <sub>PLAY</sub>	Playback Duration (min)	10	12	16	20	sec.	
T <sub>LED2</sub>	RECLED OFF Delay	48.6	58.3	38.9	48.6	nsec	<sup>(6)</sup>
T <sub>RIUD</sub>	Rec. Power-Up Delay	32	39	26	32	nsec	<sup>(6)</sup>
T <sub>RPDD</sub>	Rec. Power-Down Delay	32	39	26	32	msec	<sup>(6)</sup>
T <sub>AUD</sub>	Play Power-Up Delay	32	39	26	32	nsec	<sup>(6)</sup>
T <sub>PPDD</sub>	Play Power-Down Delay	8.1	9.7	6.5	8.1	nsec	<sup>(6)</sup>

Notes: 1.  $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$ .2.  $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$ .3. Typical values @  $T_A = 25^\circ$  C, 5.0 V, and 6.2 KHz sample rate.

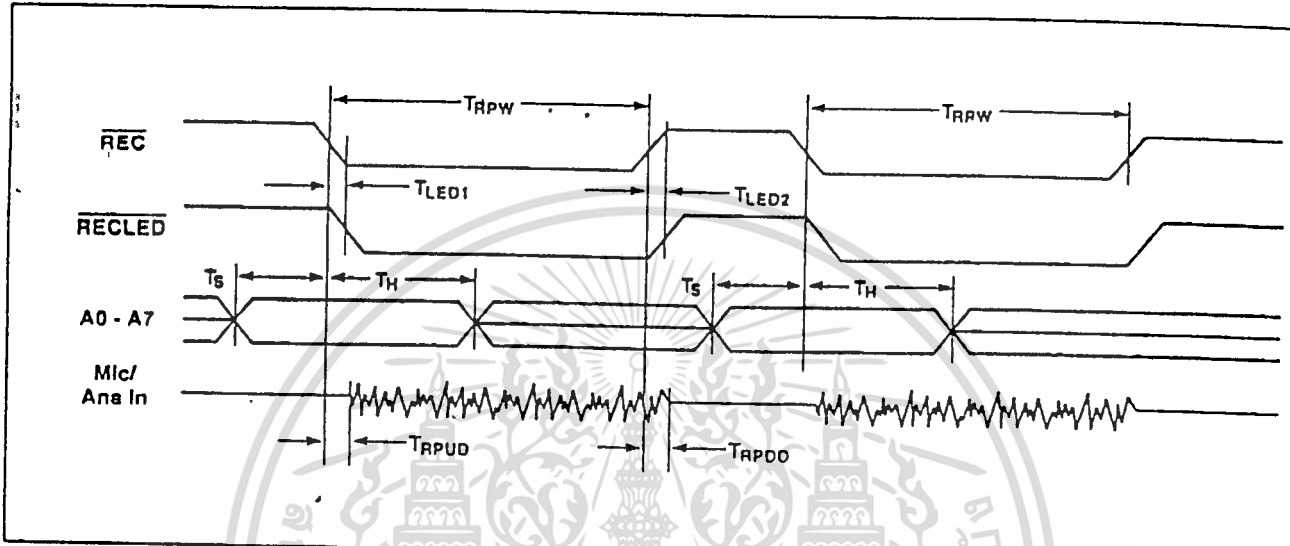
4. With 12 KΩ series resistor at ANA IN.

5. Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).

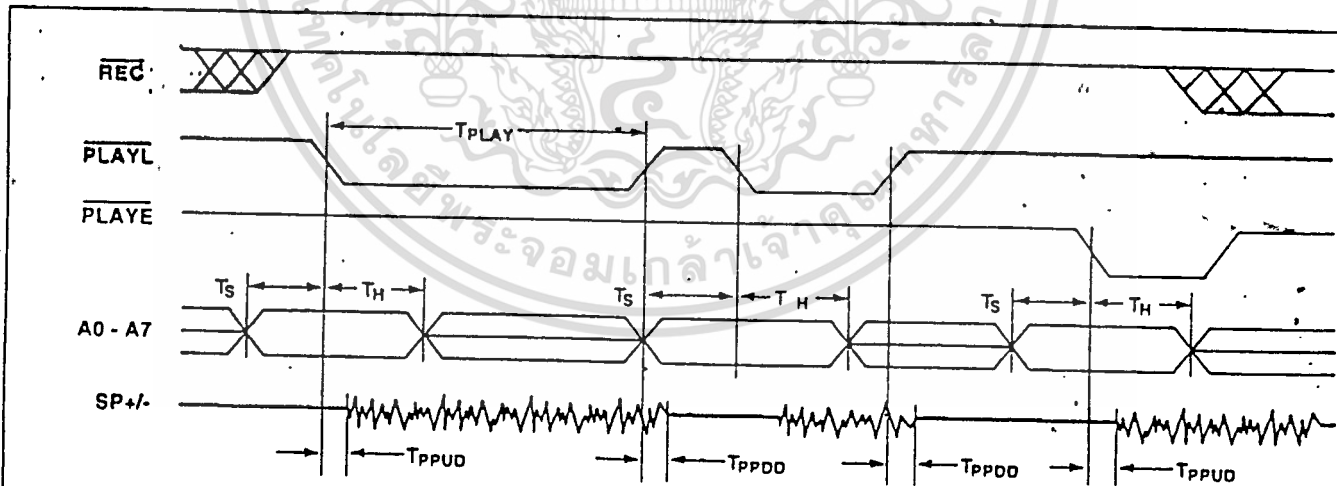
6. Typical values @  $T_A = 25^\circ$  C and 5.0 V.

**TIMING DIAGRAMS (ISD1200/1400 SERIES - PACKAGED)**

**RECORD**



**PLAYBACK**



Note:  $\overline{REC}$  must be HIGH for the entire duration of a playback cycle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (ISD1200X/1400X SERIES - UNPACKAGED DIE)

Condition	Value
Storage temperature range	-65°C to 150°C
Voltage applied to any pin	(V <sub>SS</sub> - 0.3 V) to (V <sub>CC</sub> + 0.3 V)
Voltage applied to any pin Input current limited to ±20 mA	(V <sub>SS</sub> - 1.0 V) to (V <sub>CC</sub> + 1.0 V)
V <sub>CC</sub> - V <sub>SS</sub>	-0.3 V to +7.0 V

Conditions above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability.

## PARAMETERS (ISD1200X/1400X SERIES - UNPACKAGED DIE)

Operating Conditions: T<sub>A</sub> = 0° to 50° C (ambient), V<sub>CC</sub> = 4.5 V to 6.5 V<sup>(1)</sup>, V<sub>SS</sub> = 0 V<sup>(2)</sup>; unless otherwise noted

Symbol	Parameters	Min	Typ <sup>(3)</sup>	Max	Units	Conditions
V <sub>IL</sub>	Input Low Voltage			0.8	V	
V <sub>IH</sub>	Input High Voltage	2.4			V	
V <sub>OL</sub>	Output Low Voltage			0.4	V	I <sub>OL</sub> = 4.0 mA
V <sub>OIH</sub>	Output High Voltage	2.4			V	I <sub>OIH</sub> = 1.6 mA
I <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub> Current @ 5.5 V (Operating)		15	30	mA	V <sub>CC</sub> = 5.5 V, R <sub>EXT</sub> = ∞ <sup>(4)</sup>
I <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub> Current @ 6.5 V (Operating)		15	35	mA	V <sub>CC</sub> = 6.5 V, R <sub>EXT</sub> = ∞ <sup>(4)</sup>
I <sub>SB</sub>	V <sub>CC</sub> Current (Standby)		0.5	10	μA	(4) (5)
I <sub>IL</sub>	Input Leakage Current			±1	μA	(4) (5)
I <sub>IL(PD)</sub>	Input Current (HIGH w/Pull Down)			130	μA	Force V <sub>CC</sub> <sup>(6) (7)</sup>
R <sub>EXT</sub>	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R <sub>MIC</sub>	Preamplifier Input Resistance		10		KΩ	Pins 17, 18
R <sub>ANA IN</sub>	Analog Input Resistance		3		KΩ	
A <sub>PRE1</sub>	Preamplifier Gain 1		24		dB	AGC = 0.0 V
A <sub>PRE2</sub>	Preamplifier Gain 2		-45	-15	dB	AGC = 2.5 V
A <sub>ARP</sub>	Analog Input to SP+/-		22		dB	
R <sub>ACC</sub>	AGC Output Resistance		5		KΩ	
I <sub>PREL</sub>	Preamplifier Output Source		-2		mA	@ V <sub>OUT</sub> = 1.0 V
I <sub>PREL</sub>	Preamplifier Input Sink		0.5		mA	@ V <sub>OUT</sub> = 2.0 V

Notes: 1. V<sub>CC</sub> = V<sub>CCA</sub> = V<sub>CCD</sub>.

2. V<sub>SS</sub> = V<sub>SSA</sub> = V<sub>SSD</sub>.

3. Typical values @ T<sub>A</sub> = 25° C and 5.0 V.

4. V<sub>CCA</sub> and V<sub>CCD</sub> connected together.

5. REC, PLAYL, and PLAYE must be V<sub>CCD</sub>.

6. Pin 26.

7. Applies only to ISD1200 and ISD1400 future version (see page 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**PARAMETERS (ISD1200X/1400X SERIES - UNPACKAGED DIE)**

Operating Conditions:  $T_A = 0^\circ$  to  $50^\circ$  C (ambient),  $V_{CC} = 4.5$  V to  $6.5$  V <sup>(1)</sup>,  $V_{SS} = 0$  V <sup>(2)</sup>; unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Min	Typ <sup>(3)</sup>	Max	Units	Conditions
THD	Total Harmonic Distortion		1		%	@ 1 KHz
T <sub>LED1</sub>	RECLED ON Delay		5		μsec	
T <sub>LED2</sub>	RECLED OFF Delay		48.6		msec	
T <sub>S</sub>	A3 Loop Setup Time	300			nsec	
T <sub>H</sub>	A3 Loop Hold Time	0			nsec	
T <sub>RPUD</sub>	Record Power-Up Delay		32		msec	
T <sub>RPDD</sub>	Record Power-Down Delay		32		msec	
T <sub>PPUD</sub>	Play Power-Up Delay		32		msec	
T <sub>PPDD</sub>	Play Power-Down Delay		8.1		msec	
P <sub>OUT</sub>	Speaker Output Power		12.2		mW	R <sub>EXT</sub> = 16 Ω
V <sub>OUT</sub>	Voltage Across Speaker Pins		1.25	2.5	V p-p	R <sub>EXT</sub> = 600 Ω
V <sub>IN1</sub>	MIC Input Voltage			20	mV	Peak-to-Peak <sup>(4)</sup>
V <sub>IN2</sub>	ANA IN Input Voltage			50	mV	Peak-to-Peak

**AC PARAMETERS**

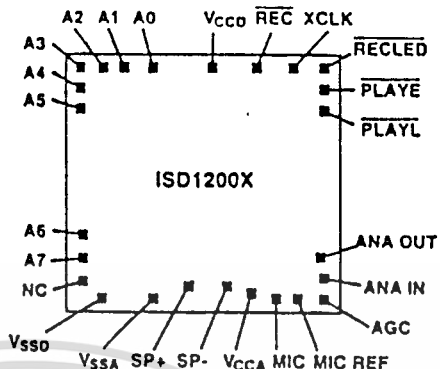
Symbol	Characteristic	ISD-1210	ISD-1212	ISD-1416	ISD-1420	Units	Conditions
F <sub>S</sub>	Sampling Frequency (max)	6.4	5.3	8	6.4	KHz	Internal Oscillator
BW	Bandwidth (max)	2.7	2.3	3.4	2.7	KHz	3 dB Roll-Off Point <sup>(5)</sup>
T <sub>RPW</sub>	Record Pulse Width (max)	10	12	16	20	sec.	
T <sub>PLAY</sub>	Playback Duration (min)	10	12	16	20	sec.	
T <sub>LED2</sub>	RECLED OFF Delay	48.6	58.3	38.9	48.6	msec	<sup>(6)</sup>
T <sub>RPUD</sub>	Rec. Power-Up Delay	32	39	26	32	msec	<sup>(6)</sup>
T <sub>RPDD</sub>	Rec. Power-Down Delay	32	39	26	32	msec	<sup>(6)</sup>
T <sub>PPUD</sub>	Play Power-Up Delay	32	39	26	32	msec	<sup>(6)</sup>
T <sub>PPDD</sub>	Play Power-Down Delay	8.1	9.7	6.5	8.1	msec	<sup>(6)</sup>

- Notes: 1.  $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$ .  
 2.  $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$ .  
 3. Typical values @  $T_A = 25^\circ$  C, 5.0 V, and 6.2 KHz sample rate.  
 4. With 12 KΩ series resistor at ANA IN.  
 5. Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).  
 6. Typical values @  $T_A = 25^\circ$  C and 5.0 V.

**JX DIE BONDING PHYSICAL LAYOUT**

**ISD1200X**

- I. Die Dimensions  
X: 172.2 ±1 mils  
Y: 138.2 ±1 mils
- II. Die Thickness  
21 mils
- III. Pad Opening (min)  
88 x 112 microns  
(3.46 x 4.41 mils)



**ISD1200X PIN/PAD DESIGNATIONS, WITH RESPECT TO DIE CENTER (µm)**

Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis	Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
A0	Address 0	-1364	1589.6	VCCA	VCC Analog Power Supply	780	-1552.4
A1	Address 1	-1648.4	1589.6	MIC	Microphone Input	992	-1590
A2	Address 2	-1816.4	1589.6	MIC REF	Microphone Reference	1169.2	-1590
A3	Address 3	-2013.6	1515.6	AGC	Automatic Gain Control	1978.4	-1590
A4	Address 4	-2013.6	1337.6	ANA IN	Analog Input	2005.6	-1196.4
A5	Address 5	-2013.6	1129.6	ANA OUT	Analog Output	1991.2	-995.2
A6	Address 6	-2013.6	-831.2	PLAYL	Level-Activated Playback	2014.4	1224.4
A7	Address 7	-2013.6	-1022	PLAYE	Edge-Activated Playback	2014.4	1392.8
NC	No Connect	-2013.6	-1361.6	RECLED	Record LED Output	2012.4	1587.6
VSSD	VSS Digital Power Supply	-1893.6	-1588	XCLK	No Connect (optional)	1581.2	1589.6
VSSA	VSS Analog Power Supply	-357.6	-1588	REC	Record	752.8	1589.6
SP+	Speaker Output +	-17.2	-1512.8	VCCD	VCC Digital Power Supply	-48	1545.2
SP-	Speaker Output -	412.4	-1512.8				

*Not: Die dimensions and pin/pad positions may be subject to change. Please contact ISD Sales Offices or Representatives to verify current or future specifications.*

1  
2  
3

4

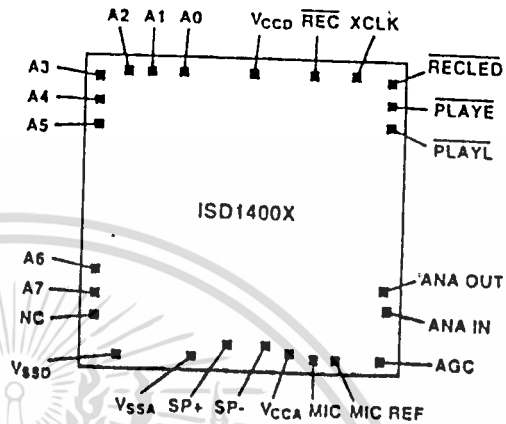
**00X CURRENT DIE BONDING PHYSICAL LAYOUT**

**ISD1400X**

I. Die Dimensions  
 X: 211 ±1 mils  
 Y: 207 ±1 mils

II. Die Thickness  
 21 mils

III. Pad Opening (min)  
 109 microns  
 (4.3 mils)



**00X PIN/PAD DESIGNATIONS, WITH RESPECT TO DIE CENTER (µm)**

Pin Name	X Axis	Y Axis	Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
Address 0	-1712.5	2445.5	VCCA	VCC Analog Power Supply	952.2	-2412
Address 1	-2068	2445.5	MIC	Microphone Input	1217.5	-2459
Address 2	-2278	2445.5	MIC REF	Microphone Reference	1439	-2459
Address 3	-2509.5	2368	AGC	Automatic Gain Control	2450.5	-2410
Address 4	-2509.5	2145.5	ANA IN	Analog Input	2484.5	-1981.5
Address 5	-2509.5	1885.5	ANA OUT	Analog Output	2466.5	-1715.5
Address 6	-2509.5	-1525.5	PLAYL	Level-Activated Playback	2495.5	1989
Address 7	-2509.5	-1764	PLAYE	Edge-Activated Playback	2495.5	2201
No Connect	-2509.5	-2178.5	RECLED	Record LED Output	2493	2443
VSS Digital Power Supply	-2359.5	-2456.5	XCLK	No Connect (optional)	1970	2445.5
VSS Analog Power Supply	-469.5	-2456.5	REC	Record	900	2445.5
Speaker Output +	-29	-2362.5	VCCD	VCC Digital Power Supply	-52.5	2390
Speaker Output -	508	-2362.5				

Die dimensions and pin/pad positions may be subject to change. Please contact ISD Sales Offices or Representatives to verify current or future specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

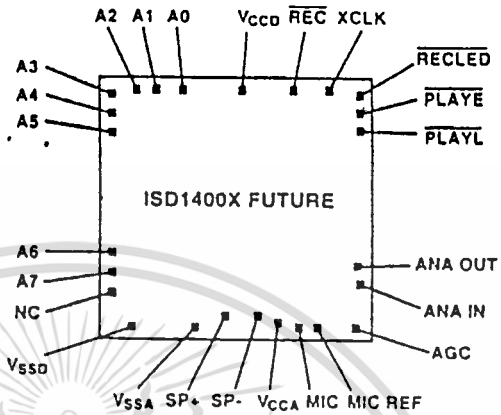
**FUTURE DIE BONDING PHYSICAL LAYOUT**

**ISD1400X FUTURE**

I. Die Dimensions  
 X: 206.3 ± 1 mils  
 Y: 202.3 ± 1 mils

II. Die Thickness  
 21 mils

III. Pad Opening (min)  
 100 x 112 microns  
 (3.9 x 4.4 mils)



**FUTURE PIN/PAD DESIGNATIONS, WITH RESPECT TO DIE CENTER (µm)**

Name	X Axis	Y Axis	Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
Dress 0	-1332.5	1973.8	V <sub>CCA</sub>	V <sub>CC</sub> Analog Power Supply	779.5	-1936.2
Dress 1	-1628.9	1973.8	MIC	Microphone Input	991.5	-1973.8
Dress 2	-1808.9	1973.8	MIC REF	Microphone Reference	1168.7	-1973.8
Dress 3	-2014.1	1910.2	AGC	Automatic Gain Control	1977.9	-1910.6
Dress 4	-2014.1	1722.6	ANA IN	Analog Input	2005.1	-1580.2
Dress 5	-2014.1	1519.8	ANA OUT	Analog Output	1990.7	-1379
Dress 6	-2014.1	-1214.6	PLAYL	Level-Activated Playback	2013.9	1608.6
Dress 7	-2014.1	-1399.8	PLAYE	Edge-Activated Playback	2013.9	1777
Connect	-2014.1	-1745.4	RECLED	Record LED Output	2011.9	1971.8
Digital Power Supply	-1894.1	-1971.8	XCLK	No Connect (optional)	1580.7	1973.8
Analog Power Supply	-358.1	-1971.8	REC	Record	752.3	1973.8
Speaker Output +	-17.7	-1896.6	V <sub>CCD</sub>	V <sub>CC</sub> Digital Power Supply	-48.5	1929.4
Speaker Output -	411.9	-1896.6				

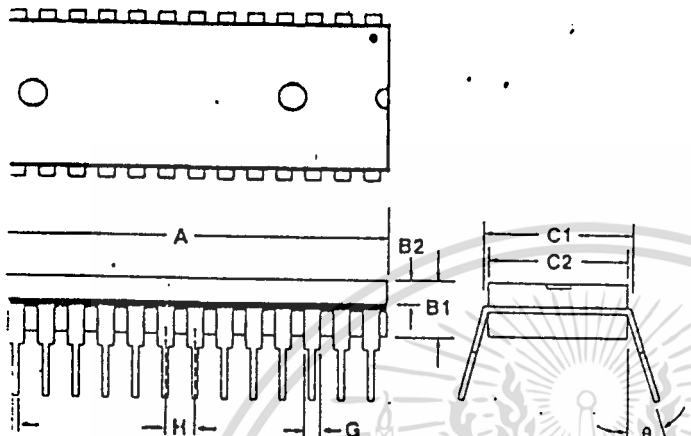
Dimensions and pin/pad positions may be subject to change. Please contact Sales Offices or Representatives to verify current or future specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Single-Chip Solutions That Speak For Themselves™ ISD1200/1400 SERIES

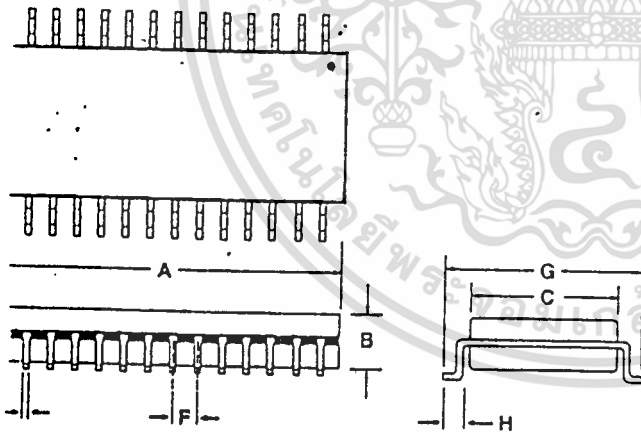
PACKAGE DIAGRAMS

Standard Plastic Dual In-Line Package (DIP) Type P



	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	1.445	1.450	1.455	36.7	36.83	36.95
B1		.150			3.81	
B2	.065	.070	.075	1.65	1.78	1.91
C1	.600		.625	15.24		15.88
C2	.530	.540	.550	13.46	13.72	13.97
D	.115	.120	.125	2.92	3.05	3.18
E	.125	.130	.135	3.18		3.43
F	.015	.018	.022	0.38	0.46	0.56
G	.055	.060	.065	1.40	1.52	1.65
H		.100			2.54	
$\theta$	0°	7°	15°	0°	7°	15°

Standard Plastic Small Outline Package (SOIC) Type J



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

## บรรณานุกรม

1. KENNETH J. AYALA “ The 8051 Microcontroller Architecture Programming And Application ” West Publishing Company.1991
2. การประยุกต์ใช้งาน IC-ISP1420 “เซมิคอนดักเตอร์” ฉบับที่ 118,2535 หน้า 89-92
3. Microcontroller Reference Manual “ SILA RESEARCH”
4. ภาณุวัตร มุกดาพิทักษ์ การสร้างสัญญาณ DTMF “เซมิคอนดักเตอร์” ฉบับที่ 104 2534 หน้า 211-215
5. สุนทร วิทสุรพจน์ “การโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี” บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด (มหาชน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลงได้ต้องขอขอบคุณผู้ให้การช่วยเหลือทุกท่าน โดยเฉพาะอาจารย์  
สมศักดิ์ มีตะถา ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณ ข้อเสนอแนะและข้อมูลในการทำโครงการ  
ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ ที่เป็นกำลังใจและให้คำแนะนำปรึกษาและที่ให้ความช่วยเหลือ  
ตลอดจนเอกสารที่ใช้ประกอบการทำโครงการนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ให้คำแนะนำ และ  
ความสะดวกในการยืมอุปกรณ์และคู่มือที่ใช้ทำโครงการนี้

สุดท้ายขอขอบคุณพ่อแม่ที่ได้ให้กำลังใจในการเรียนเมื่อมีปัญหาและความรักในการอบรม  
เลี้ยงดูจนมีวันนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้