สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

TELEPHONE UNIT CONTROL

T036839

โดย

นางสาว	ลัดดาวัลย์	โอรัญรักษ์	40013344
นาย	วิเชษฐ	ไกรวิทย์	40013345
นาย	วิวรรธน์	แตงเจริญ	40013347

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....36839
วัน, เดือน, ปี 2 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEPHONE UNIT CONTROL

BY

MRS. LADDAWUN ORUNRUG

MR. WICHET KRAIWIT

MR. WIWAT TRANGCHAROEN

PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE BACHELOR'S DEGREE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์		
ชื่อนักศึกษา	นางสาว ลัดดาวัลย์	โอรัญรักษ์	40013344
	นาย วิเชษฐ	ไกรวิทย์	40013345
	นาย วิวรรธน์	แตงเจริญ	40013347
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. นิกร	สุขุตมตันติ	
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม		
ปีการศึกษา	2542		

บทคัดย่อ

เครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นี้ สามารถช่วยในการ เปิด/ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าในระยะไกลได้ โดยผ่านคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งเครื่องนี้ ยังสามารถที่จะตั้งเวลา เปิด/ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ต่อพ่วงอยู่ในระบบโดยแยกจากกันแต่ละช่องได้

เครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์นี้ ประกอบด้วย 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของ soft ware และ ส่วนของ hard ware โดยใช้ microcontroller ตระกูล MCS-51 เบอร์ 89C51 ในการสั่งงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT REPORT TELEPHONE UNIT CONTROL

BY MRS. LADDAWUN ORUNRUG
MR. WICHET KRAIWIT
MR. WIWAT TRANGCHAROEN

DEPARTMENT INDUSTRIAL TECHNOLOGY

PROJECT REPORT ADVISOR ASSOC. PROF. NIKORN SUKUTAMATANTI

ACADEME YEAR 1999

ABSTRACT

TELEPHONE UNIT CONTROL IS USE TO OPEN AND CLOSE THE ELECTRIC DEVICE. IT CAN CONTROL THE ELECTRIC DEVICE THAT IS LONG DISTANCE BY SIGNAL OF TELEPHONE. IT CAN SET TIME TO OPEN AND CLOSE ANY ELECTRIC DEVICE

THIS TELEPHONE UNIT CONTROL HAVE 2 PARTS. IN THE FIRST IS SOFT WARE, IN THE SECOND IS HARD WARE, IT USE MICRO CONTROLLER "MCS-51" NUMBER 89C51 TO CONTROL SYSTEM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์		
ชื่อนักศึกษา	น.ส.	ลัคคาวัลย์	โอรัญรักษ์
	นาย	วิเชษฐ	ไกรวิทย์
	นาย	วิวรรธน์	แตงเจริญ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.	นิกร	สุขุตมตันติ
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม		
ปีการศึกษา	2542		

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT REPORT TELEPHONE UNIT CONTROL

BY MRS. LADDAWUN ORUNRUG
MR. WICHET KRAIWIT
MR. WIWAT TRANGCHAROEN

DEPARTMENT INDUSTRIAL TECHNOLOGY

PROJECT REPORT ADVISOR ASSOC. PROF. NIKORN SUKUTAMATANTI

ACADEME YEAR 1999

PROJECT REPORT COMMITTEE

..... CHAIRMAN
(.....)

..... COMMITTEE
(.....)

..... COMMITTEE
(.....)

..... COMMITTEE
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็เพราะความมุ่งมั่นตั้งใจ และความร่วมมือของเพื่อนๆ ภายในกลุ่ม ที่ต้องการจะให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด รวมทั้งขอบคุณรองศาสตราจารย์นิกร สุขุตมตันติ ที่ให้คำแนะนำทางด้านเทคนิค และการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ และห้องสมุดสถาบัน ห้องสมุดภาควิชา ที่เป็นแหล่งข้อมูลทั้งหมด

คณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

นางสาว ลัดดาวัลย์ โอรัญรักษ์
นาย วิเชษฐ ไกรวิทย์
นาย วิวรรธน์ แตงเจริญ
คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 เครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	1
1.1 บทนำ	1
1.2 Block Diagram การทำงานเบื้องต้นของโครงงาน	1
1.3 ขั้นตอนการทำงานของโครงงานเครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์	3
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎี	4
2.1 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์	4
2.2 การทำงานของลูปท้องถิ่น	4
2.3 การส่งเลขหมายโดยใช้สัญญาณพัลส์	5
2.4 การส่งเลขหมายโดยใช้สัญญาณเสียง	5
2.5 การติดต่อกันระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก	7
2.6 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายในของ MT 8870	11
2.7 ออปโต้คัปเปลอร์	16
2.8 โครงสร้างทางสถาปัตยกรมภายในของ ISD 2590	22
2.9 ทฤษฎีพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	28
บทที่ 3 การออกแบบและการทำงานของวงจร	33
3.1 ส่วนประกอบภายในเครื่อง	33
3.2 การทำงานโดยรวมของวงจร	33
3.3 วงจรภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและยกหูโทรศัพท์	34
3.4 วงจรภาคนับเวลา	35
3.5 วงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF	36
3.6 วงจรภาคบันทึกเสียง	37
3.7 วงจรภาคประมวลผลกลาง	38
3.8 วงจรภาคเอาท์พุท	38
3.9 วงจรภาคจ่ายไฟ	39
3.10 ส่วนของโปรแกรมแสดงในรูป Flow Chart	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Flow Chart 1 แสดงการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง การยก/วาง
หูโทรศัพท์และการป้อนรหัสผ่าน 40
- Flow Chart 2 แสดงการเข้าถึงช่องสัญญาณที่ต้องการควบคุม
และตั้งเวลาภายในเครื่อง 41
- Flow Chart 3 แสดงฟังก์ชั่นในการควบคุมในแต่ละช่องสัญญาณ 42

บทที่ 4 ผลการทดลอง 43
4.1 คำนำ 43
4.2 ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและยกหูโทรศัพท์ 43
4.3 ภาคนับเวลา 45
4.4 ภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF 46
4.5 ภาคบันทึกเสียง 46
เอกสารอ้างอิง
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. วงจรและลายวงจร
ภาคผนวก ข. PROGRAM
ภาคผนวก ค. DATA SHEET
ภาคผนวก ง. การใช้งานและการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 แสดง Block Diagram การทำงานของเครื่องควบคุมและสั่งการ
เครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ 2
รูปที่ 2 แสดงไฟกระแสตรงที่เลี้ยงคู่สายโทรศัพท์ 7
รูปที่ 3 แสดงสัญญาณ DIAL TONE 8
รูปที่ 4 แสดงสัญญาณ BUSY TONE 8
รูปที่ 5 แสดงสัญญาณ RING BACK TONE 9
รูปที่ 6 แสดงสัญญาณ RINGING TONE 9
รูปที่ 7 แสดงสัญญาณ DTMF ที่ได้จากโทรศัพท์ 11
รูปที่ 8 แสดงโครงสร้างภายใน MT 8870 11
รูปที่ 9 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่ 12
รูปที่ 10 แสดงแสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณและการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ 12
รูปที่ 11 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท 14
รูปที่ 12 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่ 14
รูปที่ 13 แสดงรายละเอียดขาของ MT 8870 15
รูปที่ 14 แสดงวงจรใช้งานของ MT 8870 15
รูปที่ 15 แสดงสัญลักษณ์ของออปโต้คัปเปลอร์ แบบต่าง ๆ ซึ่งจะแตกต่าง
จากอุปกรณ์ในส่วนเอาท์พุท 16
รูปที่ 16 แสดงวงจรพื้นฐานของการนำไดรแอกคัปเปลอร์ไปใช้งาน 17
รูปที่ 17 แสดงการใช้งานไดรแอกคัปเปลอร์ 17
รูปที่ 18 แสดงบล็อคไดอะแกรมการควบคุมโหลดแบบแยกกราวด์
ของออปโต้คัปเปลอร์ 18
รูปที่ 19 แสดงการใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ในออปโต้คัปเปลอร์ขับโหลด
โดยตรงในกรณีที่โหลดต้องการกระแสไฟฟ้าไม่สูงมากนัก 18
รูปที่ 20 แสดงการต่อทรานซิสเตอร์ที่เอาท์พุทของออปโต้คัปเปลอร์
เพื่อขับโหลดที่ต้องการกระแสสูง 19
รูปที่ 21 แสดงวงจรควบคุมโหลดไฟสลับที่ใช้ไดรแอกคัปเปลอร์อย่างง่าย 19
รูปที่ 22 แสดงลักษณะการจัดขาใช้งานของ ISD2590 22
รูปที่ 23 แสดงบล็อคไดอะแกรมภายในของ ISD2590 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 24 แสดงวงจรประยุกต์ใช้งานของ ISD 2590 27
รูปที่ 25 แสดงการจัดวางขาของ 8051 28
รูปที่ 26 แสดงการจัดวางขาของ 8255 30
รูปที่ 27 แสดงการเชื่อมโยง 8255 เข้ากับ CPU 32
รูปที่ 28 แสดงการต่อวงจรภาคตรวจสัญญาณกระดิ่งและยกหูโทรศัพท์ 34
รูปที่ 29 แสดงการต่อวงจรภาคนับเวลา 35
รูปที่ 30 แสดงการต่อวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF 36
รูปที่ 31 แสดงการต่อวงจรภาคบันทึกเสียง 37
รูปที่ 32 แสดงการต่อวงจรภาคประมวลผลกลาง 38
รูปที่ 33 แสดงการต่อวงจรภาคเอาท์พุท 38
รูปที่ 34 แสดงการต่อวงจรภาคจ่ายไฟ 39
รูปที่ 35 แสดงลักษณะสัญญาณพัลส์ที่วัดได้ที่จุด 0 43
รูปที่ 36 แสดงลักษณะสัญญาณพัลส์ที่ขา collector 44
รูปที่ 37 แสดงลักษณะสัญญาณ DIAL TONE ที่วัดจากคู่สายของตู้ PABX 45
รูปที่ 38 แสดงลักษณะสัญญาณ BUSY TONE ที่วัดจากคู่สายของตู้ PABX 45
รูปที่ 39 แสดงสัญญาณที่ได้จากการวัดที่ขา 14 , 27 , Output LM 386 47
รูปที่ 40 แสดงวงจรภาคยกหูโทรศัพท์ วงจรนับเวลา ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ก - 1
รูปที่ 41 แสดงวงจรภาคบันทึกเสียงและประมวลผลกลาง ก - 2
รูปที่ 42 แสดงวงจรภาคเอาท์พุท 10 ช่องสัญญาณ ก – 3
รูปที่ 43 แสดงวงจรภาคจ่ายไฟ ก - 4
รูปที่ 44 แสดงลายวงจรภาคยกหูโทรศัพท์ ถอดรหัสสัญญาณ DTMF
และวงจรนับเวลา ก - 5
รูปที่ 45 แสดงการวางอุปกรณ์ภาคยกหูโทรศัพท์ ถอดรหัสสัญญาณ DTMF
และวงจรนับเวลา ก - 6
รูปที่ 46 แสดงลายวงจรภาคประมวลผลกลางและบันทึกเสียง ก - 7
รูปที่ 47 แสดงการวางอุปกรณ์ภาคประมวลผลกลางและบันทึกเสียง ก - 8
รูปที่ 48 แสดงลายวงจรภาคเอาท์พุท 5 ช่องสัญญาณ ก - 9
รูปที่ 49 แสดงการวางอุปกรณ์ภาคเอาท์พุท 5 ช่องสัญญาณ ก - 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 50 แสดงลายวงจรภาคจ่ายไฟ ก – 11
รูปที่ 51 แสดงการวางอุปกรณ์ภาคจ่ายไฟ ก – 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงความถี่ในแต่ละหมายเลขหน้าเครื่องโทรศัพท์ 9

ตารางที่ 2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ 13

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ของรีเลย์ โซลิดสเตตรีเลย์ และออปโต้โซลิดสเตตรีเลย์ 21

ตารางที่ 4 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD 2590 24

ตารางที่ 5 แสดงโหมดต่าง ๆ ของ 8255 31

ตารางที่ 6 แสดงผลเอาท์พุทที่ถอดรหัสออกมาจากความถี่ที่กดคีย์หมายเลขที่แป้นโทรศัพท์ 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
เครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

1.1 บทนำ

เนื่องด้วยในปัจจุบัน วิถีชีวิตของคนไทยเปลี่ยนแปลงไปมาก คนทุกคนเริ่มออกไปทำงานนอกบ้านกันหมด กว่าจะเข้าบ้านก็ค่ำมืด วันทั้งวันจึงไม่มีคนอยู่บ้านเลย สมมุติว่าเราจะต้องการจะเปิดไฟในบ้านไว้สักหน่อย เพราะสมมุติเราต้องกลับบ้านดึกมาก ๆ เพราะการปิดบ้านมืด ๆ ดึก ๆ เป็นที่อันตรายเป็นอย่างยิ่ง เราจึงน่าจะมีใครมาเปิดไฟทิ้งไว้ให้เรา จะใช้ใครได้กันล่ะ คนข้างบ้านก็อาจจะไม่สะดวก จะกลับมาเปิดเองก็คงไม่ดี จึงทำให้เกิดแนวความคิดของโครงงานนี้เกิดขึ้น ว่าน่าจะมีเครื่องอะไรมาคอยเปิด-ปิดไฟในเวลาค่ำมืด ที่ไม่มีใครอยู่บ้าน จึงคิดออกมาเป็นเครื่องเปิด-ปิดไฟในเวลากลางคืนขึ้น โดยใช้อุปกรณ์ Light Dependent Resistance (LDR) เป็นตัวตรวจจับธรรมดา ทีนี้คิดไปคิดมาว่า เจ้าเครื่องนี้มันน่าจะสั่งการให้มันทำอย่างอื่นได้มากกว่านี้ แค่ปิด-เปิดไฟมันธรรมดาไป จึงคิดไปเรื่อย ๆ ให้มันเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ด้วยน่าจะดียิ่ง เช่นให้มันเปิดกาต้มน้ำเตรียมไว้ก่อนที่เราจะกลับมาถึงบ้าน พอเรามาถึงบ้านก็ได้ใช้น้ำร้อนอย่างทันใจ จึงเริ่มมีความคิดต่อมาว่า เราจะสั่งเข้ามาควบคุมได้อย่างไร แล้วก็เริ่มมีแนวความคิดได้ว่า อุปกรณ์ที่เราสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ง่าย ๆ กันอยู่ในปัจจุบันนี้มันคืออะไร แล้วสุดท้ายเราก็ต้องยอมรับกันว่า โทรศัพท์เป็นเครื่องมือสื่อสารที่ติดต่อสื่อสารได้ง่ายที่สุดภายในปัจจุบัน จึงนำโทรศัพท์มาใช้เป็นตัวสื่อกลางของการควบคุมระบบนี้ โดยระบบที่ใช้กับโครงงานจะเป็นโทรศัพท์ในระบบ Dual Tone Multi Frequency (DTMF)

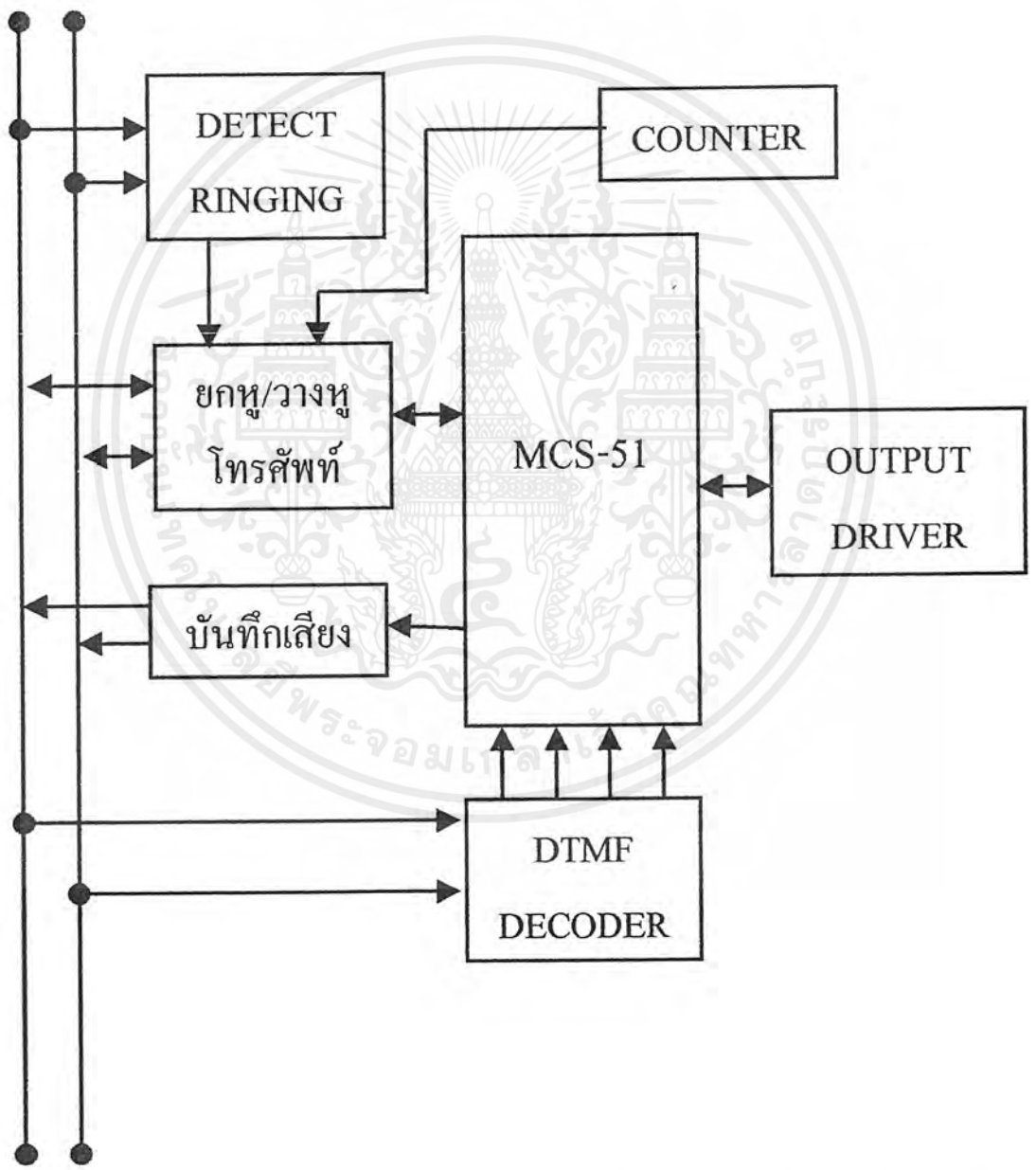
การแปลงสัญญาณ DTMF ในปัจจุบันนี้ก็เป็นเรื่องง่าย เพราะมีไอซีสำเร็จรูปมากมายมาแปลงสัญญาณ DTMF ให้เป็นสัญญาณ Binary ซึ่งในโครงงานนี้ได้นำไอซี decoder DTMF เบอร์ MT8870 มาใช้ เพราะว่ามีคุณสมบัติเพียบพร้อมมากมาย

เดิมทีแล้วโครงงานนี้มีการทำกันมานานแล้ว แต่ในโครงงานนี้จะขอนำมาปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ของโครงงานเก่า ๆ ที่เคยทำมาแล้ว แล้วมีปัญหา โดยจะเริ่มใช้อุปกรณ์ที่เป็นชนิดใหม่ ๆ เช่น เราจะใช้อุปกรณ์ โซลิดสเตต แทนรีเลย์ธรรมดา หรือจากที่เคยใช้เป็นวงจรต่าง ๆ ทั้งวงจร เราก็เริ่มนำไมโครคอนโทรลเลอร์ มาใช้ควบคุม เพราะจะออกแบบได้ง่ายกว่า แล้วก็สามารถคิดแปลงให้ทำงานอย่างอื่นได้มากมาย

1.2 Block Diagram การทำงานเบื้องต้นของโครงงาน

Block Diagram ของการทำงานเบื้องต้นของโครงงาน แสดงให้ดูดังรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แสดง Block diagram การทำงานของเครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขั้นตอนการทำงานของโครงงานเครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

สามารถเรียงลำดับการดำเนินการได้ดังนี้

1. ศึกษาระบบโทรศัพท์ และการใช้งานไมโครคอลโทรลเลอร์
2. ศึกษาตัวสัญญาณที่จะนำมาควบคุมว่าเป็นอย่างไร
3. เริ่มออกแบบ Block Diagram
4. ออกแบบวงจรตาม Block Diagram
5. ทดสอบวงจรพร้อมกับแก้ไขจนใช้งานได้จริง
6. นำแต่ละวงจรย่อย ๆ มาประกอบกัน
7. เขียน Flow Chart ของการทำงานของโปรแกรมควบคุม
8. เขียนโปรแกรมตาม Flow Chart ที่วางไว้
9. เริ่มทำการโปรแกรมลงบน Board ควบคุม
10. ทดสอบการทำงานว่าใช้งานได้จริงหรือไม่
11. แก้ไขส่วนที่บกพร่อง จนทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงงาน

นำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อเสริมความคล่องตัวและอำนวยความสะดวกต่างๆ ได้มากมายดังนี้

1. สามารถควบคุมการปิด-เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์
2. ได้รับความสะดวกสบายในการควบคุมระยะไกล
3. เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบควบคุมการทำงานผ่านทางโทรศัพท์
4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้
5. ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 10 ช่องสัญญาณ
6. สามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์โดยทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นแบบหมุนหรือแบบกดปุ่ม จะต้องมีความสามารถพื้นฐานในการติดต่อสื่อสารดังนี้

- สามารถร้องขอการใช้บริการโทรศัพท์ จากเครือข่ายเมื่อมีการยกหูขึ้น
- แจ้งให้ผู้ใช้บริการว่า เครือข่ายพร้อมให้บริการ โดยส่งสัญญาณเสียงออกทางหูฟังเรียกสัญญาณเสียงดังกล่าวว่า สัญญาณเสียงหมุนเลขหมาย (dial tone)
- ส่งเลขหมายของเครื่องลูกข่ายปลายทางที่ต้องการเรียกไปยังเครือข่าย ซึ่งการป้อนเลขหมาย โดยผู้ใช้บริการเป็นได้ทั้งแบบหมุนหรือแบบกดปุ่ม
- แสดงสถานะของการเชื่อมต่อ โดยใช้สัญญาณเสียงต่างชนิดกัน เช่นสัญญาณรอรับหรือสัญญาณเลขหมายปลายทางไม่ว่าง
- แจ้งสายเข้าโดยใช้สัญญาณกระดิ่ง (ringing) หรือสัญญาณเตือนอื่น ๆ
- แปลงสัญญาณเสียงจากผู้พูด เป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งผ่านเข้าสู่เครือข่ายไปยังเครื่องลูกข่ายปลายทาง และแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจากเครือข่าย เป็นสัญญาณเสียง
- แจ้งเครือข่ายว่า การสนทนาจบสิ้น ในทันทีที่ผู้ทำการเรียกวางหูโทรศัพท์

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ในยุคแรกๆ จะเชื่อมต่อถึงกันโดยไม่ผ่านชุมสายโทรศัพท์ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนเครื่องในขณะนั้นมีอยู่ไม่มาก แต่เมื่อจำนวนเครื่องลูกข่ายมีมากขึ้น มาเชื่อมต่อโดยตรงในลักษณะดังกล่าว ก่อให้เกิดปัญหาในการวางคู่สายซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้น อย่างมหาศาล ทำให้เห็นความจำเป็นในการนำชุมสายโทรศัพท์มาใช้งาน

2.2 การทำงานของลูปท้องถิ่น

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ แต่ละเครื่องจะถูก CO หรือ Central Office ซึ่งภายในประกอบไปด้วยอุปกรณ์สลับสาย อุปกรณ์ควบคุมการรับส่งสัญญาณ และระบบแบตเตอรี่ซึ่งทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องลูกข่าย การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายและ CO จะผ่านทางสายทองแดงสองเส้นต่อหนึ่งวงจร เรียกว่า ลูปท้องถิ่น (Local Loop) โดยมีการเรียกสายเส้นหนึ่งว่า T (มาจากคำว่า TIP) และอีกเส้นหนึ่งว่า R (มาจากคำว่า RING)

อุปกรณ์สลับสายใน CO ทำหน้าที่ตอบสนองการร้องขอเชื่อมต่อวงจรจาก เครื่องลูกข่ายซึ่งส่งเลขหมายปลายทางมาโดยใช้สัญญาณพัลส์ (pulse) หรือสัญญาณเสียง (tone) แล้วแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเครื่องลูกข่าย เมื่อสร้างวงจรสื่อสารขึ้นแล้ว เครื่องลูกข่ายต้นทาง และปลายทาง จะทำการสื่อสารกันโดยผ่านทางหม้อแปลงคัปปลิ้ง ด้วยการใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งถูกป้อนจาก CO ไปยังเครื่องลูกข่ายแต่ละด้าน

ในช่วงปกติที่มิได้มีการสนทนาหูโทรศัพท์ (handset) จะถูกวางไว้บนแท่นวาง น้ำหนักของหูโทรศัพท์ จะกดลงบนสวิทช์ตัดต่อทำให้สวิทเปิดวงจร เรียกภาวะดังกล่าวว่า "on-hook" วงจรระหว่างเครื่องลูกข่าย และ CO จะถูกแยกออกจากกัน ยกเว้นวงจรในส่วนสัญญาณกริ่ง ของเครื่องลูกข่ายเท่านั้นที่มิได้ต่อผ่านสวิทช์ตัดต่อ โดยมีคาปาซิเตอร์ C ทำหน้าที่ป้องกันมิให้ไฟฟ้ากระแสตรงไหนผ่านวงจร แต่จะยอมให้สัญญาณเรียกจากชุมสาย ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสสลับผ่านได้เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไฟตรงไหลจาก CO มายังเครื่องลูกข่าย

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สปริงซึ่งติดตั้งอยู่กับสวิทช์ตัดต่อ จะดันสวิทช์ขึ้น ทำให้เกิดการปิดวงจร วงจรเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายและ CO เกิดการครบวงจร ทำให้มีกระแสไฟตรงไหลผ่านลูปท้องถิ่น เรียกภาวะนี้ว่า "off-hook" สัญญาณ off hook จะถูกส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์เพื่อแจ้งให้ทราบว่า มีผู้ใช้บริการต้องการสร้างวงจรสื่อสารขึ้น ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณแจ้งให้หมุนเลขหมาย (dial tone) กลับไปเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบว่าชุมสายพร้อมรับเลขหมายปลายทางแล้ว การส่งเลขหมายจากเครื่องลูกข่ายกลับไปยังชุมสายเป็นไปได้ 2 ลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ดังนี้

2.3 การส่งเลขหมายโดยใช้สัญญาณพัลส์

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์รุ่นเก่าซึ่งเป็นแบบหน้าปัดหมุน จะใช้วิธีการส่งเลขหมายโดยสัญญาณพัลส์ โดยการหมุนเลขหมายแต่ละเลข จะเป็นการทำให้สวิทช์ตัดต่อส่งพัลส์ ซึ่งมีจำนวนลูกสัมพันธ์กับเลขหมายที่หมุน เช่น ส่งพัลส์ 2 ลูกในกรณีที่หมุนเลข 2 เป็นต้น คาบเวลาของพัลส์แต่ละลูกจะมีค่าคงที่ และมีค่าน้อยกว่าช่วงเวลาห่างระหว่างพัลส์ลูกสุดท้าย ของเลขหมาย และพัลส์ลูกแรกของเลขหมายถัดไป

2.4 การส่งเลขหมายโดยใช้สัญญาณเสียง

เป็นการส่งสัญญาณซึ่งถูกนำมาใช้งานในโทรศัพท์รุ่นทั่วไป โดยใช้สัญญาณเสียงในย่านแบนด์วิดธ์ ของเสียงสนทนาแทนเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องการส่ง ซึ่งจะใช้ได้กับ CO ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ถอดรหัสเสียงแล้วเท่านั้น การส่งสัญญาณชนิดนี้จะใช้ชุดปุ่มซึ่งมีอยู่ 12 ปุ่ม ประกอบด้วยหมายเลข 0 ถึง 9 รวมทั้งเครื่องหมาย * และ # การกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งเหล่านี้จะเป็นการกระตุ้นให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรอิเล็กทรอนิคส์ ซึ่งควบคุมการกดปุ่มสร้างสัญญาณเสียงซึ่งเกิดจากการผสมสัญญาณไซน์ 2 ความถี่ เพื่อแทนหมายเลขที่กดนั้น

หลังจากผู้ใช้โทรศัพท์ทำการส่งเลขหมายเป็นที่เรียบร้อยแล้ว CO จะทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อระหว่างผู้เรียก และเลขหมายปลายทางโดยใช้อุปกรณ์สวิทชิ่ง ภายในเป็นตัวเชื่อมต่อ หากผู้รับปลายทางกำลังยกหูอยู่ในช่วงที่มีการขอเชื่อมต่อในกรณีนี้ CO จะส่งสัญญาณสายไม่ว่าง (busy tone) กลับไปยังผู้เรียกต้นทางแต่หากคู่สายปลายทางมิได้ถูกใช้งาน CO จะสร้างสัญญาณกระดิ่ง (ringback tone) ไปยังเครื่องลูกข่ายของผู้เรียกเพื่อแจ้งผู้เรียกว่า กำลังอยู่ในระหว่างการเรียก เมื่อผู้ถูกเรียกปลายทางทำการยกหูรับสาย จะถือว่าลูปท้องถิ่นทางด้านผู้เรียกเกิดการครบวงจร เนื่องจากมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น และมีไฟกระแสตรงไหลผ่านลูปปลายทาง CO จะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณกระดิ่งย้อนกลับไปทันที จากช่วงนี้ไปถือเป็นช่วงการสนทนาของคู่สนทนา

ส่วนของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ซึ่งใช้รับสัญญาณเสียงจากผู้พูดเรียกว่าชุดส่งสัญญาณ (transmitter) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดค่ากระแสไฟฟ้าภายในลูปท้องถิ่น จะสัมพันธ์กับระดับเสียงของผู้พูด สำหรับส่วนของเครื่องลูกข่ายที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้า ให้กลับมาเป็นเสียงพูดซึ่งสามารถรับฟังได้เรียกว่าชุดรับสัญญาณ (receiver) สัญญาณซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยชุดส่งสัญญาณ จะถูกส่งผ่านลูปท้องถิ่นในรูปของกระแสไฟฟ้า ไปยังชุดรับสัญญาณของเครื่องลูกข่ายปลายทาง ภายในเครื่องลูกข่ายของผู้เรียกจะมีการป้อนสัญญาณ จากชุดส่งสัญญาณในระดับที่ไม่สูงมากนัก กลับไปยังชุดรับสัญญาณของเครื่องเดียวกัน เรียกสัญญาณดังกล่าวว่า ไซด์โทน (sidetone)

ไซด์โทน นับเป็นสัญญาณที่มีความจำเป็นซึ่งใช้แจ้งให้ผู้พูดทราบว่าระดับเสียงของตนนั้นดังมากหรือน้อยเกินไป การปรับระดับของสัญญาณไซด์โทน นับเป็นสิ่งจำเป็นมาก ไซด์โทนที่มีขนาดแรงเกินไป จะทำให้ผู้พูดพูดเบาเกินไป เนื่องจากการตัดสินระดับเสียงของตนที่ได้ยิน และไซด์โทนที่เบาเกินไป จะทำให้ผู้พูดพูดเสียงดังเกินไป จนกลายเป็นเสียงตะโกน

เมื่อการสนทนาสิ้นสุดลง คู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง ทำการวางหูก่อนฝ่ายตรงข้ามสัญญาณ on-hook ที่ได้จากการวางหู (ไม่มีไฟกระแสตรงไหนผ่านลูปท้องถิ่น) จะถูกส่งไปยัง CO เพื่อแจ้งให้ CO ยกเลิกวงจรการเชื่อมต่อ สำหรับ CO บางแห่งจะปลดวงจรการเชื่อมต่อทันทีไม่ว่าคู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูโทรศัพท์ แต่ CO บางแห่งจะปลดวงจรให้เมื่อเฉพาะผู้ทำการเรียกวางลูปเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การติดต่อกันระหว่างผู้เรียก(calling) และผู้ถูกเรียก(called)

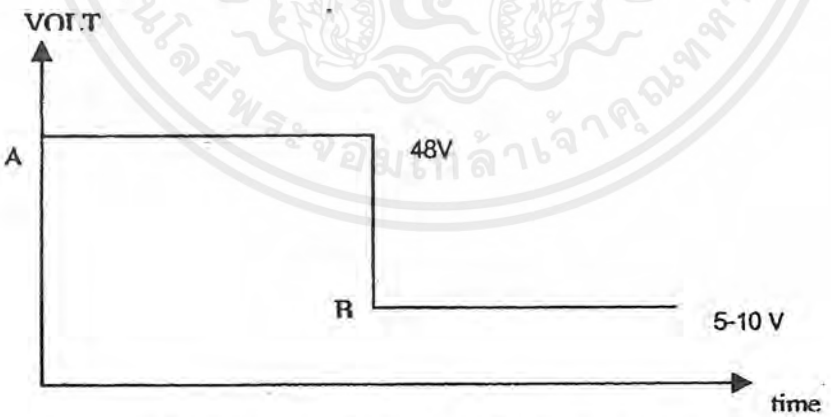
ขั้นตอนการทำงานของโทรศัพท์ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ ผู้เรียก (calling) กับผู้ถูกเรียก (called)

2.5.1 กรณีผู้เรียก (calling subscriber)

ขณะที่หูโทรศัพท์วางอยู่นั้น จะมีไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์อยู่ +48 โวลท์ และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้น ไฟกระแสตรงที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลท์ จะตกลงมาเหลือ 5-10 โวลท์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบชุมสายย่อย ขณะเดียวกันนั้นก็จะมีสัญญาณส่งมาจากชุมสาย เสียงที่เราได้ยินคือ สัญญาณ dial tone แสดงว่าพร้อมที่จะหมุนหมายเลขได้ หรือพร้อมที่จะกดหมายเลขได้ ถ้าเลขหมายที่ถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกจะได้ยินเสียงสัญญาณ ring back tone หรือ ringing tone แสดงว่าเลขหมายที่เรียกว่างพร้อมที่จะพูดได้ ให้คอยจนกว่าผู้ถูกเรียกจะยกหูรับ

2.5.2กรณีผู้ถูกเรียก (called subscriber)

ขณะที่คู่สายว่าง จะมีไฟกระแสตรงตกคร่อมคู่สาย +48 โวลท์ และเมื่อมีการเรียกเลขหมายทางชุมสาย จะมีการต่อให้ จะส่งสัญญาณเรียก ringing เป็นแรงดันไฟสลับประมาณ 110-150 โวลท์ และเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ อิมพีแดนซ์ประมาณ 600 โอห์ม ต่อเข้ากับชุมสาย และขณะเดียวกันชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณ ringing และทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ให้ และทำให้แรงดันตกคร่อมเหลือเพียง 5-10 โวลท์ดังรูปที่ 2

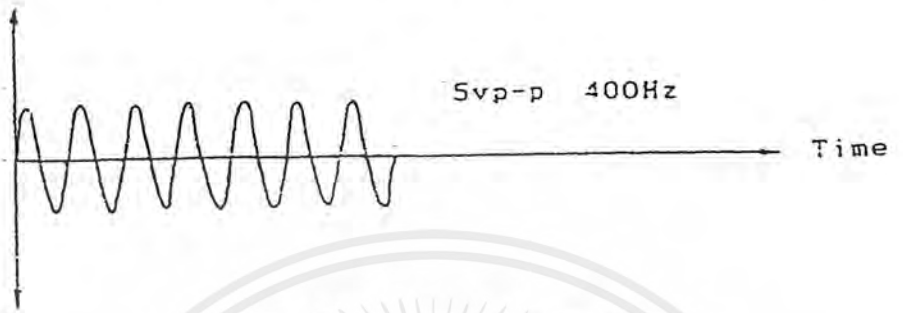


ช่วง A ขณะที่วางคู่สายโทรศัพท์อยู่มีไฟ DC ตกคร่อม +48 โวลท์
ช่วง B ขณะที่หูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นมีไฟ DC ตกคร่อม 5-10 โวลท์
รูปที่ 2 แสดงไฟกระแสตรงที่เลี้ยงคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

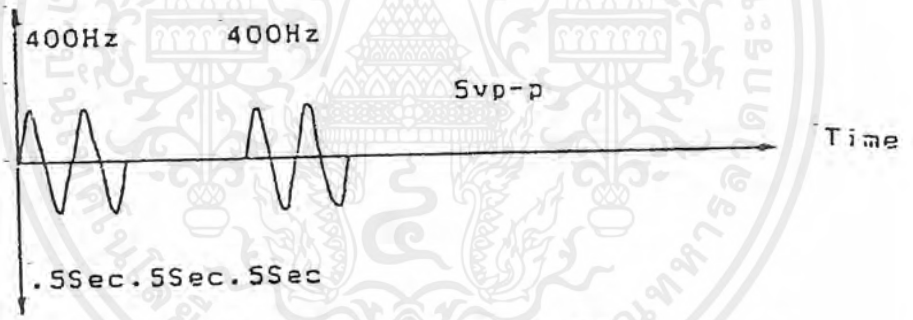
2.5.3 ความถี่สัญญาณต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์

- DIAL TONE ใช้เพื่อแสดงให้ผู้เช่าทราบว่าขณะนี้ผู้เช่าสามารถที่จะเรียกไปยังหมายเลขอื่นได้ ลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 3



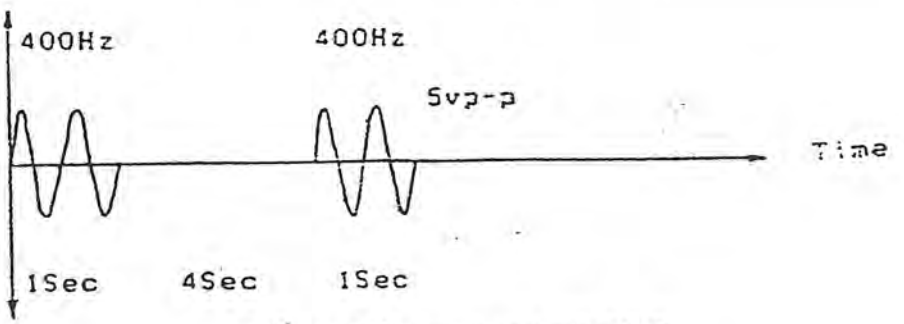
รูปที่ 3 แสดงสัญญาณ DIAL TONE

- BUSY TONEใช้เพื่อให้ผู้เรียกทราบว่าโทรศัพท์หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยขณะนี้ยังไม่ว่าง ควรจะวางหูสักระยะหนึ่งก่อน จึงเรียกหมายเลขใหม่อีก มีลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงสัญญาณ BUSY TONE

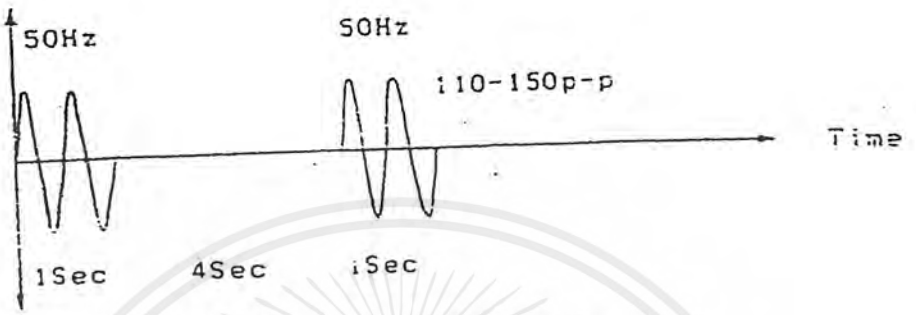
- RING BACK TONE ใช้แสดงให้ผู้เรียกทราบว่าสามารถที่จะติดต่อกับผู้ที่จะติดต่อสนทนาด้วยได้แล้ว แต่อยู่ระหว่างรอการยกหู โดยลักษณะสัญญาณเป็นดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงสัญญาณ RING BACK TONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RINGING TONE ใช้พร้อมกับ Ring Back Tone เมื่อสัญญาณเรียกดังก็จะมีสัญญาณเรียกกลับดังพร้อมๆ กัน แต่สัญญาณนี้ดังแรงมากเพื่อไปทำให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ดัง โดยลักษณะรูปสัญญาณเป็นดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงสัญญาณ RINGING TONE

2.5.4 โทรศัพท์ระบบ DTMF

โทรศัพท์ชนิดกดปุ่มระบบ Tone ประกอบด้วยปุ่มกดจำนวน 12 ปุ่ม มีการทำงานเป็นแบบ dual multi frequency แป้นกดจะแบ่งเป็น row 4 แถว(row) และ 3 คอลัมน์ (column)

ตารางที่ 1 แสดงความถี่ในแต่ละหมายเลขหน้าเครื่องโทรศัพท์

	C1 1209 Hz	C2 1336 Hz	C3 1447 Hz
R1 697 Hz	1	2	3
R2 770 Hz	4	5	6
R3 852 Hz	7	8	9
R4 941 Hz	*	0	#

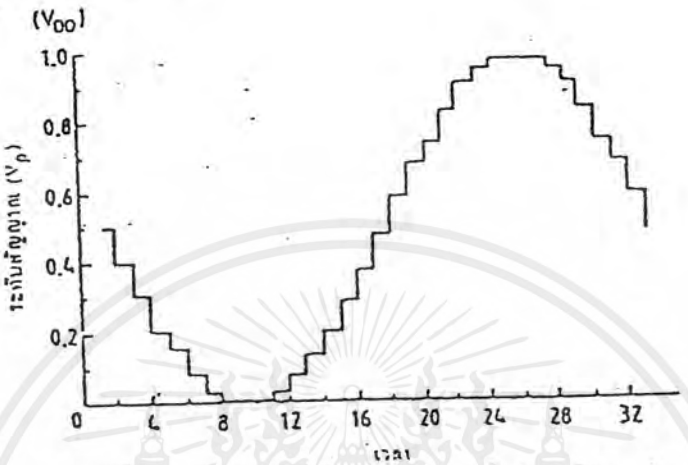
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดหมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง จะประกอบด้วย tone เสียง 2 ความถี่ด้วยกันคือ ความถี่สูง และความถี่ต่ำ (ความถี่ทางด้าน column และ row ตามลำดับ) ซึ่งแต่ละหมายเลขจะให้ความถี่ออกมา 2 ความถี่ด้วยกัน แสดงให้ดูดังตารางที่ 1 จากตารางจะพบว่าหมายเลข 1,4,7 และ * อยู่ใน column ที่ 1 โดยหมายเลขที่ 1,2,3 อยู่ใน row ที่ 1 ตัวเลขแต่ละตัวเป็นการพบกันของความถี่ทาง row และความถี่ทาง column ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกดปุ่มหมายเลข "5" จะอยู่ใน column ของ 1366 Hz และ row ของ 770 Hz ดังนั้นจะได้ความถี่ output ออกมา 2 ความถี่คือ 1336 Hz และ 770 Hz ซึ่งเรียกว่า DTMF ดังนั้นในการสร้างวงจรเพื่อถอดค่ารหัสความถี่เหล่านี้นั่นเอง ในปัจจุบันได้มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่โดยเฉพาะ คือ MT8870 ของบริษัท INTEL ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF มาแปลงให้เป็นค่าเลขฐานสองขนาด 4 บิท ดังนั้นโครงงานนี้จึงเลือกใช้ไอซีเบอร์นี้มาทำการถอดรหัส DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

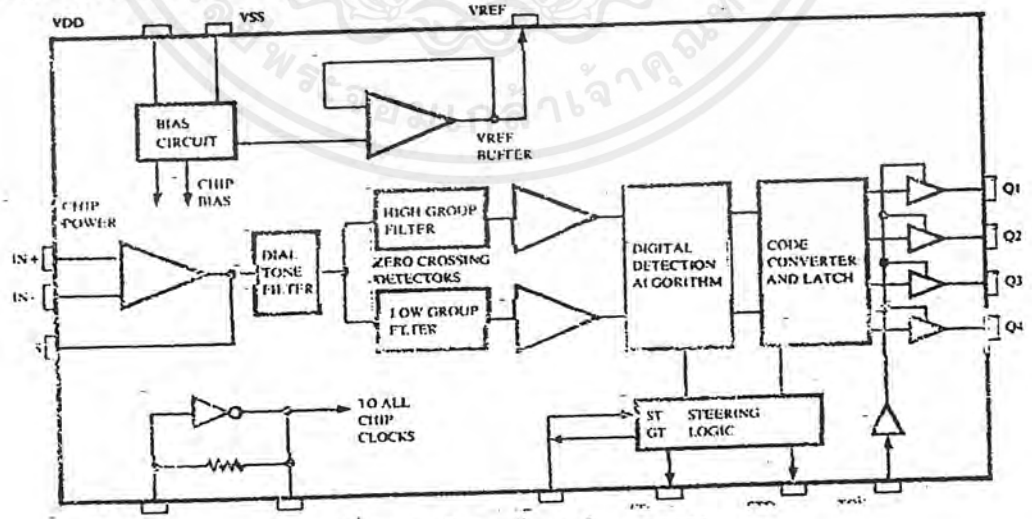
2.6 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายในของ MT8870

ลักษณะสัญญาณ DTMF แสดงให้ดูดังรูปที่ 7 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในหนึ่งหมายเลข จะประกอบไปด้วย ความถี่ 2 ความถี่ด้วยกัน



รูปที่ 7 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF ที่ได้จากโทรศัพท์

โครงสร้างของ MT8870 แสดงให้ดูดังรูปที่ 8 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัส ใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับ และถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุท (input) เป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยาย (Gain) ได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุท (output) เป็นวงจรแลตช์ (latch) 3สถานะ



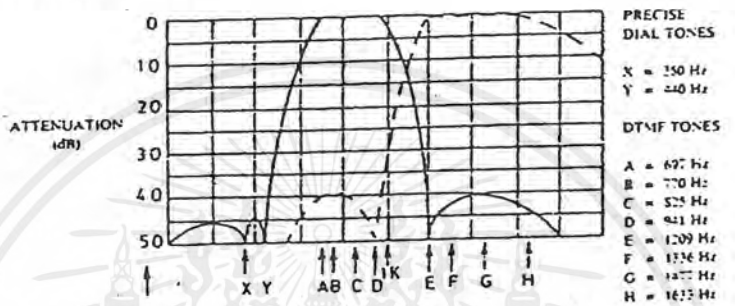
รูปที่ 8 แสดงโครงสร้างภายใน MT 8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ฟังก์ชั่นการทำงานภายในของ MT8870

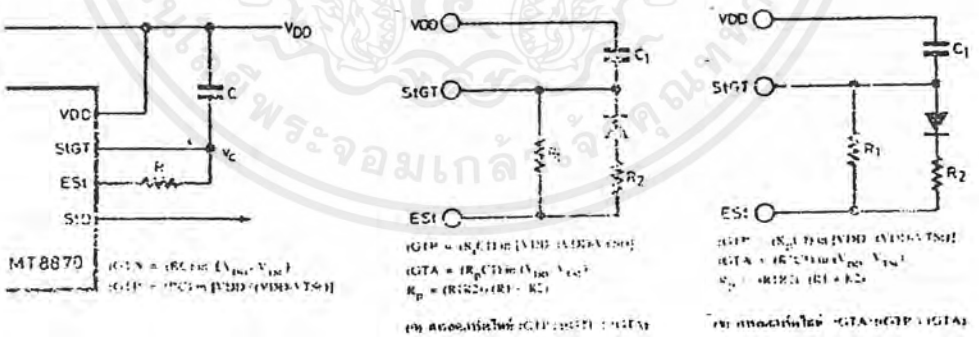
ภายใน MT8870 ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

1. **ภาคกรองความถี่ (filter section)** ในส่วนนี้จะทำการแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิทช์คาปาซิเตอร์ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วงคือ ช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ ซึ่งความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่นี้แสดงให้ดูดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

2. **ภาคถอดรหัส (decoder section)** ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยเทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้องสัญญาณที่ขา ESt(early steering) ก็จะแอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้นแสดงดังตารางที่ 2



รูปที่ 10 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณและการกำหนดเวลาการ์ดไทม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

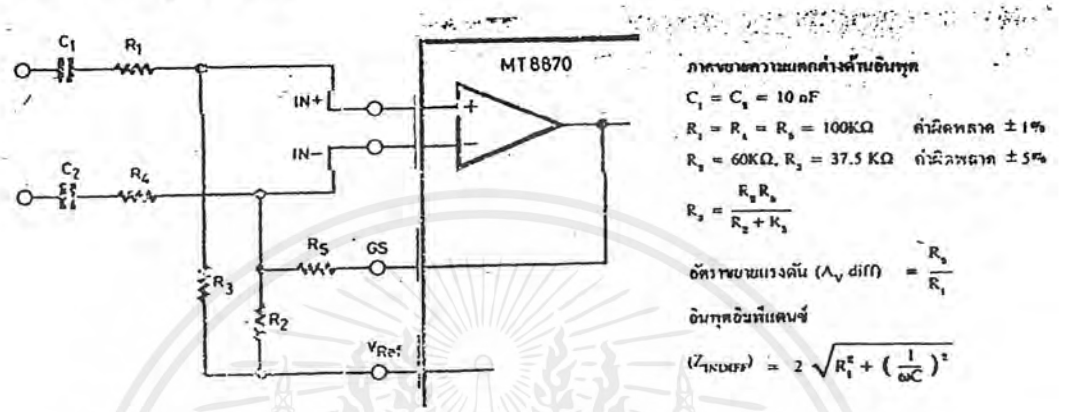
ตารางที่ 2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit) ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามกำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้ จะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอกสัญญาณที่ขา ESt จะเป็น "High" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา สำหรับคำว่า การ์ดไทม์ (gard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลา ของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับ หรือมากกว่าช่วงเวลา ที่เราตั้งไว้จึงจะได้รับการยอมรับ ว่าสัญญาณความถี่ถูกต้องหรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานาน หรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่า ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป ซึ่งวงจรตรวจสอบสัญญาณและกำหนดเวลาการ์ดไทม์ แสดงให้ดูดังรูปที่ 10

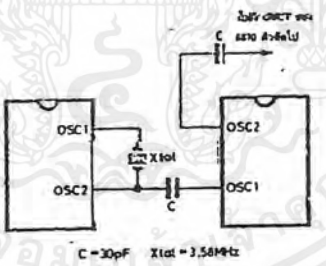
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **ภาคขยายสัญญาณต่างๆ (differential input)** วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป ซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุทและอิมพีแดนซ์ได้ ซึ่งการต่อวงจรภาคอินพุท และการคำนวณอัตราการขยายแสดงให้ดูดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท

5. **ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator section)** ในภาคนี้ภายในไอซี จะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที ซึ่งการต่อวงจรผลิตความถี่สามารถต่อได้ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

2.6.2 คุณสมบัติของ MT8870

MT 8870 เป็นไอซีเฉพาะงาน ที่มีคุณสมบัติที่จะนำมาใช้งานด้านถอดรหัสสัญญาณ DTMF โดยเฉพาะ และยังมีคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ อีกดังนี้

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ TTL
- กินไฟน้อยใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

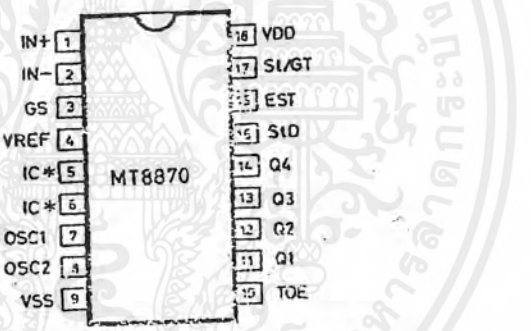
2.6.3 การนำ MT8870 ไปใช้งาน

การนำ MT 8870 ไปใช้งานสามารถนำไปใช้งานได้ดังนี้

1. นำไปใช้งานด้านรีโมทคอนโทรล
2. เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
3. ใช้งานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
4. ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
5. ใช้งานในชุมสายขนาดย่อยหรือ PABX
6. ใช้งานด้านโทรศัพท์ทั่วไป
7. เครื่องกันขโมย
8. การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์

2.6.4 การวางตำแหน่งขาของ MT 8870

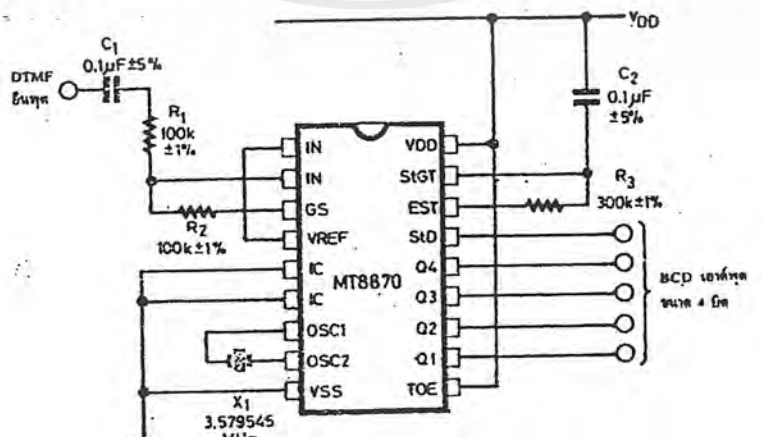
ตำแหน่งของขา MT 8870 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 แสดงรายละเอียดขาของ MT 8870

2.6.5 การประยุกต์ใช้งาน MT 8870

เราสามารถนำ MT 8870 ไปประยุกต์ใช้งานได้โดยต่อวงจรร่วมดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 แสดงวงจรใช้งานของ MT 8870

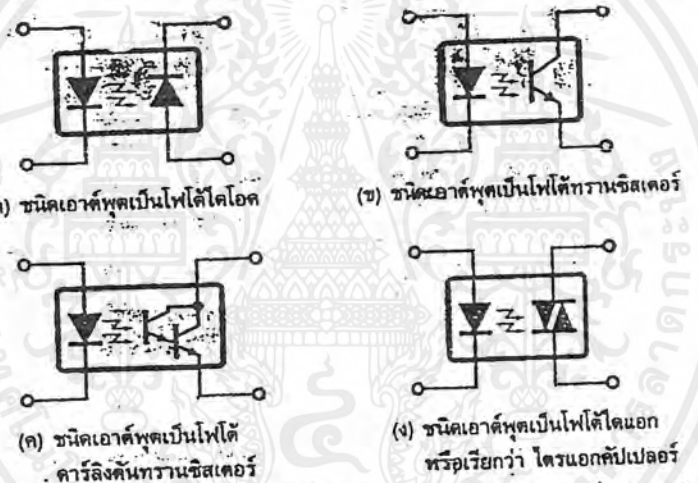
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ออปโต้คัปเปลอร์ (Opto Coupler)

เป็นอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ทางออกของการควบคุมแรงดันไฟสูง โดยใช้แรงดันไฟต่ำ มีโครงสร้างพื้นฐานและการนำไปใช้งานดังนี้

2.7.1 โครงสร้างพื้นฐานของออปโต้คัปเปลอร์

จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนส่งแสง และส่วนรับแสง โดยทั่วไปส่วนส่งแสงจะใช้ LED อินฟาเรด ส่วนรับแสงจะมีหลายแบบแตกต่างกันไป แล้วแต่ลักษณะการใช้งานอันได้แก่ โฟโต้ไดโอด สำหรับงานกำลังไฟฟ้าต่ำ และทำงานในลักษณะเป็นสวิทช์ความเร็วต่ำ โฟโต้ทรานซิสเตอร์ สำหรับงานกำลังไฟฟ้าปานกลาง และทำงานเป็นสวิทชิ่งความเร็วสูง แบบนี้ จะเป็นที่นิยมใช้มากที่สุด โฟโต้ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ สำหรับงานกำลังไฟฟ้าสูง (แรงดันต่ำ กระแสสูง) และงานไฟฟ้าสลับกำลังสูง ซึ่งมีสัญลักษณ์ของออปโต้คัปเปลอร์แบบต่าง ๆ แสดงให้ดูในรูปที่ 15



รูปที่ 15 แสดงสัญลักษณ์ของออปโต้คัปเปลอร์แบบต่าง ๆ ซึ่งจะแตกต่างกันที่อุปกรณ์ในส่วนเอาท์พุท

ระหว่างส่วนส่งแสง หรืออินพุท กับส่วนรับแสง หรือเอาท์พุทนั้น จะถูกแยกกันทางไฟฟ้าอย่างสิ้นเชิง ตรงนี้เองจึงทำให้สามารถต่อแรงดันไฟสูงทางเอาท์พุทได้โดยไม่ต้องต่อกราวด์ของไฟสูงเข้ากับไฟต่ำ อันจะก่อให้เกิดปัญหาการรบกวนกันผ่านทางกราวด์ การแยกกัน (isolated) จะมีพารามิเตอร์อยู่ 3 ตัวที่ต้องสนใจคือ

1. ความต้านทาน (isolation resistance) จะมีค่าตั้งแต่ $1x10^{11}$ โอห์ม หรือมากกว่า $100x10^{9}$ โอห์ม

2. ความจุฉนวน (isolation capacitance) จะมีค่าระหว่าง 1-3 pF ขึ้นอยู่กับสารที่นำมาทำเป็นฉนวนแยกส่วนในออปโต้คัปเปลอร์

3. ความสามารถในการรักษาสภาพฉนวน ของสารไดเรกตริก (dielectric breakdown ability) หมายถึง ความสามารถในการทนแรงดันตกคร่อมระหว่างส่วนอินพุท และเอาท์พุท ปกติมีค่าตั้งแต่ 500 โวลท์ขึ้นไป โดยเฉลี่ยจะขึ้นอยู่ที่ 1,000 โวลท์ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิขณะใช้งาน ลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

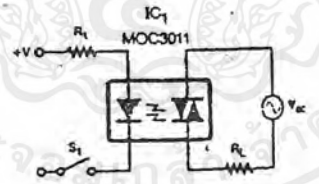
ของรูปสัญญาณที่ใช้งานด้วย หากเกิดกระแสไฟฟ้ากระชากค่าสูงเข้ามาในตัวออปโต้คัปเปลอร์ อาจทำให้เกิดการรั่ว หรือลัดวงจรระหว่างส่วนอินพุท และเอาท์พุทได้ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ออปโต้คัปเปลอร์ที่มีค่าการทนแรงดันได้สูง ๆ จะดีที่สุด

2.7.2 อัตราการถ่ายทอดสัญญาณของออปโต้คัปเปลอร์

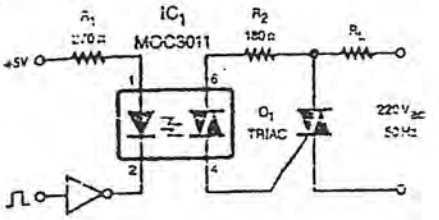
อัตราการถ่ายทอดกระแสไฟฟ้า (Current-Transfer Ratio:CTR) เป็นพารามิเตอร์ที่วัดถึงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ถูกถ่ายทอดจากส่วนอินพุทซึ่งใช้ LED อินฟาเรดไปยังส่วนเอาท์พุทซึ่งเป็นอุปกรณ์ใด ๆ โดยคิดในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ของการแยกกันทางไฟฟ้าอย่างสมบูรณ์ ซึ่งสามารถคัดออกมาเป็นอัตราขยายกระแส หรืออัตราการสูญเสียทางไฟฟ้าก็ได้ เมื่อเทียบกับตัวทรานซิสเตอร์ก็คือการคิดหาอัตราการขยายกระแสหรือ h_{FE} นั่นเอง ซึ่งเปรียบเทียบกระแสอินพุทคือ I_B และกระแสเอาท์พุท คือ I_C แต่ I_B ในที่นี้ คือ กระแสไบแอสตรงของ LED อินฟาเรด หรือ I_F

2.7.3 ไดแอกคัปเปอร์

อันที่จริงก็คือออปโต้คัปเปลอร์ แบบเอาท์พุทเป็นโฟโต้ไดแอก (photo diac) หรือเรียกว่าตัวขับไตรแอก หรือไตรแอกไดรเวอร์ดังรูปที่ 16 เป็นวงจรพื้นฐานของออปโต้คัปเปอร์แบบนี้ LED อินฟาเรดในตัวออปโต้คัปเปลอร์จะทำงานที่แรงดัน 1.5 โวลท์ กระแส 10 มิลลิแอมป์ และมีอัตราทนกระแสสูงสุด 50 มิลลิแอมป์ ดังเช่นแสที่เหมาะสมสำหรับ LED อินฟาเรดคือ 15 มิลลิแอมป์ จึงควรเลือกและกำหนดค่าของตัวต้านทานจำกัดกระแสให้ LED อินฟาเรดภายในตัวออปโต้คัปเปลอร์ให้เหมาะสม



รูปที่ 16 แสดงวงจรพื้นฐานของการนำไดแอกคัปเปลอร์ไปใช้งาน



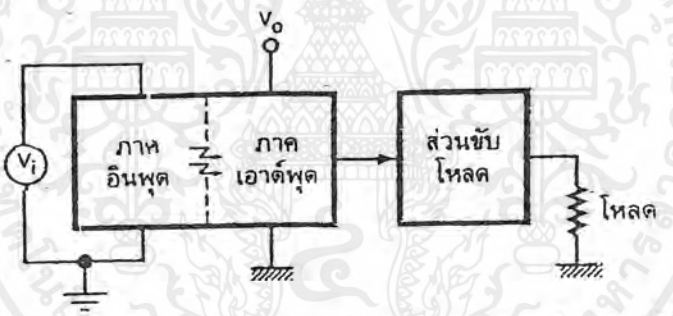
รูปที่ 17 แสดงการใช้งานไตรแอกคัปเปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36839

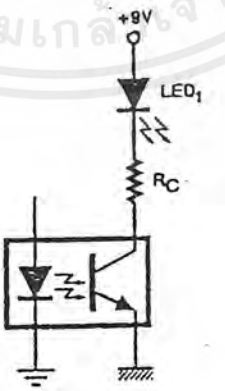
เอาท์พุทของออปโต้คัปเปลอร์ชนิดนี้ต้องนำไปขับไตรแอก ในรูปที่ 17 แสดงวงจรพื้นฐานของการนำออปโต้คัปเปอร์แบบโฟโต้ไดแอกนี้ไปใช้งานขับไตรแอกเพื่อควบคุมโหลดแบบตัวต้านทานหรือรีซิสตีฟโหลด (resistive load) แต่ถ้าในกรณีที่โหลดเป็นอุปกรณ์จำพวกตัวเหนี่ยวนำ จะต้องมีวงจรสนับเบอร์ (snubber) เพื่อแก้ไขเรื่องของมุมเฟสของสัญญาณไฟสลบ ดังแสดงการต่อวงจรสนับเบอร์ลงในวงจรขับไตรแอกธรรมดา

2.7.4 วงจรควบคุมโหลดแบบแยกกราวด์

จากบล็อคไดอะแกรมรูปที่ 18 จะเห็นได้ว่า กราวด์ของภาคอินพุท และเอาท์พุทจะไม่ต่อถึงกัน และแรงดันที่ใช้เลี้ยงในภาคอินพุท และเอาท์พุทก็มีค่าต่างกัน การทำงานจะเริ่มจากเมื่อจ่ายไฟเข้าที่อินพุท ไดโอดอินฟาเรดภายในออปโต้คัปเปลอร์จะเริ่มทำงาน ส่งแสงไปยังโฟโต้ทรานซิสเตอร์นำกระแส ส่งผลให้เกิดแรงดันไปกระตุ้นให้ส่วนขับโหลดทำงาน ถ้าหากโหลดต้องการกระแสไฟฟ้าไม่สูงมากนัก ก็สามารถที่จะใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ที่อยู่ภายในออปโต้คัปเปอร์ขับได้โดยตรง ดังในรูปที่ 19 แต่ถ้าหากโหลดต้องการแรงดัน กระแสสูงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีกำลังสูงขับอีกทอดหนึ่ง ดังในรูปที่ 20

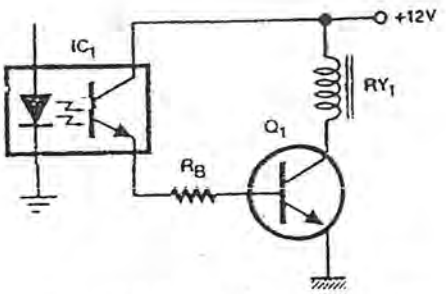


รูปที่ 18 แสดงบล็อคไดอะแกรมการควบคุมโหลดแบบแยกกราวด์ของออปโต้คัปเปลอร์



รูปที่ 19 แสดงการใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ในออปโต้คัปเปลอร์ขับโหลดโดยตรง
ในกรณีที่โหลดต้องการกระแสไฟฟ้าไม่สูงมากนัก

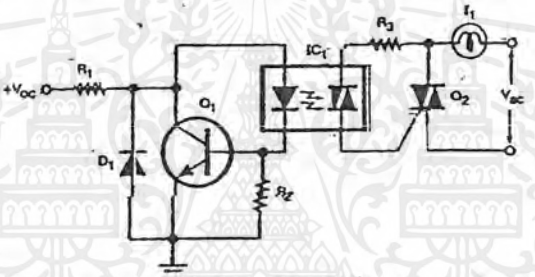
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 20 แสดงการต่อทรานซิสเตอร์เข้าที่เอาท์พุทของออปโต้คัปเปลอร์เพื่อขับโหลดที่ต้องการกระแสสูง

2.7.5 วงจรควบคุมโหลดไฟสลับโดยใช้ไตรแอกคัปเปลอร์

จากวงจรควบคุมโหลดแบบแยกกราวด์ก่อให้เกิดแนวคิดที่ว่า ถ้าหากเปลี่ยนแรงดันที่จ่ายทางภาคเอาท์พุท เป็นไฟสลับก็น่าที่จะควบคุมโหลดที่เป็นไฟสลับได้เพียงแต่ต้องเลือกอุปกรณ์ที่จะมาขับโหลดให้เหมาะสม และอุปกรณ์ไทริสเตอร์จึงเป็นทางเลือกที่นิยมใช้



รูปที่ 21 แสดงวงจรควบคุมโหลดไฟสลับที่ใช้ไตรแอกคัปเปอร์อย่างง่าย

อุปกรณ์ไทริสเตอร์ที่นิยมนำมาใช้ขับโหลดไฟสลับ คือ ไตรแอก เนื่องจากคุณสมบัติของตัวไตรแอกเองที่สามารถทำงานได้ไม่ว่าแรงดันตกคร่อมตัวมันจะเป็นบวกหรือลบ เมื่อเลือกใช้ไตรแอกเป็นอุปกรณ์ในการขับโหลดแล้ว ออปโต้คัปเปอร์ที่จะนำมาใช้ควบคุมจึงต้องเป็นชนิดที่มีเอาท์พุทเป็นโฟโต้ไดแอก ดังนั้นออปโต้คัปเปอร์ที่เลือกใช้ก็คือ ไตรแอกคัปเปอร์ (triac coupler) มีวงจรพื้นฐานดังรูปที่ 21

2.7.6 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state relay)

รีเลย์ (relay) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าควบคุมโครงสร้างของรีเลย์ ประกอบด้วยขดลวดควบคุม (control coil) และหน้าสัมผัส (contact) ซึ่งมีด้วยกัน 2 ลักษณะคือ หน้าสัมผัสปกติเปิดวงจร (normally open:NO) และหน้าสัมผัสปกติปิดวงจร (normally close:NC) รีเลย์จะทำงานได้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดควบคุม ทำให้เกิดแรงแม่เหล็กขึ้น หน้าสัมผัสของรีเลย์ก็จะเกิดการดีดตัว จากหน้าสัมผัสด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ซึ่งสามารถที่จะสังเกตได้จากเสียง คลิ๊ก หรือแต๊ะ ที่ตัวรีเลย์

รีเลย์มีให้เลือกใช้งานตั้งแต่กระแส และแรงดันต่ำ ๆ ไปจนถึงกระแสและแรงดันสูงมีหน้าสัมผัสเดี่ยว คู่ และสี่หน้าสัมผัส ในกรณีของรีเลย์ขนาดเล็ก เมื่อนำไปใช้งานปัญหาในทางกลไม่สู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีมากนัก แต่ถ้าหากเป็นรีเลย์ขนาดใหญ่แล้ว การตัดต่อของหน้าสัมผัส อาจจะเกิดการอาร์กขึ้น หากที่หน้าสัมผัสนั้นเกิดสกปรก อันนำมาซึ่งการเกิดประกายไฟ และสัญญาณรบกวนความถี่สูง ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายขณะใช้งานได้ หากมีการป้องกันไม่ดีพอ

เมื่อเป็นเช่นนี้ จึงมีความพยายามที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว เมื่อเทคโนโลยีของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำได้รับการพัฒนาขึ้น ทำให้เกิดอุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลิดสเตตรีเลย์ (solid-state relay) หรืออาจเรียกได้ว่ารีเลย์สารกึ่งตัวนำก็ได้

โซลิดสเตตรีเลย์ คือ รีเลย์ที่สร้างขึ้นจากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ นั่นหมายความว่า จะไม่มีขดลวดควบคุม ไม่มีหน้าสัมผัสโลหะที่เคลื่อนไหวด้วยแรงแม่เหล็กอีกต่อไป ไม่มีทางที่จะเกิดประกายไฟขณะใช้งานที่แรงดัน และกระแสสูง ๆ ทั้งยังมีขนาดเล็กลงมากสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าต่ำ

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมาสร้างเป็นโซลิดสเตตรีเลย์ ได้แก่ ทรานซิสเตอร์สำหรับงานที่ต้องการกระแส และแรงดันไม่สูงนัก อุปกรณ์ไทริสเตอร์จำพวก เอสซีอาร์ และไตรแอก (tirac) สำหรับงานที่ต้องการกำลังงานสูง ๆ โดยอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเหล่านี้ จะเข้ามาทำหน้าที่แทนหน้าสัมผัสของรีเลย์ โดยต่อร่วมกับวงจรทริกเกอร์ ซึ่งทำหน้าที่แทนขดลวดควบคุมในรีเลย์ธรรมดา นั่นคือเมื่อวงจรทริกเกอร์ทำงาน มันจะส่งสัญญาณมากระตุ้นให้ทรานซิสเตอร์หรือไทริสเตอร์ทำงาน ยอมให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านตัวมันไปยังโหลดได้

ข้อดีอีกประการหนึ่งของโซลิดสเตเรีเลย์ คือ สามารถที่จะกำหนดให้เริ่มทำงานได้เมื่อไฟสลับที่ต่อยู่กับโหลดมีค่าเท่ากับศูนย์ ทำให้ไม่เกิดกระแสไฟฟ้ากระชากขึ้น อันเป็นหลักการในการพัฒนาโซลิดสเตตรีเลย์ขึ้นมาใช้งานทดแทนรีเลย์แบบเก่า

เมื่อสามารถพัฒนาโซลิดสเตตรีเลย์ได้แล้ว ก็ยังเกิดข้อจำกัดในด้านของการแยกกราวด์ของสัญญาณควบคุมทางอินพุท หรือวงจรทริกเกอร์นั่นเอง กับวงจรที่มีแรงดันและสัญญาณรบกวนจากวงจรเอาท์พุทที่อาจจะกระทบต่อการทำงานของวงจรเอาท์พุท ที่อาจจะกระทบต่อการทำงานของวงจรทางอินพุท และวงจรอื่นใกล้เคียง

เมื่อเป็นเช่นนี้ อุปกรณ์ออปโต้อิเล็กทรอนิคส์จึงเข้ามามีบทบาทในการเชื่อมโยงสัญญาณควบคุมกับโหลดกำลังงานสูง โดยอาศัยคุณสมบัติด้านการเชื่อมโยงทางแสง ทำให้สามารถแยกกราวด์ของทั้งสองส่วนออกจากกันได้อย่างสมบูรณ์ อุปกรณ์ออปโต้อิเล็กทรอนิคส์ที่จะนำมาใช้ คือ อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง หรือออปโต้คัปเปอร์

และเมื่อนำออปโต้คัปเปอร์เข้าไปใช้งานวงจรโซลิดสเตตรีเลย์ จึงทำให้โซลิดสเตตรีเลย์นี้มีความสมบูรณ์แบบอย่างที่สุด จึงอาจจะเรียกโซลิดสเตตรีเลย์ที่ใช้ออปโต้คัปเปอร์เป็นส่วนประกอบว่า ออปโต้โซลิดสเตตรีเลย์ (Opto Solid State Relay) สามารถแสดงการเปรียบเทียบ ระหว่างรีเลย์, โซลิดสเตตรีเลย์ และออปโต้โซลิดสเตตรีเลย์ได้ดังตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ของรีเลย์,โซลิดสเตตรีเลย์ และออปโต้-โซลิดสเตตรีเลย์

	รีเลย์	โซลิดสเตตรีเลย์	ออปโต้โซลิดสเตตรีเลย์
การกินพลังงานไฟฟ้า	สูง	ต่ำ	ต่ำ
ขนาด(ที่แรงดันและกระแสสูง)	ปานกลาง	เล็ก	เล็ก
การแยกกราวด์ของระดับแรงดันสูงต่ำ	ไม่แยก	ไม่แยก	แยกอิสระ
ราคา(ที่แรงดันและกระแสต่ำ)	ถูก	ปานกลาง-แพง	ปานกลาง-แพง
ราคา(ที่แรงดันและกระแสสูง)	แพง	ปานกลาง	ปานกลาง-แพง
การเกิดสัญญาณรบกวนจากฮาร์มอนิก	มีน้อย	น้อย	น้อย
การควบคุมให้โหลดทำงานที่จุดแรงดันเท่ากับศูนย์	ไม่มี	มี	มี
การเกิดอาร์กขณะหน้าสัมผัสตัดต่อที่แรงดันและกระแสสูง	มี	ไม่มี	ไม่มี
ส่วนเคลื่อนไหวในขณะทำงาน	มี	ไม่มี	ไม่มี

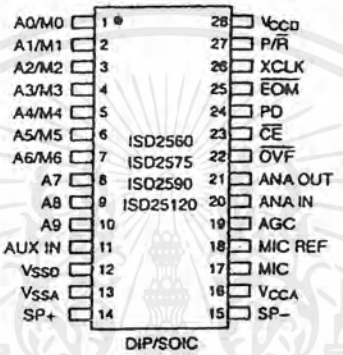
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของ ISD 2590

ISD 2590 เป็นไอซีที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานเฉพาะงาน โดยจะใช้งานทางด้านบันทึกเสียงโดยเฉพาะ โดย ISD 2590 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้มากมาย ซึ่งจะขอกล่าวถึงเป็นข้อ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

2.8.1 คุณสมบัติของ ISD2590

คุณสมบัติหลัก ๆ ที่สำคัญก็น่าจะครอบคลุมถึงความยุ่งยากต่าง ๆ ให้ง่ายและกระทัดรัดลงมาเสร็จสรรพ ในการใช้งานในตัวเดียวจริง ๆ ดังคุณสมบัติของ ISD 2590 ต่อไปนี้



รูปที่ 22 แสดงลักษณะการจัดขาใช้งานของ ISD 2590

- เพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้อย่างง่ายดาย
- ไม่มีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่น ๆ ประกอบร่วมภายนอก
- ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นเข้ามาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
- มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับที่ให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
- ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยสวิทช์หรือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- ระยะเวลาในการบันทึก/เล่น 90 วินาที
- ต่อคาสเคดกันได้โดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวขึ้น
- ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
- สามารถเก็บความจำไว้ได้นานถึง 100 ปี ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
- สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบใช้งานได้

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวจึงทำให้ง่ายแก่การใช้งานตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน จนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพง ก็รวมไว้

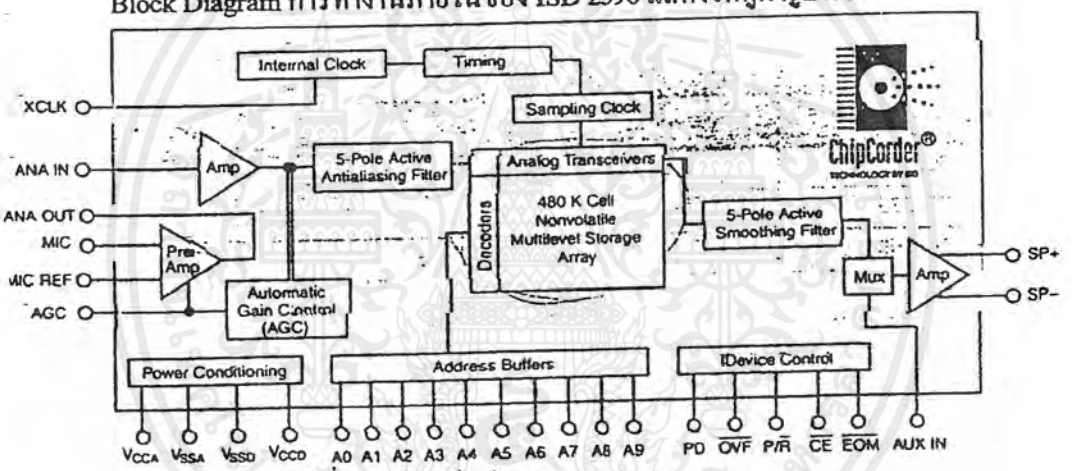
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในไอซีเพียงตัวเดียว ในโหมดการบันทึก จะจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซล แบบไม่ต้องการแรงดันไฟสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย (non-volatile memory cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอะนาลอก จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บความจำก็เก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอะนาลอกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่เหมือนต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.8.2 Block Diagram การทำงานภายในของ ISD 2590

Block Diagram การทำงานภายในของ ISD 2590 แสดงให้ดูดังรูปที่ 23

Block Diagram การทำงานภายในของ ISD 2590 แสดงให้ดูดังรูปที่ 27



รูปที่ 23 แสดงบล็อคไดอะแกรมภายในของ ISD 2590

2.8.3 การวางตำแหน่งของขาและการใช้งานเบื้องต้น

การวางตำแหน่งขาของ ISD 2590 แสดงให้ดูดังรูปที่ 22

เบื้องต้นของการทำงานนั้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตัวนี้กันเสียงก่อน ดังแสดงตารางคุณสมบัติทางเทคนิค หรือไฟฟ้าไว้ในตารางที่ 4 รายละเอียดในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิง ในการออกแบบการใช้งาน และการทำงานเบื้องต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด เพราะหากกล่าวถึงการทำงานธรรมดาก็คือ ไอซีบันทึกเสียงนั่นคือการทำงาน แต่การทำงานของแต่ละขา และหน้าที่ของแต่ละขาจะมีความสำคัญมากกว่า เพราะจะสามารถนำเอาไอซีไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย (ไอซีไม่เสียหายก่อนจะใช้งานได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD 2590

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุทด้านต่ำ "0"	V_{IL}	0.8	โวลท์
แรงดันอินพุทด้านสูง "1"	V_{IH}	2	โวลท์
แรงดันเอาท์พุทด้านต่ำ	V_{CL}	0.4	โวลท์
แรงดันเอาท์พุทด้านสูง	V_{CH}	Vcc – 0.4	โวลท์
แรงดันเอาท์พุทด้านสูงที่ขา OVF	V_{CH1}	2.4	โวลท์
แรงดันเอาท์พุทด้านสูงที่ขา EOM	V_{CH2}	Vcc – 10	โวลท์
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ Vcc = 5v	I_{CC}	25 1 –10	มิลลิแอมป์
กระแสขณะสแตนบายด์ที่ Vcc = 5v	I_{SB}	1 –10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุท	I_{IL}	±1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาท์พุท	R_{EXT}	16	โอห์ม
ความต้านทานอินพุทของปรีแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทอะนาลอก	R_{ANAIN}	3	กิโลโอห์ม
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	A_{PRE1}	24	เดซิเบล
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	A_{PRE2}	5	เดซิเบล
อัตราการขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	โวลท์ต่อโวลท์
อัตราการขยายของภายขยายเอาท์พุทลำโพง	A_{APP}	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาท์พุทของขา AGC	R_{AGC}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงตัวไอซีทั้งหมด	V_{CC}	5 –7	โวลท์
อุณหภูมิขณะทำงาน	T_S	-65 –150	องศาเซลเซียส

Address/Mode Inputs(A0-A9) (M0–M6) ขา 1-10 ขาแอดเดรส และโหมดอินพุทจะมีอยู่สองฟังก์ชั่นที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSBs เป็น "0" อินพุทก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิททั้งหมด และใช้เป็นอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึก และเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดแลตช์ โดยขอบขาลงขาพัลส์ที่ขา CE และถ้า MSBs มีสถานะเป็น "1" ขาแอดเดรส/โหมดอินพุท จะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิททั้งหมด และเกิดการแลตช์เมื่อพัลส์ขอบขาลงปรากฏที่ขา CE

Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นขารับอินพุทจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาท์พุทของวงจรขยายภายใน และขับออกสู่ขาเอาท์พุทลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น "1" วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อคาสเคด ISD2590 กันหลาย ๆ ตัว ขา AUX IN ถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมา จากขาเอาท์พุทลำโพงของตัวก่อนหน้าที่หรือจากตัวอันดับแรก

Ground Inputs (V_{SSA} , V_{SSD}) ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD 2590 จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอะนาลอก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซีการใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

Speaker Output (Sp+,Sp-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาท์พุทต่อออกลำโพง ISD 2590 นี้ จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาท์พุทได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขาต่อลำโพงเอาท์พุททั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาด เมื่อต้องถูกใช้ต่อคาสเคดกันหลายๆ ตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันทางเอาท์พุทหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้งขาเอาท์พุทลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุคัปปลิ้งอยู่ภายในเรียบร้อย

Voltage Inputs (V_{CCA} , V_{CCD}) ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอะนาลอก และวงจรดิจิตอล ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลท์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุทที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราขยายอยู่ในช่วง –15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคัปปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ ค่าความจุ ของตัวเก็บประจุของตัวเก็บประจุ คัปปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดการคัดออฟที่ความถี่ต่ำ

Micro Reference Input (MIC REF) ขา 18 จะต่อขา 18 นี้เข้ากับกราวด์อะนาลอก (V_{SSA}) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางขาอินพุทขา17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุทเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมาก ของสัญญาณทางอินพุทจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดเพี้ยนน้อยที่สุดขา AGC นี้จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโห้ม และจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกหนึ่งตัวผ่านลงกราวด์อะนาลอก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

Analog Input (ANA IN) ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอกคัปปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ภายในตัวไอซี ตัวเก็บประจุคัปปลิ้งภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กันกับค่าความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโห้ม ซึ่งเป็นอินพุทอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัดออฟ

Analog Output (ANA OUT) ขา 21 เป็นขาเอาท์พุทของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

Overflow Output (OVF) ขา 22 สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกมาทางขาเอาท์พุทนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้ว และจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาท์พุทจากขา OVF นี้จะจ่ายให้กับขา CE อินพุท จนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซต และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา OVF นี้จะสามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD 2590 ได้เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น "1" ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมาก ๆ แต่เมื่อเขา OVF มีสภาวะเป็น "0" ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็น "0" อยู่ขณะนั้นก็จะถูกรีเซต และจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

End of Message / RUN output (EOM) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ non – volatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก ขา EOM นี้จะให้เอาท์พุทออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

Extenal Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอก เพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกา ในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่า สัญญาณนาฬิกาการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอก หรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

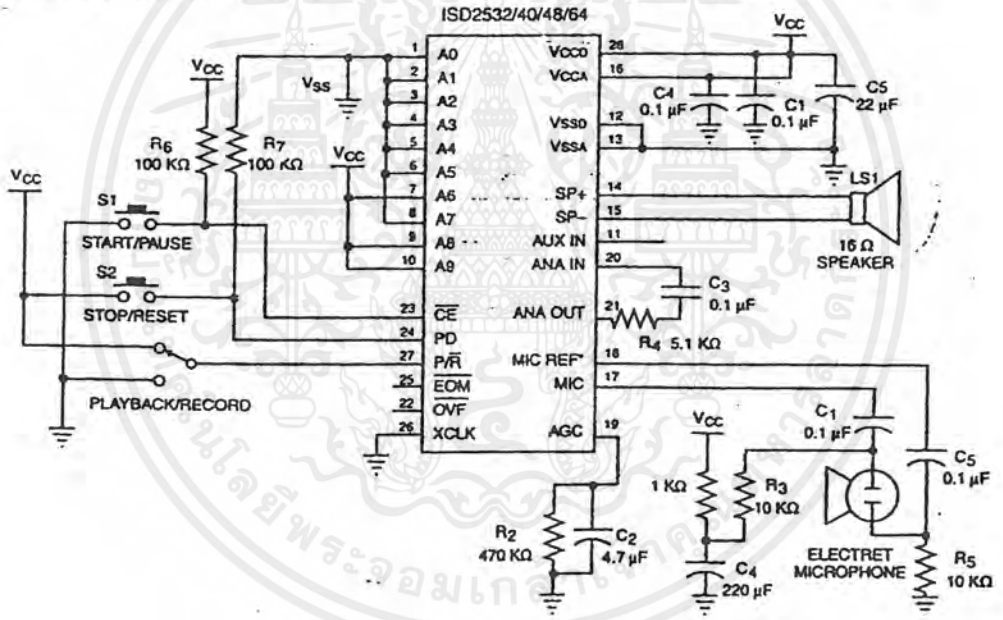
Playback / Record Input (P/R) ขา 27 เมื่อขาอินพุทควบคุมการเล่น และบันทึกได้รับพัลส์ "1" จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ "0" จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของ CE จะเป็นแลตช์อินพุทที่ขา P/R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการทำงานทุกอย่างเชื่อมโยงกันอยู่แค่ภายในตัวไอซีเพียงอย่างเดียว มีการต่ออุปกรณ์ภายนอกร่วมน้อยมากก็เป็นการง่ายที่จะประยุกต์เอาไอซีตัวนี้ไปใช้งานได้

2.8.4 การประยุกต์ใช้งาน ISD 2590

การประยุกต์ใช้งานไอซี ISD 2590 นี้ก็ง่ายมากดังการทำงานแต่ละขาใช้งานของไอซีที่ได้อธิบายมาแล้ว และวงจรประยุกต์ใช้งานแสดงไว้ในรูปที่ 24 จะสังเกตเห็นวงจรที่มีความเรียบง่ายและอุปกรณ์ประกอบร่วมที่น้อยมาก สังเกตวงจรนับตั้งแต่ลำโพงที่สามารถต่อได้โดยตรงกับไอซีเลย ไมโครโฟนนั้นหากใช้แบบไดนามิกคไมโครโฟนก็สามารถต่อเข้ากับอินพุทไมโครโฟนหรือไอซีได้เลยโดยตรง หากเป็นแบบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนจะต้องมีการไบแอสค่าแรงดันให้กับไมโครโฟนอย่างเหมาะสม ดังที่แสดงไว้ในวงจรประยุกต์ใช้งานนี้ การทำงานนอกเหนือจากนี้คงไม่ต้องอธิบาย เพราะได้กล่าวถึงแล้วในการทำงาน และหน้าที่ใช้งานของแต่ละขา



รูปที่ 24 แสดงวงจรประยุกต์ใช้งานของ ISD 2590

การประยุกต์ใช้งานไอซีนอกเหนือจากนั้นก็คือ การประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม และการพัฒนาโปรแกรม เพื่อควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็สามารถที่จะทำให้ ISD 2590 ทำการบันทึก และเล่นกลับได้ในหลากหลายของฟังก์ชั่นการทำงานขึ้นกับความสามารถและประสิทธิภาพของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ทฤษฎีพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

MCS-51 ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลายรุ่น ซึ่งมีสถาปัตยากรรมที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดหรือจำนวนหน่วยการทำงานภายในที่แตกต่างกัน อาทิเช่น ใช้เทคโนโลยีในการผลิตที่แตกต่างกัน

ไมโครคอลโทรลเลอร์ เบอร์ที่นับว่าเป็นเบอร์พื้นฐานสำหรับตระกูล MCS51 ได้แก่เบอร์ 8051 และ 8031 โดยเบอร์ 8051 จัดเป็นสมาชิกตัวแรกองตระกูลมีคุณลักษณะพื้นฐานดังต่อไปนี้

- หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิท
- ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบท์
- ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบท์
- หน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 4 กิโลไบท์ แบบ EPROM (เบอร์ 8751) หรือแบบ ROM (เบอร์ 8051)
- หน่วยความจำแบบ RAM ภายในจำนวน 128 ไบท์
- พอร์ตอินพุท/เอาท์พุทแบบขนาน จำนวน 32 เส้น
- วงจรนับ/จับเวลาขนาด 16 บิท
- วงจรสื่อสารแบบอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- วงจรการควบคุมการอินเตอร์รัพจากแหล่งสัญญาณ 6 ประเภท
- วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

2.9.1 รายละเอียดของขาสัญญาณของไมโครคอลโทรลเลอร์

รายละเอียดของขาแสดงให้ดูดังรูปที่ 25

รูปที่ 25 แสดงการจัดวางขาของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Vcc (ขา 40) ต่อกับ +5V
- Vss (ขา 20) เป็นขา GND
- พอร์ท 0 (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิท คือ (P0.7-P0.0) ใช้งานได้ 2 หน้าที่ คือ แอดเดรสบัส และดาต้าบัส เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก หรือเป็นไอโอพอร์ท ถ้าต้องการให้ทำงานเป็นอินพุทพอร์ทต้องส่งลอจิก "1" ไปยังพอร์ทนี้
- พอร์ท 1 (ขา1-8) มีทั้งหมด 8 บิท คือ (P1.0-P1.7) มีโครงสร้างคล้าย พอร์ท 0 แต่จะใช้ความต้านทานภายในแบบพูลอัพแทน internal pull up register
- พอร์ท 2 (ขา 21-28) มีทั้งหมด 8 บิท คือขา (P2.7-P2.0) มีโครงสร้างคล้าย พอร์ท 0 พอร์ทนี้ทำงาน 2 หน้าที่ คือสามารถใช้เป็นแอดเดรสบัสขนาด 8 บิท (A15-A8) และเป็นไอโอพอร์ท ใช้งานทั่วไป เมื่อจะใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องส่งลอจิก "1" มาที่พอร์ทนี้
- พอร์ท 3 (ขา10-17) มีทั้งหมด 8 บิท คือขา (P3.7-P3.0) มีโครงสร้างคล้าย พอร์ท 1 ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือเป็นไอโอพอร์ท ถ้าจะโปรแกรมให้เป็นอินพุทพอร์ทต้องส่งลอจิก "1" มาที่พอร์ทนี้ก่อน และอีกหน้าที่หนึ่งก็คือ ใช้ส่งสัญญาณควบคุมออกมา และรับสัญญาณเข้าไปสัญญาณต่าง ๆ มีดังนี้

P3.0/RXD (serial input port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม (UART)

P3.1/TXD (serial output port) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม (UART)

P3.2/INT0 (external interrupt0) ใช้รับสัญญาณการขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 0

P3.3/INT1 (external interrupt1) ใช้รับสัญญาณการขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 1

P3.4/T0 (counter 0 external input) ขารับสัญญาณพัลส์อินพุทเข้าไปยังวงจร counter 0

P3.5/T1 (counter 1 external input) ขารับสัญญาณพัลส์อินพุทเข้าไปยังวงจร counter 1

P3.6/WR (external data memory write stobe) ขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำมูลภายนอก

P3.7/RD (external data memory read stobe) ขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

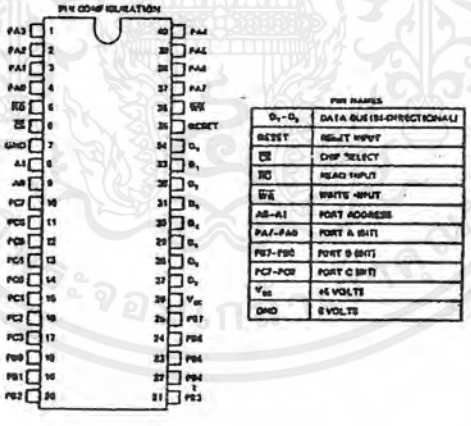
- ALE (ขา30) เป็นขาส่งสโตรปสำหรับใช้ในการแลตช์แอดเดรสไบท์ต่ำ (A7-A0) ที่ส่งออกมาจาก (พอร์ท 0) สัญญาณนี้จะแอคทีฟทุก ๆ 2 ครั้งใน 1 แมชชีนไซเคิล
- PSEN (ขา29) เป็นขาสโตรปที่ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจาก Program Memory ภายนอก สัญญาณนี้จะส่งออกมา 2 ครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิลแต่ถ้าเป็นการอ่าน internal program memory จะไม่มีสัญญาณออกที่ขานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- EA (ขา 30) ใช้เลือกหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก
  1. ป้อน "0" จะอ่านโปรแกรมจากภายนอกชิพ
  2. ป้อน "1" จะอ่านโปรแกรมจากภายในชิพ
- RST (ขา 6) ขารีเซ็ท จะรีเซ็ทได้ก็ต่อเมื่อป้อนลอจิก "1" เข้าที่ขานี้นานอย่างน้อย 2 แมชชีน
- XTAL1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน
- XTAL2 (ขา 20) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นเอาท์พุทของวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

2.9.2 การเชื่อมต่อ 8255 กับ MCS51

8255 เป็น ชิพขนาดใหญ่ 40 ขามีอยู่ 3 พอร์ทคือ A,B,C เป็นพอร์ท 8 บิท ที่สามารถโปรแกรมให้เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทก็ได้ โดยที่พอร์ท C ยังแบ่งเป็น 4 บิทล่าง และ 4 บิทบน โดยมีโครงสร้าง ดังรูปที่ 26



รูปที่ 26 แสดงการจัดวางขาของ 8255

จะขอกล่าวถึงการเชื่อมต่อ 8255 กับ CPU เป็นดังหัวข้อดังต่อไปนี้

1.โหมดการทำงาน

การทำงานมีอยู่ด้วยกัน 3 โหมด ดังนี้

- โหมด 0 มีการทำงานแบบ BASIC I/O ไม่มี handshake
- โหมด 1 โหมดนี้ใช้พอร์ท A,B ในการรับหรือส่งข้อมูล และใช้พอร์ท C ในการตรวจสอบสัญญาณ (handshake)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โหมด 2 โหมดนี้ใช้พอร์ท A ในการรับส่งข้อมูล 2 ทิศทาง และพอร์ท B ในการรับหรือส่งข้อมูล และใช้พอร์ท C บิท 0,1,2 ในการรับส่งข้อมูลบิท และบิท 4,5,6 เป็นสัญญาณ handshake

2. ตารางสรุปโหมดการทำงานของ 8255

ซึ่งโหมดการทำงานของ 8255 สามารถสรุปได้เป็นตารางดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงโหมดต่าง ๆ ของ 8255

	MODE 0		MODE 1		MODE 2
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY
PA_0	IN	OUT	IN	OUT	←
PA_1	IN	OUT	IN	OUT	←
PA_2	IN	OUT	IN	OUT	←
PA_3	IN	OUT	IN	OUT	←
PA_4	IN	OUT	IN	OUT	←
PA_5	IN	OUT	IN	OUT	←
PA_6	IN	OUT	IN	OUT	←
PA_7	IN	OUT	IN	OUT	←
PB_0	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_1	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_2	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_3	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_4	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_5	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_6	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_7	IN	OUT	IN	OUT	—
PC_0	IN	OUT	$INTR_B$	$INTR_B$	I/O
PC_1	IN	OUT	IBF_B	$\overline{OBF}_B$	I/O
PC_2	IN	OUT	$\overline{STB}_B$	$\overline{ACK}_B$	I/O
PC_3	IN	OUT	$INTR_A$	$INTR_A$	$INTR_A$
PC_4	IN	OUT	$\overline{STB}_A$	I/O	$\overline{STB}_A$
PC_5	IN	OUT	IBF_A	I/O	IBF_A
PC_6	IN	OUT	I/O	$\overline{ACK}_A$	$\overline{ACK}_A$
PC_7	IN	OUT	I/O	$\overline{OBF}_A$	$\overline{OBF}_A$

MODE 0 OR MODE ONLY

3. สัญญาณต่าง ๆ ของ 8255

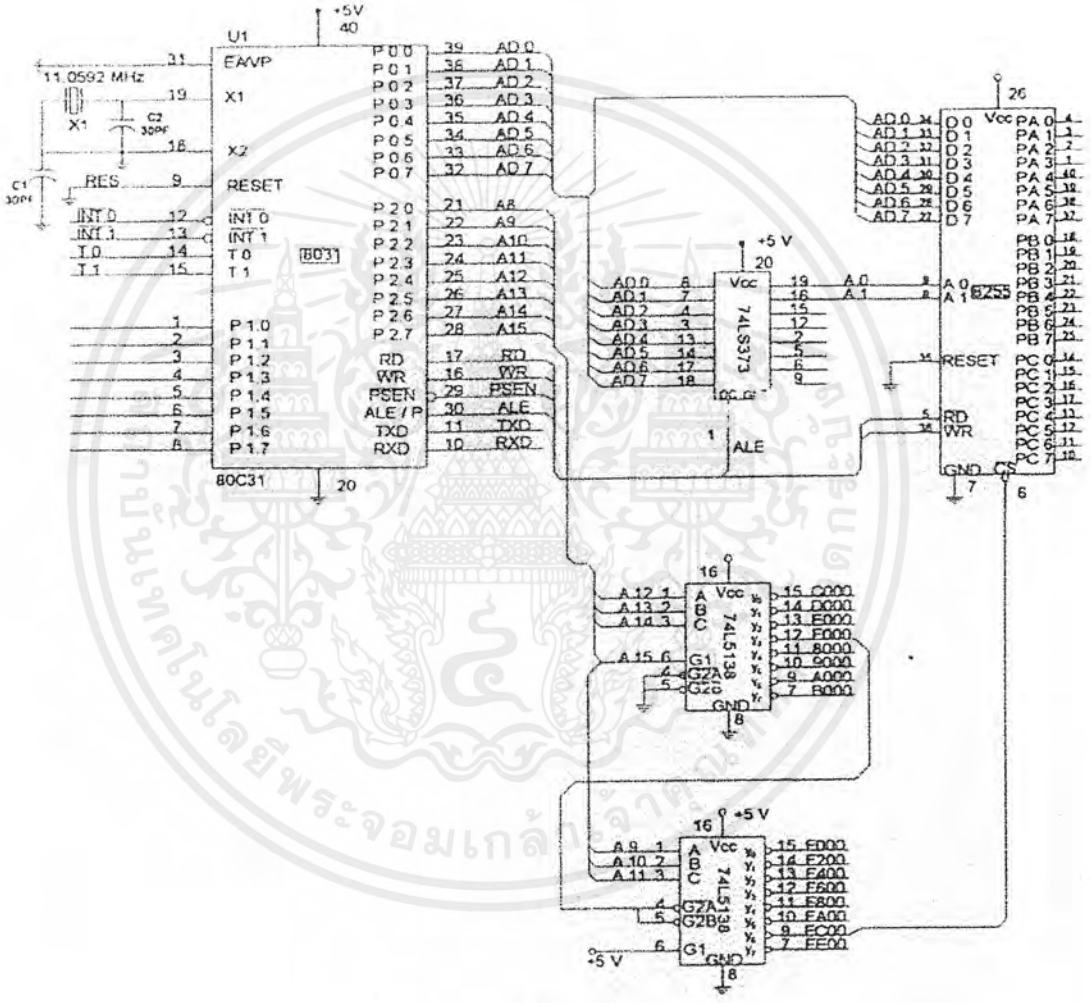
- D7-D0 บัสข้อมูลเชื่อมโยงกับ CPU
- A1-A0 ใช้เลือกพอร์ท A,B,C และพอร์ทควบคุม
- RESET เมื่อขานี้ได้รับสัญญาณกระตุ้นลอจิก "1" จะทำให้ 8255 ถูกรีเซ็ทมีผลทำให้ทุกพอร์ทเป็นอินพุททันที
- PA7-PA0 เป็นพอร์ทขนาน 8 บิท
- PB7-PB0 เป็นพอร์ทขนาน 8 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PC7-PC0 เป็นพอร์ทขนาน 8 บิท
- RD ในการอ่านข้อมูลที่พอร์ทของ 8255 ต้องทำให้ขานี้เป็นลอจิก “0” พร้อมกับ CS
- CS เป็นขาเลือกชิพ 8255 ได้ ขานี้มักจะต่อกับ I/O DECODER

4. การเชื่อมโยง 8255 เข้ากับ CPU

การเชื่อมโยง 8255 เข้ากับ CPU สามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 27 แสดงการเชื่อมโยง 8255 เข้ากับ CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการทำงานของวงจร

การทำงานภายในเครื่องประกอบด้วนส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ (Hard ware)
2. ส่วนของ program (Soft ware)

3.1 ส่วนประกอบภายในเครื่อง (Hard ware)

ภายในเครื่องประกอบด้วยภาคต่าง ๆ ดังนี้

1. ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและยกหูโทรศัพท์ (Detect Ringing & Hand Shake)
2. ภาคนับเวลา (Counter&Timmer)
3. ภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Decoder)
4. ภาคบันทึกเสียง (Record)
5. ภาคประมวลผลกลาง (Controller)
6. ภาคเอาท์พุท (Output Driver)
7. ภาคจ่ายไฟ (Power Supply)

3.2 การทำงานโดยรวมของวงจร

การทำงานอย่างคร่าว ๆ ของวงจรเป็นดังนี้

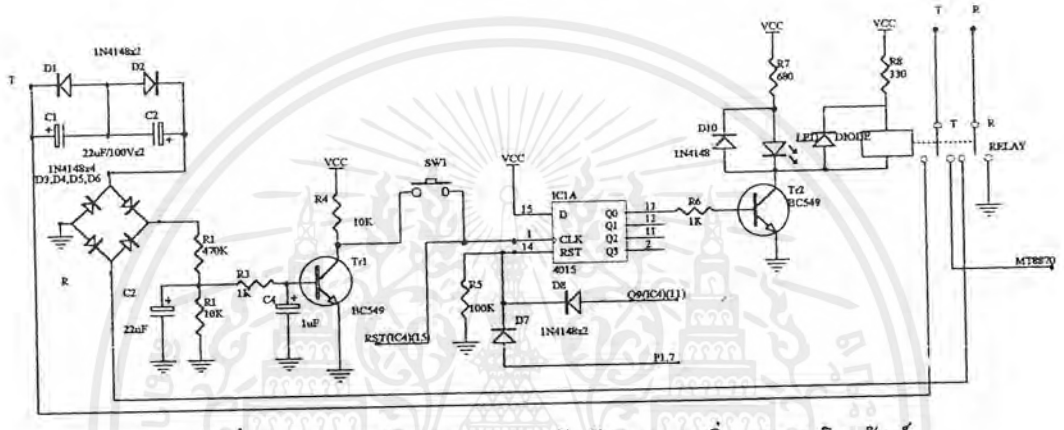
เริ่มมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาทางด้านอินพุทของภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง แล้วแปลงเป็นสัญญาณพัลส์ ให้เครื่องรับรู้ว่ามีการโทรเข้ามาแล้ว หลังจากนั้นจึงทำการยกหูโทรศัพท์ โดยการทำให้อิมพีแดนซ์ของสายโทรศัพท์มีค่าต่ำกว่า 600 โอห์ม ต่อจากนั้น ภาคบันทึกเสียงเริ่มทำงานคล้ายๆ กับโทรศัพท์อัตโนมัติทั่ว ๆ ไป เพื่อให้ผู้ใช้สะดวกต่อการใช้งานและเพื่อให้ผู้ใช้สั่งการเข้ามาว่าต้องการทำอะไรกับเครื่อง หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อพ่วงอยู่นี้บ้าง เมื่อผู้ใช้เริ่มมีการกดปุ่มสั่งการเข้ามา ก็ให้ภาคแปลงรหัสสัญญาณ DTMF ทำการแปลงความถี่ 2 ความถี่ที่มาจากสัญญาณ DTMF ให้เป็นรหัสไบนารี่ 4 บิท ให้ภาคประมวลผลกลาง ทำการแปลคำสั่ง แล้วประมวลผลไปว่าต้องการทำอะไรต่อไป หลังจากนั้นสั่งการออกไปยังภาคเอาท์พุท ให้มีการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ต่อร่วมอยู่กับช่องสัญญาณต่าง ๆ หรือทำการหน่วงเวลารอคอยจนถึงเวลาที่ผู้ใช้สั่งการว่าให้ปฏิบัติการแล้วค่อยสั่งการออกไป โดยในเครื่องนี้ได้มีการป้องกันผู้ไม่หวังดีเข้ามาภายในระบบโดยการตั้งรหัสผ่านไว้ ซึ่งจะเขียนอยู่ในส่วนของโปรแกรม โดยจะตั้งรหัสผ่านไว้จำนวน 4 หลัก จึงปลอดภัยได้ระดับหนึ่งสำหรับผู้ไม่หวังดี และยังออกแบบให้มีวงจรนับภายใน เพื่อกันการโทรเข้ามาแล้วไม่มีการตอบรับ หรือการกดปุ่มใด ๆ เข้ามา ซึ่งจะเป็นผลทำให้เครื่องทำงานไม่ครบวงรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานจึงทำให้เครื่องค้างรอคำสั่งอยู่ต่อไป แม้ว่าผู้ใช้จะวางหูทิ้งไปแล้ว เพื่อเป็นการป้องกันจึงออกแบบให้เป็นวงจรนับขึ้นมาหนึ่งชุด เมื่อไม่มีการกดปุ่มใด ๆ เข้ามาในระยะเวลาหนึ่ง (ซึ่งในเครื่องนี้ตั้งเวลาไว้ 1 นาที) ก็จะมีสัญญาณออกไปเพื่อให้เครื่องทำการวางหูโทรศัพท์ต่อไป

3.3 วงจรภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและยกหูโทรศัพท์

รูปวงจรภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและยกหูโทรศัพท์แสดงดังรูปที่ 28 ซึ่งมีการทำงานของวงจรดังนี้



รูปที่ 28 แสดงการต่อวงจรภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและยกหูโทรศัพท์

จากสัญญาณโทรศัพท์เมื่อไม่มีการยกหู จะมีไฟเลี้ยงที่โทรศัพท์ประมาณ 48 VDC แต่เมื่อมีการโทรเข้ามา ที่ชุมสายจะมีการส่งสัญญาณกระดิ่งเข้าเป็นแรงดันไฟประมาณ 110 VAC ขี่มาบนไฟ DC เป็นเวลาประมาณ 2 วินาที สลับกับไม่มีการส่งสัญญาณกระดิ่งอีก 4 วินาที จากสัญญาณตรงนี้เราจึงสามารถลดขนาดให้เหลือเป็นสัญญาณพัลส์ได้ดังนี้

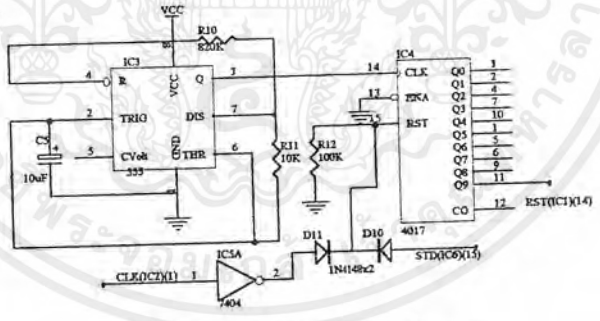
เริ่มแรกโดยการกรองเอาไฟ DC ออกจาก AC ก่อนโดยใช้ D_1,D_2 และ C_1,C_2 ดังรูปวงจรดังนั้น เอาท์พุทของขา D_2 และ C_2 จึงเป็นมีแรงดัน 110 VAC นำไป เรกติไฟล์โดย D_3-D_6 จะทำให้ได้เป็นแรงดันไฟ DC ออกมา หลังจากนั้น ทำการลดขนาดของแรงดันลงโดยใช้ R_1 กับ R_2 เป็นวงจรแบ่งแรงดัน หลังจากนั้นกรองแรงดันให้เรียบโดย C_3 ซึ่งจะได้แรงดันตกคร่อม R_2 ตรงนี้ประมาณ 1.5 VDC นำไปขับให้ทรานซิสเตอร์ทำงานโดยมี R_3 และ C_4 เป็นฟิลเตอร์กรองสัญญาณรบกวนจากภายนอก ดังนั้นเมื่อมี สัญญาณกระดิ่งเข้ามาก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสเสมือนช็อตขา C ลงกราวด์ จากเดิมเอาท์พุทที่ขาคอลเลคเตอร์ เป็น 5V ก็จะกลับกลายเป็น OV ส่วน SW_1 ต่อไว้สำหรับให้ผู้ใช้ทำงานที่หน้าเครื่อง (กรณีไม่ได้โทรเข้ามา แต่ต้องการใช้เครื่องนี้ภายในบ้าน) เมื่อมีการกดสวิทช์เข้ามา ก็จะทำให้วงจรขาด จากเดิมมี 5V ก็จะกลายเป็นช็อคผ่าน R5 ลงกราวด์ไปทำให้มีการเปลี่ยนแรงดัน เมื่อมีการเปลี่ยนระดับของแรงดันที่ขา clock ของ IC_1 ก็จะทำให้ IC_1 ซึ่งเป็น Shift register เกิดการเลื่อนเอาระดับ logic ที่ขา D ไปออกที่ Q0 (ขา13) หรือเลื่อน 5V ไปที่ Q_0 นั่นเอง ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้ Q_0 มีระดับแรงดันเป็น 5V ผ่าน R_6 ไปทำให้ Tr_2 นำกระแสเสมือนช็อคขาคอลเลคเตอร์ ลงกราวด์ แล้วก็มีเอาท์พุทที่ขา C เป็น 0V เสมือนไปต่อขา รีเลย์ให้ลงกราวด์เกิดการครบลูปทำให้ รีเลย์เกิดการเหนี่ยวนำให้สวิทช์เชื่อมต่อหน้าสัมผัส ทำให้ R9 คร่อมสายโทรศัพท์ จึงทำให้อิมพีแดนซ์ภายในโทรศัพท์มีค่าต่ำกว่า 600 โอห์ม จึงเสมือนมีการยกหูโทรศัพท์เกิดขึ้น แล้วยังมีการนำเอาเอาท์พุทที่ขา Q_0 ของ IC_1 ไปบอกให้ภาคประมวลผลกลาง ได้รับรู้ว่ามีการยกหูโทรศัพท์เกิดขึ้นแล้ว เตรียมตัวรับคำสั่งอื่น ๆ ต่อไป

3.4 วงจรภาคนับเวลา

สร้างขึ้นมาเพื่อกันการโทรเข้ามาแล้วไม่ได้สั่งการใด ๆ เลย แล้วก็วางหูทิ้งไปเฉย ๆ หรือไม่ก็สั่งการแต่ไม่ครบลูปการทำงาน ทำให้โทรศัพท์เกิดการยกหูค้างเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถโทรเข้ามาสั่งการใด ๆ ได้อีกเพราะโทรศัพท์สายจะไม่ว่างไป ดังนั้นทำการออกแบบเป็นวงจรนับ โดยใช้ไอซีนับ เบอร์ 4017 ซึ่งเป็นตระกูล CMOS กับไอซีผลิตความถี่ (Timmer IC) เบอร์ 555 ซึ่งต่อร่วมกันดังรูปที่ 29 ซึ่งจะมีเอาท์พุทออกมาทุก ๆ 1 นาที ถ้าไม่มีการรีเซท และยังเอาไปเป็นสัญญาณรีเซท IC_1 ทำให้เอาพุทของ Q0 เป็น 0V Tr_2 หยุดทำกระแส ทำให้ รีเลย์ไม่ครบลูปไม่เกิดการเหนี่ยวนำ สวิทช์หน้าสัมผัสทางด้านเอาท์พุทเกิดการเปิดออก ทำให้ โทรศัพท์มีอิมพีแดนซ์ที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 600 โอห์ม เสมือนมีการวางหูโทรศัพท์เกิดขึ้นนั่นเอง



รูปที่ 29 แสดงการต่อวงจรภาคนับเวลา

IC3 จะผลิตความถี่ขึ้นมาที่ 0.171 Hz ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$f = \frac{1}{(R_{10} + 2R_{11})C_5 \ln 2}$$

$$f = \frac{1}{(820K + 2x10K)10\mu F \ln 2} = 0.171Hz$$

ดังนั้นได้ความถี่มีค่า 0.171 Hz

หรือ T = 1/f หรือมีค่าเท่ากับ 1/0.171 หรือเท่ากับ 0.582 วินาที

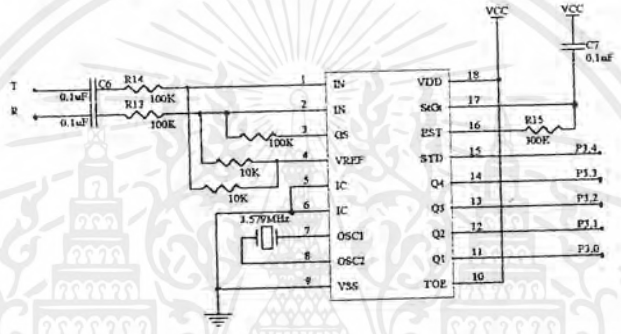
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะได้สัญญาณพัลส์ออกมาทุก ๆ ประมาณ 6 วินาที

ซึ่งจะเอาสัญญาณพัลส์ตัวนี้ไปเป็นสัญญาณ clock ให้กับ IC4 นับไป 10 ก็คือจะได้ว่า จะมีเอาท์พุทออกที่ขา Q9 ประมาณ 5.8x10 วินาที หรือประมาณ 1 นาทีนั่นเอง

3.5 วงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF

ใช้ IC เบอร์ MT 8870 ของ Mitel ซึ่งเป็น IC เฉพาะงาน ดังนั้นการออกแบบวงจรจึงสร้างจาก data sheet ที่ทางบริษัทให้มา ซึ่งมีการต่ออุปกรณ์ต่อร่วม ให้เรียบร้อยอยู่แล้ว สามารถนำไปใช้งานได้เลย ซึ่งวงจรจะแสดงให้ดูดังรูปที่ 30 ซึ่งอินพุทจะต่อเข้ากับขั้วของสายโทรศัพท์ กับกราวด์ โดยใช้คริสตอลความถี่ 3.579 MHz ให้กับ OSC ภายใน IC ต่อร่วมที่ขา X1 และ X2 ดังรูปวงจร



รูปที่ 30 แสดงการต่อวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF

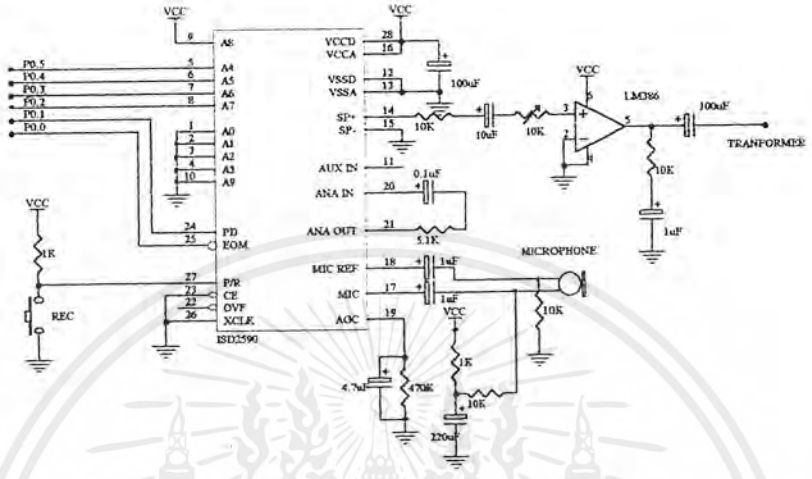
ซึ่งการถอดรหัสสัญญาณ DTMF จะได้ออกมาเป็นไบนารี่ 4 บิท พร้อมกับที่ขา STD จะมีพัลส์ช่วงสั้น ๆ ออกไป เมื่อมีการถอดรหัสเกิดขึ้น ซึ่งเราจะนำ STD ตัวนี้ไปให้ ภาคประมวลผลกลางรับรู้ว่ามีการกดปุ่มใด ๆ เข้ามาแล้ว ให้วนมารับคำสั่งต่อไป โดยติดต่อกับ CPU ที่พอร์ท P3.4 แล้วยังนำไปรีเซท IC4 ให้เริ่มนับ 1 ใหม่ เพราะมีการกดปุ่มใด ๆ เข้ามาแล้ว (แสดงว่ามีผลตอบสนองให้ทำรายการต่อไป)

3.6 วงจรภาคบันทึกเสียง

เป็นตัวส่งเสียงเพื่อให้ผู้ใช้ง่ายต่อการใช้งานโดยมีเสียงคอยบอกตลอดเวลาให้เราทำตามได้อย่างสะดวก คล้าย ๆ กับโทรศัพท์ตอบรับทั่วไป ออกแบบโดยใช้ IC บันทึกเสียงเบอร์ ISD 2590 ซึ่งอัดได้ความยาวสูงสุดถึง 90 วินาที สามารถแบ่งช่องการเล่นได้เป็นหลาย ๆ ช่อง หลาย ๆ ข้อความได้ โดยแบ่งได้สูงสุดถึง 2^8 ข้อความ ISD 2590 เป็นไอซีใช้งาน ทำให้มีอุปกรณ์ต่อร่วมน้อยมาก วงจรต่อใช้งานตาม data sheet ที่ทางบริษัทให้มา ซึ่งแสดงการต่อวงจรให้ดูดังรูป 31 แต่เราจะต้องภาคประมวลผลกลางมากำหนดแต่ละช่องของข้อความที่ขาแอดเดรสต่าง ๆ โดยใช้พอร์ท P0.0-P0.3 (4 บิท) แล้วจะกำหนดให้ IC_7 ทำการเล่นอย่างเดียวโดยกำหนดได้ที่ขา 27 (P/R) ของไอซีโดยการกำหนดให้เป็น "1" ไว้ (mode play) หรือต่อ Vcc ไว้นั่นเอง แล้วทำการขยายเสียงเพิ่มเติมโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC_8 ได้เอาท์พุทไปเข้าทรานฟอร์เมอร์เพื่อใส่เสียงเข้าไปในสายโทรศัพท์ต่อไป ซึ่งวงจรแสดงให้ดูดังรูปที่ 31



รูปที่ 31 แสดงการต่อวงจรภาคบันทึกเสียง

การเล่นในแต่ละข้อควาทำได้โดยการกำหนดให้ PD (ขา24) เป็น "0" โดยจะให้ภาคประมวลผลกลางเป็นตัวกำหนดการเล่นในแต่ละข้อความ โดยติดต่อออกมาทางพอร์ท P0.4 แล้วให้ภาคประมวลผลกลางรับทราบการเล่นสิ้นสุดข้อความโดยขา EOM (ขา25) โดยติดต่อที่ พอร์ท P0.5 ของ CPU

3.7 วงจรภาคประมวลผลกลาง

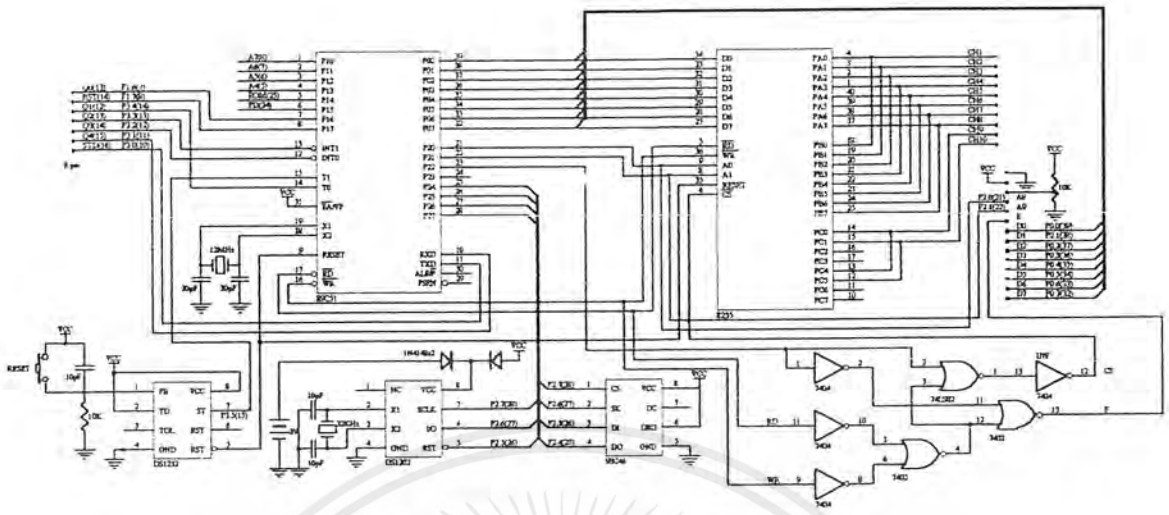
ออกแบบโดยใช้ CPU ตระกูล MCS-51 เบอร์ 89C51 ที่มีหน่วยความจำภายในอยู่ภายในตัว 4K ทำให้ไม่ต้องต่อ ROM ภายนอกเพิ่มเติม และใช้แร่คริสตอลความถี่ 12 MHz เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณทางด้านเวลา และการออกแบบให้มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล โดยใช้หน่วยความจำเบอร์ 93C46 ซึ่งเป็น EEPROM เขียนและลบด้วยไฟฟ้าแบบข้อมูลอนุกรม (serial) จึงไม่ต้องกลัวกลัวปัญหาไฟฟ้าดับ ข้อมูลจะสูญหาย

ใช้ RTC(Real Time Clock) เบอร์ DS1202 เป็นเวลาจริงให้กับ CPU ใช้สำหรับการตั้งเวลาในโหมดตั้งเวลา มีการต่อร่วมกับแบตเตอรี่ ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องไฟฟ้าดับเวลาหยุดเดินไปด้วย

หน่วยประมวลผลกลางจะติดต่อกับภาคเอาท์พุทโดยผ่านพอร์ทขนาน (8255) ให้มีการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยผ่านทาง พอร์ท A และ พอร์ท C ส่วนบน และมีการวนลูปตรวจสถานะของการทำงานโดยผ่านทางพอร์ท B และ พอร์ท C ส่วนล่าง

การต่อเชื่อมวงจรแสดงให้ดูที่ 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



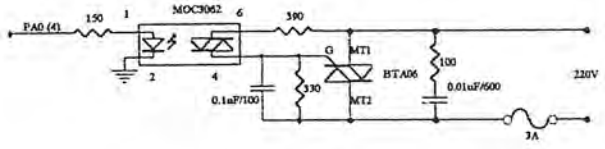
รูปที่ 32 แสดงการต่อวงจรภาคประมวลผลกลาง

การกำหนดพอร์ทของ CPU กับอุปกรณ์ภายนอกกำหนดไว้ดังนี้คือ

1. P0.0-P0.7 Data ของ 8255
2. P1.0-P1.3 เลือกข้อความของภาคบันทึกเสียง
3. P1.4 สั่งให้ภาคบันทึกเสียงเริ่มทำงาน
4. P1.5 ตรวจสอบการเล่นของแต่ละข้อความที่ภาคบันทึกเสียงสิ้นสุดหรือยัง
5. P1.6 ตรวจสอบว่ามีการยกหูหรือวางหูให้ CPU เริ่มรอรับหรือหยุดรับคำสั่ง
6. P1.7 ส่งสัญญาณให้ทำการวางหูโทรศัพท์
7. P2.0-P2.1 กำหนดให้มีการส่งข้อมูล หรือรับข้อมูลเข้ามาของ 8255
8. P2.4-P2.7 ติดต่อกับหน่วยความจำเก็บข้อมูล
9. P2.4-P2.6 ติดต่อกับRTC
10. P3.0-P3.4 รับข้อมูลจากโทรศัพท์ (4 บิท) รวมกับ STD อีก 1 บิท

3.8 วงจรภาคเอาท์พุท

ประกอบด้วยไดแอกคัปเปลอร์เป็นตัวจุดชนวนกระแสเกทให้ไทรแอกทำงานนำกระแสแบบ 2 ทิศทางได้ ซึ่งวงจรแสดงให้ดูดังรูปที่ 33



รูปที่ 33 แสดงการต่อวงจรภาคเอาท์พุท

การทำงานเริ่มต้นจากมีแรงดันเข้ามาที่อินพุทของไดแอกคัปเปลอร์ซึ่งส่งมาจากพอร์ทของ 8255 ทำให้ LED ภายใน ไดแอกคัปเปลอร์เปล่งแสงไปตกกระทบที่ ตัวรับแสงทางด้านเอาท์พุท ทำ

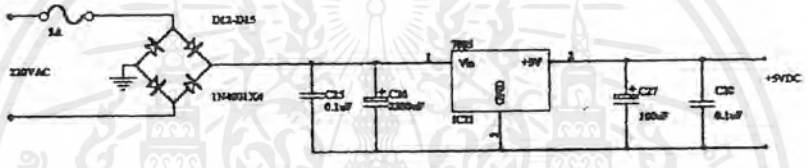
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ไดแอกมีการนำกระแส ไปจุดชนวนกระแสเกทของไทรแอก ทำให้ไทรแอกเริ่มนำกระแส เสมือนเปิดสวิทช์เครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่กับเครื่องควบคุมและสั่งการทางโทรศัพท์นี้ ทำงานตามไปด้วย

ในกรณีที่โหลดเป็นอุปกรณ์ชนิดอินดัคตีฟโหลดอย่าง เช่น พัดลม มอเตอร์ จะมีปัญหาเรื่องมุมเฟส ของสัญญาณไฟสลับ จึงต้องต่อวงจรสนับเปอร์ลงไปในวงจรขับไทรแอกซึ่งจากวงจรก็คือ C_{23} และ R_{25} ต่อร่วมดังรูปวงจร

3.9 วงจรภาคจ่ายไฟ

เป็นภาคแปลงแรงดันไฟสลับ (220VAC) ให้เป็นไฟกระแสตรง 5VDC ออกแบบโดยใช้ไอซี เรคกูเลทเบอร์ 7805 ซึ่งวงจรแสดงให้ดูดังรูปที่ 34



รูปที่ 34 แสดงการต่อวงจรภาคจ่ายไฟ

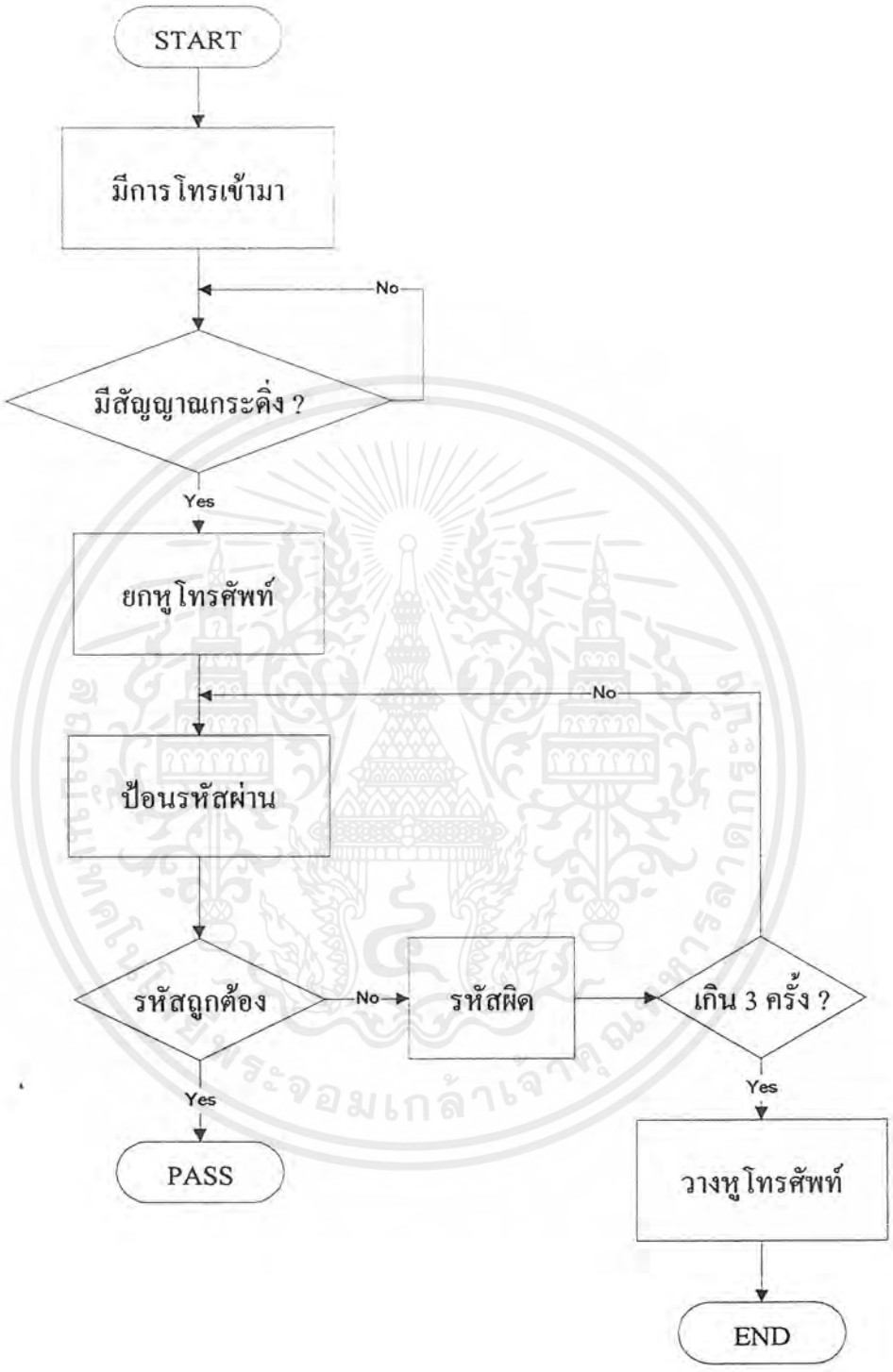
การทำงานเริ่มจากไฟกระแสสลับ (220VAC) ผ่านหม้อแปลง 9V ลดขนาดแรงดันลงเหลือ 9VAC ผ่านวงจรเรกติไฟล์กลายเป็นไฟกระแสตรงแบบเต็มคลื่น ผ่าน C_{25} ทำการกรองความแรงดันให้เรียบขึ้น ซึ่งจะได้แรงดันจากการเรกติไฟที่จุดนี้ประมาณ 12 VDC นำไปเป็นอินพุทให้กับไอซีเรกกูเลท (7805) ทำการแปลงแรงดันให้ต่ำลงจาก 12 VDC ลงเหลือ 5 VDC ทำการกรองแรงดันซ้ำอีกครั้งให้เกิดการเรียบยิ่งขึ้นด้วย C_{27} ซึ่งจะได้เอาท์พุทเป็นไฟกระแสตรง 5V เอาไปใช้งานเป็นแหล่งจ่ายไฟให้วงจรต่าง ๆ ในเครื่องอีกต่อไป

ส่วน C_{26}-C_{27} ต่อเพิ่มลงไปเพื่อลดสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นได้จากภายนอก

3.10 ส่วนของโปรแกรม

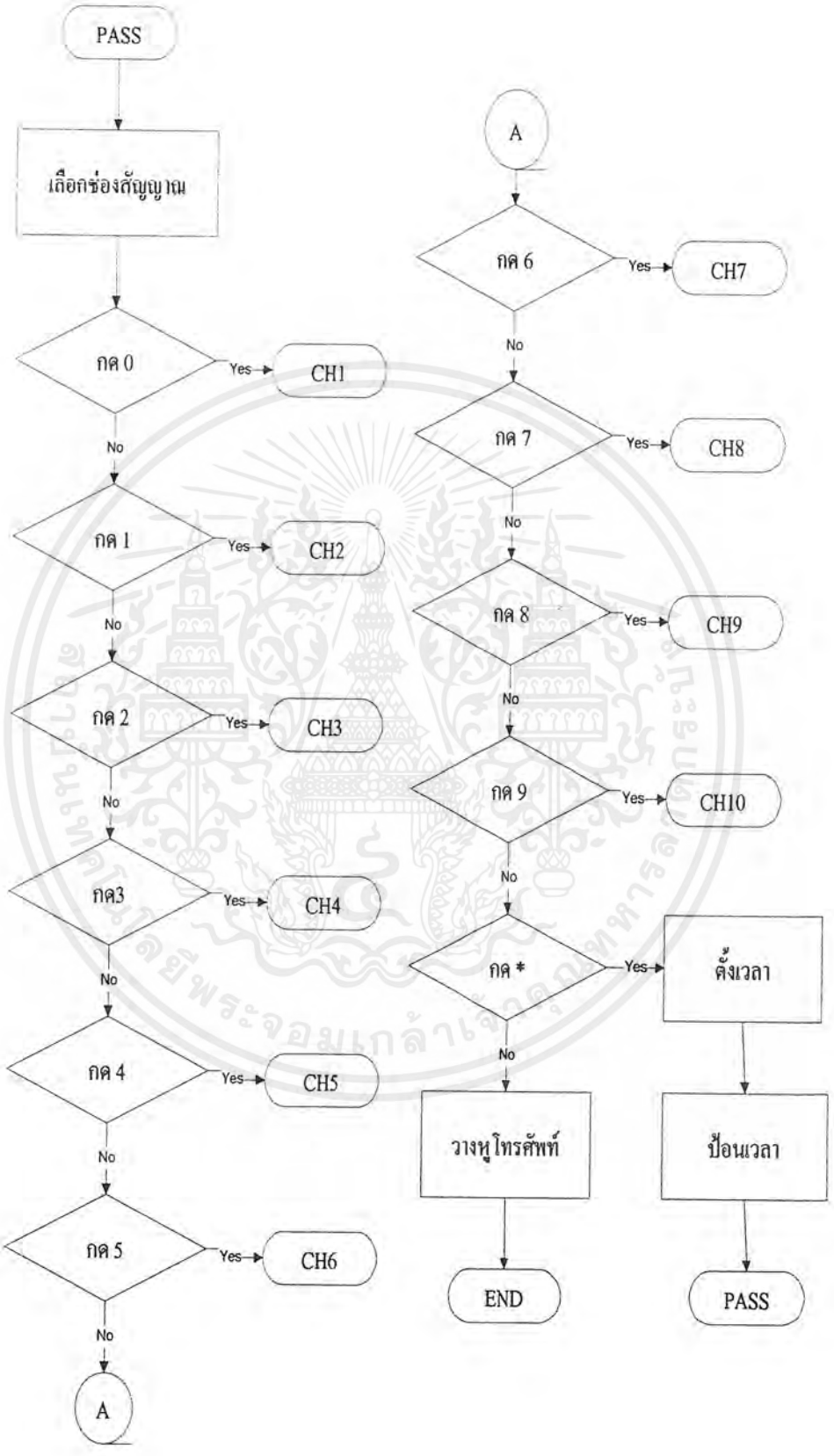
ในส่วนของโปรแกรมการทำงานของเครื่องควบคุมและสั่งการโทรศัพท์นี้จะขออธิบายให้ดูในรูปของ Flow Chart การทำงาน ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



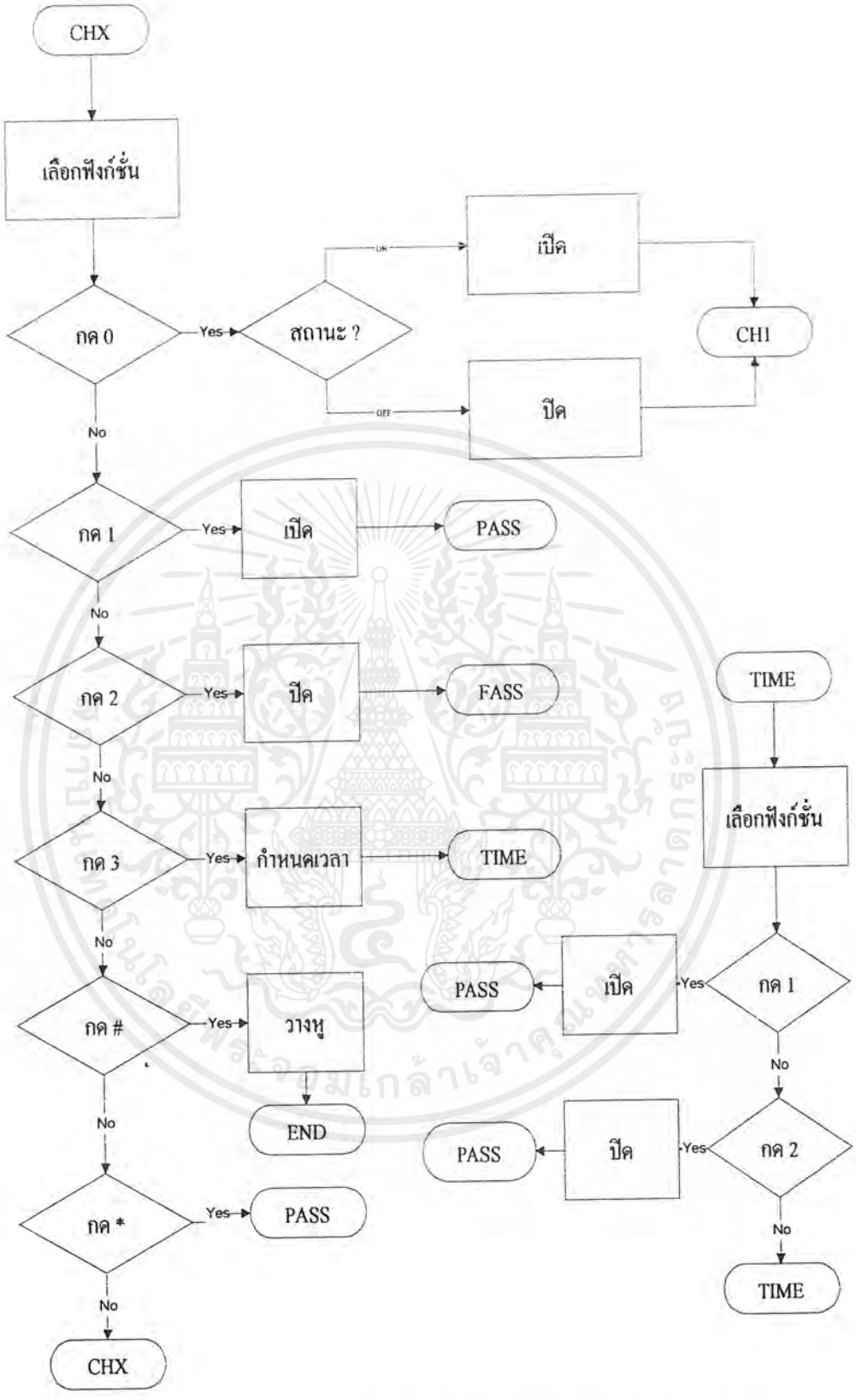
Flow Chart ที่ 1 แสดงการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง การยก/วางหูโทรศัพท์ และการป้อนรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flow Chart ที่ 2 แสดงการเข้าถึงช่องสัญญาณที่ต้องการควบคุมและตั้งเวลาภายในเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flow Chart ที่ 3 แสดงฟังก์ชั่นในการควบคุมในแต่ละช่องสัญญาณ

; X คือช่องสัญญาณใด ๆ (0 – 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

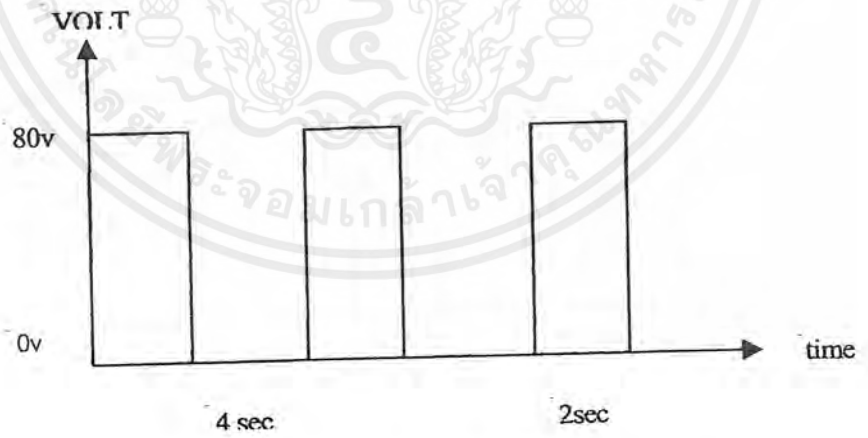
บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 คำนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองของแต่ละภาค ที่ได้ทำการทดลองที่ห้องและจากการที่ไปวัดผลที่มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปช่วยปรับปรุงและแก้ไขโครงงานซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

4.2 ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและยกหูโทรศัพท์

จากการทดลองต่อกับคู่สายโทรศัพท์ ขณะไม่มีสัญญาณเข้ามาที่จุด A,B วัดได้ 55 VDC เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาซึ่งเป็นแรงดันไฟสลับที่จุด A,B จะวัดได้ 110 VAC ขณะไม่มีสัญญาณ 4 วินาที และเมื่อมีเสียงกระดิ่งดังจะวัดได้ 150 VAC เป็นเวลา 2 วินาที เป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ตามช่วงสัญญาณเรียก ซึ่งการทดลองนี้ได้ใช้มิเตอร์ในการวัด เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งผ่านที่ C_1,C_2 และ D_1,D_2 โดยจะทำการตัดแรงดันไฟ DC ที่ขี่มาบนไฟ AC ออกไป ให้เหลือแต่สัญญาณกระดิ่งที่เป็นไฟกระแสสลับผ่านเท่านั้น คือ 110-150 VAC แล้วเข้าวงจร Bridge Rectifier ซึ่งจะทำการแปลงไฟกระแสสลับให้เป็นไฟกระแสตรงออกมาที่จุด 0 ซึ่งจะวัดได้เป็นลักษณะสัญญาณพัลส์ ขณะไม่มีสัญญาณเรียกจะวัดได้เท่ากับ 0 VAC และเมื่อมีสัญญาณเรียกผ่านการ rectifier แล้วทำการวัดได้เท่ากับ 80 VAC แสดงไว้ดังรูปที่ 35



รูปที่ 35 แสดงลักษณะสัญญาณพัลส์ที่วัดได้ที่จุด 0

ซึ่งแรงดันที่ได้ยังมีค่าสูงอยู่มากจึงต่อ R_1 และ R_2 เป็นวงจรแบ่งแรงดัน เพื่อให้ได้แรงดันมีค่าที่เหมาะสมที่ใช้ไบแอสทรานซิสเตอร์ (Q1) ให้ทำงาน ซึ่งวัดโวลท์ที่ตกคร่อม R_1 ได้เท่ากับ 80VDC และวัดโวลท์ที่ตกคร่อม R_2 ได้เท่ากับ 0.6 VDC ทำให้ได้แรงดันที่เหมาะสมที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ (Q_1) ทำงาน เกิดกระแส I_B ไหลวัดได้เท่ากับ 18 μA และวัดกระแส I_C ได้เท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

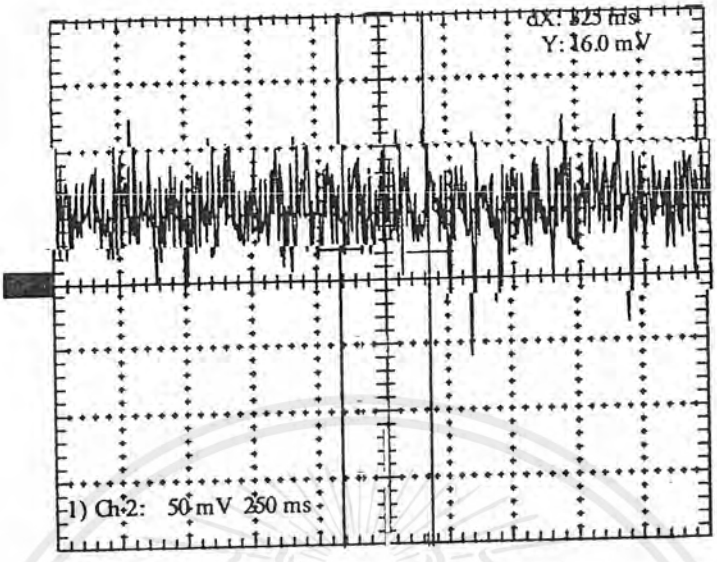
0.5mA โดยแรงดัน VBE ที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 0.6 VDC ทำให้เกิดการต่อขา collector ลงกราวด์ ทำให้โวลท์จากตอนแรกที่วัดได้ 4.8VDC เปลี่ยนเป็น 0 VDC เมื่อสัญญาณกระดิ่งเงียบลงก็จะเป็น 4.8VDC เมื่อมีสัญญาณกระดิ่ง ก็ตกเป็น 0VDC เมื่อสัญญาณกระดิ่งเงียบลงอีกก็จะเป็น 4.8VDC เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งอีกครั้งก็จะตกเป็น 0 VDC เป็นอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ ตามช่วงสัญญาณเรียกเป็นลักษณะสัญญาณพัลส์ดังรูปที่ 36

รูปที่ 36 แสดงลักษณะสัญญาณพัลส์ที่ขา collector

ซึ่งเอาท์พุท 0 โวลท์นี้ไปป้อนเป็นสัญญาณ clock ให้ขา 1 ของ IC_1 ทำให้เกิดการเลื่อนแรงดันไฟ 5V ที่ขา 15 ไปเป็นเอาท์พุทที่ขา 13 วัดได้ 4.8 VDC ผ่าน R_6 ทำให้มีกระแส I_B ไหลวัดได้เท่ากับ 0.65 mA ทำให้ทรานซิสเตอร์ (Q_2) ทำงาน ทำให้ขา collector ลงกราวด์ทำให้ LED สว่าง และวัดกระแส IC ได้เท่ากับ 6.5 mA ซึ่งเอาท์พุทของทรานซิสเตอร์ (Q2) ไปป้อนให้กับขาของรีเลย์ทำให้เกิดกระแสไหลเท่ากับ 10 mA และโวลท์จาก 5 VDC ตกเหลือ 1.2 VDC แสดงว่ารีเลย์เริ่มทำงาน ต่อสวิทช์ให้ R_8 ไปคร่อมคู่สายโทรศัพท์ไว้ ทำให้แรงดันที่ตกคร่อมคู่สายตกเหลือ 18 VDC ทำให้มีการยกหูโทรศัพท์เกิดขึ้น ทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องควบคุมและสั่งการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ตัวนี้ได้ และจาก Q_0 ของ IC_1 เปลี่ยนแปลงแรงดันเป็น 4.8 VDC ก็จะทำให้ controller รับรู้ถึงการเริ่มทำงานได้

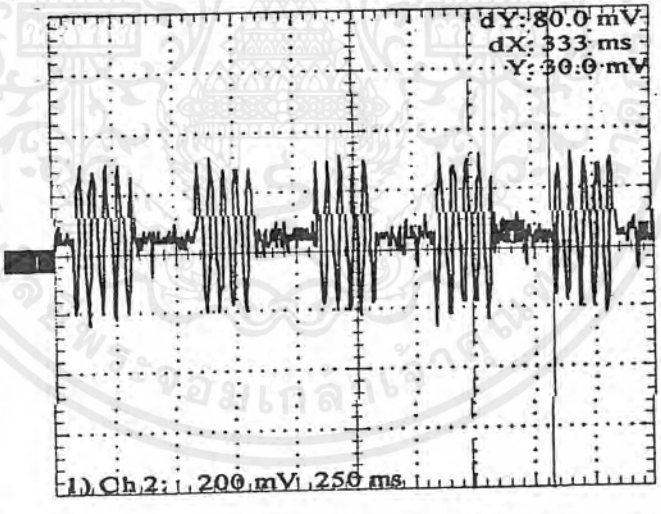
จากสัญญาณ DIAL TONE จากสัญญาณคู่สายของตู้ PABX ที่จุด A,B โดยใช้สโคป เหตุผลที่วัดจากตู้ PABX เนื่องจากไม่สามารถนำอุปกรณ์ที่ใช้วัด ในการทดลองมาวัดที่คู่สายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์โดยตรง ซึ่งผลที่ได้จะแสดงได้ดังรูปที่ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 37 แสดงลักษณะสัญญาณ DIAL TONE ที่วัดจากคู่สายของตู้ PABX

จากการวัดสัญญาณ BUSY TONE ที่จุด A,B โดยใช้สโคป ซึ่งสัญญาณนี้จะทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถติดต่อเข้ามาได้ แสดงไว้ดังรูปที่ 38



รูปที่ 38 แสดงลักษณะสัญญาณ BUSY TONE ที่วัดได้จากคู่สายของตู้ PABX

4.3 ภาคนับเวลา

จากการทดลองที่ได้จากขา 3 ของ IC_2 จะให้เอาท์พุทออกมาเท่ากับ 0.667 Hz และลองใช้มิเตอร์วัดที่ขา 3 จะได้แรงดันเท่ากับ 4.4 VDC และจะตกลงเป็น 0.4 VDC ทุก ๆ 58 วินาที จากขา 3 นี้จะนำไปป้อนให้เป็นสัญญาณ reset ให้กับขา 14 ของ IC_1 กล่าวคือถ้าภายใน 58 วินาที ไม่มีการรีเซตที่ IC_2 ก็จะจะมีสัญญาณพัลส์ไปรีเซต IC_1 เหมือนว่ามีการวางหูโทรศัพท์นั่นเอง ซึ่งการรีเซต IC_2 นี้ทำได้โดยการกดคีย์เข้ามา หรือมีการโทรเข้ามา ดังนั้นถ้าไม่มีการโทรเข้ามา หรือมีการกดคีย์ใดๆ ก็จะไม่เกิดการรีเซต IC_2 เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF

ผลการทดลองของภาคนี้ได้ทำการต่อ LED ไว้ดูเอาท์พุทที่ขา 11,12,13,14 และที่ขา 15 ได้นำไปต่อกับ D_{12} แล้วไปเข้าขารีเซตของ IC_1 และที่ขา 15 ของ IC4 ซึ่งเมื่อไรที่มีการกดคีย์เข้ามาหากวงจรสามารถถอดรหัสได้ที่ขา 15 ก็จะให้ค่าออกมาเท่ากับ 5 VDC จากผลการทดลองนี้ได้ใช้มิเตอร์ในการวัดค่า โดยเมื่อผ่าน D_{12} ค่าโวลท์จะลดลงเหลือ 4.6 VDC และผลการทดลอง เมื่อกดคีย์โทรศัพท์ ขณะที่ได้ทำการยกหูแล้วได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลเอาท์พุทที่ถอดรหัสออกมาจากความถี่ที่กดคีย์หมายเลขที่แป้นโทรศัพท์

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

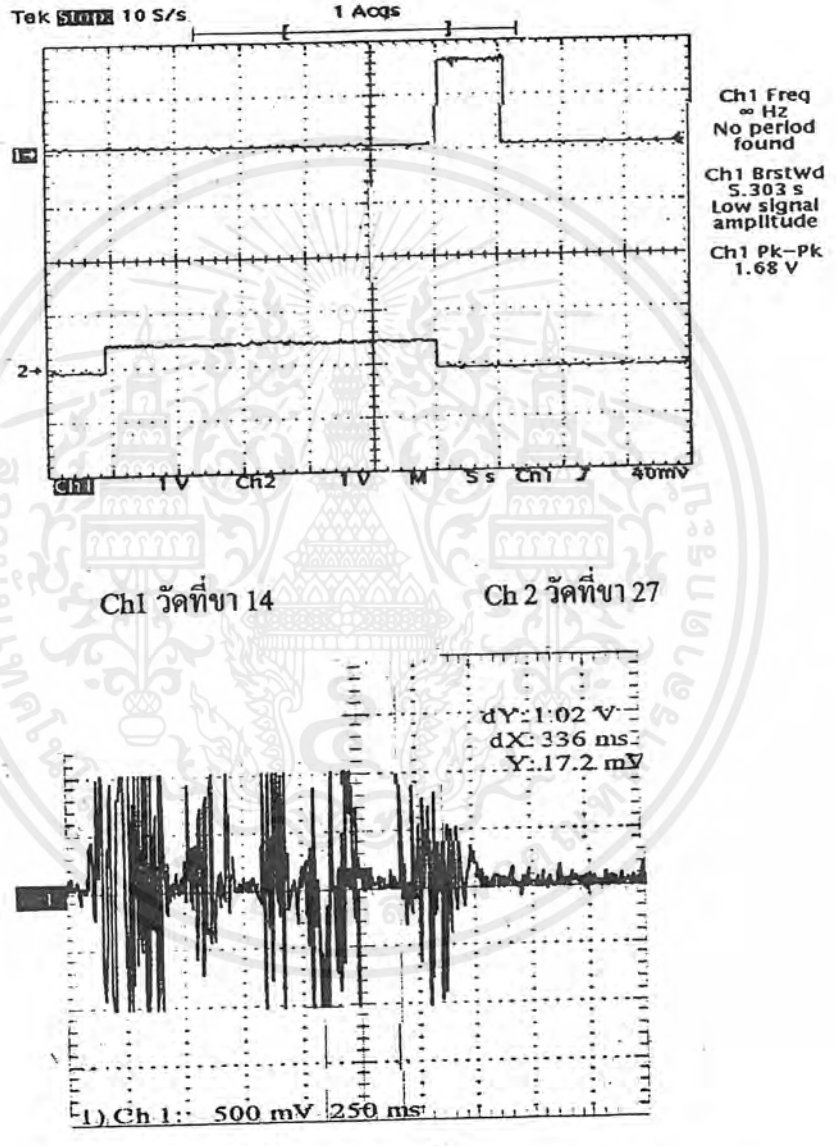
4.5 ภาคบันทึกเสียง

ผลการทดลองของภาคนี้ ถ้าต้องการบันทึกข้อความลงไป ก็ให้มีการต่อที่ขา 27 ลงกราวด์ และเมื่อต้องการฟังการบันทึก ก็ให้ต่อขา 27 กับ VCC ซึ่งในตัวบันทึกเสียงนี้ ก็สามารถที่จะแบ่งการบันทึกได้ตามจำนวนขา Address ที่มีอยู่ ซึ่งจะแบ่งได้ทั้งหมด 2^8 ข้อความ แต่รวมแล้วทั้งหมดต้องไม่เกิน 90 วินาทีซึ่งในการเลือกข้อความ ทำได้โดยการกดหนด Address เริ่มต้นของข้อความนั้น แล้วต่อขา 27 เข้ากับ VCC ซึ่งในวงจรจะใช้ controller เป็นตัวควบคุมการเลือกข้อความและเล่นข้อความนั้นจนจบ โดยเสียงที่ออกมาจากการบันทึกต้องนำไปต่อเข้าที่ T_1 เพื่อเป็นสัญญาณเสียงเข้าไปในคู่สายโทรศัพท์ ให้ผู้ใช้ได้รับทราบข้อความ ก่อนหน้านั้นต้องมีการขยายสัญญาณให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อน โดยใช้ไอซีเบอร์ LM386 โดยการจัดไบแอสให้เล็กน้อยโดยจากการทดลองถ้าเพิ่มค่า C ที่ output LM386 มากเท่าไหร่ สัญญาณเสียงก็จะออกมามีความคมชัดมากยิ่งขึ้น

จากการที่ได้ทำการวัดผลเอาท์พุทที่ขา 14 เปรียบเทียบกับผลเอาท์พุทที่ได้ทำการขยายแล้ว ได้สัญญาณออกมาดังรูปที่ 39



รูปที่ 39 แสดงสัญญาณที่ได้จากการวัดที่ขา 14,27 output LM386

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

"เทคโนโลยีโทรศัพท์" ธวัชชัย เลื่อนฉวี, สำนักพิมพ์บันเทิงการพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2533

"ออปโต้อิเล็กทรอนิคส์" วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิคส์, ฉบับที่ 157-164 พ.ศ.2539. สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น กรุงเทพฯ

"ไอซีบันทึกเสียง ISD 2590" วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิคส์, ฉบับที่ 150 พ.ศ.2538, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น กรุงเทพฯ

"สื่อสารไร้พรหมแดนด้วยระบบโทรศัพท์" วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิคส์, ฉบับที่ 168-171 พ.ศ.2540, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น กรุงเทพฯ

"ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์" วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิคส์, ฉบับที่ 120-128 พ.ศ.2535, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น กรุงเทพฯ

"รวมโครงงานอิเล็กทรอนิคส์โทรศัพท์และอินเตอร์คอม, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น กรุงเทพฯ

"การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูล MCS-51" รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, พิมพ์ครั้งที่2 พ.ศ.2541, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

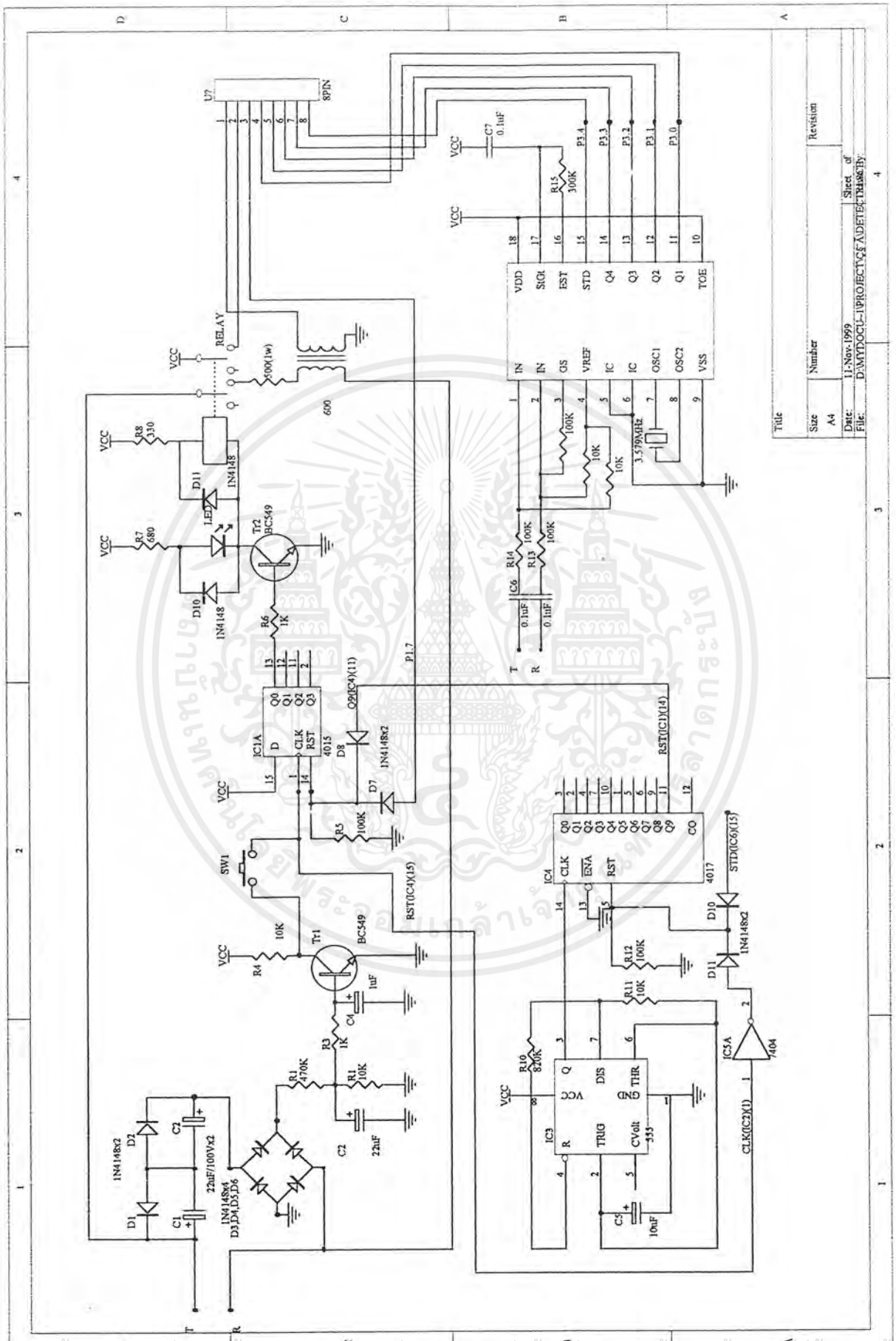
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

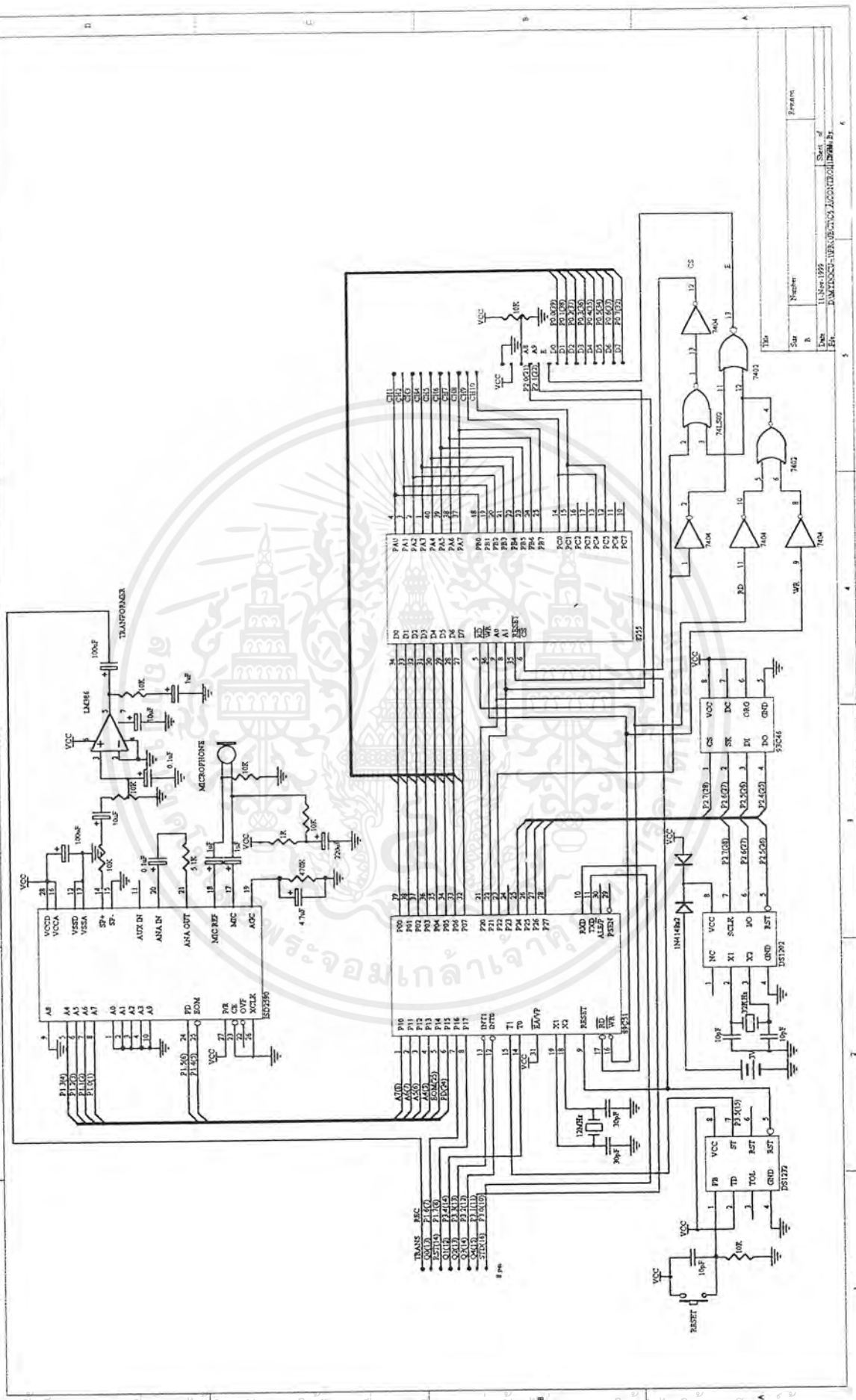
วงจรและลายวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



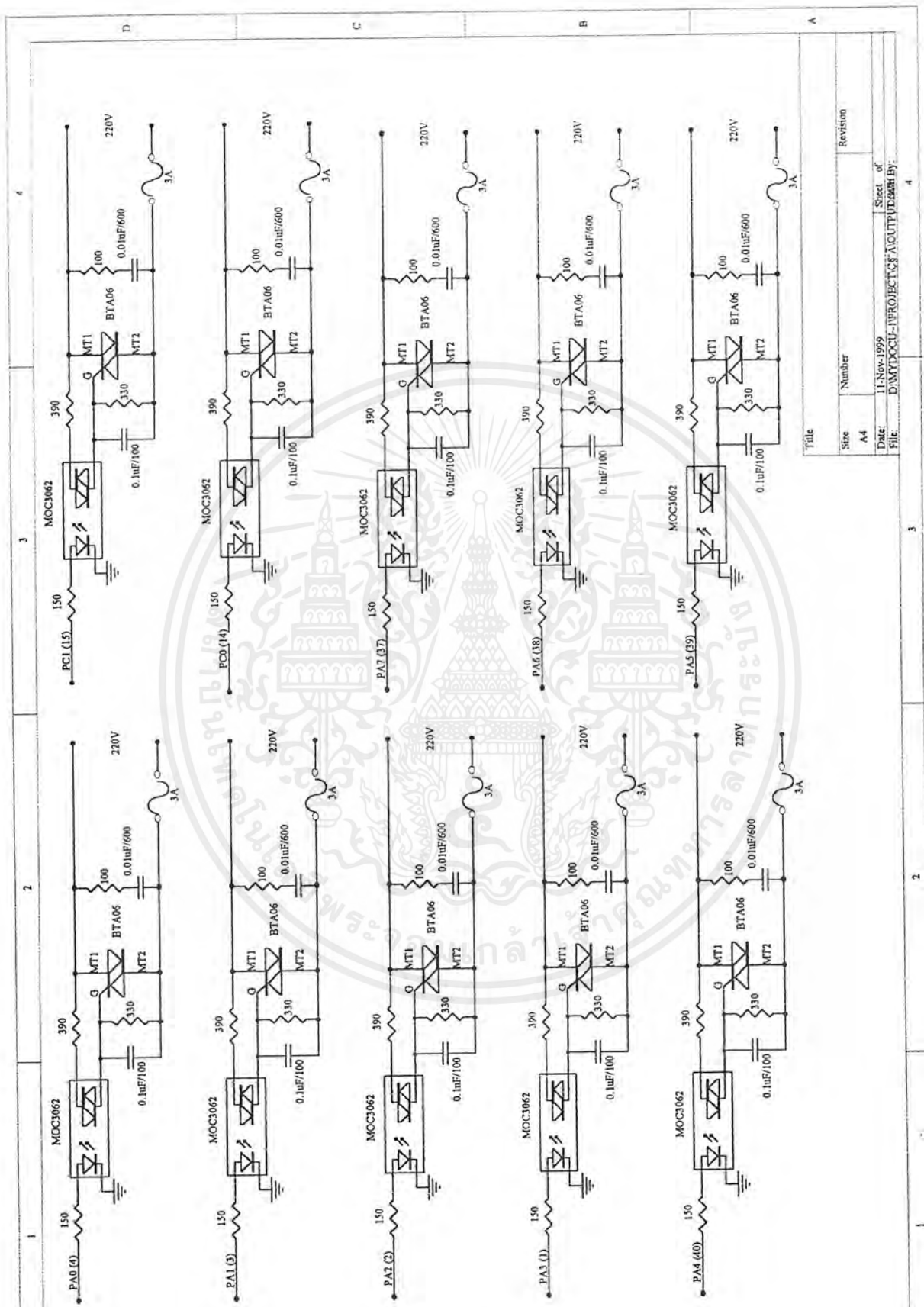
รูปที่ 40 แสดงวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



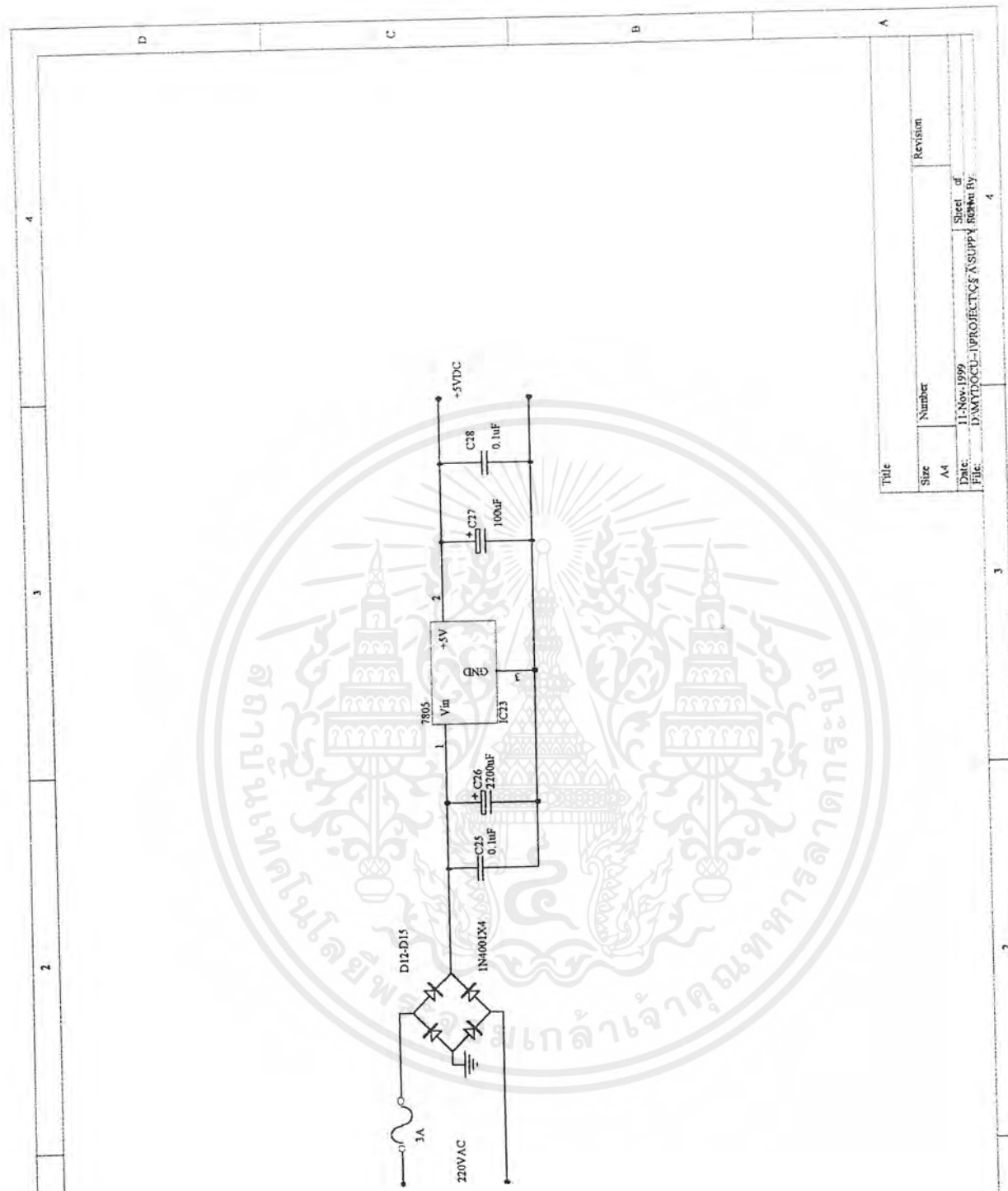
รูปที่ 41 แสดงวงจรภาคบันทึกเสียงและวงจรภาคประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



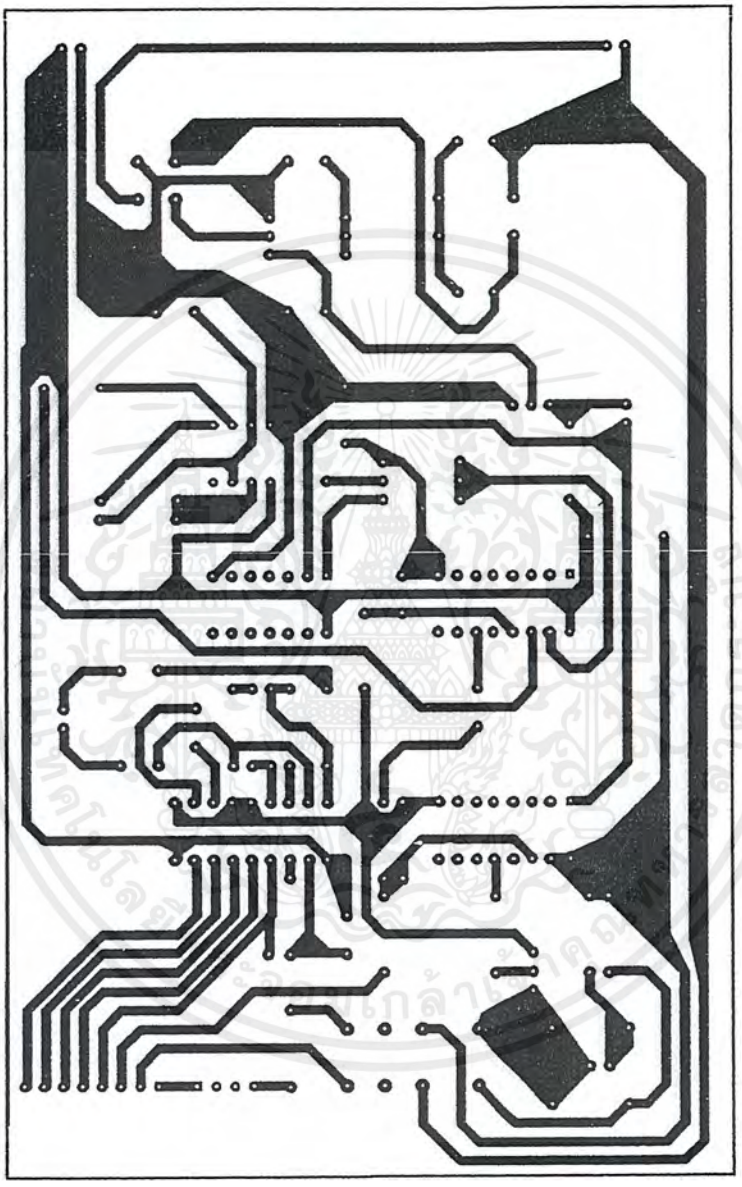
รูปที่ 42 แสดงวงจรภาคเอาท์พุท 10 ช่องสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



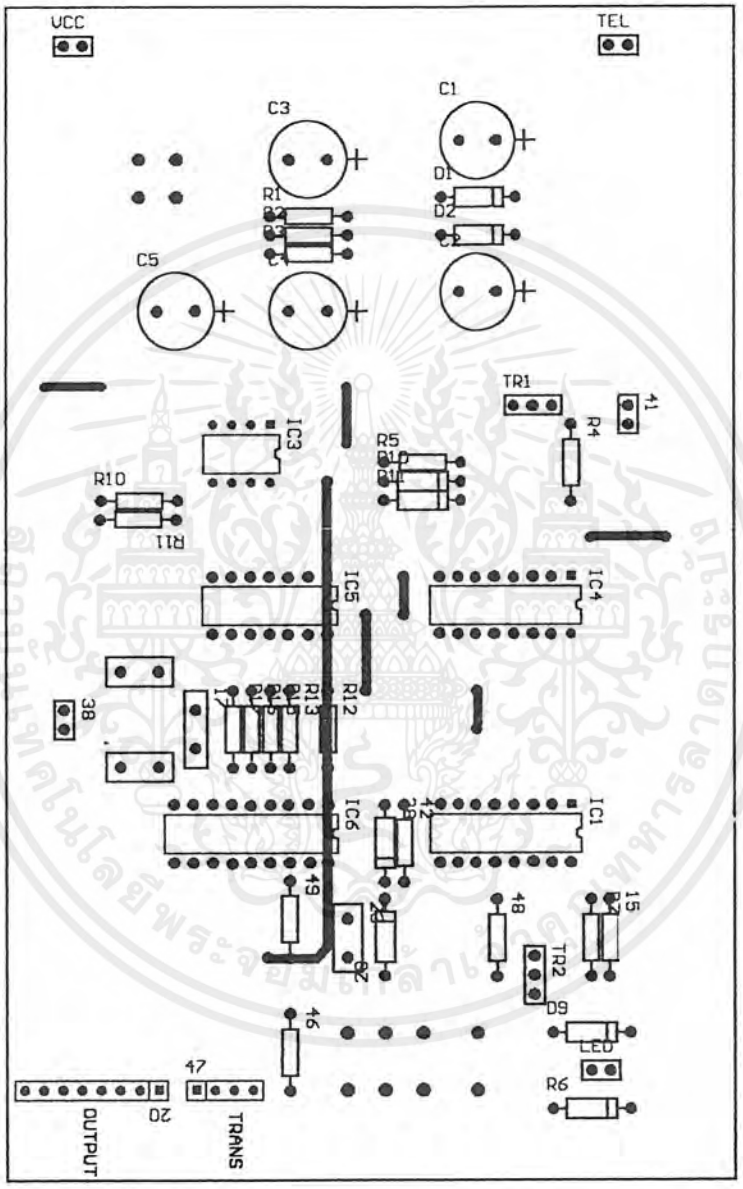
รูปที่ 43 แสดงวงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



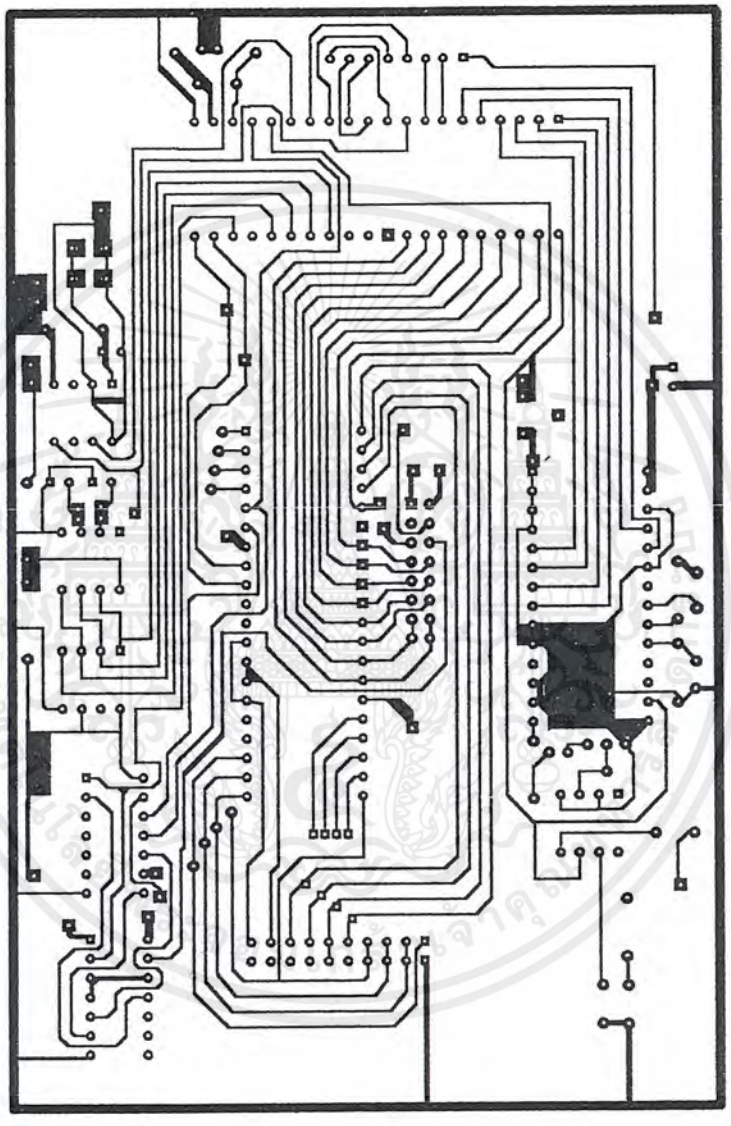
รูปที่ 44 แสดงลายวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF และวงจรนับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



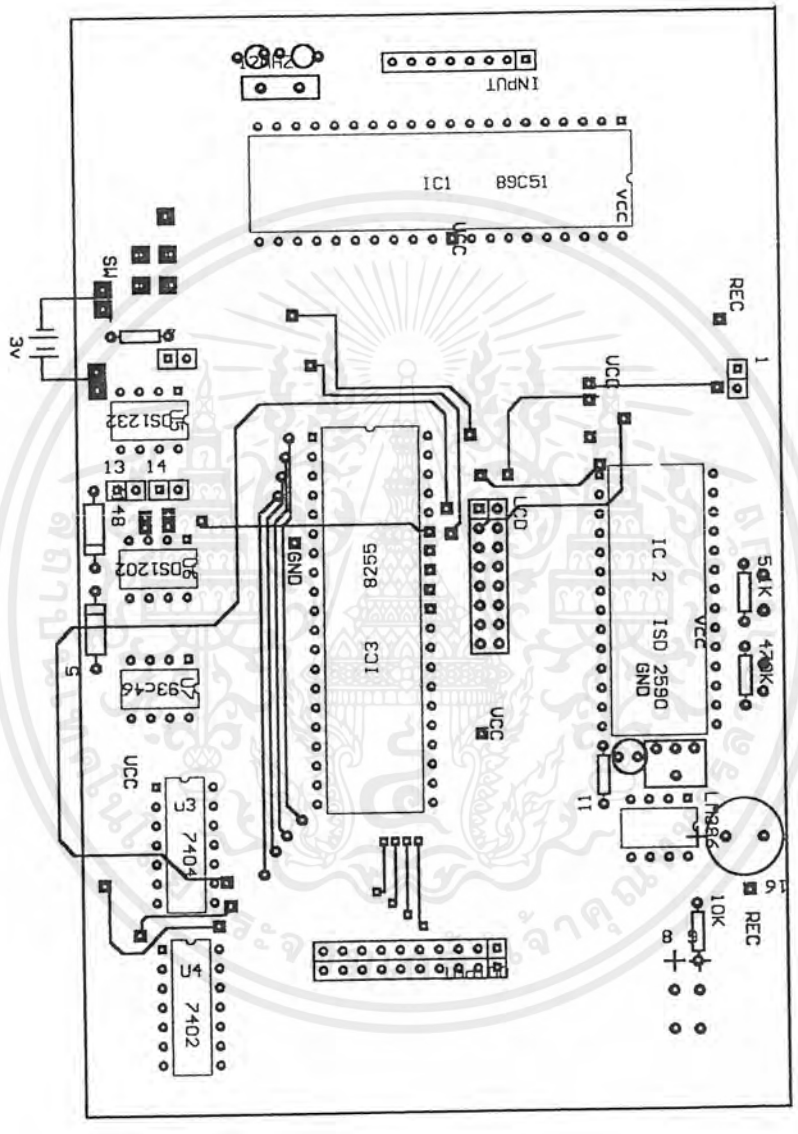
รูปที่ 45 แสดงการวางอุปกรณ์ภาคยกหูโทรศัพท์ ถอดรหัสสัญญาณ DTMF และวงรหัสเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



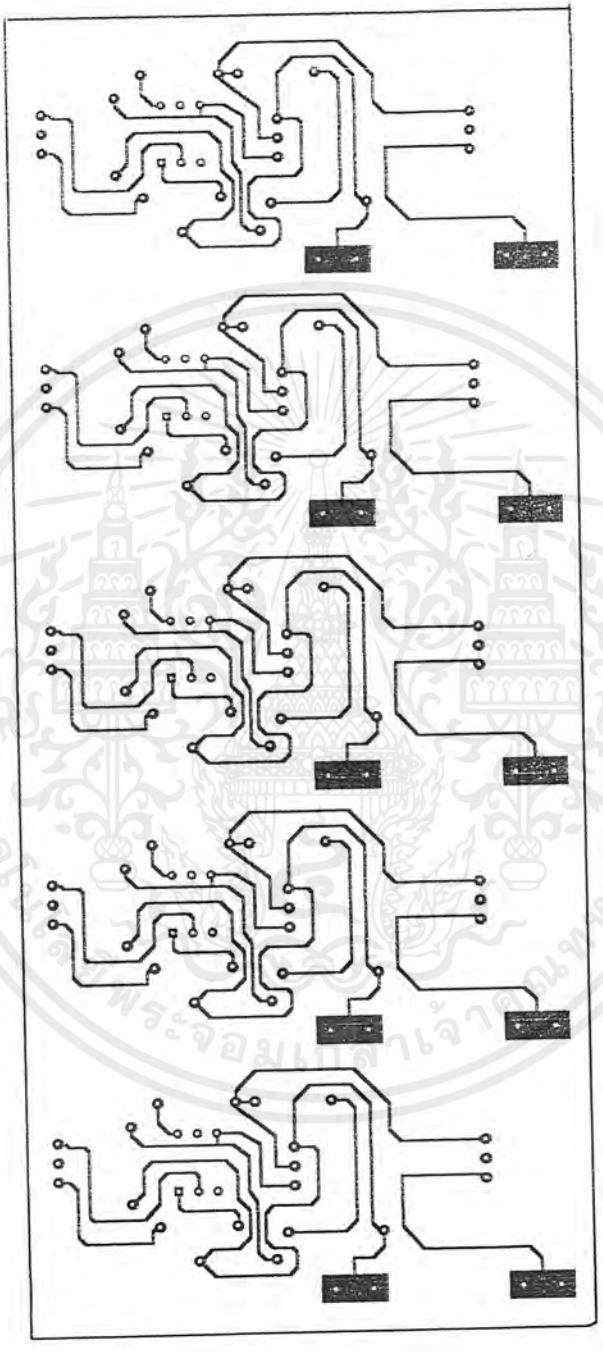
รูปที่ 46 แสดงลายวงจรภาคประมวลผลกลางและภาคบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



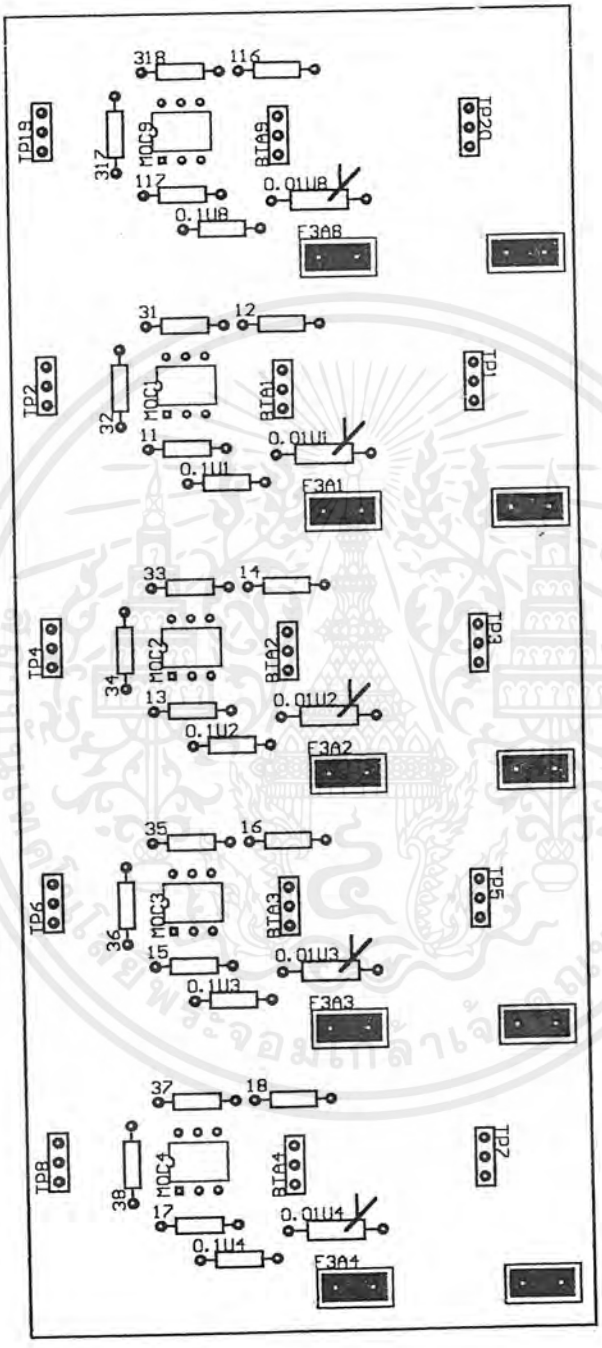
รูปที่ 47 แสดงการวางอุปกรณ์ภาคประมวลผลกลางและภาคบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



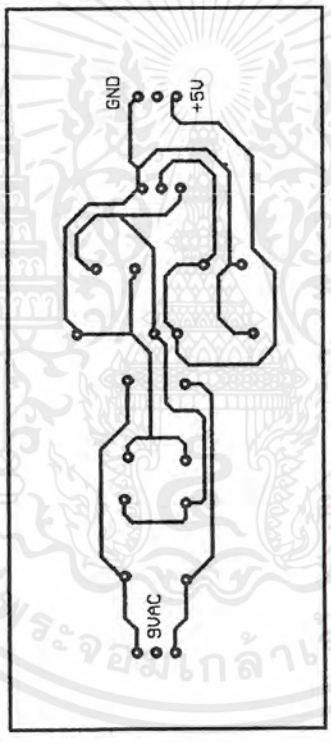
รูปที่ 48 แสดงลายวงจรภาคเอาท์พุท 5 ช่องสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



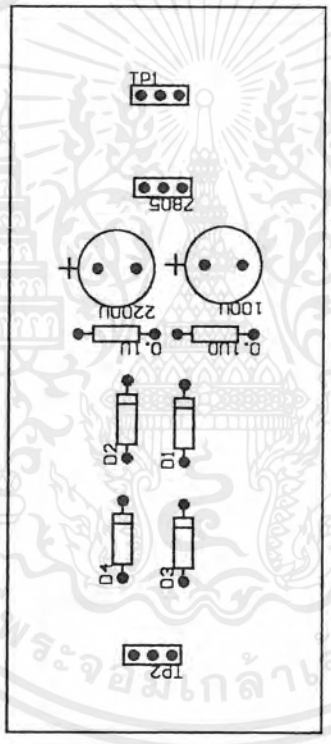
รูปที่ 49 แสดงการวางอุปกรณ์ภาคเอาท์พุท 5 ช่องสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 50 แสดงลายวงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 51 แสดงการวางอุปกรณ์ภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PORTA  EQU   0000H
PORTB  EQU   0100H
PORTC  EQU   0200H
CONTR  EQU   0300H

LCD_WI EQU   0400H
LCD_WD EQU   0500H
LCD_RB EQU   0600H
LCD_RD EQU   0700H

;  HOUR MIN
A4     EQU   P1.3   ; A7-A4 ISD2590
A5     EQU   P1.2
A6     EQU   P1.1
A7     EQU   P1.0

PD     EQU   P1.5   ; Power Down
EOM    EQU   P1.4   ; End Of Message
RING   EQU   P1.6   ; RINGING

RST    EQU   P1.7   ;

Q0     EQU   P3.4   ; DATA DTMF
Q1     EQU   P3.3
Q2     EQU   P3.2
Q3     EQU   P3.1
STD    EQU   P3.0   ; DTMF

STB    EQU   P3.5   ; WATCH DOG

;************ RTC DS1202 *************
RTC_CLK  EQU  P2.7 ;P3.0
RTC_DATA EQU  P2.6 ;P3.1
RTC_RST  EQU  P2.5 ;P3.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;********* EEPROM 93C46 ,1K BYTE *****

EEPCS  EQU   P2.7  ;P3.0  ;PIN 1
EEPCLK EQU   P2.6  ;P3.1  ;PIN 2
EEPDI  EQU   P2.5  ;P3.2  ;PIN 3
EEPDO  EQU   P2.4  ;P3.3  ;PIN 4

;********* DEFINE BYTE ADDRESS ********

HOUR   EQU   30H
MINUTE EQU   HOUR+1
CHANEL EQU   MINUTE+1
KEY    EQU   CHANEL+2
MIN    EQU   KEY+1
SEC    EQU   MIN+1
COUNT  EQU   SEC+1
COUNT2 EQU   COUNT+1
;******** DEFINE BIT ADDRESS *******
CH0    EQU   00
CH1    EQU   CH0+1
CH2    EQU   CH1+1
CH3    EQU   CH2+1
CH4    EQU   CH3+1
CH5    EQU   CH4+1
CH6    EQU   CH5+1
CH7    EQU   CH6+1
CH8    EQU   CH7+1
CH9    EQU   CH8+1
MODE   EQU   CH9+1
FLAG   EQU   MODE+1
F_RING EQU   FLAG+1
;***********************************
    ORG   0000H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    LJMP   MAIN

    ORG    001BH
    CPL    STB
    RETI

MAIN:  MOV    SP,#4FH
    MOV    TMOD,#20H
    MOV    IE,#88H
    MOV    TH1,#0CEH
    SETB   TR1

    LCALL  INITLCD
    LCALL  DELAY
    LCALL  INITSYS
    LCALL  INITRTC
    LCALL  EEPEN
    LCALL  DISPTIME

    MOV    R2,#81H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    SEC,R3
    MOV    R2,#83H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    MIN,R3
    MOV    MINUTE,R3
    MOV    R2,#85H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    HOUR,R3
    MOV    DPTR,#TABLETIME
    MOV    A,#80H
    MOV    R2,#6
    LCALL  DISPnCHAR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MAIN1: LCALL  DISPTIME
    LCALL  CPLMODE      ; CONTROL CHANEL
    LCALL  INITCH
    JNB    RING,MAIN1   ; IF RING != '1' JMP MAIN1
    MOV    A,#0DH
    LCALL  PLAY
    MOV    R0,#00H
    MOV    COUNT2,#3H
MAIN2:
    JB     EOM,MAIN3
    SETB   PD           ; OFF ISD
    LCALL  DELAY
MAIN3: LCALL  DISPTIME
    LCALL  CPLMODE
    LCALL  INITCH
    JB     RING,MAIN4
    SETB   PD
    LJMP   MAIN1
MAIN4: JNB    STD,MAIN2     ; WAIT FOR KEY DOWN
    LCALL  DELAY
    SETB   PD
    JB     STD,$
    LCALL  DELAY
    LCALL  INKEY
    MOV    COUNT,#8
    MOV    R0,COUNT
    MOV    @R0,A
    INC    COUNT
PASSW1: LCALL  CPLMODE
    LCALL  DISPTIME
    LCALL  INITCH
    JB     RING,PASSW10
    SETB   PD
    LJMP   MAIN1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PASSW10:JNB   STD,PASSW1
    JB    STD,$
    LCALL  INKEY
    MOV   R0,COUNT
    MOV   @R0,A
    INC   COUNT
    MOV   A,COUNT
    CJNE  A,#12,PASSW1
    LCALL  COMPARE
    JB    FLAG,PASS
    DEC   COUNT2
    MOV   A,COUNT2
    CJNE  A,#00H,PASSW2
    CLR   RST
    SETB  RST        ; IF ENTER PASSWORD > 3 RESET RINGING
    CLR   RST
    LJMP  MAIN1
PASSW2:
    MOV   A,#07H      ; MSG ERROR1
    LCALL  PLAY
    LJMP  MAIN2
;********** IF PASSWORD OK ********
PASS:  MOV   A,#0FH     ;
    LCALL  PLAY
PASS1:  JB    EOM,PASS2
    SETB  PD
PASS2:  LCALL  DISPTIME
    LCALL  CPLMODE
    LCALL  INITCH
    JB    RING,PASS21
    SETB  PD
    LJMP  MAIN1
PASS21: JNB   STD,PASS1
    SETB  PD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    LCALL  DELAY
    JB     STD,$
    LCALL  INKEY
    MOV    KEY,A
    LCALL  CHECKKEY
    JB     FLAG,PASSCH        ; IF 0 <= KEY <= 9 JMP PASSCH
    MOV    A,KEY

    CJNE   A,#'*',PASS3
    LCALL  SETTIME
    LJMP   PASS

PASS3: CJNE   A,#'#',PASS2
    MOV    A,#09H
    LCALL  PLAY
PASS4: JB     EOM,PASS5
    JMP    PASS6
PASS5: JB     RING,PASS4
PASS6: SETB   PD
    CLR    RST
    SETB   RST
    CLR    RST
    LJMP   MAIN1
;********* IF 0 <= KEY <= 9 ****************
PASSCH: MOV    A,#0BH
    LCALL  PLAY
PASSCH_1:
    JB     EOM,PASSCH_2
    SETB   PD
PASSCH_2:
    LCALL  DISPTIME
    LCALL  CPLMODE
    LCALL  INITCH
    JB     RING,PASSCH_20
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    SETB   PD
    LJMP   MAIN1
PASSCH_20:
    JNB    STD,PASSCH_1
    SETB   PD
    JB     STD,$
    LCALL  INKEY

    CJNE   A,#'0',PASSCH_3  ; IF KEY = 0
    LCALL  READCH
    JB     FLAG,PASSCH_21
    MOV    A,#01H
    LCALL  PLAY
    JMP    PASSCH_1      ; JMP WAIT KEY DOWN AND WAIT EOM
PASSCH_21:
    MOV    A,#0H
    LCALL  PLAY
    JMP    PASSCH_1      ; JMP WAIT KEY DOWN AND WAIT EOM
PASSCH_3:
    CJNE   A,#'1',PASSCH_4  ; IF KEY = 1
    SETB   FLAG
    LCALL  SETCHA
    MOV    A,#0
    LCALL  PLAY
    LJMP   PASSCH_1      ; JMP WAIT KEY DOWN
PASSCH_4:
    CJNE   A,#'2',PASSCH_5  ; IF KEY = 2
    CLR    FLAG
    LCALL  SETCHA
    MOV    A,#1
    LCALL  PLAY
    LJMP   PASSCH_1      ; JMP WAIT KEY DOWN
PASSCH_5:
    CJNE   A,#'3',PASSCH_6  ; IF KEY = 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    LCALL  SETTIMECH
    LJMP   PASSCH_2
PASSCH_6:
    CJNE   A,#'*',PASSCH_7 ; IF KEY = '*'
    LJMP   PASS            ; RETURN
PASSCH_7:
    CJNE   A,#'#',PASSCH_2 ; IF KEY = '#' RETURN
    MOV    A,#09H
    LCALL  PLAY
PASSCH_8:
    JB     EOM,PASSCH_9
    JMP    PASSCHRET
PASSCH_9:
    JB     RING,PASSCH_8
PASSCHRET:
    SETB   PD
    CLR    RST
    SETB   RST
    CLR    RST
    LJMP   MAIN1           ; END

;********* CHECK INPUT TIME *********
; INPUT 8,9
; OUTPUT FLAG IF = '0' ERROR
;
CHECKTIME:
    MOV    DPH,#00H
    MOV    DPL,8
    MOV    R2,#00H
    MOV    R3,#24H
    LCALL  DPCOM
    JNC    CHKTERR
    MOV    DPH,#00H
    MOV    DPL,9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOV   R2,#00H
    MOV   R3,#60H
    LCALL  DPCOM
    JNC   CHKTERR
    SETB   FLAG
    RET
CHKTERR:CLR   FLAG
    RET
;********* SET CHANEL ON/OFF *********
;
SETCHA: LCALL  EEPEN
    LCALL  EEPRD
    MOV   A,KEY
    CLR   C
    SUBB   A,#30H
    MOV   R2,A
    PUSH   ACC
    LCALL  EEPER
    POP   ACC
    MOV   R2,A
    MOV   A,#7FH
    MOV   C,FLAG
    MOV   ACC.7,C
    MOV   R3,A
    MOV   R4,#0FFH
    LCALL  EEPWR
    RET

;********** INITIAL CHANEL & CONTROL CHANEL **********
;
INITCH: MOV   R1,#00H
INITCH1:
    MOV   A,R1
    MOV   R2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   EEPRD
        MOV     A,R4
        CJNE    A,#0FFH,INITCH2
        MOV     A,R1
        LCALL   SETBCH
        JMP     INITCH5
INITCH2:MOV     A,R3
        MOV     R7,A
        ANL     A,#01111111B
        MOV     R2,A
        MOV     A,R4
        MOV     R3,A
        MOV     DPH,HOUR
        MOV     DPL,MINUTE
        LCALL   DPCOM
        JC      INITCH4
INITCH3:MOV     A,R7
        MOV     R3,A
        MOV     A,R1
        LCALL   SETBCH
        JMP     INITCH5
INITCH4:MOV     A,R7
        CPL     ACC.7
        MOV     R3,A
        MOV     A,R1
        LCALL   SETBCH
INITCH5:INC     R1
        CJNE    R1,#10,INITCH1
        MOV     A,20H
        MOV     DPTR,#PORTA
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,21H
        MOV     DPTR,#PORTC
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    RET

;********** TABLE *******
;********* DELAY 200 mSec. ********
DELAY:  MOV    R2,#0
        MOV    R3,#100
        LCALL  DMSEC
        RET

        $INCLUDE "PROJ.H"
PASSWORD:
        DB     "1234"
TABLEKEY:
        DB     '0','1','2','3','4','5','6','7','8','9','0','*','#'
TABLETIME:
        DB     " Time "
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;********* DISPLAY NUMBER *******
; INPUT ACC
;
DISPN:
    MOV   B,#10H
    DIV   AB
    MOV   DPTR,#TABLEKEY
    MOVC  A,@A+DPTR
    LCALL LCDWD
    MOV   A,B
    MOV   DPTR,#TABLEKEY
    MOVC  A,@A+DPTR
    LCALL LCDWD
    RET

;******* SET TIME CHANEL *******
; INPUT KEY
;
SETTIMECH:
    MOV   COUNT,#8
    MOV   A,#02H
    LCALL PLAY
SETTIMECH1:
    JB    EOM,SETTIMECH2
    SETB  PD
SETTIMECH2:
    LCALL DISPTIME
    LCALL CPLMODE
    LCALL INITCH
    JNB   STD,SETTIMECH1
    LCALL DELAY
    JB    STD,$
    LCALL DELAY
    LCALL INKEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    CLR   C
    SUBB  A,#30H
    MOV   R0,COUNT
    MOV   @R0,A
    INC   COUNT
    MOV   A,COUNT
    CJNE  A,#12,SETTIMECH2
    MOV   A,8
    MOV   B,9
    SWAP  A
    ORL   A,B
    MOV   8,A
    MOV   A,10
    MOV   B,11
    SWAP  A
    ORL   A,B
    MOV   9,A
    LCALL CHECKTIME
    JNB   FLAG,SETTIMECH
SETTIMECH21:
    MOV   A,#03H
    LCALL PLAY
SETTIMECH3:
    JB    EOM,SETTIMECH4
    SETB  PD
SETTIMECH4:
    JNB   STD,SETTIMECH3
    SETB  PD
    JB    STD,$
    LCALL INKEY
    CJNE  A,#'1',SETTIMECH5
    MOV   A,8
    SETB  ACC.7
    MOV   8,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    LCALL  SETCHAN
    RET
SETTIMECH5:
    CJNE   A,#'2',SETTIMECH6
    LCALL  SETCHAN
    RET
SETTIMECH6:
    CJNE   A,#'#',SETTIMECH21
    MOV    A,#09H
    LCALL  PLAY
SETTIMECH7:
    JB     EOM,SETTIMECH8
    JMP    SETTIMECHRET
SETTIMECH8:
    JB     RING,SETTIMECH7
SETTIMECHRET:
    SETB   PD
    CLR    RST
    SETB   RST
    CLR    RST
    RET

;****** SET CHANEL (ON/OFF TIME) ******
; INPUT KEY
;    8,9
;
SETCHAN:LCALL  EEPEN
    LCALL  EEPRD
    CLR    C
    MOV    A,KEY
    SUBB   A,#30H
    PUSH   ACC
    MOV    R2,A
    LCALL  EEPER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    POP   ACC
    MOV   R2,A
    MOV   R3,8
    MOV   R4,9
    LCALL EEPWR
    RET

;********* COMPARE DPTR,R2,R3 *******
; INPUT DPTR,R2,R3
; OUTPUT C,A
;
DPCOM: PUSH  DPL
    CLR   C
    MOV   A,DPL
    SUBB  A,R3
    MOV   DPL,A
    MOV   A,DPH
    SUBB  A,R2
    ORL   A,DPL
    POP   DPL
    RET

;********* DISPLAY n CHARACTOR ******
; INPUT R2 = n
;     DPTR = ADDRESS
;     A = DDRAM
;
DISPnCHAR:
    LCALL LCDWI
    MOV   R3,#0
DISPn1: MOV   A,R3
    MOVC  A,@A+DPTR
    LCALL LCDWD
    INC   R3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    DJNZ   R2,DISPn1
    RET

;********* COMPLEMENT MODE ********
;
CPLMODE:MOV    R2,#81H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    A,R3
    CJNE   A,SEC,CPLM1
    RET
CPLM1:  MOV    SEC,A
    MOV    R2,#83H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    A,R3
    CJNE   A,MIN,CPLM2
    RET
CPLM2:
    MOV    R2,#83H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    MINUTE,R3
    MOV    MIN,R3
    MOV    R2,#85H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    HOUR,R3
    RET

;********** PLAY BACK ***********
; INPUT ACC (LSB) -> ADDRESS
;
PLAY:  SETB   PD
    MOV    C,ACC.0
    MOV    A4,C
    MOV    C,ACC.1
    MOV    A5,C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOV   C,ACC.2
    MOV   A6,C
    MOV   C,ACC.3
    MOV   A7,C
    LCALL  DELAY
    CLR   PD          ; ON ISD2590
    RET

;****** CHECK KEY ******
;
CHECKKEY:
    CJNE   A,#'0',CHECK1
    SETB   FLAG
    RET
CHECK1: CJNE   A,#'1',CHECK2
    SETB   FLAG
    RET
CHECK2: CJNE   A,#'2',CHECK3
    SETB   FLAG
    RET
CHECK3: CJNE   A,#'3',CHECK4
    SETB   FLAG
    RET
CHECK4: CJNE   A,#'4',CHECK5
    SETB   FLAG
    RET
CHECK5: CJNE   A,#'5',CHECK6
    SETB   FLAG
    RET
CHECK6: CJNE   A,#'6',CHECK7
    SETB   FLAG
    RET
CHECK7: CJNE   A,#'7',CHECK8
    SETB   FLAG
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    RET
CHECK8: CJNE   A,#'8',CHECK9
    SETB   FLAG
    RET
CHECK9: CJNE   A,#'9',CHECK10
    SETB   FLAG
    RET
CHECK10:
    CLR    FLAG
    RET

;********* DISPLAY TIME ***********
DISPTIME:
    MOV    A,#86H
    LCALL  LCDWI
    MOV    R2,#85H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    A,R3
    LCALL  DISPN
    MOV    A,#':'
    LCALL  LCDWD
    MOV    R2,#83H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    A,R3
    LCALL  DISPN
    MOV    A,#':'
    LCALL  LCDWD
    MOV    R2,#81H
    LCALL  RTC_READ
    MOV    A,R3
    LCALL  DISPN
    RET

;********** SET TIME *********
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
SETTIME:
    MOV   COUNT,#8
    MOV   A,#05H
    LCALL  PLAY
SETTIME0:
    JB    EOM,SETTIME1
    SETB   PD
SETTIME1:
    LCALL  DISPTIME
    LCALL  CPLMODE
    LCALL  INITCH
    JNB    STD,SETTIME0
    JB     STD,$
    SETB   PD
    LCALL  INKEY
    CLR    C
    SUBB   A,#30H
    MOV    R0,COUNT
    MOV    @R0,A
    INC    COUNT
    MOV    A,COUNT
    CJNE   A,#12,SETTIME1
    MOV    A,8
    MOV    B,9
    SWAP   A
    ORL    A,B
    MOV    8,A
    MOV    A,10
    MOV    B,11
    SWAP   A
    ORL    A,B
    MOV    9,A
    LCALL  CHECKTIME
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    JNB   FLAG,SETTIME
    MOV   R2,#8EH
    MOV   R3,#00H
    LCALL  RTC_WRITE

    MOV   R2,#84H
    MOV   R3,8
    LCALL  RTC_WRITE

    MOV   R2,#82H
    MOV   R3,9
    LCALL  RTC_WRITE

    MOV   R2,#80H
    MOV   R3,#00H
    LCALL  RTC_WRITE

    MOV   R2,#8EH
    MOV   R3,#80H
    LCALL  RTC_WRITE
    RET

;******** SET CHANEL *******
; INPUT FLAG,KEY
;
SETCH: LCALL  EEPEN
    MOV   R4,#0FFH
    MOV   A,KEY
    CJNE  A,#'0',SETCH1
    MOV   A,#7FH
    MOV   C,FLAG
    MOV   CH0,C
    MOV   ACC.7,C
    MOV   R2,#0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   R3,A
        LCALL  EEPWR
        RET
SETCH1: CJNE   A,#'1',SETCH2
        MOV   A,#7FH
        MOV   C,FLAG
        MOV   CH1,C
        MOV   R2,#1
        MOV   ACC.7,C
        MOV   R3,A
        LCALL  EEPWR
        RET
SETCH2: CJNE   A,#'2',SETCH3
        MOV   A,#7FH
        MOV   C,FLAG
        MOV   CH2,C
        MOV   R2,#2
        MOV   ACC.7,C
        MOV   R3,A
        LCALL  EEPWR
        RET
SETCH3: CJNE   A,#'3',SETCH4
        MOV   A,#7FH
        MOV   C,FLAG
        MOV   CH3,C
        MOV   R2,#3
        MOV   ACC.7,C
        MOV   R3,A
        LCALL  EEPWR
        RET
SETCH4: CJNE   A,#'4',SETCH5
        MOV   A,#7FH
        MOV   C,FLAG
        MOV   CH4,C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   R2,#4
        MOV   ACC.7,C
        MOV   R3,A
        LCALL  EEPWR
        RET
SETCH5: CJNE   A,#'5',SETCH6
        MOV   A,#7FH
        MOV   C,FLAG
        MOV   CH5,C
        MOV   R2,#5
        MOV   ACC.7,C
        MOV   R3,A
        LCALL  EEPWR
        RET
SETCH6: CJNE   A,#'6',SETCH7
        MOV   A,#7FH
        MOV   C,FLAG
        MOV   CH6,C
        MOV   R2,#6
        MOV   C,CH6
        MOV   ACC.7,C
        MOV   R3,A
        LCALL  EEPWR
        RET
SETCH7: CJNE   A,#'7',SETCH8
        MOV   A,#7FH
        MOV   C,FLAG
        MOV   CH7,C
        MOV   R2,#7
        MOV   ACC.7,C
        MOV   R3,A
        LCALL  EEPWR
        RET
SETCH8: CJNE   A,#'8',SETCH9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    A,#7FH
        MOV    C,FLAG
        MOV    CH8,C
        MOV    R2,#8
        MOV    ACC.7,C
        MOV    R3,A
        LCALL  EEPWR
        RET
SETCH9: CJNE   A,#'9',SETRET
        MOV    A,#7FH
        MOV    C,FLAG
        MOV    CH9,C
        MOV    R2,#9
        MOV    ACC.7,C
        MOV    R3,A
        LCALL  EEPWR
SETRET: RET

;******** READ CHANEL ******
; INPUT KEY
; OUTPUT CH0 -> CH9,FLAG
;
READCH:
        MOV    A,KEY
        CJNE   A,#'0',READCH1
        MOV    DPTR,#PORTB
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    C,ACC.0
        MOV    FLAG,C
        MOV    CH0,C
        RET
READCH1:
        CJNE   A,#'1',READCH2
        MOV    DPTR,#PORTB
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOVX   A,@DPTR
    MOV    C,ACC.1
    MOV    FLAG,C
    MOV    CH1,C
    RET
READCH2:
    CJNE   A,#'2',READCH3
    MOV    DPTR,#PORTB
    MOVX   A,@DPTR
    MOV    C,ACC.2
    MOV    FLAG,C
    MOV    CH2,C
    RET
READCH3:
    CJNE   A,#'3',READCH4
    MOV    DPTR,#PORTB
    MOVX   A,@DPTR
    MOV    C,ACC.3
    MOV    FLAG,C
    MOV    CH3,C
    RET
READCH4:
    CJNE   A,#'4',READCH5
    MOV    DPTR,#PORTB
    MOVX   A,@DPTR
    MOV    C,ACC.4
    MOV    FLAG,C
    MOV    CH4,C
    RET
READCH5:
    CJNE   A,#'5',READCH6
    MOV    DPTR,#PORTB
    MOVX   A,@DPTR
    MOV    C,ACC.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOV   FLAG,C
    MOV   CH5,C
    RET
READCH6:
    CJNE  A,#'6',READCH7
    MOV   DPTR,#PORTB
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   C,ACC.6
    MOV   FLAG,C
    MOV   CH6,C
    RET
READCH7:
    CJNE  A,#'7',READCH8
    MOV   DPTR,#PORTB
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   C,ACC.7
    MOV   FLAG,C
    MOV   CH7,C
    RET
READCH8:
    CJNE  A,#'8',READCH9
    MOV   DPTR,#PORTC
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   C,ACC.4
    MOV   FLAG,C
    MOV   CH8,C
    RET
READCH9:
    CJNE  A,#'9',READCHRET
    MOV   DPTR,#PORTC
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   C,ACC.5
    MOV   FLAG,C
    MOV   CH9,C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
READCHRET:
    RET

;***** COMPARE PASSWORD ******
; IF TRUE FLAG = '1'
; ELSE FLAG = '0'
COMPARE:
    MOV   R1,#8
    MOV   R0,#0

COMPARE1:
    MOV   DPTR,#PASSWORD
    MOV   A,R0
    MOVC  A,@A+DPTR
    MOV   B,@R1
    CJNE  A,B,COMPERR
    INC   R1
    INC   R0
    CJNE  R0,#4,COMPARE1
    SETB  FLAG
    RET
COMPERR:
    CLR   FLAG
    RET

;****** INITIAL SYSTEM ******
INITSYS:
    MOV   R2,#0
    MOV   R3,#10
    LCALL DMSEC
    MOV   20H,#00H
    MOV   21H,#00H ; CLEAR BIT ADDRESS
    SETB  PD       ; OFF ISD2590
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    CLR   RING
    CLR   RST

    MOV   DPTR,#CONTR
    MOV   A,#8AH
    MOVX  @DPTR,A
    RET
;****** INITIAL DS1202 RTC *********

INITRTC:MOV   R2,#8EH
    MOV   R3,#00H
    LCALL  RTC_WRITE

    MOV   R2,#80H      ; WRITE SEC
    MOV   R3,#00H
    LCALL  RTC_WRITE

;   MOV   R2,#82H      ; WRITE MIN
;   MOV   R3,#59H
;   LCALL  RTC_WRITE

;   MOV   R2,#84H      ; WRITE HOUR
;   MOV   R3,#09H
;   LCALL  RTC_WRITE

    MOV   R2,#8EH
    MOV   R3,#80H
    LCALL  RTC_WRITE
    RET

;********* SET BIT ADDRESS ********
; INPUT ACC = CHANEL
;    R3.7 ON/OFF
; OUTPUT BIT ADDRESS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
SETBCH: MOV    B,#8
        DIV    AB
        MOV    R7,A
        MOV    A,#20H
        ADD    A,R7
        MOV    R7,A
        MOV    R6,B
        INC    R6
        MOV    A,R3
        SETB   C
        MOV    A,#00
SETBCH1:RLC    A
        DJNZ   R6,SETBCH1
        CPL    A
        MOV    R6,A
        MOV    A,R7
        MOV    R0,A
        MOV    A,@R0
        ANL    A,R6
        MOV    R5,A
        MOV    A,R3
        JB     ACC.7,SETBCH2
        MOV    A,R5
        MOV    @R0,A
        RET
SETBCH2:MOV    A,R6
        CPL    A
        ORL    A,R5
        MOV    @R0,A
        RET
;********** INKEY **********
; OUTPUT ACC
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INKEY:  SETB   Q0
        SETB   Q1
        SETB   Q2
        SETB   Q3
        MOV    C,Q0
        MOV    ACC.0,C
        MOV    C,Q1
        MOV    ACC.1,C
        MOV    C,Q2
        MOV    ACC.2,C
        MOV    C,Q3
        MOV    ACC.3,C
        ANL    A,#0FH
        MOV    DPTR,#TABLEKEY
        MOVC   A,@A+DPTR
        RET

;************ DELAY 1/1000 SEC ***********
; INPUT R2,R3
;****************************************
DMSEC:  MOV    R4,#0E6H
DMSEC1: NOP
        NOP
        DJNZ   R4,DMSEC1
        DJNZ   R3,DMSEC
        MOV    A,R2
        CJNE   A,#00H,DMSEC2
        RET
DMSEC2: DEC    R2
        SJMP   DMSEC


;******* Write RTC ********
; INPUT R2 = COMMAND, R3 = DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
RTC_WRITE:
    CLR   RTC_CLK      ;low CLK line
    CLR   RTC_DATA
    NOP
    SETB  RTC_RST      ;high RST line
    NOP
    MOV   A,R2         ;write COMMAND byte
    LCALL RTC_WRITE_8BIT
    MOV   A,R3         ;and DATA byte
    LCALL RTC_WRITE_8BIT
    CLR   RTC_RST      ;low RST line
    NOP
    RET
;******* Transfer 8-bits data to DS1202
; IN: A = data
;
RTC_WRITE_8BIT:

    MOV   R4,#08H      ;8 bits to transfer
WR8BIT1:
    RRC   A
    MOV   RTC_DATA,C
    SETB  RTC_CLK      ;Rising edge clock

    NOP

    CLR   RTC_CLK

    NOP

    DJNZ  R4,WR8BIT1
    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;******* READ RTC **********
; IN:  R2 = COMMAND
; OUT: R3 = DATA
;
RTC_READ:

    CLR   RTC_CLK      ;low clk line
    CLR   RTC_DATA

    NOP

    SETB  RTC_RST      ;high RST line

    NOP

    MOV   A,R2         ;write COMMAND byte
    LCALL RTC_WRITE_8BIT

    MOV   R4,#8        ;then read DATA byte
    CLR   A
RD_CH1: CLR   RTC_CLK

    NOP

    MOV   C,RTC_DATA
    RRC   A
    SETB  RTC_CLK

    NOP

    DJNZ  R4,RD_CH1
    MOV   R3,A
    CLR   RTC_RST      ;low RST line
    NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    RET

; ********** EEPRD SUB **********
; 93C46 READ WORD SUBROUTINE
; IN  = R2 ADDRESS (0-63)
; OUT = R3,R4 DATA
; REG = A,R2,R3,R4

EEPRD:  MOV   A,R2
        ANL   A,#00111111B    ;MAKE SURE DATA=6 BIT
        ORL   A,#10000000B    ;OPCODE

        SETB  EEPCS           ;CS=1
        SETB  EEPDI           ;START BIT
        LCALL CLOCK
        MOV   R2,#8           ;OPCODE,ADDRESS
EEPRD2: RLC   A
        MOV   EEPDI,C
        LCALL CLOCK
        DJNZ  R2,EEPRD2
        MOV   R2,#8           ;READ DATA (8 BIT FIRST)
EEPRD4: LCALL CLOCK
        MOV   C,EEPDO
        RLC   A
        DJNZ  R2,EEPRD4
        MOV   R3,A
        MOV   R2,#8           ;READ DATA (8 BIT LAST)
EEPRD5: LCALL CLOCK
        MOV   C,EEPDO
        RLC   A
        DJNZ  R2,EEPRD5
        MOV   R4,A
        CLR   EEPCS           ;CS=0
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CLOCK: SETB  EEPCLK        ;SYNC CLOCK
       NOP
       NOP
       CLR   EEPCLK
       NOP
       NOP
       RET

; ********** EEPWR SUB **********
; 93C46 WRITE WORD SUBROUTINE
; IN  = R2 ADDRESS (0-63)
;     = R3,R4 DATA
; REG = A,R2

EEPWR:
       MOV   A,R2
       ANL   A,#00111111B    ;MAKE SURE DATA=6 BIT
       ORL   A,#01000000B    ;OPCODE

       SETB  EEPCS           ;CS=1
       SETB  EEPDI           ;START BIT
       LCALL CLOCK
       MOV   R2,#8           ;OPCODE,ADDRESS
EEPWR2: RLC   A
       MOV   EEPDI,C
       LCALL CLOCK
       DJNZ  R2,EEPWR2

       MOV   R2,#8           ;WRITE DATA (8 BIT FIRST)
       MOV   A,R3
EEPWR4: RLC   A
       MOV   EEPDI,C
       LCALL CLOCK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    DJNZ  R2,EEPWR4

    MOV   R2,#8          ;WRITE DATA (8 BIT LAST)
    MOV   A,R4
EEPWR5: RLC   A
    MOV   EEPDI,C
    LCALL CLOCK
    DJNZ  R2,EEPWR5
    CLR   EEPCS          ;CS=0
    NOP
    NOP
    SETB  EEPCS          ;CS=1 (CHECK STATUS)
    NOP
    NOP
    JNB   EEPDO,$        ;WAIT FOR BUSY
    NOP
    NOP
    CLR   EEPCS          ;CS=0
    RET

; ********** EEPER SUB **********
; 93C46 ERASE WORD SUBROUTINE
; IN  = R2 ADDRESS (0-63)
; REG = A,R2

EEPER:
    MOV   A,R2
    ANL   A,#00111111B   ;MAKE SURE DATA=6 BIT
    ORL   A,#11000000B   ;OPCODE

    SETB  EEPCS          ;CS=1
    SETB  EEPDI          ;START BIT
    LCALL CLOCK
    MOV   R2,#8          ;OPCODE,ADDRESS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EEPER2: RLC   A
        MOV   EEPDI,C
        LCALL CLOCK
        DJNZ  R2,EEPER2

        CLR   EEPCS         ;CS=0
        NOP
        NOP
        SETB  EEPCS         ;CS=1 (CHECK STATUS)
        NOP
        NOP
        JNB   EEPDO,$       ;WAIT FOR BUSY
        NOP
        NOP
        CLR   EEPCS         ;CS=0
        RET

; ********** EEPEN SUB **********
; 93C46 ENABLE SUBROUTINE
; REG = A,R2

EEPEN:
        MOV   A,#00110000B  ;OPCODE
        SETB  EEPCS         ;CS=1
        SETB  EEPDI         ;START BIT
        LCALL CLOCK
        MOV   R2,#8         ;OPCODE,ADDRESS
EEPEN2: RLC   A
        MOV   EEPDI,C
        LCALL CLOCK
        DJNZ  R2,EEPEN2
        LCALL EEPRD
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;********* DELAY R2/100 SEC ***********
; INPUT R2
; REGS R2,R3,R4 (BANK0)
;****************************************
DTSEC:  MOV    R3,#0B3H
DTSEC1: MOV    R4,#00H
        DJNZ   R4,$
        NOP
        NOP
        DJNZ   R3,DTSEC1
        DJNZ   R2,DTSEC
        RET

;******** INITIAL LCD ********
INITLCD:
        MOV    A,#01H ;     CLEAR LCD
        LCALL  LCDWI
        MOV    A,#00000110B
        LCALL  LCDWI  ;     ENTRY MOD SET
        MOV    A,#00001100B
        LCALL  LCDWI  ;     DISPLAY ON/OFF
        MOV    A,#00111000B
        LCALL  LCDWI  ;     FUNCTION SET
        RET

;******** LCD WRITE INSTRUCTION ******
; INPUT ACC
LCDWI:  PUSH   DPH
        PUSH   DPL
        MOV    DPTR,#LCD_WI
        MOVX   @DPTR,A
        MOV    DPTR,#LCD_RB
LCDWI1: MOVX   A,@DPTR
        JB     ACC.7,LCDWI1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    POP   DPL
    POP   DPH
    RET

;******* LCD WRITE DATA ********
; INPUT ACC
LCDWD: PUSH   DPH
    PUSH   DPL
    MOV   DPTR,#LCD_WD
    MOVX   @DPTR,A
    MOV   DPTR,#LCD_RB
LCDWD1: MOVX   A,@DPTR
    JB    ACC.7,LCDWD1
    POP   DPL
    POP   DPH
    RET

;***** LCD READ DATA ******
; OUTPUT ACC
LCDRD: PUSH   DPH
    PUSH   DPL
    MOV   DPTR,#LCD_RD
    MOVX   A,@DPTR
    PUSH   ACC
    MOV   DPTR,#LCD_RB
LCDRD1: MOVX   A,@DPTR
    JB    ACC.7,LCDRD1
    POP   ACC
    POP   DPL
    POP   DPH
    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

DATA SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL®

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 4 August 1996

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

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP

-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.

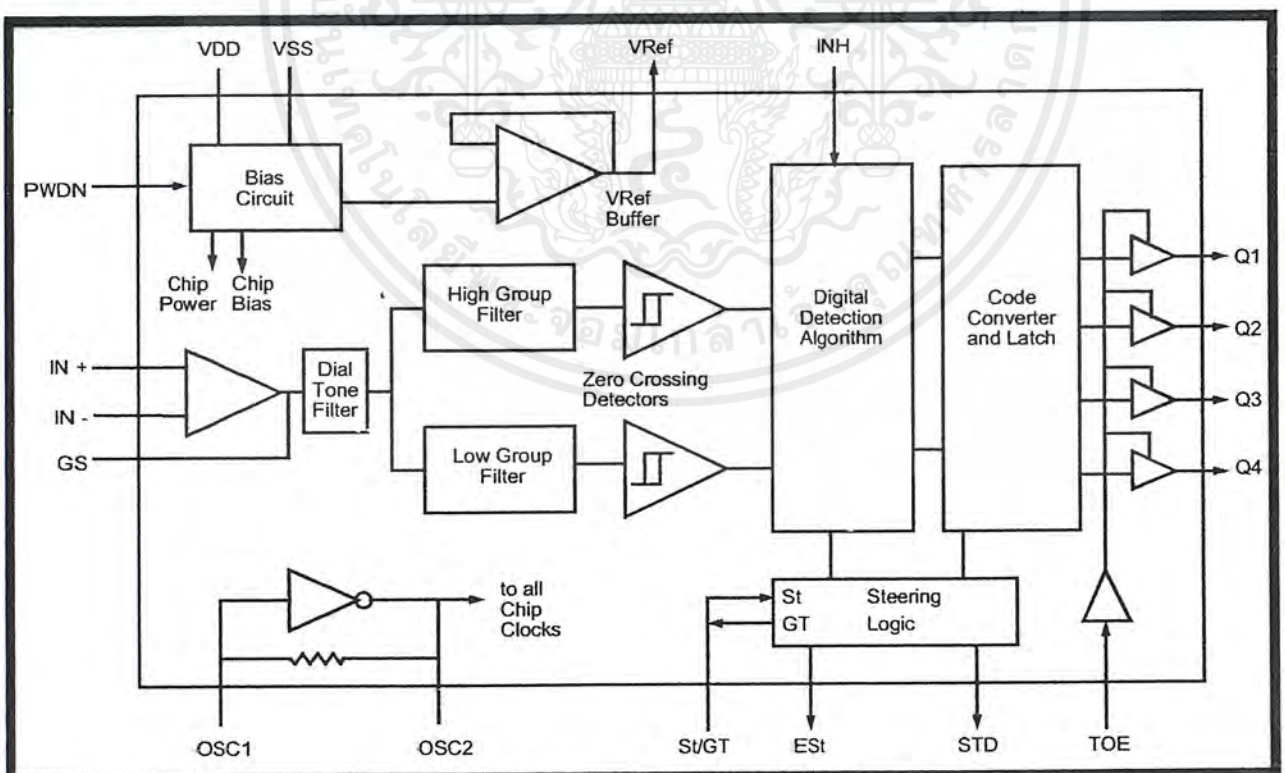


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	**Non-Inverting Op-Amp (Input).**
2	2	IN-	**Inverting Op-Amp (Input).**
3	3	GS	**Gain Select.** Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V_{Ref}	**Reference Voltage (Output).** Nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	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	6	PWDN	**Power Down (Input).** Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	**Clock (Input).**
8	9	OSC2	**Clock (Output).** A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V_{SS}	**Ground (Input).** 0V typical.
10	11	TOE	**Three State Output Enable (Input).** Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	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	17	StD	**Delayed Steering (Output).**Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V_{TSt}.
16	18	ESt	**Early Steering (Output).** Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
17	19	St/GT	**Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional.** A voltage greater than V_{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V_{TSt} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
18	20	V_{DD}	**Positive power supply (Input).** +5V typical.
	7, 16	NC	No Connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

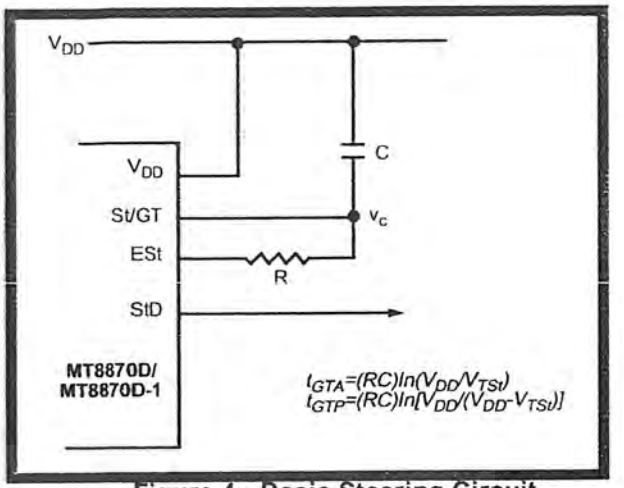


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

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

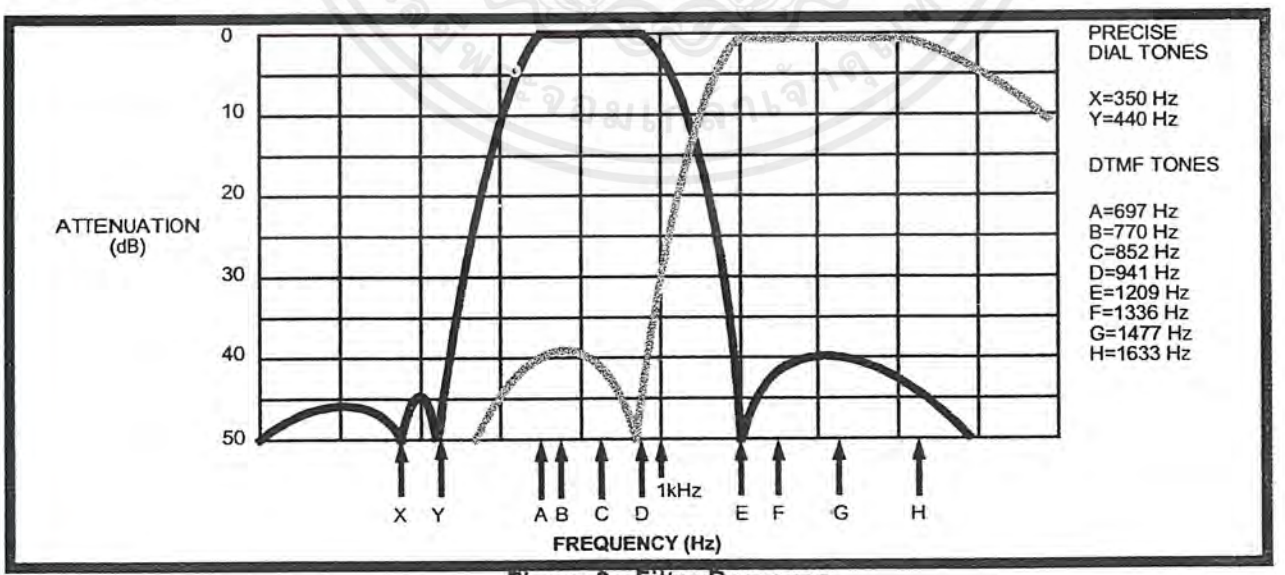


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Table 1. Functional Decode Table

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

Guard Time Adjustment

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

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

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

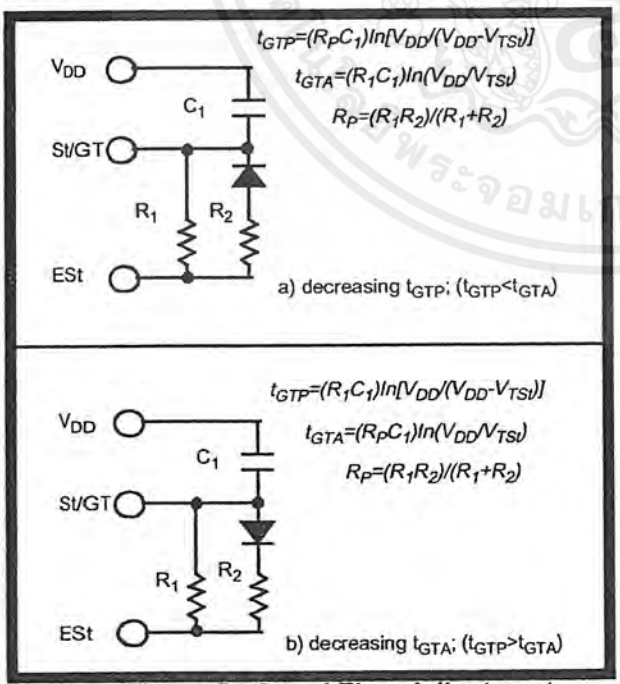


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $^1/_2V_{DD}$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5.

Crystal Oscillator

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

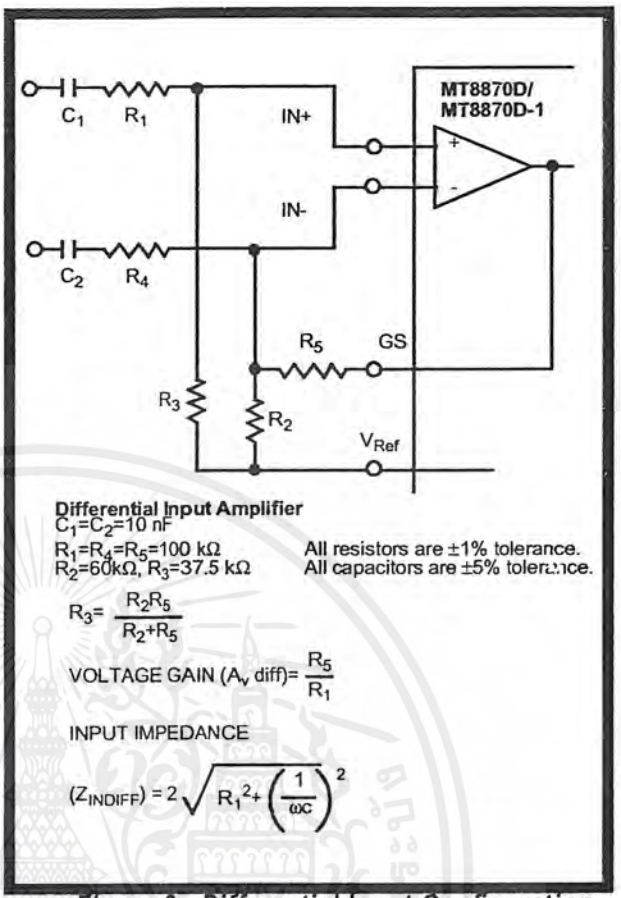


Figure 6 - Differential Input Configuration

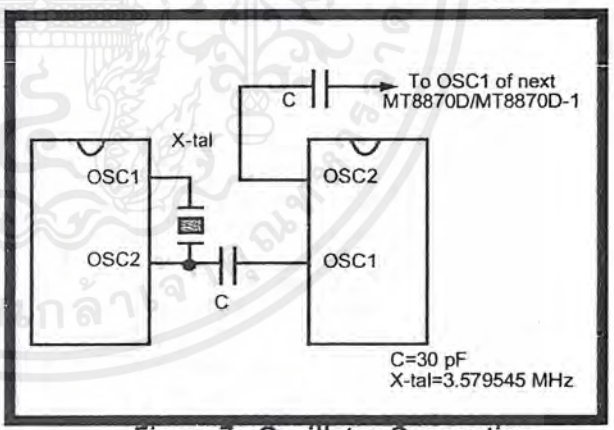


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2\Pi fR1C1$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

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

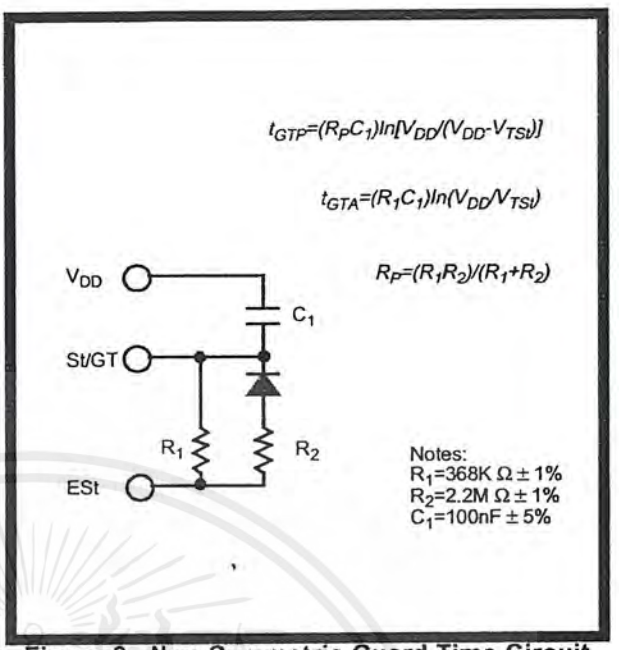


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

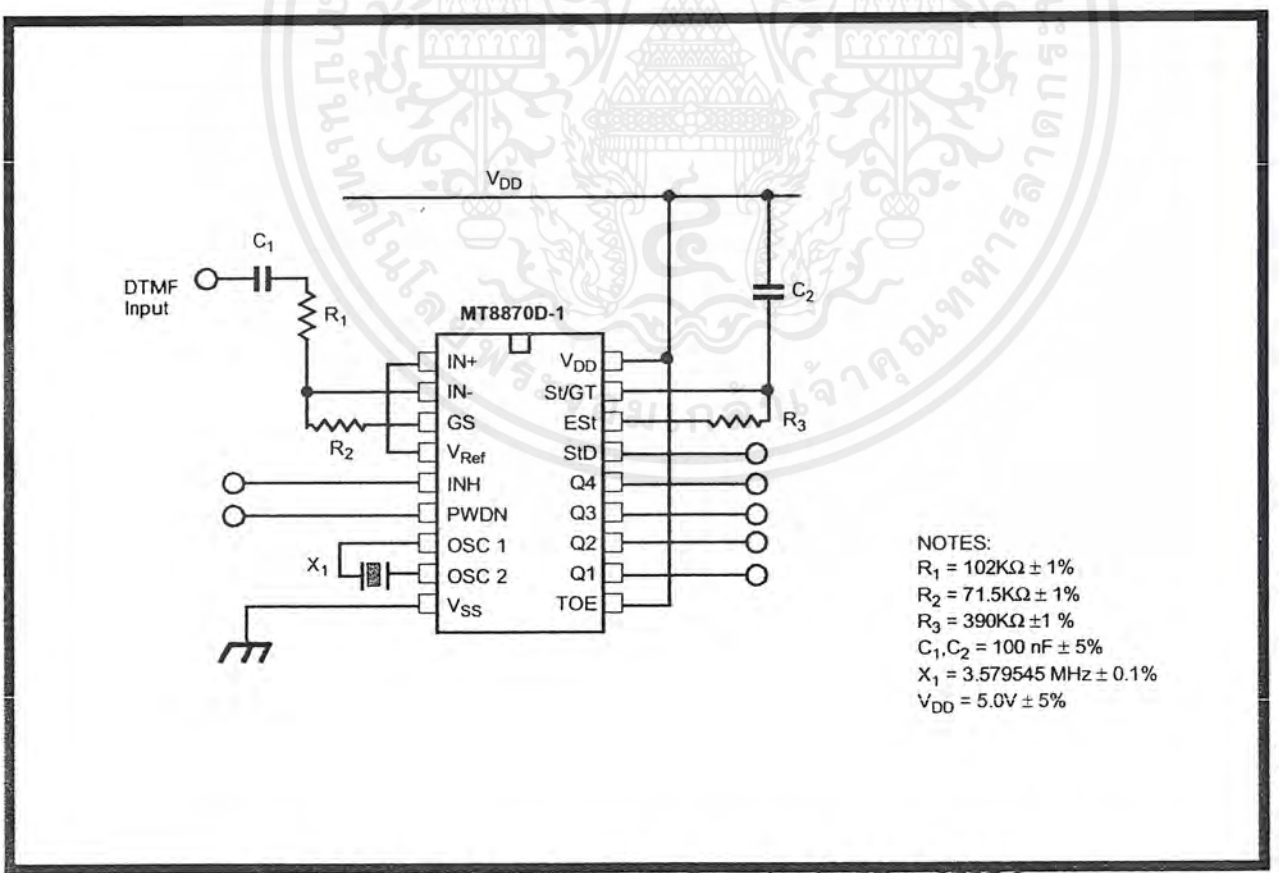


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}		10	25	µA	PWDN=V_{DD}
2		Operating supply current	I_{DD}		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	P_O		15		mW	fc=3.579545 MHz
4	INPUTS	High level input	V_{IH}	3.5			V	V_{DD}=5.0V
5		Low level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD}=5.0V
6		Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		µA	V_{IN}=V_{SS} or V_{DD}
7		Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	µA	TOE (pin 10)=0, V_{DD}=5.0V
8		Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	µA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V_{DD}=5.0V
9		Input impedance (IN+, IN-)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2	2.4	2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	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		kΩ	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

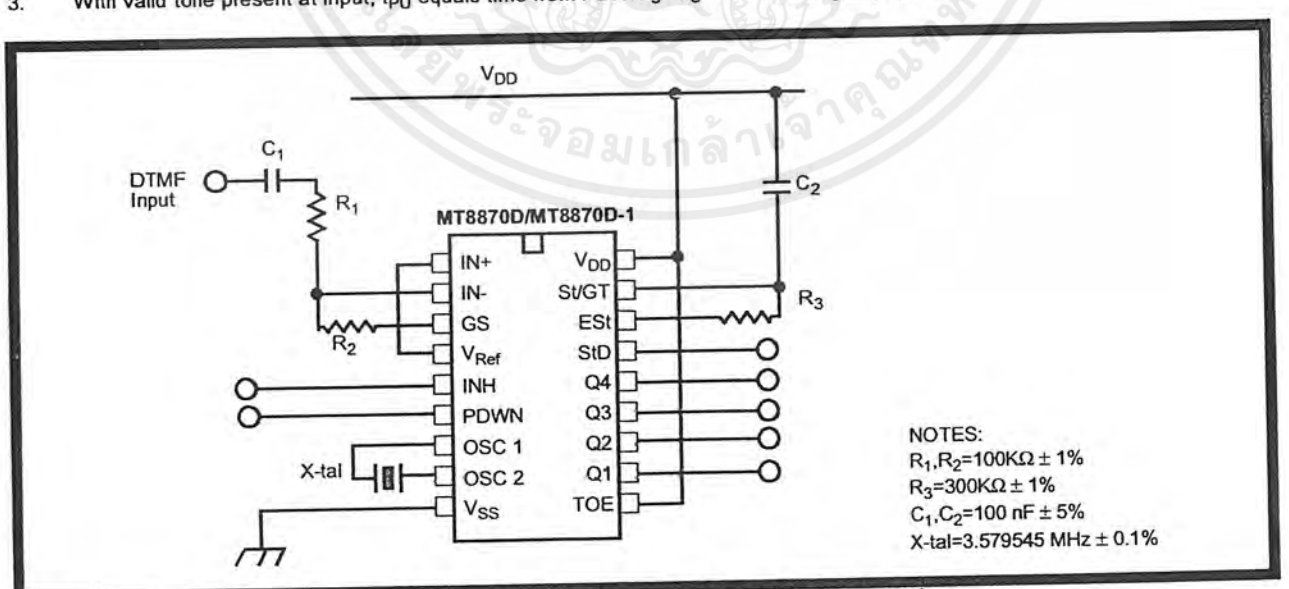
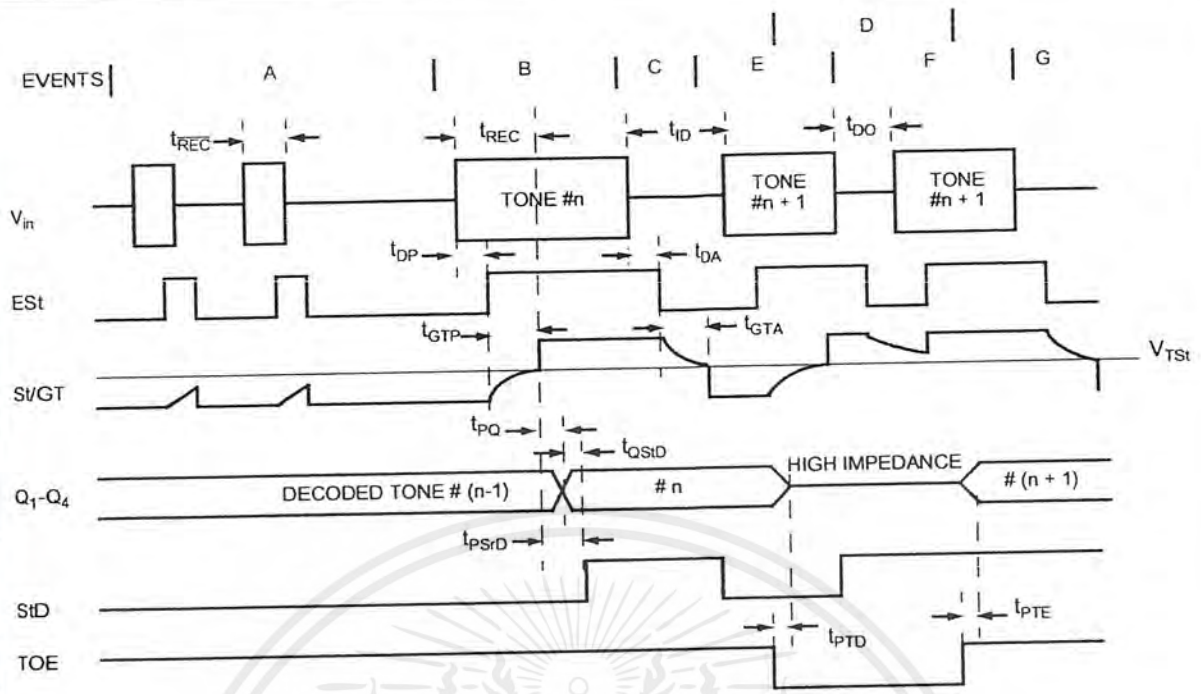


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

A) TONE BURSTS DETECTED, TONE DURATION INVALID, OUTPUTS NOT UPDATED.

B) TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS

C) END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMIAN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

E) TONE #n + 1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).

F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n + 1, TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.

G) END OF TONE #n + 1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.

ESt EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.

St/GT STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.

Q_1-Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.

StD DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.

TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.

$t_{\overline{REC}}$ MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID

t_{REC} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION

t_{ID} MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.

t_{DO} MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.

t_{DP} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.

t_{DA} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.

t_{GTP} GUARD TIME, TONE PRESENT.

t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Low Voltage and Standard Voltage Operation
  - 5.0 (V_{CC} = 4.5V to 5.5V)
  - 2.7 (V_{CC} = 2.7V to 5.5V)
  - 2.5 (V_{CC} = 2.5V to 5.5V)
  - 1.8 (V_{CC} = 1.8V to 5.5V)
- User Selectable Internal Organization
  - 1K: 128 x 8 or 64 x 16
  - 2K: 256 x 8 or 128 x 16
  - 4K: 512 x 8 or 256 x 16
- 3-Wire Serial Interface
- 2 MHz Clock Rate (5V) Compatibility
- Self-Timed Write Cycle (10 ms max)
- High Reliability
  - Endurance: 1 Million Cycles
  - Data Retention: 100 Years
- Automotive Grade and Extended Temperature Devices Available
- 8-Pin PDIP, JEDEC SOIC, and EIAJ SOIC Packages

Description

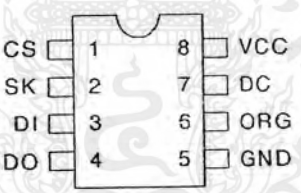
The AT93C46/56/57/66 provides 1024/2048/4096 bits of serial electrically erasable programmable read only memory (EEPROM) organized as 64/128/256 words of 16 bits each, when the ORG Pin is connected to Vcc and 128/256/512 words of 8 bits each when it is tied to ground. The device is optimized for use in many industrial and commercial applications where low power and low voltage operation are essential. The AT93C46/56/57/66 is available in space saving 8-pin PDIP and 8-pin JEDEC and EIAJ SOIC packages.

(continued)

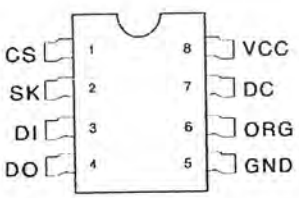
Pin Configurations

Pin Name	Function
CS	Chip Select
SK	Serial Data Clock
DI	Serial Data Input
DO	Serial Data Output
GND	Ground
Vcc	Power Supply
ORG	Internal Organization
DC	Don't Connect

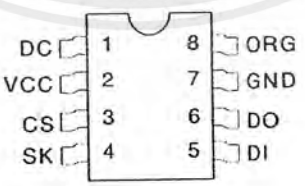
8-Pin PDIP



8-Pin SOIC



8-Pin SOIC



Rotated (R)
(1K JEDEC Only)

3-Wire Serial CMOS E^2PROMs

1K (128 x 8 or 64 x 16)

2K (256 x 8 or 128 x 16)

4K (512 x 8 or 256 x 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description (Continued)

The AT93C46/56/57/66 is enabled through the Chip Select pin (CS), and accessed via a 3-wire serial interface consisting of Data Input (DI), Data Output (DO), and Shift Clock (SK). Upon receiving a READ instruction at DI, the address is decoded and the data is clocked out serially on the data output pin DO. The WRITE cycle is completely self-timed and no separate ERASE cycle is required before WRITE. The WRITE cycle is only enabled when the part is in the ERASE/WRITE ENABLE state. When CS is brought "high" following the initiation of a WRITE cycle, the DO pin outputs the READY/BUSY status of the part.

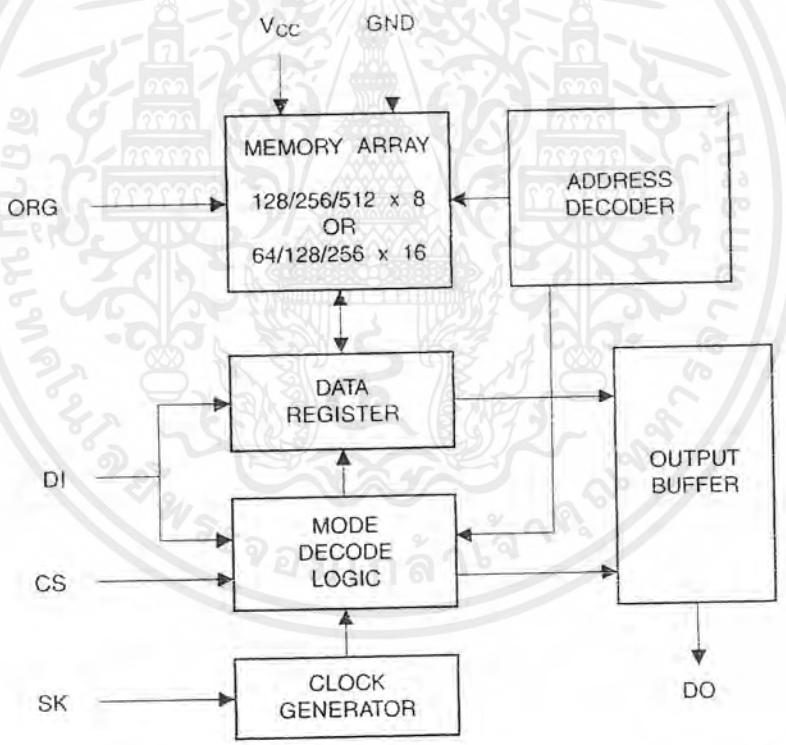
The AT93C46/56/57/66 is available in 4.5V to 5.5V, 2.7V to 5.5V, 2.5V to 5.5V, and 1.8V to 5.5V versions.

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.25V
DC Output Current	5.0 mA

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

Block Diagram (1)



Note: 1. When the ORG pin is connected to V_{CC}, the x 16 organization is selected. When it is connected to ground, the x 8 organization is selected. If the ORG pin is left unconnected, then an internal pullup device (of approximately 1 MΩ) will select the x 16 organization. This feature is not available on 1.8V devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Capacitance [1]

Applicable over recommended operating range from T_A = 25°C, f = 1.0 MHz, V_{CC} = +5.0V (unless otherwise noted).

	Test Conditions	Max	Units	Conditions
C_{OUT}	Output Capacitance (DO)	5	pF	V_{OUT} = 0V
C_{IN}	Input Capacitance (CS, SK, DI)	5	pF	V_{IN} = 0V

Note: 1. This parameter is characterized and is not 100% tested.

DC Characteristics

Applicable over recommended operating range from: T_{AI} = -40°C to +85°C, V_{CC} = +1.8V to +5.5V, T_{AC} = 0°C to +70°C, V_{CC} = +1.8V to +5.5V (unless otherwise noted).

Symbol	Parameter	Test Condition		Min	Typ	Max	Unit
V_{CC1}	Supply Voltage			1.8		5.5	V
V_{CC2}	Supply Voltage			2.5		5.5	V
V_{CC3}	Supply Voltage			2.7		5.5	V
V_{CC4}	Supply Voltage			4.5		5.5	V
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = 5.0V	READ at 1.0 MHz		0.5	2.0	mA
			WRITE at 1.0 MHz		0.5	2.0	mA
I_{SB1}	Standby Current	V_{CC} = 1.8V	CS = 0V		0	0.1	µA
I_{SB2}	Standby Current	V_{CC} = 2.5V	CS = 0V		6.0	10.0	µA
I_{SB3}	Standby Current	V_{CC} = 2.7V	CS = 0V		6.0	10.0	µA
I_{SB4}	Standby Current	V_{CC} = 5.0V	CS = 0V		17	30	µA
I_{IL}	Input Leakage	V_{IN} = 0V to V_{CC}			0.1	1.0	µA
I_{OL}	Output Leakage	V_{IN} = 0V to V_{CC}			0.1	1.0	µA
V_{IL1} [1] V_{IH1} [1]	Input Low Voltage Input High Voltage	4.5V ≤ V_{CC} ≤ 5.5V		-0.1 2.0		0.8 V_{CC} + 1	V
V_{IL2} [1] V_{IH2} [1]	Input Low Voltage Input High Voltage	1.8V ≤ V_{CC} ≤ 2.7V		0.0 V_{CC} x 0 .7		V_{CC} x 0.3 V_{CC} + 1	V
V_{OL1}	Output Low Voltage	4.5V ≤ V_{CC} ≤ 5.5V	I_{OL} = 2.1 mA			0.4	V
V_{OH1}	Output High Voltage		I_{OH} = -0.4 mA	2.4			V
V_{OL2}	Output Low Voltage	1.8V ≤ V_{CC} ≤ 2.7V	I_{OL} = 0.15 mA			0.2	V
V_{OH2}	Output High Voltage		I_{OH} = -100 µA	V_{CC} - 0.2			V

Note: 1. V_{IL} min and V_{IH} max are reference only and are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

Applicable over recommended operating range from T_A = -40°C to + 85°C, V_{CC} = As Specified, CL = 1 TTL Gate and 100 pF (unless otherwise noted).

Symbol	Parameter	Test Condition		Min	Typ	Max	Units
f_{SK}	SK Clock Frequency		$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	0		2	MHz
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$	0		1	
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	0		0.5	
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$	0		0.25	
t_{SKH}	SK High Time		$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	250			ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$	250			
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	500			
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$	1000			
t_{SKL}	SK Low Time		$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	250			ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$	250			
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	500			
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$	1000			
t_{CS}	Minimum CS Low Time		$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	250			ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$	250			
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	500			
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$	1000			
t_{CSS}	CS Setup Time	Relative to SK	$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	50			ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$	50			
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	100			
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$	200			
t_{DIS}	DI Setup Time	Relative to SK	$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	100			ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$	100			
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	200			
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$	400			
t_{CSH}	CS Hold Time	Relative to SK		0			ns
t_{DIH}	DI Hold Time	Relative to SK	$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	100			ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$	100			
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$	200			
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$	400			
t_{PD1}	Output Delay to '1'	AC Test	$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$			250	ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$			250	
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$			500	
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$			1000	
t_{PD0}	Output Delay to '0'	AC Test	$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$			250	ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$			250	
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$			500	
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$			1000	
t_{SV}	CS to Status Valid	AC Test	$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$			250	ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$			250	
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$			500	
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$			1000	
t_{DF}	CS to DO in High Impedance	AC Test CS = V_{IL}	$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$			100	ns
			$2.7V \le V_{CC} \le 5.5V$			100	
			$2.5V \le V_{CC} \le 5.5V$			200	
			$1.8V \le V_{CC} \le 5.5V$			400	
t_{WP}	Write Cycle Time			0.1		10	ms
			$4.5V \le V_{CC} \le 5.5V$		1		ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction Set for the AT93C46

Instruction	SB	Op Code	Address x 8	Address x 16	Data x 8	Data x 16	Comments
READ	1	10	A_6 - A_0	A_5 - A_0			Reads data stored in memory, at specified address.
EWEN	1	00	11XXXXX	11XXXX			Write enable must precede all programming modes.
ERASE	1	11	A_6 - A_0	A_5 - A_0			Erase memory location A_n - A_0.
WRITE	1	01	A_6 - A_0	A_5 - A_0	D_7 - D_0	D_{15} - D_0	Writes memory location A_n - A_0.
ERAL	1	00	10XXXXX	10XXXX			Erases all memory locations. Valid only at V_{CC} = 4.5V to 5.5V.
WRAL	1	00	01XXXXX	01XXXX	D_7 - D_0	D_{15} - D_0	Writes all memory locations. Valid only at V_{CC} = 4.5V to 5.5V.
EWDS	1	00	00XXXXX	00XXXX			Disables all programming instructions.

Instruction Set for the AT93C57

Instruction	SB	Op Code	Address x 8	Address x 16	Data x 8	Data x 16	Comments
READ	1	10	A_7 - A_0	A_6 - A_0			Reads data stored in memory, at specified address.
EWEN	1	00	11XXXXXX	11XXXXX			Write enable must precede all programming modes.
ERASE	1	11	A_7 - A_0	A_6 - A_0			Erase memory location A_n - A_0.
WRITE	1	01	A_7 - A_0	A_6 - A_0	D_7 - D_0	D_{15} - D_0	Writes memory location A_n - A_0.
ERAL	1	00	10XXXXXX	10XXXXX			Erases all memory locations. Valid only at V_{CC} = 4.5V to 5.5V.
WRAL	1	00	01XXXXXX	01XXXXX	D_7 - D_0	D_{15} - D_0	Writes all memory locations. Valid only at V_{CC} = 4.5V to 5.5V.
EWDS	1	00	00XXXXXX	00XXXXX			Disables all programming instructions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction Set for the AT93C56 and AT93C66

Instruction	SB	Op Code	Address x 8	Address x 16	Data x 8	Data x 16	Comments
READ	1	10	A_8 - A_0	A_7 - A_0			Reads data stored in memory, at specified address.
EWEN	1	00	11XXXXXXX	11XXXXXX			Write enable must precede all programming modes.
ERASE	1	11	A_8 - A_0	A_7 - A_0			Erases memory location A_n - A_0.
WRITE	1	01	A_8 - A_0	A_7 - A_0	D_7 - D_0	D_{15} - D_0	Writes memory location A_n - A_0.
ERAL	1	00	10XXXXXXX	10XXXXXX			Erases all memory locations. Valid only at V_{CC} = 4.5V to 5.5V.
WRAL	1	00	01XXXXXXX	01XXXXXX	D_7 - D_0	D_{15} - D_0	Writes all memory locations. Valid when V_{CC} = 5.0V ± 10% and Disable Register cleared.
EWDS	1	00	00XXXXXXX	00XXXXXX			Disables all programming instructions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The AT93C46/56/57/66 is accessed via a simple and versatile 3-wire serial communication interface. Device operation is controlled by seven instructions issued by the host processor. A valid instruction starts with a rising edge of CS and consists of a Start Bit (logic '1') followed by the appropriate Op Code and the desired memory Address location.

READ (READ): The Read (READ) instruction contains the Address code for the memory location to be read. After the instruction and address are decoded, data from the selected memory location is available at the serial output pin DO. Output data changes are synchronized with the rising edges of serial clock SK. It should be noted that a dummy bit (logic '0') precedes the 8 or 16 bit data output string.

ERASE/WRITE (EWEN): To assure data integrity, the part automatically goes into the Erase/Write Disable (EWDS) state when power is first applied. An Erase/Write Enable (EWEN) instruction must be executed first before any programming instructions can be carried out. Please note that once in the Erase/Write Enable state, programming remains enabled until an Erase/Write Disable (EWDS) instruction is executed or V_{CC} power is removed from the part.

ERASE (ERASE): The Erase (ERASE) instruction programs all bits in the specified memory location to the logical '1' state. The self-timed erase cycle starts once the ERASE instruction and address are decoded. The DO pin outputs the READY/BUSY status of the part if CS is brought high after being kept low for a minimum of 250 ns (t_{CS}). A logic '1' at pin DO indicates that the selected memory location has been erased, and the part is ready for another instruction.

WRITE (WRITE): The Write (WRITE) instruction contains the 8 or 16 bits of data to be written into the specified memory location. The self-timed programming cycle starts after the last bit of data is received at serial data input pin DI. The DO pin outputs the READY/BUSY status of the part if CS is brought high after being kept low for a minimum of 250 ns (t_{CS}). A logic '0' at DO indicates that programming is still in progress. A logic '1' indicates that the memory location at the specified address has been written with the data pattern contained in the instruction and the part is ready for further instructions. A READY/BUSY status cannot be obtained if the CS is brought high after the end of the self-timed programming cycle, t_{WP}.

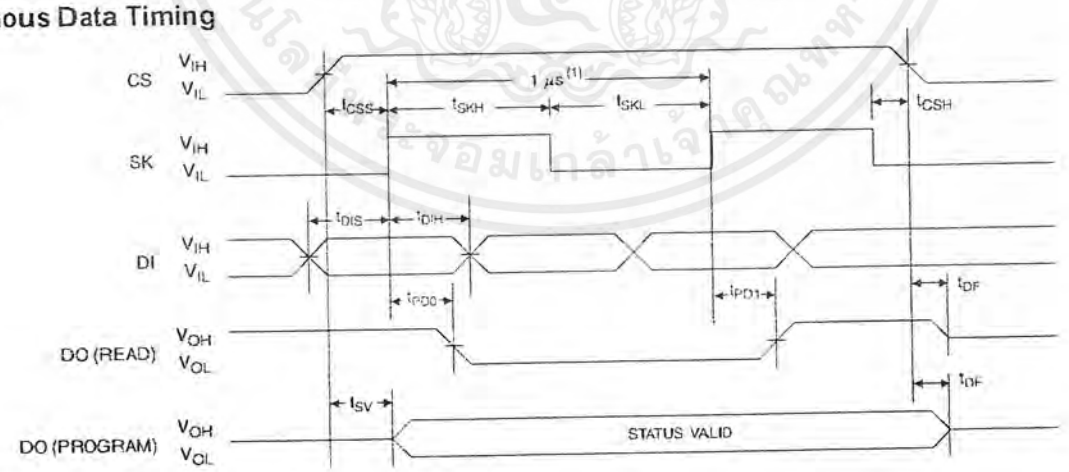
ERASE ALL (ERAL): The Erase All (ERAL) instruction programs every bit in the memory array to the logic '1' state and is primarily used for testing purposes. The DO pin outputs the READY/BUSY status of the part if CS is brought high after being kept low for a minimum of 250 ns (t_{CS}). The ERAL instruction is valid only at V_{CC} = 5.0V ± 10%.

WRITE ALL (WRAL): The Write All (WRAL) instruction programs all memory locations with the data patterns specified in the instruction. The DO pin outputs the READY/BUSY status of the part if CS is brought high after being kept low for a minimum of 250 ns (t_{CS}). The WRAL instruction is valid only at V_{CC} = 5.0V ± 10%.

ERASE/WRITE DISABLE (EWDS): To protect against accidental data disturb, the Erase/Write Disable (EWDS) instruction disables all programming modes and should be executed after all programming operations. The operation of the READ instruction is independent of both the EWEN and EWDS instructions and can be executed at any time.

Timing Diagrams

Synchronous Data Timing



Note: 1. This is the minimum SK period.

(continued)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

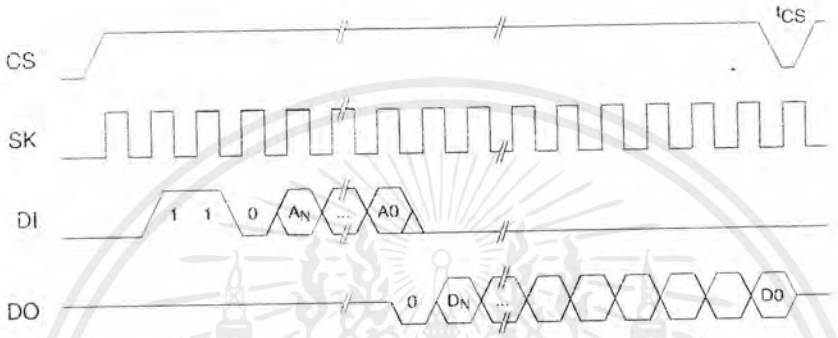
Organization Key for Timing Diagrams

	AT93C46 (1K)		AT93C56 (2K)		AT93C57 (2K)		AT93C66 (4K)	
I/O	x 8	x 16	x 8	x 16	x 8	x 16	x 8	x 16
A_N	A_6	A_5	A_8 (1)	A_7	A_7	A_6	A_8	A_7
D_N	D_7	D_{15}	D_7	D_{15}	D_7	D_{15}	D_7	D_{15}

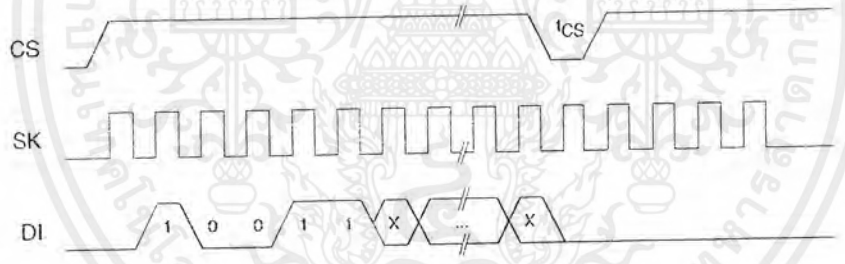
Note: 1. A_8 is a DON'T CARE value, but the extra clock is required.

Timing Diagrams (Continued)

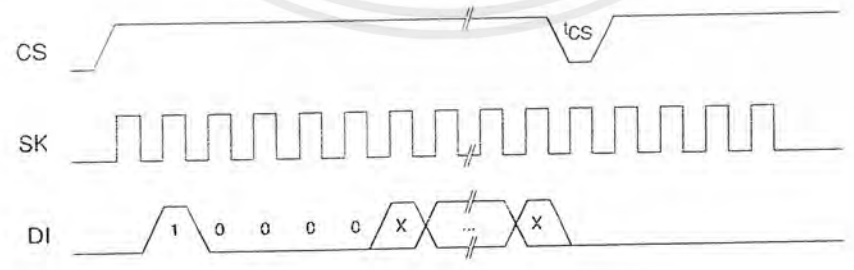
READ Timing



EWEN Timing



EWDS Timing

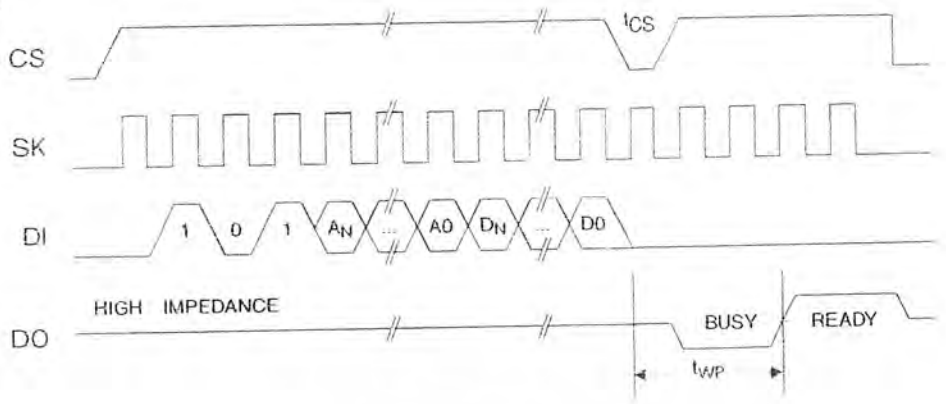


(continued)

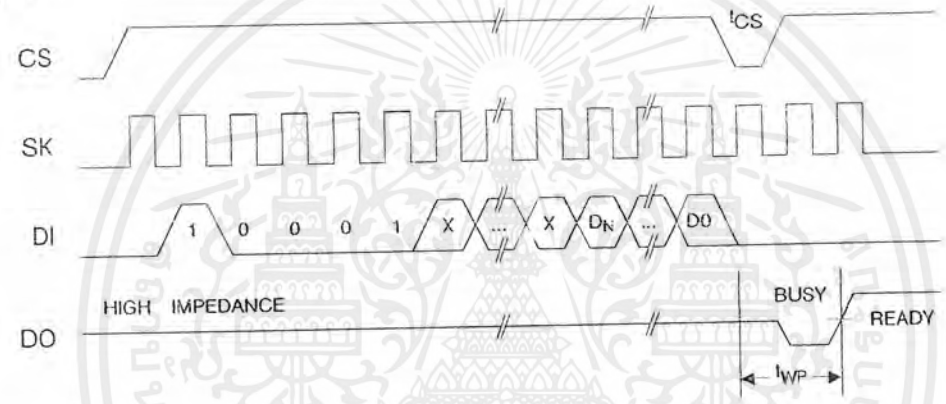
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timing Diagrams (Continued)

WRITE Timing

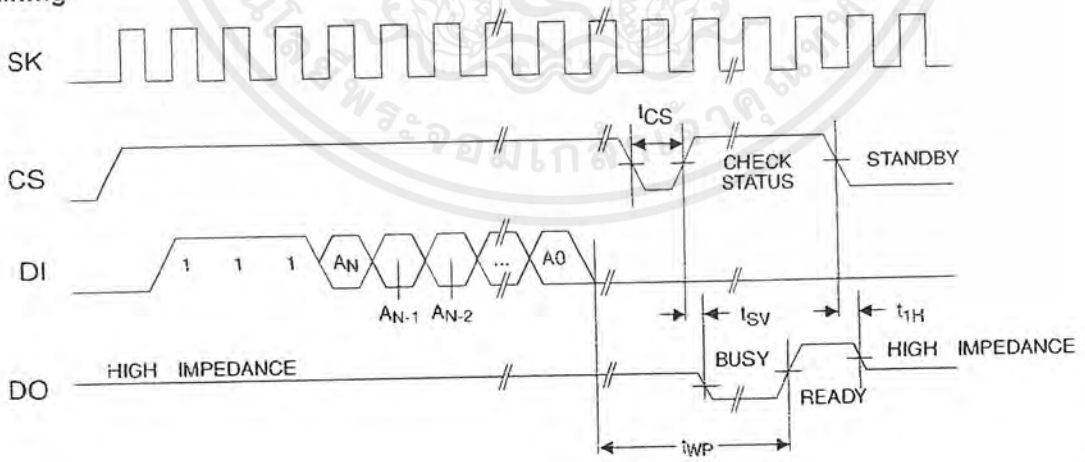


WRAL Timing (1)



Note: 1. Valid only at V_{CC} = 4.5V to 5.5V.

ERASE Timing

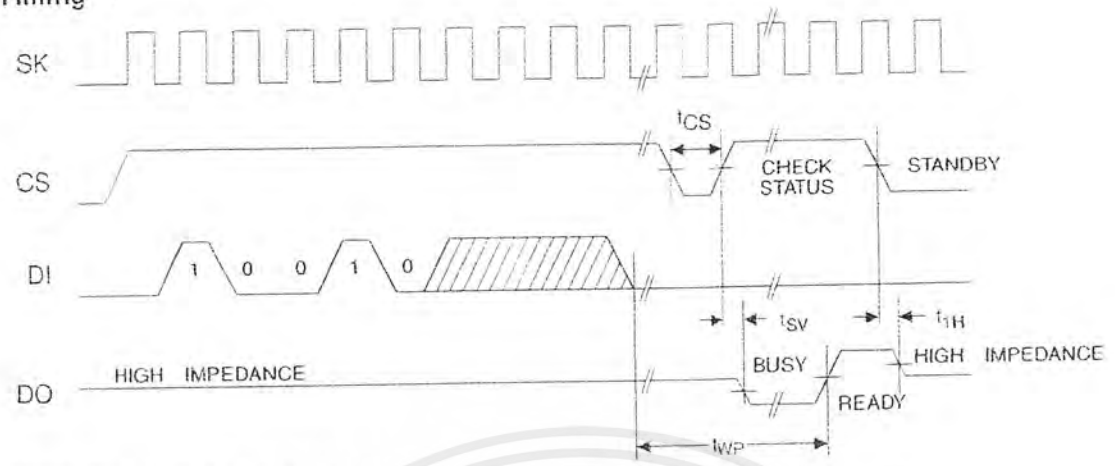


(continued)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timing Diagrams (Continued)

TERAL Timing [1]



Note: 1. Valid only at V_{CC} = 4.5V to 5.5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

t_{WP} (max) (ms)	I_{CC} (max) (µA)	I_{SB} (max) (µA)	f_{MAX} (kHz)	Ordering Code	Package	Operation Range
10	2000	30.0	2000	AT93C46-10PC AT93C46-10SC AT93C46R-10SC AT93C46W-10SC	8P3 8S1 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	800	10.0	1000	AT93C46-10PC-2.7 AT93C46-10SC-2.7 AT93C46R-10SC-2.7 AT93C46W-10SC-2.7	8P3 8S1 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	600	10.0	500	AT93C46-10PC-2.5 AT93C46-10SC-2.5 AT93C46R-10SC-2.5 AT93C46W-10SC-2.5	8P3 8S1 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	80	0.1	250	AT93C46-10PC-1.8 AT93C46-10SC-1.8 AT93C46R-10SC-1.8 AT93C46W-10SC-1.8	8P3 8S1 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	2000	30.0	2000	AT93C46-10PI AT93C46-10SI AT93C46R-10SI AT93C46W-10SI	8P3 8S1 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	800	10.0	1000	AT93C46-10PI-2.7 AT93C46-10SI-2.7 AT93C46R-10SI-2.7 AT93C46W-10SI-2.7	8P3 8S1 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	600	10.0	500	AT93C46-10PI-2.5 AT93C46-10SI-2.5 AT93C46R-10SI-2.5 AT93C46W-10SI-2.5	8P3 8S1 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	80	0.1	250	AT93C46-10PI-1.8 AT93C46-10SI-1.8 AT93C46R-10SI-1.8 AT93C46W-10SI-1.8	8P3 8S1 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Package Type	
8P3	8 Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
8S1	8 Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
8S2	8 Lead, 0.200" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (EIAJ SOIC)
Options	
Blank	Standard Device (4.5V to 5.5V)
-2.7	Low Voltage (2.7V to 5.5V)
-2.5	Low Voltage (2.5V to 5.5V)
-1.8	Low Voltage (1.8V to 5.5V)
R	Rotated Pinout

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

t_{WP} (max) (ms)	I_{CC} (max) (µA)	I_{SB} (max) (µA)	f_{MAX} (kHz)	Ordering Code	Package	Operation Range
10	2000	30.0	2000	AT93C56-10PC AT93C56-10SC AT93C56W-10SC	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	800	10.0	1000	AT93C56-10PC-2.7 AT93C56-10SC-2.7 AT93C56W-10SC-2.7	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	600	10.0	500	AT93C56-10PC-2.5 AT93C56-10SC-2.5 AT93C56W-10SC-2.5	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	80	0.1	250	AT93C56-10PC-1.8 AT93C56-10SC-1.8 AT93C56W-10SC-1.8	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	2000	30.0	2000	AT93C56-10PI AT93C56-10SI AT93C56W-10SI	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	800	10.0	1000	AT93C56-10PI-2.7 AT93C56-10SI-2.7 AT93C56W-10SI-2.7	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	600	10.0	500	AT93C56-10PI-2.5 AT93C56-10SI-2.5 AT93C56W-10SI-2.5	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	80	0.1	250	AT93C56-10PI-1.8 AT93C56-10SI-1.8 AT93C56W-10SI-1.8	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)

Package Type	
8P3	8 Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
8S1	8 Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
8S2	8 Lead, 0.200" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (EIAJ SOIC)
Options	
Blank	Standard Device (4.5V to 5.5V)
-2.7	Low Voltage (2.7V to 5.5V)
-2.5	Low Voltage (2.5V to 5.5V)
-1.8	Low Voltage (1.8V to 5.5V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

t_{WP} (max) (ms)	I_{CC} (max) (µA)	I_{SB} (max) (µA)	f_{MAX} (kHz)	Ordering Code	Package	Operation Range
10	2000	30.0	2000	AT93C57-10PC AT93C57-10SC AT93C57W-10SC	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	800	10.0	1000	AT93C57-10PC-2.7 AT93C57-10SC-2.7 AT93C57W-10SC-2.7	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	600	10.0	500	AT93C57-10PC-2.5 AT93C57-10SC-2.5 AT93C57W-10SC-2.5	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	80	0.1	250	AT93C57-10PC-1.8 AT93C57-10SC-1.8 AT93C57W-10SC-1.8	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	2000	30.0	2000	AT93C57-10PI AT93C57-10SI AT93C57W-10SI	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	800	10.0	1000	AT93C57-10PI-2.7 AT93C57-10SI-2.7 AT93C57W-10SI-2.7	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	600	10.0	500	AT93C57-10PI-2.5 AT93C57-10SI-2.5 AT93C57W-10SI-2.5	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	80	0.1	250	AT93C57-10PI-1.8 AT93C57-10SI-1.8 AT93C57W-10SI-1.8	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)

Package Type	
8P3	8 Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
8S1	8 Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
8S2	8 Lead, 0.200" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (EIAJ SOIC)
Options	
Blank	Standard Device (4.5V to 5.5V)
-2.7	Low Voltage (2.7V to 5.5V)
-2.5	Low Voltage (2.5V to 5.5V)
-1.8	Low Voltage (1.8V to 5.5V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

t_{WP} (max) (ms)	I_{CC} (max) (µA)	I_{SB} (max) (µA)	f_{MAX} (kHz)	Ordering Code	Package	Operation Range
10	2000	30.0	2000	AT93C66-10PC AT93C66-10SC AT93C66W-10SC	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	800	10.0	1000	AT93C66-10PC-2.7 AT93C66-10SC-2.7 AT93C66W-10SC-2.7	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	600	10.0	500	AT93C66-10PC-2.5 AT93C66-10SC-2.5 AT93C66W-10SC-2.5	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	80	0.1	250	AT93C66-10PC-1.8 AT93C66-10SC-1.8 AT93C66W-10SC-1.8	8P3 8S1 8S2	Commercial (0°C to 70°C)
10	2000	30.0	2000	AT93C66-10PI AT93C66-10SI AT93C66W-10SI	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	800	10.0	1000	AT93C66-10PI-2.7 AT93C66-10SI-2.7 AT93C66W-10SI-2.7	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	600	10.0	500	AT93C66-10PI-2.5 AT93C66-10SI-2.5 AT93C66W-10SI-2.5	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)
10	80	0.1	250	AT93C66-10PI-1.8 AT93C66-10SI-1.8 AT93C66W-10SI-1.8	8P3 8S1 8S2	Industrial (-40°C to 85°C)

Package Type	
8P3	8 Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
8S1	8 Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
8S2	8 Lead, 0.200" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (EIAJ SOIC)
Options	
Blank	Standard Device (4.5V to 5.5V)
-2.7	Low Voltage (2.7V to 5.5V)
-2.5	Low Voltage (2.5V to 5.5V)
-1.8	Low Voltage (1.8V to 5.5V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1202, DS1202S
Serial Timekeeping Chip

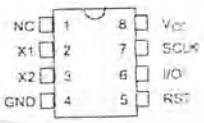
FEATURES

- Real time clock counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap year compensation valid up to 2100
- 24 x 8 RAM for scratchpad data storage
- Serial I/O for minimum pin count
- 2.0–5.5 volt full operation
- Uses less than 300 nA at 2 volts
- Single–byte or multiple–byte (burst mode) data transfer for read or write of clock or RAM data
- 8–pin DIP or optional 16–pin SOIC for surface mount
- Simple 3–wire interface
- TTL–compatible (V_{CC} = 5V)
- Optional industrial temperature range –40°C to +85°C (IND)

ORDERING INFORMATION

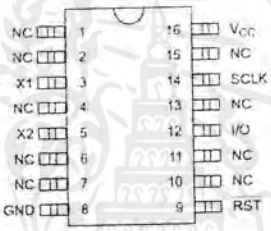
DS1202	8–pin DIP
DS1202S	16–pin SOIC
DS1202S–8	8–pin SOIC
DS1202N	8–pin DIP (IND)
DS1202SN	16–pin SOIC (IND)
DS1202SN–8	8–pin SOIC (IND)

PIN ASSIGNMENT



8-PIN DIP

8-PIN SOIC (208 mil)



16-PIN SOIC

PIN DESCRIPTION

NC	–	No Connection
X1, X2	–	32.768 KHz Crystal Input
GND	–	Ground
$\overline{RST}$	–	Reset
I/O	–	Data Input/Output
SCLK	–	Serial Clock
V_{CC}	–	Power Supply Pin

DESCRIPTION

The DS1202 Serial Timekeeping Chip contains a real time clock/calendar and 24 bytes of static RAM. It communicates with a microprocessor via a simple serial interface. The real time clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with less than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24–hour or 12–hour format with an AM/PM indicator. Interfacing the DS1202 with a microprocessor is simplified by using synchronous serial communication. Only three wires are required to communicate with the clock/RAM: (1) $\overline{RST}$ (Reset), (2) I/O (Data line), and (3) SCLK (Serial clock). Data can be transferred to and from the clock/RAM one byte at a time or in a burst of up to 24 bytes. The DS1202 is designed to operate on very low power and retain data and clock information on less than 1 microwatt.

©Copyright 1997 by Dallas Semiconductor Corporation.
All Rights Reserved. For important information regarding patents and other intellectual property rights, please refer to Dallas Semiconductor data books.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

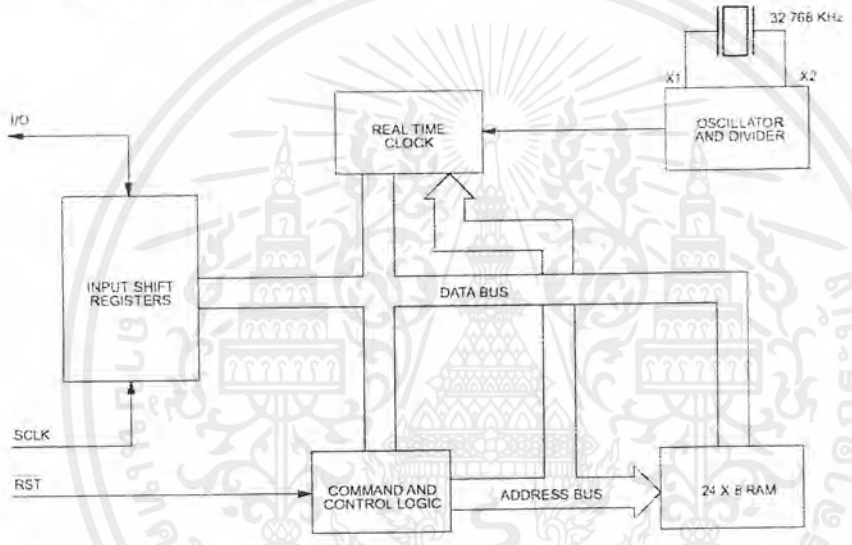
OPERATION

The main elements of the Serial Timekeeper are shown in Figure 1: shift register, control logic, oscillator, real time clock, and RAM. To initiate any transfer of data, RST is taken high and eight bits are loaded into the shift register providing both address and command information. Data is serially input on the rising edge of the SCLK. The first eight bits specify which of 32 bytes will be accessed, whether a read or write cycle will take place, and whether a byte or burst mode transfer is to occur. After the first eight clock cycles have occurred which load the command word into the shift register, additional clocks will output data for a read or input data for a write. The number of clock pulses equals eight plus eight for byte mode or eight plus up to 192 for burst mode.

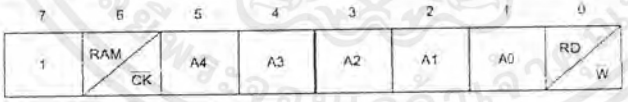
COMMAND BYTE

The command byte is shown in Figure 2. Each data transfer is initiated by a command byte. The MSB (Bit 7) must be a logic 1. If it is zero, further action will be terminated. Bit 6 specifies clock/calendar data if logic 0 or RAM data if logic 1. Bits one through five specify the designated registers to be input or output, and the LSB (Bit 0) specifies a write operation (input) if logic 0 or read operation (output) if logic 1. The command byte is always input starting with the LSB (bit 0).

DS1202 BLOCK DIAGRAM Figure 1



ADDRESS/COMMAND BYTE Figure 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESET AND CLOCK CONTROL

All data transfers are initiated by driving the RST input high. The RST input serves two functions. First, RST turns on the control logic which allows access to the shift register for the address/command sequence. Second, the RST signal provides a method of terminating either single byte or multiple byte data transfer. A clock cycle is a sequence of a falling edge followed by a rising edge. For data inputs, data must be valid during the rising edge of the clock and data bits are output on the falling edge of clock. All data transfer terminates if the RST input is low and the I/O pin goes to a high impedance state. Data transfer is illustrated in Figure 3.

DATA INPUT

Following the eight SCLK cycles that input a write command byte, a data byte is input on the rising edge of the next eight SCLK cycles. Additional SCLK cycles are ignored should they inadvertently occur. Data is input starting with bit 0. Due to the inherent nature of the logic state machine, writing times containing an absolute value of "59" seconds should be avoided.

DATA OUTPUT

Following the eight SCLK cycles that input a read command byte, a data byte is output on the falling edge of the next eight SCLK cycles. Note that the first data bit to be transmitted occurs on the first falling edge after the last bit of the command byte is written. Additional SCLK cycles retransmit the data bytes should they inadvertently occur so long as RST remains high. This operation permits continuous burst mode read capability. Data is output starting with bit 0.

BURST MODE

Burst mode may be specified for either the clock/calendar or the RAM registers by addressing location 31 decimal (address/command bits one through five = logical one). As before, bit six specified clock or RAM and bit 0 specifies read or write. There is no data storage capacity at locations 8 through 31 in the Clock/Calendar Registers or locations 24 through 31 in the RAM registers. When writing to the clock registers in the burst mode, the first eight registers must be written in order for the data to be transferred.

However, when writing to RAM in burst mode it is not necessary to write all 24 bytes for the data to transfer. Each byte that is written to will be transferred to RAM regardless of whether all 24 bytes are written or not.

CLOCK/CALENDAR

The clock/calendar is contained in eight write/read registers as shown in Figure 4. Data contained in the clock/calendar registers is in binary coded decimal format (BCD).

CLOCK HALT FLAG

Bit 7 of the seconds register is defined as the clock halt flag. When this bit is set to logic 1, the clock oscillator is stopped and the DS1202 is placed into a low-power standby mode with a current drain of not more than 100 nanoamps. When this bit is written to logic 0, the clock will start.

AM-PM/12-24 MODE

Bit 7 of the hours register is defined as the 12- or 24-hour mode select bit. When high, the 12-hour mode is selected. In the 12-hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24-hour mode, bit 5 is the second 10 hour bit (20-23 hours).

WRITE PROTECT BIT

Bit 7 of the control register is the write protect bit. The first seven bits (bits 0-6) are forced to zero and will always read a zero when read. Before any write operation to the clock or RAM, bit 7 must be zero. When high, the write protect bit prevents a write operation to any other register.

CLOCK/CALENDAR BURST MODE

The clock/calendar command byte specifies burst mode operation. In this mode the eight clock/calendar registers can be consecutively read or written (see Figure 4) starting with bit 0 of address 0.

RAM

The static RAM is 24 x 8 bytes addressed consecutively in the RAM address space.

RAM BURST MODE

The RAM command byte specifies burst mode operation. In this mode, the 24 RAM registers can be consecutively read or written (see Figure 4) starting with bit 0 of address 0.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER SUMMARY

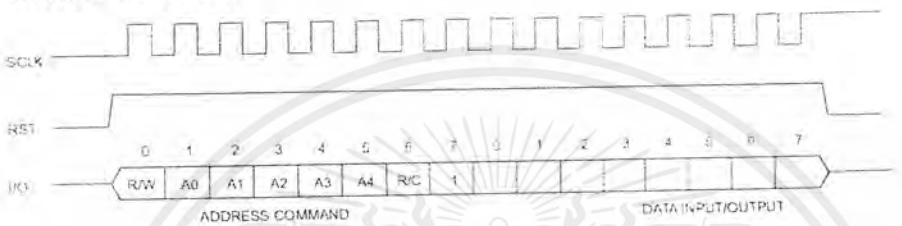
A register data format summary is shown in Figure 4.

CRYSTAL SELECTION

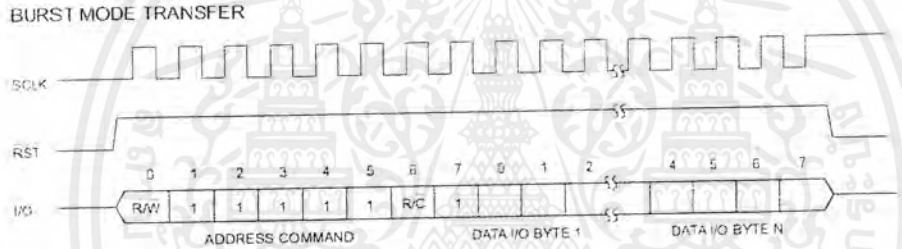
A 32.768 KHz crystal, can be directly connected to the DS1202 via pins 2 and 3 (X1, X2). The crystal selected for use should have a specified load capacitance (CL) of 6 pF. The crystal is connected directly to the X1 and X2 pins. There is no need for external capacitors or resistors. Note: X1 and X2 are very high impedance nodes. It is recommended that they and the crystal be guard-ringed with ground and that high frequency signals be kept away from the crystal area. For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real Time Clocks".

DATA TRANSFER SUMMARY Figure 3

SINGLE BYTE TRANSFER



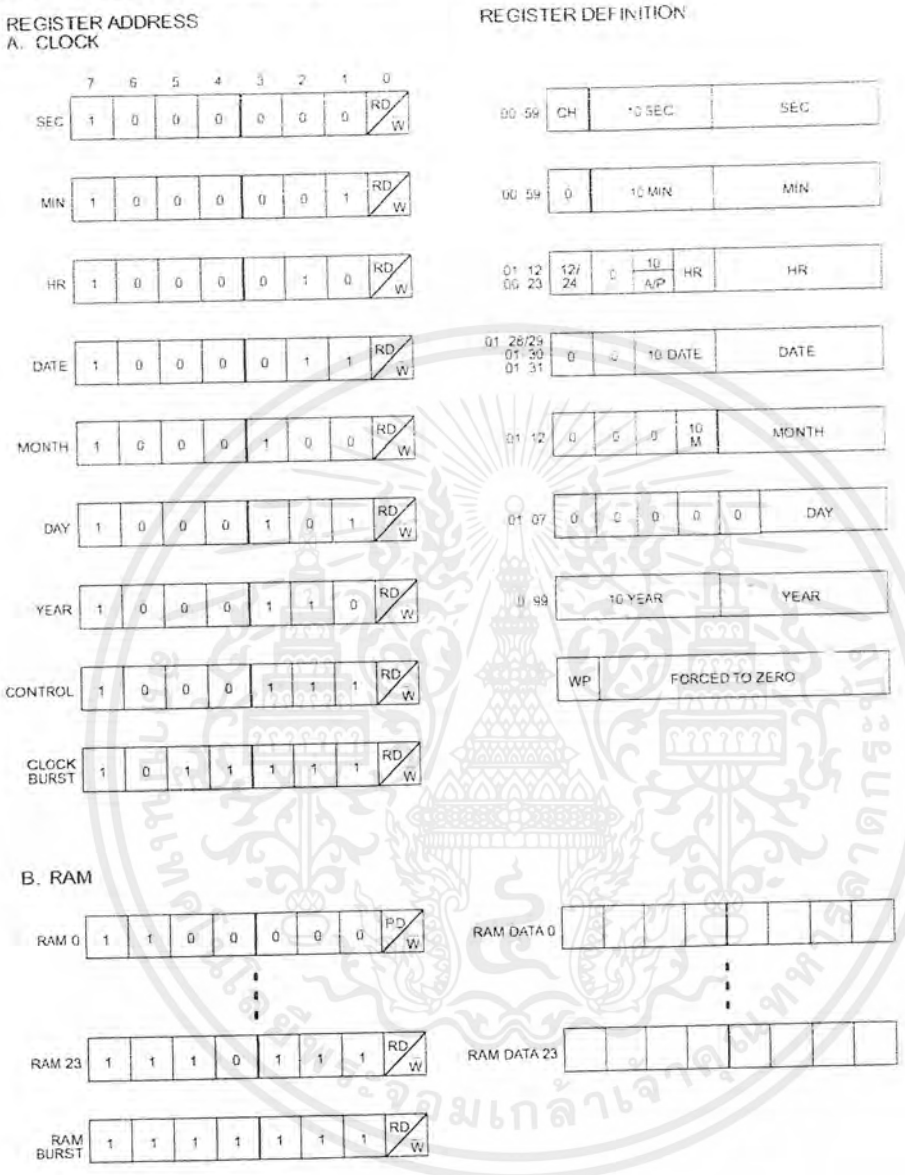
BURST MODE TRANSFER



FUNCTION	BYTE N	SCLK n
CLOCK	8	72
RAM	24	200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER ADDRESS/DEFINITION Figure 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	−0.3V to +7.0V
Operating Temperature	0°C to 70°C
Storage Temperature	−55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{CC}		2.0		5.5	V	1
Logic 1 Input	V_{IH}		2.0		V_{CC}+0.3	V	1
Logic 0 Input	V_{IL}	V_{CC}=2.0V	−0.3		+0.3	V	1
		V_{CC}=5V	−0.3		+0.8		

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(0°C to 70°C; V_{CC} = 2.0 to 5.5V*)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage	I_{LI}				±500	µA	6
I/O Leakage	I_{LO}				±500	µA	6
Logic 1 Output	V_{OH}	V_{CC}=2V	1.6			V	2
		V_{CC}=5V	2.4				
Logic 0 Output	V_{OL}	V_{CC}=2V			0.4	V	3
		V_{CC}=5V			0.4		
Active Supply Current	I_{CC}	V_{CC}=2V			0.4	mA	5
		V_{CC}=5V			1.2		
Timekeeping Current	I_{CC1}	V_{CC}=2V			0.3	µA	4
		V_{CC}=5V			1		
Leakage Current	I_{CC2}	V_{CC}=2V			100	nA	10
		V_{CC}=5V			100		

*Unless otherwise noted.

CAPACITANCE

(t_A = 25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Capacitance	C_I		5		pF	
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Capacitance	C_X		6		pF	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

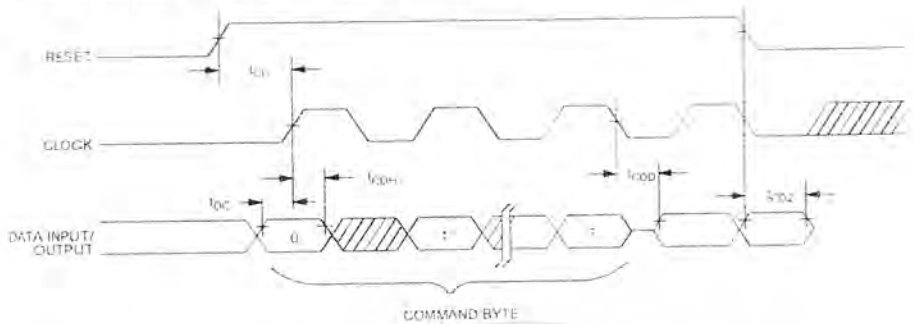
(0°C to 70°C; V_{CC} = 2.0 to 5.5V*)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Data to CLK Setup	t_{DC}	V_{CC}=2V	200			ns	7
		V_{CC}=5V	50				
CLK to Data Hold	t_{CDH}	V_{CC}=2V	280			ns	7
		V_{CC}=5V	70				
CLK to Data Delay	t_{CDD}	V_{CC}=2V			800	ns	7, 8, 9
		V_{CC}=5V			200		
CLK Low Time	t_{CL}	V_{CC}=2V	1000			ns	7
		V_{CC}=5V	250				
CLK High Time	t_{CH}	V_{CC}=2V	1000			ns	7, 12
		V_{CC}=5V	250				
CLK Frequency	f_{CLK}	V_{CC}=2V			0.5	MHz	7, 12
		V_{CC}=5V	DC		2.0		
CLK Rise and Fall	t_R, t_F	V_{CC}=2V			2000	ns	
		V_{CC}=5V			500		
$\overline{RST}$ to CLK Setup	t_{CC}	V_{CC}=2V	4			µs	7
		V_{CC}=5V	1				
CLK to RST Hold	t_{CCH}	V_{CC}=2V	1000			ns	7
		V_{CC}=5V	250				
$\overline{RST}$ Inactive Time	t_{CWH}	V_{CC}=2V	4			µs	7
		V_{CC}=5V	1				
$\overline{RST}$ to I/O High Z	t_{CDZ}	V_{CC}=2V			280	ns	7
		V_{CC}=5V			70		

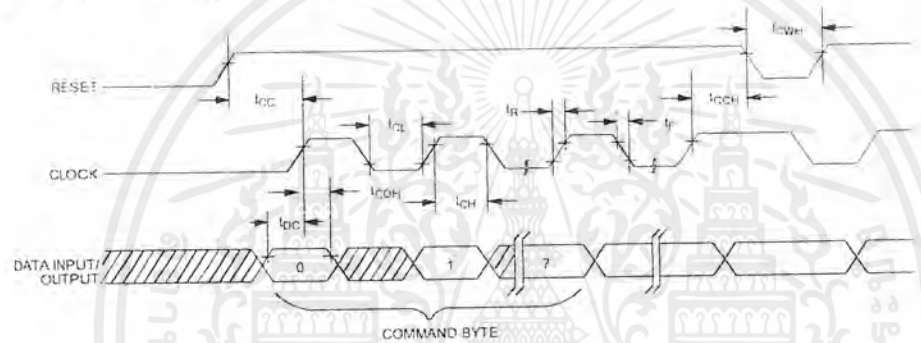
*Unless otherwise noted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM: READ DATA TRANSFER Figure 5



TIMING DIAGRAM: WRITE DATA TRANSFER Figure 6



NOTES:

1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA at V_{CC}=5V and 0.4 mA at V_{CC}=2V, V_{OH}=V_{CC} for capacitive loads.
3. Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA at V_{CC}=5V and 1.5 mA at V_{CC}=2V.
4. I_{CC1} is specified with I/O open, $\overline{RST}$ set to a logic 0, and clock halt flag=0 (oscillator enabled).
5. I_{CC} is specified with the I/O pin open, RST high, SCLK=2 MHz at V_{CC}=5V; SCLK=500 KHz, V_{CC}=2V and clock halt flag=0 (oscillator enabled).
6. $\overline{RST}$, SCLK, and I/O all have 40KΩ pull–down resistors to ground.
7. Measured at V_{IH}=2.0V or V_{IL}=0.8V and 10 ms maximum rise and fall time.
8. Measured at V_{OH}=2.4V or V_{OL}=0.4V.
9. Load capacitance = 50 pF.

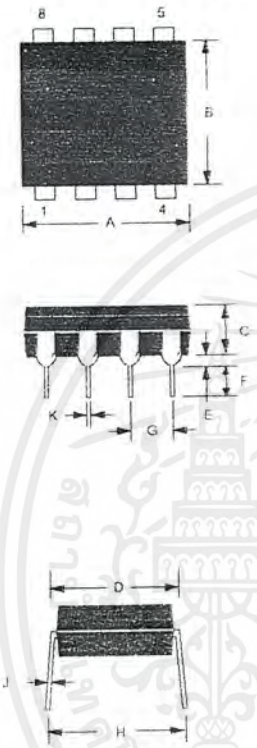
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. I_{CC2} is specified with $\overline{RST}$, I/O, and SCLK open. The clock halt flag must be set to logic one (oscillator disabled).

11. At power–up, $\overline{RST}$ must be at a logic 0 until $V_{CC} \geq 2$ volts. Also, SCLK must be at a logic 0 when $\overline{RST}$ is driven to a logic one state.

12. If t_{CH} exceeds 100 ms with RST in a logic one state, then I_{CC} may briefly exceed I_{CC} specification.

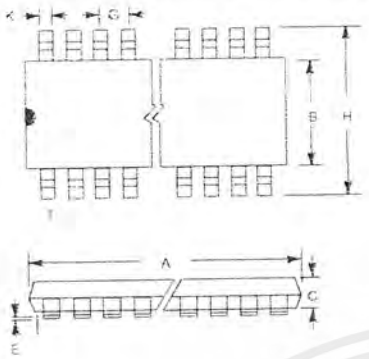
DS1202 SERIAL TIMEKEEPER 8–PIN DIP

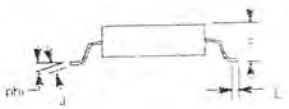


PKG	8–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN MM	0.360	0.400
B IN MM	0.240	0.260
C IN MM	0.120	0.140
D IN MM	0.300	0.325
E IN MM	0.015	0.040
F IN MM	0.110	0.140
G IN MM	0.090	0.110
H IN MM	0.320	0.370
J IN MM	0.008	0.012
K IN MM	0.015	0.021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1202S SERIAL TIMEKEEPER 16–PIN SOIC

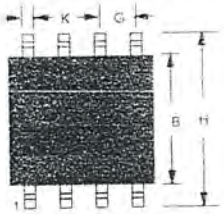


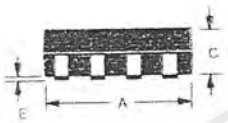


PKG	16–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN MM	0.500 12.70	0.511 12.99
B IN MM	0.290 7.37	0.300 7.65
C IN MM	0.089 2.26	0.095 2.41
E IN MM	0.004 0.102	0.012 0.30
F IN MM	0.094 2.38	0.105 2.68
G IN MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN MM	0.398 10.11	0.416 10.57
J IN MM	0.009 0.229	0.013 0.33
K IN MM	0.013 0.33	0.019 0.48
L IN MM	0.016 0.406	0.040 1.20
phi	0°	8°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1202S8 8–PIN SOIC 200 MIL





PKG	8–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN MM	0.203 5.16	0.213 5.41
B IN MM	0.203 5.16	0.213 5.41
C IN MM	0.070 1.78	0.074 1.88
E IN MM	0.004 0.102	0.010 0.390
F IN MM	0.074 1.88	0.84 2.13
G IN MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN MM	0.302 7.67	0.318 8.07
J IN MM	0.006 0.152	0.010 0.254
K IN MM	0.013 0.33	0.020 0.508
L IN MM	0.19 4.83	0.030 0.762

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-3899, Rev 1: 2/91

MAXIM

MAX1232 Microprocessor Monitor

MAX1232

General Description

The MAX1232 microprocessor (µP) supervisory circuit provides µP "housekeeping" and power-supply supervision functions while consuming only 1/10th the power of the DS1232. The MAX1232 enhances circuit reliability in µP systems by monitoring the power supply, monitoring software execution, and providing a debounced manual reset input. The MAX1232 is a plug-in upgrade of the Dallas DS1232.

A reset pulse of at least 250ms duration is supplied on power-up, power-down and low-voltage brown-out conditions (5% or 10% supply tolerances can be selected digitally). Also featured is a debounced manual reset input that forces the reset outputs to their active states for a minimum of 250ms. A digitally-programmable watchdog timer monitors software execution and can be programmed for timeout settings of 150ms, 600ms, or 1.2sec. The MAX1232 requires no external components.

Applications

Computers
Controllers
Intelligent Instruments
Automotive Systems
Critical µP Power Monitoring

Features

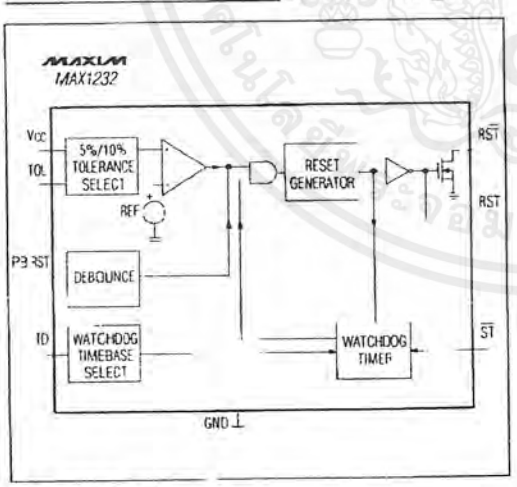
- **Consumes 1/10th the Power of the DS1232**
- **Precision Voltage Monitor - Adjustable +4.5V or +4.75V**
- **Power OK/Reset Pulse Width - 250ms Min**
- **No External Components**
- **Adjustable Watchdog Timer - 150ms, 600ms, or 1.2sec**
- **Debounced Manual Reset Input for External Overide**
- **Available in 8-pin DIP/Small Outline and 16-pin Wide Small Outline Packages**

Ordering Information

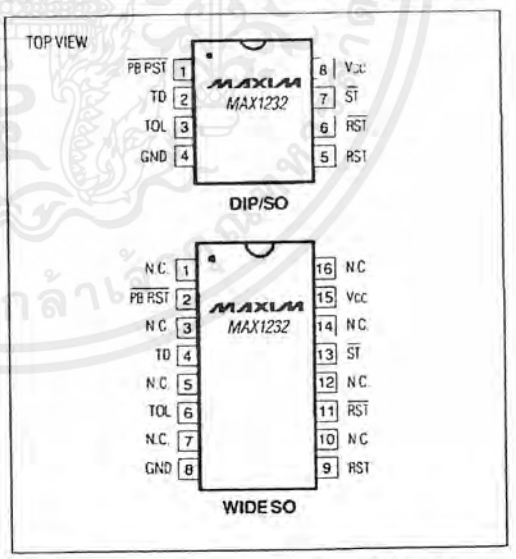
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1232CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX1232CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX1232CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX1232C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX1232EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX1232ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX1232EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX1232MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP

*Contact factory for dice specifications.

Block Diagram



Pin Configuration



MAXIM — Maxim Integrated Products

Call toll free 1-800-998-8800 for free samples or literature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX1232 Microprocessor Monitor

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage on any pin (with respect to GND) ..... -1V to +7V
Operating Temperature Ranges:
MAX1232C_ _ ..... 0°C to +70°C
MAX1232E_ _ ..... -40°C to +85°C
MAX1232M_ _ ..... -55°C to +125°C

Storage Temperature Range ..... -65°C to +160°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.) ..... +300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED D.C. OPERATING CONDITIONS

(T_A = T_{MIN} to T_{MAX})

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
$\overline{ST}$ and $\overline{PB\ RST}$ Input High Level (Note 1)	V_{IH}		2.0		V_{CC} +0.3	V
$\overline{ST}$ and $\overline{PB\ RST}$ Input Low Level	V_{IL}		-0.3		+0.8	V

D.C. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, V_{CC} = +4.5V to +5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage $\overline{ST}$, TOL	I_{IL}		-1.0		+1.0	µA
Output Current RST	I_{OH}	V_{OH} = 2.4V	-1.0	-12		mA
Output Current RST, $\overline{RST}$	I_{OL}	V_{OL} = 0.4V	2.0	10		mA
Operating Current (Note 2)	I_{CC}			50	200	µA
V_{CC} 5% Trip Point (Note 3)	V_{CCTP}	TOL = GND	4.50	4.62	4.74	V
V_{CC} 10% Trip Point (Note 3)	V_{CCTP}	TOL = V_{CC}	4.25	4.37	4.49	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAPACITANCE (Note 4)

(T_A = +25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Capacitance ST, TOL	C_{IN}				5	pF
Output Capacitance RST, $\overline{RST}$	C_{OUT}				7	pF

A.C. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; V_{CC} = +5V to ±10%)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PB $\overline{RST}$ (Note 5)	t_{PB}	Figure 3	20			ms
PB $\overline{RST}$ Delay	t_{PBD}	Figure 3	1	4	20	ms
Reset Active Time	t_{RST}		250	610	1000	ms
$\overline{ST}$ Pulse Width	t_{ST}	Figure 4	75			ns
$\overline{ST}$ Timeout Period	t_{TD}	Figure 4 TD pin = 0V	62.5	150	250	ms
		TD pin = open	250	600	1000	
		TD pin = V_{CC}	500	1200	2000	
V_{CC} Fall Time (Note 4)	t_F	Figure 5	10			µs
V_{CC} Rise Time (Note 4)	t_R	Figure 6	0			µs
V_{CC} Detect to RST High and RST Low	t_{RPD}	Figure 7, V_{CC} falling			100	ns
V_{CC} Detect to RST Low and RST Open (Note 6)	t_{RPU}	Figure 8, V_{CC} rising	250	610	1000	ms

Note 1: $\overline{PB\ RST}$ is internally pulled up to V_{CC} with an internal impedance of typically 40kΩ.
Note 2: Measured with outputs open.
Note 3: All voltages referenced to GND.
Note 4: Guaranteed by design.
Note 5: PB $\overline{RST}$ must be held low for a minimum of 20ms to guarantee a reset.
Note 6: t_R = 5µs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX1232 Microprocessor Monitor

Pin Description

NAME	FUNCTION
PB RST	Pushbutton Reset Input. A debounced active-low input that ignores pulses less than 1ms in duration and is guaranteed to recognize inputs of 20ms or greater
TD	Time Delay Set. The watchdog timebase select input (t_{TD} = 150ms for TD = 0V, t_{TD} = 600ms for TD = open, t_{TD} = 1.2sec for TD = V_{CC})
TOL	Tolerance Input. Connect to GND for 5% tolerance or to V_{CC} for 10% tolerance
GND	Ground
RST	Reset Output (Active High) - goes active 1. If V_{CC} falls below the selected reset voltage threshold 2. If PB RST is forced low 3. If ST is not strobed within the minimum timeout period 4. During power-up
RST	Reset Output (Active Low, Open Drain) - see RST
ST	Strobe Input. Input for watchdog timer
V_{CC}	The +5V Power-Supply Input
N.C	No Connect

Detailed Description

Power Monitor

A voltage detector monitors V_{CC} and holds the reset outputs (RST and RST) in their active states whenever V_{CC} is below the selected 5% or 10% tolerance (4.62V or 4.37V typically). To select the 5% level, connect TOL to ground. To select the 10% level, connect TOL to V_{CC}. The reset outputs will remain in their active states until V_{CC} has been continuously in-tolerance for a minimum of 250ms (the reset active time) to allow the power supply and µP to stabilize.

The RST output both sinks and sources current, while the RST output, an open-drain MOSFET, sinks current only and must be pulled high.

Pushbutton Reset Input

The MAX1232's debounced manual reset input (PB RST) manually forces the reset outputs into their active states. The reset outputs go active after PB RST has been held low for a time t_{PBD}, the pushbutton reset delay time. The reset outputs remain in their active states for a minimum of 250ms after PB RST rises above V_{IH} (Figure 3).

A mechanical pushbutton or an active logic signal can drive the PB RST input. The debounced input ignores input pulses less than 1ms and is guaranteed to recognize pulses of 20ms or greater. The PB RST input has an internal pull-up to V_{CC} of about 100µA; therefore, an external pull-up resistor is not necessary.

Watchdog Timer

The µP drives the ST input with an Input/Output (I/O) line. The µP must toggle the ST input within a set period (as determined by TD) to verify proper software execution. If a hardware or software failure keeps ST from toggling within the minimum timeout period – ST is activated only by falling edges (a high-to-low transition) – the MAX1232 reset outputs are forced to their active states for 250ms (Figure 2). This typically initiates the µP's power-up routine. If the interruption continues, new reset pulses are generated each timeout period until ST is strobed. The timeout period is determined by the TD input connection. This timeout period is typically 150ms with TD connected to GND, 600ms with TD floating, or 1200ms with TD connected to V_{CC}.

The software routine that strobes ST is critical. The code must be in a section of software that executes frequently enough so the time between toggles is less than the watchdog timeout period. One common technique controls the µP I/O line from two sections of the program. The software might set the I/O line high while operating in the foreground mode and set it low while in the background or interrupt mode. If both modes do not execute correctly, the watchdog timer issues reset pulses.

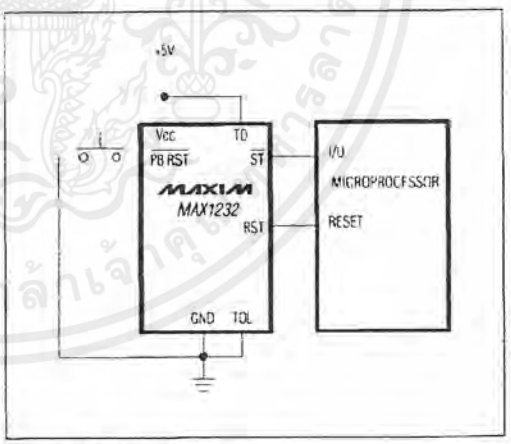


Figure 1. Pushbutton Reset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

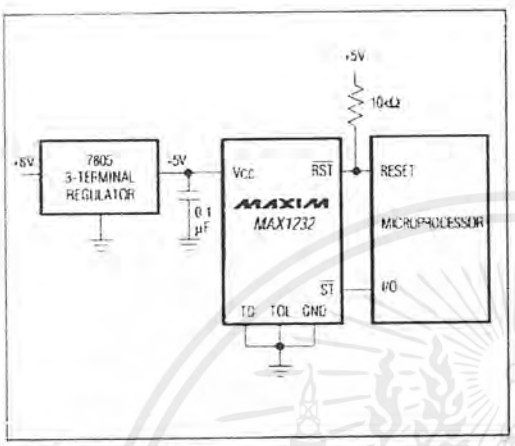
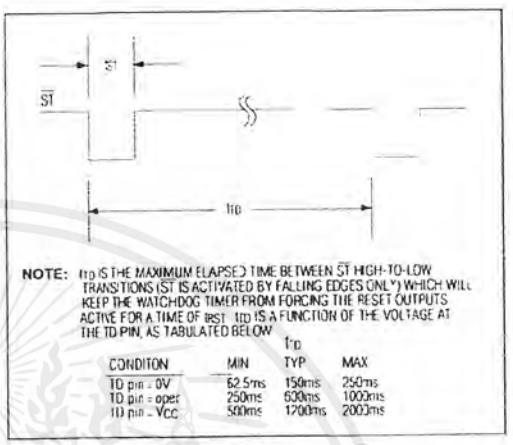


Figure 2. Watchdog Timer



NOTE: ttd IS THE MAXIMUM ELAPSED TIME BETWEEN ST HIGH-TO-LOW TRANSITIONS (ST IS ACTIVATED BY FALLING EDGES ONLY) WHICH WILL KEEP THE WATCHDOG TIMER FROM FORCING THE RESET OUTPUTS ACTIVE FOR A TIME OF tRST. ttd IS A FUNCTION OF THE VOLTAGE AT THE TD PIN, AS TABULATED BELOW.

CONDITION	ttd MIN	ttd TYP	ttd MAX
TD pin = 0V	62.5ms	150ms	250ms
TD pin = open	250ms	600ms	1000ms
TD pin = Vcc	500ms	1200ms	2000ms

Figure 4. Watchdog Strobe Input

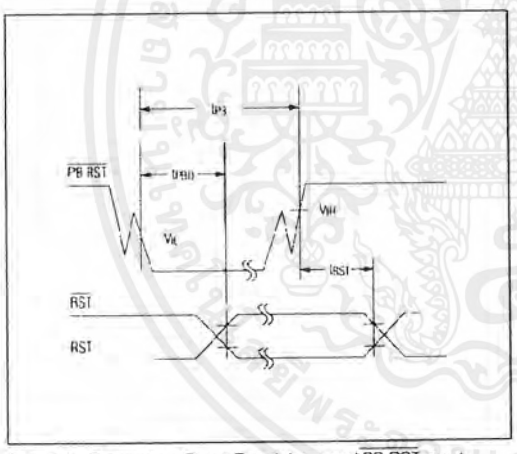


Figure 3. Pushbutton Reset. The debounced PB RST input ignores input pulses less than 1ms and is guaranteed to recognize pulses of 20ms or greater.

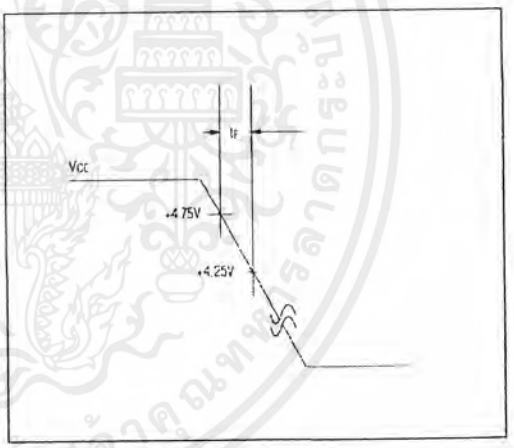


Figure 5. Power-Down Slew Rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

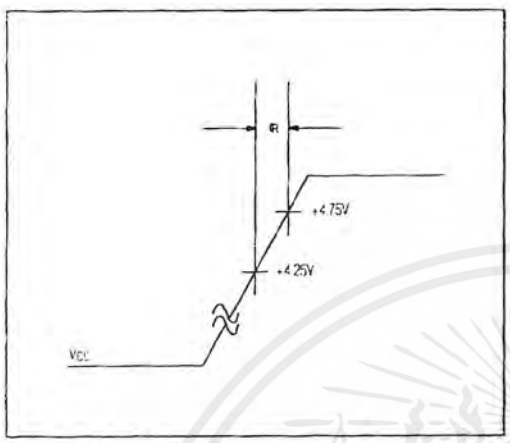


Figure 6. Power-Up Slew Rate

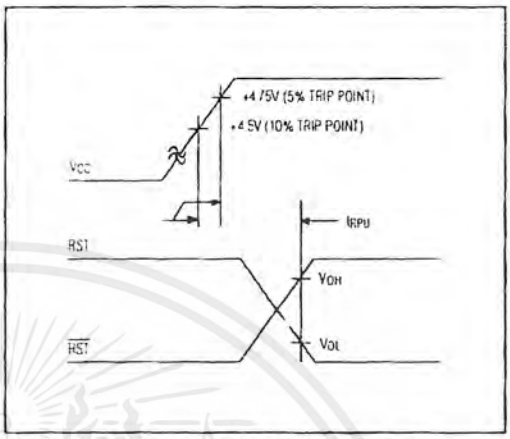


Figure 8. V_{CC} Detect Reset Output Delay (Power-Up)

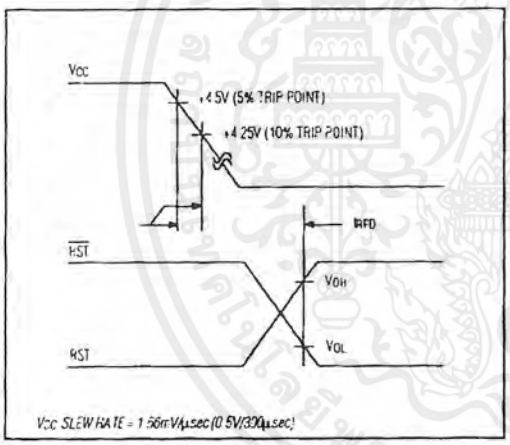
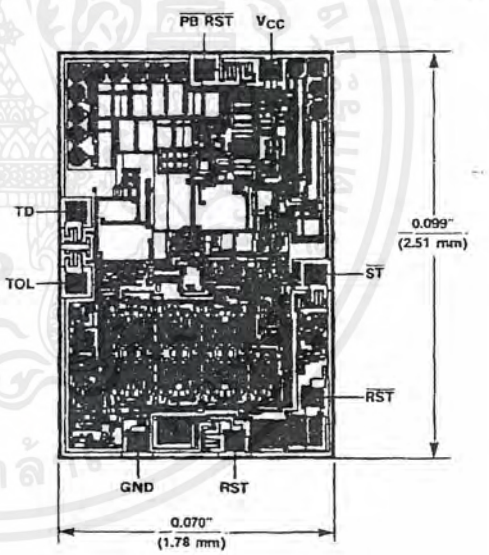


Figure 7. V_{CC} Detect Reset Output Delay (Power-Down)

Chip Topography



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การใช้งานและการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานและการควบคุม

สามารถแบ่งการทำงานและการควบคุมได้ดังนี้

1. สภาวะปกติ

สภาวะปกติที่จอ LCD จะแสดงผลเวลาเป็นเวลาปัจจุบัน โดยจะแสดงเป็นหลัก ชั่วโมง : นาที : วินาที ซึ่งเวลาจะนับตั้งแต่ 00.00 – 23.59 ดังตัวอย่างดังนี้

Time 12 : 30 : 59

2. สภาวะการใช้งาน

- เมื่อมีการโทรเข้ามาจากภายนอก เครื่องจะมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นเองเมื่อสัญญาณกระดิ่งมาครบ 2 ครั้ง
- เมื่อมีการยกหูเกิดขึ้น เครื่องจะมีการบอกให้ผู้ใช้ทราบถึงการเข้าระบบอัตโนมัติ โดยจะแสดงเป็นเสียงดังต่อไปนี้ “สวัสดีครับนี่คือระบบอัตโนมัติกรุณากดรหัสผ่าน” ซึ่งการจะเข้ามาสู่ระบบได้นั้น จะต้องทราบรหัสผ่านก่อน ซึ่งรหัสผ่านมีด้วยกัน 4 หลัก ซึ่งตั้งรหัสผ่านไว้ที่ “1 2 3 4”
- เมื่อกดรหัสผ่านครบ 4 หลักแล้ว เครื่องก็จะบอกให้ผู้ใช้ดำเนินการต่อไป คือ เลือกช่องสัญญาณที่ต้องการจะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ภายนอก ซึ่งจะส่งเป็นเสียงดังต่อไปนี้ “โปรดเลือกช่องสัญญาณที่ต้องการควบคุมหรือกด * เพื่อตั้งเวลาปัจจุบัน”
- เมื่อผู้ใช้เลือกช่องสัญญาณที่ต้องการได้แล้ว เครื่องก็จะบอกผู้ใช้ให้ทำกำหนดสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ภายนอก โดยการส่งเป็นเสียงดังต่อไปนี้ “โปรดเลือกฟังก์ชั่นในการควบคุม”
- เมื่อผู้ใช้กำหนดสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ได้แล้ว เครื่องก็จะทำการเปิด – ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ หลังจากนั้นก็จะทำการวนให้มีการเลือกช่องสัญญาณอื่น ๆ เข้ามาอีกที จนกว่าผู้ใช้จะกด # ซึ่งหมายถึงการออกจากระบบ ซึ่งเครื่องก็จะทำการบอกให้ผู้ใช้ทราบว่ากำลังจะออกจากระบบแล้ว โดยการส่งเป็นเสียงดังต่อไปนี้ “ขอบคุณที่ใช้บริการ” ถือว่าเป็นการทำงานโดยสมบูรณ์ เครื่องก็จะกลับไปวนรอการโทรเข้ามาใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การควบคุมแต่ละช่องสัญญาณ

การควบคุมทำเมื่อกดรหัสผ่านถูกต้องเครื่องก็จะบอกให้เลือกช่องสัญญาณ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 10 ช่องสัญญาณ (0 – 9) แต่ละช่องก็จะทำงานอิสระแยกออกจากกัน เมื่อเข้าถึงช่องสัญญาณต่าง ๆ ได้ ก็ต้องมากำหนดสถานะของแต่ละช่องสัญญาณว่าต้องการให้ เปิด - ปิด หรือต้องการที่จะตรวจดูสถานะเดิมว่าเป็นอย่างไรหรือจะตั้งเวลาการทำงานไว้ โดยฟังก์ชั่นในการทำงานมีดังต่อไปนี้

กด "0" เพื่อตรวจดูสถานะการทำงาน โดยเครื่องจะส่งเป็นเสียงบอกสถานะดังต่อไปนี้ "สถานะเปิด" เมื่อช่องสัญญาณนั้นเปิดอยู่ "สถานะปิด" เมื่อช่องสัญญาณนั้นปิดอยู่

กด "1" เพื่อเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่กับช่องสัญญาณนั้น ๆ โดยเครื่องจะส่งเป็นเสียงบอกดังต่อไปนี้ "สถานะเปิด"

กด "2" เพื่อปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่กับช่องสัญญาณนั้น ๆ โดยเครื่องจะส่งเป็นเสียงบอกดังต่อไปนี้ "สถานะปิด"

กด "3" เพื่อตั้งเวลาการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ โดยเครื่องจะส่งเป็นเสียงบอกให้กำหนดเวลาที่ต้องการให้ทำงานดังต่อไปนี้ "โปรดกำหนดเวลา" เมื่อเรากำหนดแล้ว เครื่องก็จะให้ผู้ใช้กำหนดสถานะว่าจะให้ เปิดหรือปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ ถ้าผู้ใช้กำหนดให้เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ จะส่งเป็นเสียงบอกดังต่อไปนี้ "สถานะเปิด" แล้วทำการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น (กรณีที่ช่องสัญญาณนั้นมีสถานะเปิดอยู่) ถ้าผู้ใช้กำหนดให้ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ จะส่งเป็นเสียงดังต่อไปนี้ "สถานะปิด" แล้วทำการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น (กรณีที่ช่องสัญญาณนั้นมีสถานะปิดอยู่)

4. การควบคุมแต่ละช่องสัญญาณ

เริ่มจากเมื่อผู้ใช้มีการโทรเข้ามา เครื่องจะมีการยกหูพร้อมกับให้ผู้ใช้ป้อนรหัสผ่าน เมื่อป้อนรหัสผ่านถูกต้องแล้ว เครื่องก็จะให้ผู้ใช้เลือกช่องสัญญาณ (0 – 9) เมื่อเลือกช่องสัญญาณแล้ว เครื่องก็จะให้ผู้ใช้ เลือกฟังก์ชั่นการงานเข้ามา (ดังฟังก์ชั่นข้างต้น) หลังจากนั้นถ้าผู้ใช้ต้องการที่จะควบคุมช่องสัญญาณอื่น ๆ อีก ให้กด * แต่ถ้าไม่ต้องการทำอะไรอีกแล้ว ก็ให้กด # เครื่องก็จะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่ากำลังจะออกจากระบบ หลังจากนั้นเครื่องก็จะวางหูโทรศัพท์ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การตั้งเวลาของเครื่อง

จะกระทำได้ต่อเมื่อมีการป้อนรหัสผ่านถูกต้อง เมื่อป้อนรหัสถูกต้อง เครื่องจะมีการถามให้เข้าช่องสัญญาณต่าง ๆ หรือตั้งเวลา ซึ่งจะส่งเป็นเสียงดังต่อไปนี้ "โปรดเลือกช่องสัญญาณที่ต้องการควบคุมหรือกด * เพื่อตั้งเวลาปัจจุบัน" ให้กด * เพื่อเข้าสู่การตั้งเวลา หลังจากนั้นเครื่องจะบอกให้ผู้ใช้ป้อนเวลา โดยจะส่งเป็นเสียงดังต่อไปนี้ "กรุณาป้อนเวลาใหม่" การป้อนเวลาให้ป้อนเป็นเวลาจริงเข้าไปเลย อย่างเช่น 12.00 น. ก็ให้ป้อน "1 2 0 0" ซึ่งถ้าเราป้อนเวลาไม่ถูกต้อง (เกิน 24 ชั่วโมง) เครื่องก็จะให้ผู้ใช้มีการป้อนเวลามาใหม่ จนกว่าจะได้เวลาที่ไม่เกิน 23.59 น.

6. การตั้งเวลาควบคุมแต่ละช่องสัญญาณ

การตั้งเวลาการควบคุมแต่ละช่องสัญญาณจะกระทำได้ดังนี้ หลังจากเลือกช่องสัญญาณเข้ามาแล้ว ให้เลือกฟังก์ชั่น 3 หรือ กด "3" เครื่องจะบอกให้ผู้ใช้กำหนดเวลาที่จะเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ โดยจะส่งเป็นเสียงดังต่อไปนี้ "โปรดกำหนดเวลา" โดยการกำหนดเวลาให้กำหนดเป็นเวลาปกติเลย ถ้ากำหนดเวลาไม่ถูกต้องกล่าวคือเกิน 24 ชั่วโมงเครื่องก็จะวนถามจนกว่าจะมีการกำหนดเวลาที่ถูกต้องเข้ามา เมื่อกำหนดเวลาได้แล้วแล้วเครื่องจะให้ผู้ใช้กำหนดสถานะที่ต้องการ โดยจะส่งเป็นเสียงดังต่อไปนี้ "โปรดเลือกสถานะการทำงาน" เมื่อผู้ใช้กำหนดสถานะการทำงานได้แล้ว ถ้าต้องการไปควบคุมที่ช่องสัญญาณอื่น ๆ อีกให้กด * แต่ถ้าไม่ต้องการ(ต้องการออกจากระบบ) ก็ให้กด # เช่น ต้องการให้เปิดตอน 17.00 ก็ป้อนเวลา กด "1 7 0 0 1" เครื่องก็จะทำการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่เพื่อรอเวลา 17.00 น. ก็จะทำการดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้