สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยคอมพิวเตอร์

ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROL BY COMPUTER VIA TELEPHONE

T037126

โดย

นาย เจษฎา ทักษิณ

นาย ฉัตรชัย คงรักษา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 37126
วัน, เดือน, ปี 4 ก.ย. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยคอมพิวเตอร์

ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROL BY COMPUTER VIA TELEPHONE

โดย

นาย เจษฎา ทักษิณ 40013043

นาย ฉัตรชัย คงรักษา 40013044

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยคอมพิวเตอร์

ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROL BY COMPUTER VIA TELEPHONE

โดย นายเจษฎา ทักษิณ 40013043

นาย ฉัตรชัย คงรักษา 40013044

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยคอมพิวเตอร์

ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROL BY COMPUTER VIA TELEPHONE

โดย นายเจษฎา ทักษิณ 40013043
นายฉัตรชัย คงรักษา 40013044

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้นำเสนอการจัดทำเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทางโทรศัพท์โดยคอมพิวเตอร์ ด้วยเหตุที่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน หลักการก็คือสามารถสั่งงานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้โดยผ่านโทรศัพท์ ซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณเข้าไปควบคุมให้คอมพิวเตอร์ไปสั่งงานตามโปรแกรมที่เขียนไว้ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ การส่งสัญญาณควบคุมโดยโทรศัพท์และสัญญาณที่จะนำไปสั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ จะกระทำทางพอร์ตขนาน ซึ่งทำให้การติดตั้งและใช้งานทำได้ง่ายและสะดวก

ABSTRACT

Nowaday computer have become an important part of our ordinary life. Then this project will present how to control electrical equipment via telephone which it all are under control of a computer. Thus the essence of this project is control the electrical equipment in a house through a telephone line. First we transmit signals passthrough the telephone line to command a computer for sending out signal to control electrical equipment. All of its operation will be more comfortable if using a parallel port.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ระบบโทรศัพท์	2
2.1.1 สัญญาณของระบบโทรศัพท์	2
2.1.2 รายละเอียดโดยสังเขปของระบบโทรศัพท์	3
2.2 ไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ MT 8870	4
2.2.1 คุณสมบัติของ MT 8870	4
2.2.2 โครงสร้างของ MT 8870	4
2.2.3 ฟังก์ชั่นการทำงานภายใน MT 8870	5
2.3 MC 145412 ไอซีส่งรหัสเลขหมาย	9
2.3.1 คุณสมบัติของ MC 145412	9
2.3.2 ข้อมูลทั่วไปของ MC 145412	9
2.3.3 รายละเอียดขาของ MC 145412	10
2.3.4 การใช้งาน MC 145412	11
2.4 MH 88632	11
2.4.1 Loop Termination	12
2.4.2 อิมพีแดนซ์ด้านอินพุตทางเอซี	12
2.4.3 อิมพีแดนซ์สมดุลของโครงข่าย	13
2.4.4 การแปลงจาก 2 สายเป็น 4 สาย	14
2.4.5 อัตราการขยายภาคส่งและภาครับที่สามารถโปรแกรมได้	14
2.4.6 การแสดงเลขหมายเรียกเข้า	15
2.4.7 การตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	16
2.4.8 รายละเอียดขาของ MH 88632	16
2.5 การใช้งาน 74154 เป็นตัวถอดรหัส	18
2.6 การใช้งาน 74150 เป็น Input Multiplexer	18
2.7 พอร์ตขนาน	18
2.7.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตขนาน	18
2.7.2 คำจำกัดความของพอร์ตขนาน	19
2.7.3 ชนิดของพอร์ต	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.7.4 ทรัพยากรของระบบ 22
2.7.5 การอินเตอร์รัปต์ 23
2.7.6 การใช้ DMA Channels 23
2.7.7 การปรับตั้งค่าพอร์ต 24
2.7.8 พอร์ตแบบทำงานได้หลายโหมด 24
2.7.9 ไดรเวอร์ของพริ้นเตอร์ 25
2.7.10 การเพิ่มเติมพอร์ต 27
2.8 มาตรฐาน IEEE 1284 28
2.8.1 ฮาร์ดแวร์ของพอร์ต 28
2.8.2 ส่วนประกอบสายเคเบิ้ลตามมาตรฐาน IEEE 1284 28
2.8.3 คอนเนคเตอร์ตามมาตรฐาน IEEE 1284 29
2.8.4 วงจรภายใน 30
2.8.5 การเชื่อมต่อทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEEE 1284 30
2.9 การใช้งานหลาย ๆ อย่างในพอร์ตเดียวกัน 32
2.9.1 ทางเลือกอื่นนอกจากพอร์ตขนาน 33
2.10 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม 33
2.10.1 การเชื่อมต่อแบบ RS-232 33
2.10.2 การเชื่อมต่อแบบ RS-485 34
2.10.3 บัสอนุกรมแบบอเนกประสงค์ 34
2.10.4 การเชื่อมต่อแบบรับส่งข้อมูลด้วยอินฟราเรด 34
2.10.5 มาตรฐาน IEEE 1394 34
2.11 การอินเตอร์เฟสแบบขนานแบบอื่น ๆ 35
2.11.1 การเชื่อมต่อแบบ IEEE 488 35
2.11.2 การ์ดอินพุตเอาท์พุตที่ออกแบบเอง 35
2.11.3 พีซีการ์ด 35
2.12 แอดเดรสของพอร์ตขนาน 36
2.13 โปรแกรมเดลไฟ 38
2.13.1 ปาสคาล ออบเจ็กต์ปาสคาลและเดลไฟ 38
2.13.2 อีเวนต์ 39
2.13.3 เมสเสจ 39
2.13.4 โปรแกรมที่ทำงานด้วยอีเวนต์ 40
2.14 การใช้งานซาวด์บลัสเตอร์ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 42

3.1 โครงสร้างและการทำงาน 42

3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 42

3.2 การทำงานของวงจรส่วนต่าง ๆ 45

3.2.1 ส่วนควบคุมและจัดการสัญญาณโทรศัพท์ 45

3.2.2 ส่วนกำเนิดสัญญาณ DTMF 46

3.2.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF 46

3.2.4 วงจรภาคควบคุมและแสดงสภาวะการทำงาน 47

3.2.5 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ 49

3.2.6 ส่วนดีเทคสัญญาณ Busy 49

3.2.7 แหล่งจ่ายไฟ 50

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 51

4.1 ผลการทดลอง 51

4.1.1 การทดลองภาครับสัญญาณเสียงกริ่ง 51

4.1.2 การทดลองภาคกำเนิดสัญญาณ DTMF 51

4.1.3 การทดลองภาคดีเทค DTMF 55

4.1.4 การทดลองภาคดีเทค Busy 56

4.1.5 การทดลองเชื่อมต่อสัญญาณจากวงจรภาคต่าง ๆ เข้ากับพอร์ตขนาน 57

4.1.6 การใช้โปรแกรมควบคุมการทำงาน 62

บทที่ 5 สรุปผลการทดและข้อเสนอแนะ 68

5.1 บทสรุปส่วนการทดลองของภาครับสัญญาณเสียงกริ่ง 68

5.2 บทสรุปส่วนการทดลองของภาคกำเนิดสัญญาณ DTMF 68

5.3 บทสรุปส่วนการทดลองของภาคดีเทคสัญญาณ DTMF 68

5.4 บทสรุปส่วนการทดลองของภาคดีเทคสัญญาณ Busy 69

5.5 บทสรุปส่วนการทดลองของภาคควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ 70

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงรายละเอียดขา MT 8870	4
รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้าง MT8870	5
รูปที่ 2.3 แสดงการปรับการ์ดไทม์	7
รูปที่ 2.4 แสดงแผนภูมิเวลาของ MT 8870	8
รูปที่ 2.5 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่	8
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของไอซี MC 145412	9
รูปที่ 2.7 แสดงการต่อระหว่าง Z1 และ Z2	12
รูปที่ 2.8 แสดงหน้าต่างข้อมูลการปรับตั้งค่าของพอร์ตขนานผ่าน Device Manager	26
รูปที่ 2.9 จุดต่อระหว่างวงจรขับกระแสกับวงจรรับสัญญาณในการอินเตอร์เฟสระดับ 2	31
รูปที่ 2.10 จุดต่อของวงจรรับส่งในการอินเตอร์เฟสระดับ 2	32
รูปที่ 2.11 รูปแสดงรีจิสเตอร์ 378H	36
รูปที่ 2.12 รูปแสดงรีจิสเตอร์ 379H	37
รูปที่ 2.13 รูปแสดงรีจิสเตอร์ 37AH	37
รูปที่ 3.1 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ	43
รูปที่ 3.2 บล็อคไดอะแกรมของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านทางโทรศัพท์	44
รูปที่ 3.3 การต่อใช้งานไอซี MH 88632	45
รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดความถี่ DTMF โดยใช้ไอซี MC 145412	46
รูปที่ 3.5 วงจร DTMF Decoder	47
รูปที่ 3.6 วงจรภาคควบคุมการตรวจสอบสภาวะการทำงาน	48
รูปที่ 3.7 วงจร Detect Busy	51
รูปที่ 3.8 Power Supply +5V และ –5 V	51
รูปที่ 3.9 Power Supply +12 V และ –12 V	52
รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณ DTMF ของการกดแป้น 1	54
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณ DTMF ของการกดแป้น 8	54
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณ DTMF ของการกดแป้น 3	55
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณ DTMF ของการกดแป้น 4	55
รูปที่ 4.5 แสดงโปรแกรมทดสอบการรับค่าสัญญาณ DTMF	57
รูปที่ 4.6 แสดงการต่อวงจรภาค DTMF เข้ากับพอร์ตขนานที่แอดเดรส 379H	57
รูปที่ 4.7 แสดงการต่อวงจรภาคจัดการสัญญาณโทรศัพท์เข้ากับพอร์ตขนานที่ แอดเดรส 37AH	58
รูปที่ 4.8 แสดงการต่อพอร์ตขนานที่แอดเดรส 378H เข้ากับวงจรส่วนต่างๆ	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.9 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรมควบคุมการทำงาน 62
รูปที่ 4.10 แสดงหน้าต่างที่ใช้ลงทะเบียนในการใช้งานครั้งแรก 62
รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างที่ใช้เข้าสู่โปรแกรม (Login) 63
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าต่างที่ใช้เพื่อรับทราบรหัสผ่าน 63
รูปที่ 4.13 แสดงหน้าต่างที่แจ้งข้อมูลของชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน 64
รูปที่ 4.14 แสดงหน้าต่างของเมนูหลัก 64
รูปที่ 4.15 แสดงหน้าต่างการทำงานใน TeleController Mode 65
รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างการทำงานในPC Mode 65
รูปที่ 4.17 แสดงหน้าต่างแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละช่อง 66
รูปที่ 4.18 แสดงหน้าต่างที่ใช้เปลี่ยนชื่ออุปกรณ์แต่ละช่อง 66
รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างที่แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน 67
รูปที่ 5.1 การใช้งาน Single Wire 69
รูปที่ 5.2 การใช้งาน Two Wire 69
รูปที่ 5.3 แสดงโครงสร้างของพอร์ตควบคุม 70
รูปที่ 5.4 แสดงการต่อไอซี 74LS244 เพื่อใช้ในการเลือกอ่านค่าอินพุต 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการถอดรหัสของ MT 8870	6
ตารางที่ 2.2 แสดงการกำหนดค่าอินพุตอิมพีแดนซ์	13
ตารางที่ 2.3 แสดงการกำหนดค่า Network Balance Impedance	13
ตารางที่ 2.4 แสดงการกำหนดค่า Transmit Gain	15
ตารางที่ 2.5 แสดงการกำหนดค่า Receive Gain	16
ตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์	50
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความถี่ที่ได้จากการกดแป้นโทรศัพท์	53
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าไบนารี่ขนาด 4 บิต ที่ได้จากการดีเทคสัญญาณ DTMF	56
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าแรงดันที่ได้จากการดีเทคสัญญาณ DTMF	56
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าที่พอร์ตขนานแอดเดรส 379H เมื่อมีการกดคีย์ DTMF ค่าต่าง ๆ	58
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเริ่มต้นของสัญญาณที่พอร์ต 37AH	59
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมี RV เข้ามา	59
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมีอุปกรณ์เปิด	59
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมีอุปกรณ์เปิด	60
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมี Busy เข้ามา	60
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าที่พอร์ตขนานแอดเดรส 378H ในการควบคุมหรือตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการถอดรหัสของ MT 8870	6
ตารางที่ 2.2 แสดงการกำหนดค่าอินพุตอิมพีแดนซ์	13
ตารางที่ 2.3 แสดงการกำหนดค่า Network Balance Impedance	13
ตารางที่ 2.4 แสดงการกำหนดค่า Transmit Gain	15
ตารางที่ 2.5 แสดงการกำหนดค่า Receive Gain	16
ตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์	50
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความถี่ที่ได้จากการกดแป้นโทรศัพท์	53
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าไบนารี่ขนาด 4 บิต ที่ได้จากการดีเทคสัญญาณ DTMF	56
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าแรงดันที่ได้จากการดีเทคสัญญาณ DTMF	56
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าที่พอร์ตขนานแอดเดรส 379Hเมื่อมีการกดคีย์ DTMF ค่าต่าง ๆ	58
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเริ่มต้นของสัญญาณที่พอร์ต 37AH	59
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมี RV เข้ามา	59
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมีอุปกรณ์เปิด	59
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมีอุปกรณ์เปิด	60
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมี Busy เข้ามา	60
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าที่พอร์ตขนานแอดเดรส 378H ในการควบคุมหรือตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาไปจากต้นกำเนิดอย่างมาก ทุกวันนี้แทบจะเรียกได้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านไปเสียแล้ว ด้วยเหตุผลที่ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันสามารถนำมาใช้เพื่องานธุรกิจ ความบันเทิง การศึกษา ฯลฯ จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ภายในบ้าน ดังเช่น การควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยจะเป็นการควบคุมผ่านทางสายโทรศัพท์ทำให้เราสามารถสั่งเปิดปิดอุปกรณ์จากที่ใด ๆ ก็ได้ที่เราสามารถโทรศัพท์กลับมาสั่งการให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน อีกทั้งยังสามารถควบคุมและสั่งการโดยตรงผ่านทางคอมพิวเตอร์ในกรณีที่เราอยู่ที่บ้าน โดยโครงงานนี้จะสามารถสั่งการควบคุมและตรวจสอบสภาวะการทำงานของแต่ละช่องอย่างอิสระได้ 16 ช่อง

ในโครงงานนี้สามารถจะแยกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1.ส่วนของคอมพิวเตอร์ (Computer Part)

ในส่วนนี้จะใช้การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ทำงานตามที่ต้องการ โดยผ่านทางส่วนเชื่อมต่อภายนอกที่ติดต่อกับพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถใช้เชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ได้ง่าย ไม่ต้องถอดชิ้นส่วนภายในของคอมพิวเตอร์

2.ส่วนเชื่อมต่อภายนอก (Interface Part)

ในส่วนการเชื่อมต่อภายนอกจะมีส่วนย่อยลงไปอีก ได้แก่

-ส่วนจัดการสัญญาณโทรศัพท์ จะทำหน้าที่จัดการเชื่อมต่อสัญญาณโทรศัพท์เมื่อมีการ Stand by ระบบไว้ และทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

-ส่วนตรวจสอบและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ทำหน้าที่เลือกปิดเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ตรวจสอบสภาวะการทำงาน และขับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Driver)

ในการทำงานจะต้องจัดการให้ทั้ง 2 ส่วนทำงานสัมพันธ์กัน โดยในการเชื่อมต่อภายนอกจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมที่เขียนอยู่ในคอมพิวเตอร์ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยการส่งสัญญาณควบคุมระหว่างทั้ง 2 ส่วนนั้นจะกระทำผ่านพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์

1.1 ขอบเขตของโครงงาน

-สามารถควบคุมและตรวจสอบสภาวะการทำงานได้จากระบบโทรศัพท์

-ตั้งรหัสผ่านเพื่อป้องกันการลักลอบใช้งานจากผู้อื่นได้

-ควบคุมและตรวจสอบสภาวะการทำงานได้ 16 ช่องแยกจากกันอย่างอิสระ

-สามารถสั่งการจากคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1ระบบโทรศัพท์(Telephone System)

โดยทั่วไปโทรศัพท์แบ่งเป็น 2 ระบบ คือ

1. แบบกดปุ่ม (จะส่งสัญญาณออกเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน)
2. แบบหมุน(จะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์)

ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

1. เครื่องส่ง (Transmitter)
2. เครื่องรับ (Receiver)
3. กระดิ่ง (Ringing)
4. สุคสวิทช์ (Hook Switch)
5. ส่วนสำหรับกดหมายเลขหรือหมุนหมายเลข

ส่วนของเครื่องส่งกับเครื่องรับจะเรียกรวมกันว่าปากพูดหูฟัง (HANDSET) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานเสียงที่เกิดจากการพูดให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียงอีกครั้ง

โทรศัพท์จะเชื่อมต่อชุมสายด้วยสาย 2 เส้น คือ T (Tip) และ R (Ring) เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูขึ้น แหล่งจ่ายไฟตรงจากชุมสายซึ่งมีค่าประมาณ 48 โวลท์ ก็จะถูกต่อกับวงจรของโทรศัพท์โดยจะมีสุคสวิทช์ในส่วนเชื่อมต่อกับหูฟังกับสายโทรศัพท์จะมีหม้อแปลงอัตโนมัติเพื่อให้การรับส่งมีประสิทธิภาพ

เมื่อมีการติดต่อระหว่างเครื่องชุมสายแล้ว ก็จะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์สวิทชิ่งเพื่อบอกให้รู้ว่าขณะนี้คู่สายไม่ว่างแล้ว การหมุนหมายเลขโทรศัพท์ก็คือการส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse Train) ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ เช่น ถ้ามีการส่ง 1 พัลส์หมายถึงเลข 0

สำหรับโทรศัพท์ระบบกดปุ่มนั้นจะเป็นการส่งสัญญาณที่มีความถี่ที่แตกต่างกันออกไปสำหรับเลขหมายที่มีอยู่ 10 ตัว ความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียงเพียงแต่ว่าเป็นสัญญาณเสียงที่เกิดจากการมอดูเลทความถี่ 2 ความถี่ คือ ความถี่สูงและความถี่ต่ำ

2.1.1 สัญญาณของระบบโทรศัพท์

สัญญาณที่ปรากฏในสายส่งแบ่งเป็น 2 ชนิด

1.สัญญาณเสียงที่พูดคุยกันจัดเป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งจะมีความสำคัญมากในโครงงานนี้เนื่องจากจะต้องนำสัญญาณนี้มาเก็บไว้ โดยการแปลงให้เป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .WAV ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดภายหลัง สัญญาณนี้โดยทั่วไปจะมีแบนด์วิดธ์ตั้งแต่ 100 Hz ถึง 6 Hz แต่เสียงพูดที่คนสามารถฟังและจับใจความได้ จะอยู่ในช่วง 200-4000 Hz เท่านั้น วงจรกรองความถี่จึงถูกนำมาใช้เพื่อป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่ไม่ต้องการผ่านเข้ามาในระบบโดยจะยอมให้ความถี่ในย่านความถี่เสียง หรือ VF Channel แต่อย่างไร ก็ตามแบนด์วิดธ์ของเสียงพูดจะอยู่ในช่วง 30-3000 Hz เท่านั้นไม่มีการใช้เต็มย่านความถี่

2. สัญญาณที่ใช้ควบคุมระบบสวิทชิ่ง (ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก) รวมทั้งสัญญาณอื่นๆอีกเช่น

-สัญญาณรอรับการกดปุ่ม (Dialing Tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายพร้อมรับโค้ดการหมุนหรือกดปุ่มหมายเลขจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายได้ สัญญาณนี้เป็นสัญญาณต่อเนื่อง ความถี่ 425Hz มอดูเลทด้วย 50 Hz ผู้ใช้จะได้ยินเสียงนี้ตอนยกหูโทรศัพท์ซึ่งขณะนี้มีแรงดันไฟ 48 โวลท์ของโทรศัพท์จะถูกเหนี่ยวนำให้เหลือ 12 โวลท์

-สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณที่ส่งออกมาเพื่อบอกว่าอุปกรณ์นั้นไม่ว่าง ในกรณีที่ผู้เรียกอยู่ต่างชุมสาย สัญญาณที่ส่งออกมาจะเป็นช่วงๆคือ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที

-สัญญาณเสียงกริ่ง (Ringing Signal) เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากการหมุนหมายเลขครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่าการต่อทำได้สำเร็จแล้วขณะนี้ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้ถูกเรียก สัญญาณจะมีความถี่ 425 Hz จะมีแรงดันประมาณ80-90 โวลท์ ช่วงเวลาการส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

-สัญญาณ DTMF การติดต่อกันใช้ในโทรศัพท์ระบบกดปุ่ม จะใช้สัญญาณ DTMF หรือ Dual Tone Multi Frequency

2.1.2 รายละเอียดโดยสังเขปของระบบโทรศัพท์

จากที่กล่าวมาข้างต้น ว่าจะมีสาย 2 เส้น เรียกว่า ทิป และ ริง ซึ่งเป็นสายที่ต่อมาจากชุมสาย (Central Office :CO) เมื่อโทรศัพท์อยู่ในสภาวะยกหู จะมีแรงดันในสายประมาณ 48 โวลท์ DC เรียกว่าแรงดันแบตเตอรี่ตกคร่อม ทิป(Tip) และ ริง(Ring) โดยที่แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่นี้จะมีการจำกัดกระแสไว้ค่าหนึ่ง เมื่อยกหูแรงดันแบตเตอรี่จะตกลง การลดลงของแรงดันจะถูกตรวจสอบโดยชุมสาย (CO) ซึ่งจะทราบว่าขณะนี้มีผู้ต้องการโทรออก ก็จะส่งสัญญาณ รอรับการกดปุ่มมาให้ และรอผู้ใช้หมุนหมายเลขหรือกดปุ่มตามระบบโทนเพื่อกำหนดเลขหมายปลายทาง

ส่วนปลายทาง ทาง CO จะส่งสัญญาณกริ่งแจ้งให้ทราบ สัญญาณกริ่งมีลักษณะเป็นไฟกระแสสลับที่มากับไฟตรง ในโทรศัพท์สภาวะวางหูจะมีการรับเฉพาะไฟสลับผ่านทางคาปาซิเตอร์ก่อนที่จะมาสั่งกริ่งโทรศัพท์ให้ทำงาน ดังนั้นเมื่อเครื่องปลายทางรับสาย ทาง CO จะรับทราบการลดลงของแบตเตอรี่ จึงหยุดสัญญาณกริ่งแล้วต่อสายเข้ากับต้นทางให้พูดคุยกันต่อไป

หากว่าต้นทางยกเลิกการพูดคุย (วางหู) ศูนย์ชุมสาย CO ส่วนใหญ่จะส่งแรงดันกลับขั้วหรือแรงดัน 0 โวลท์ ไปยังเครื่องปลายทาง (หากว่ายังยกหูอยู่) เป็นช่วงสั้น ๆ ประมาณ 1/8 วินาที นอกจากนั้น CO ส่วนมากยังส่งสัญญาณ Dialing Tone เป็นช่วงสั้นๆ ด้วยเช่นกัน

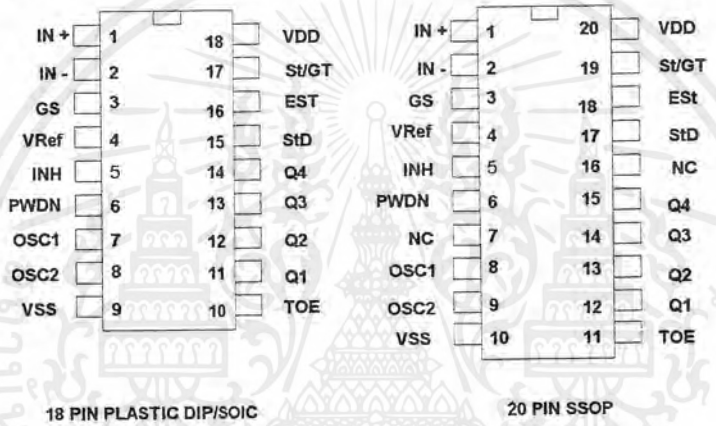
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2ไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ MT 8870

2.2.1 คุณสมบัติของ MT 8870

MT 8870 เป็นไอซีที่ใช้สำหรับถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นตัวเลขทางดิจิตอล โดย ไอซี MT 8870 จะทำหน้าที่แปลงความถี่โทรศัพท์ DTMF ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เลขฐานสองขนาด 4 บิต ซึ่งคุณสมบัติการทำงานดังต่อไปนี้

1. เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ DTMF
2. กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
3. สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
4. สามารถปรับการ์ดไทม์ได้



รูปที่2.1 แสดงรายละเอียดขา MT 8870

2.2.2 โครงสร้างของ MT 8870

โครงสร้างภายใน MT 8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอล เป็นไอซีที่ใช้เทคโนโลยี ISO-CMOS ส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาดขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนในภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้โดยต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกให้เอาต์พุตเป็นวงจรแลทช์ 3 สถานะ โครงสร้างของ MT 8870 แสดงในรูปที่ 2.2

โครงสร้างภายในของ MT 8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
2. ภาคถอดรหัส (Decoder Section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)
4. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)
5. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Input)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

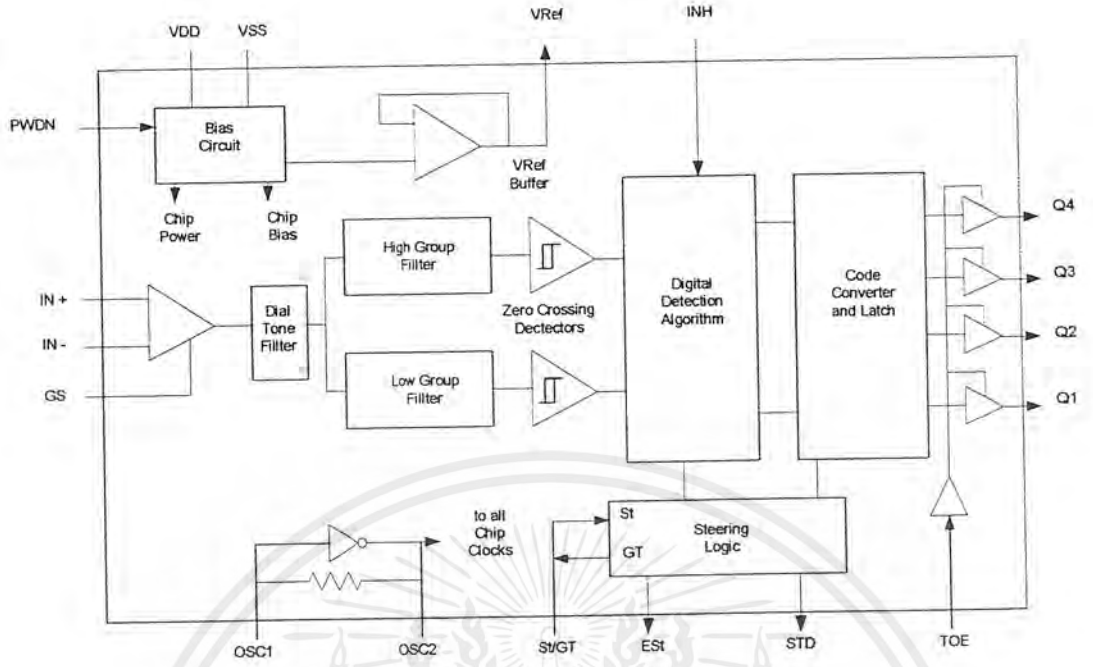


Figure 1-Function Block Diagram

รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของ MT 8870

2.2.3 ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT 8870

1. ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (Six-Order Switched Capacitor Bandpass Filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำ

2. ภาคถอดรหัสความถี่

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยในเทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est(Early Steering) ก็จะแอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปทางเอาท์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ โดยที่สังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มสวิทช์ความถี่ เพื่อให้มีช่วงความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งโดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น “high” นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ DTMF เข้ามาทำให้แรงดัน V สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Digit	TOE	INH	ESt	Q4	Q3	Q2	Q1
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			
B	H	H	L	Will remain the same as the			
C	H	H	L	Previous detected code			
D	H	H	L				

ตารางที่2.1 แสดงการถอดรหัสของ MT8870

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

ส่วนอินพุตของ MT 8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยการต่อวงจรภายนอกกับอินพุต

5.ภาคกำเนิดความถี่

ใน MT 8870 จะมีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายใน เพียงแต่ต่อคริสตอลขนาด 3.579 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที สำหรับการ์ดไทม์ หมายถึง คาบเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากันหรือมากกว่าช่วงเวลาที่ตั้งไว้จึงจะได้รับการยอมรับว่า สัญญาณความถี่ถูกต้อง หรือเวลาที่ตั้งไว้โดย RC ก็ คือการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่ากันหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าสัญญาณความถี่ที่เข้ามาสั้นกว่าเวลาที่ตั้งไว้ ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและการคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 2.3

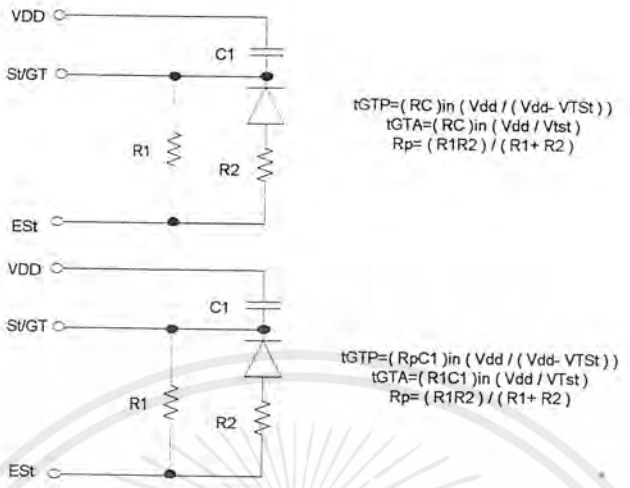


Figure 5 -Guard Time Adjustment

รูป 2.3 แสดงการปรับการ์ดไทม์

วิธีการคำนวณ

$$tGTA = (RC)in(Vdd / Vtst)$$

$$tGTP = (RC)in(Vdd / (Vdd - VTSt))$$

การลดการ์ดไทม์ tGTP;(tGTP<tGTA)

$$tGTP = (R1C1)in(Vdd / (Vdd - VTSt))$$

$$tGTA = (R1C1)in(Vdd / VTSt)$$

$$Rp = (R1R2) / (R1 + R2)$$

การเพิ่มการ์ดไทม์ tGTA;(tGTP>TGTA)

$$tGTP = (R\text{พีซี}1)in(Vdd / (Vdd - VTSt))$$

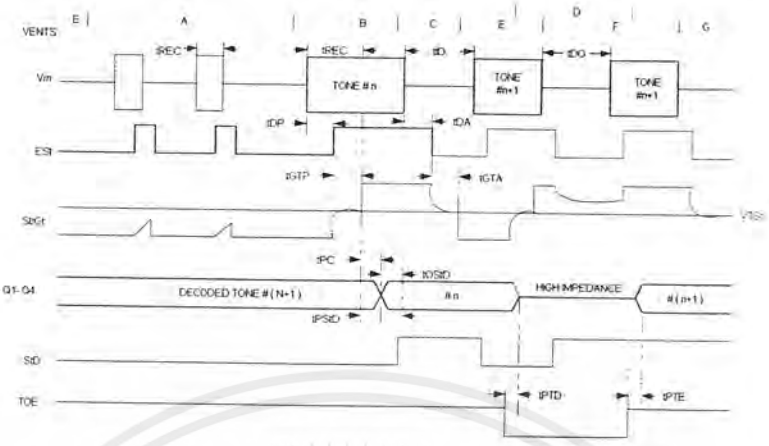
$$tGTA = (R1C1)in(Vdd / VTSt)$$

$$Rp = (R1R2) / (R1 + R2)$$

ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้องส่วนช่วงเวลานานเท่าไรสามารถตั้งโดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น "high" ทำให้ Vc สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุ ทำให้แรงดันVc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต ดังแสดงได้ดังแผนผังเวลา(Timing Diagram) ในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงแผนภูมิเวลาของ MT 8870

ขั้นตอนการทำงานตามแผนภูมิเวลา

A : ตรวจพบความถี่ แต่คาบเวลาไม่ถูกต้องเอาท์พุต ไม่เปลี่ยน

B : ความถี่ #n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และแลตช์ไว้ที่เอาท์พุต

C : จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุตยังคงแลตช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D : เอาท์พุตเปลี่ยนเป็น High Impedance

E : ความถี่ #n +1 ถูกตรวจพบ คาบเวลาถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้

F : ความถี่ #n+1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้องเอาท์พุตยังแลตช์อยู่

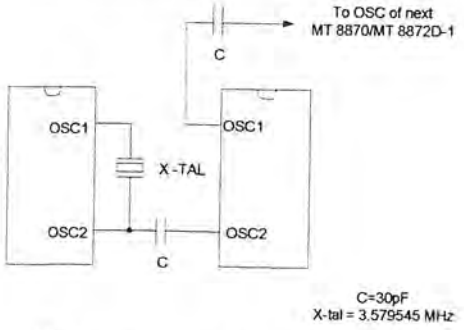
G : จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุตยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT 8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยการต่อวงจรภายนอกเข้าไปด้วยซึ่งวงจรที่นำมาต่อนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการ

ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในรูป 2.5



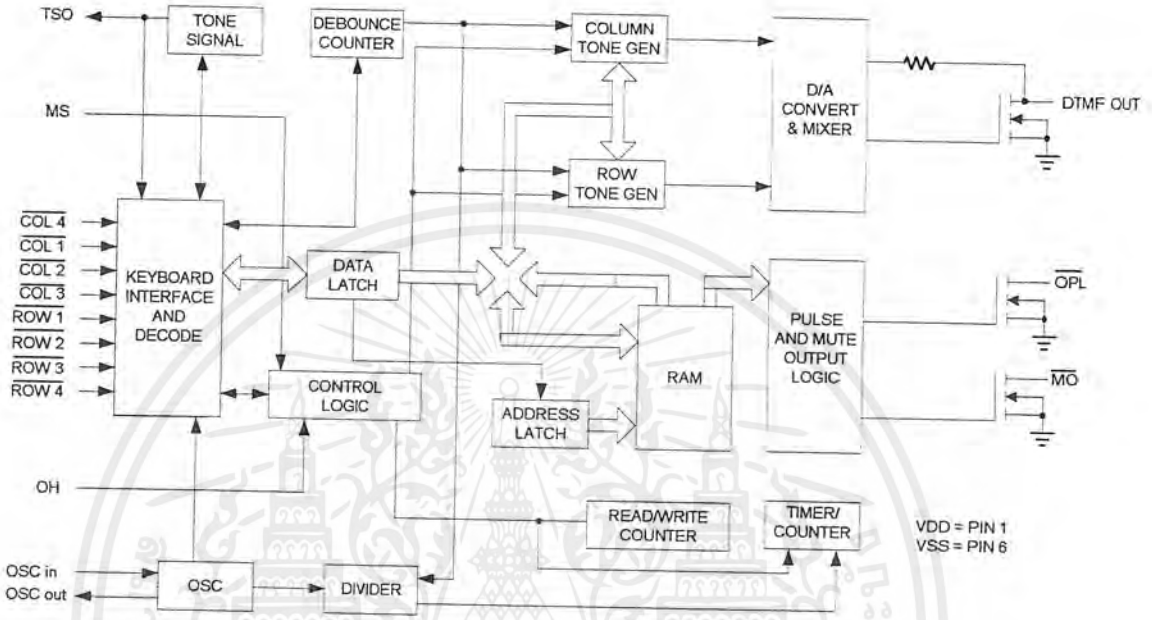
รูปที่ 2.5 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 MC 145412 ไอซีส่งรหัสเลขหมาย

2.3.1 คุณสมบัติของ MC145412

- การส่งเลขหมายจะส่งลักษณะของ DTMF และ Pulse
- สามารถจดจำเลขหมายในหน่วยความจำ
- มีระบบการเรียกซ้ำอัตโนมัติ



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของไอซี MC145412

2.3.2 ข้อมูลทั่วไป MC 145412

- สามารถที่จะทำงานได้ทั้งแบบ Pulse และ Tone โดยการเลือกที่ขา MS
- มีหน่วยความจำ 10 ช่อง แต่ละช่องมี 18 หลัก
- มีการเรียกซ้ำหมายเลขสุดท้ายที่โทรออก
- เมื่อให้พลังงานแก่ไอซีจะมีการใช้เวลา 64 ms ในการตรวจสอบออสซิลเลเตอร์และแบบของแป้นกด หากขา COL4 มีอิมพีแดนซ์เป็น 1 จะบอกให้รู้ว่าใช้แป้นกดแบบ3แถว4หลัก ขา COL4 ซึ่งมีอิมพีแดนซ์เป็น 0 จะเป็นการบอกให้ไอซีรู้ว่าใช้แป้นกดแบบ 4แถว 4 หลัก

การส่งสัญญาณหมายเลข ออสซิลเลเตอร์จะทำงานหลังจากกดปุ่มแรก 32 ms ภายในเวลา 32 ms นี้ จะไม่มีการทำงานของแรม และวงจรภายในไอซีทั้งหมด หลังจากนั้น ขา MS จะถูกตรวจสอบโหมดการทำงาน (ว่าเป็น 10 pps,20 pps หรือ DTMF)หลังจากนั้นการกดปุ่มใด ๆ ก็จะถูกตรวจสอบและเก็บไว้ใน LNR (Last Number Redial) ตามด้วย Stop Code กระบวนการนี้จะดำเนินไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบ 18 หลัก หากมีการใส่หลักที่ 19 ตามไปมันจะไปเขียนทับหลักที่ 1 แล้วตามด้วย Stop Code เมื่อมีการส่งสัญญาณเลขหมายไอซีจะส่งข้อมูลที่มาจากหน่วยความจำออกไป จนกระทั่งเจอ Stop Code หรือครบ 18 หลัก ในระหว่างการส่งสัญญาณ DTMF โดยใช้มือกดแป้น จะมีสัญญาณ DTMF ที่น้อยที่สุดส่งออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ 60 ms จากนั้นจะส่งออกมาเรื่อย ๆ ทีละ 32 ms จนกว่าจะยกมือขึ้นจากแป้น ขา DTMF Out ได้ถูกออกแบบมาให้สามารถไปขับทรานซิสเตอร์แบบ PNP ได้ ซึ่งทรานซิสเตอร์นี้สามารถนำไปมอดูเลทแรงดันระหว่างทิป กับ ริง ที่ความถี่ DTMF ได้ ถ้าปุ่มแรกที่กดเป็นปุ่ม Redial หรือ Recall ไอซีก็จะดึงข้อมูลที่ต้องการออกมาจากหน่วยความจำ

ไอซี 145412 สามารถที่จะต่อกับแหล่งจ่ายไฟภายนอกได้ แหล่งจ่ายไฟนี้ใช้สำหรับการเก็บรักษาหน่วยความจำ และการโปรแกรมขณะยังไม่ยกหูโทรศัพท์ หากมีส่วนนี้ในวงจรและทำการกดปุ่มในขณะที่ยังไม่มีการยกหูโทรศัพท์ ออสซิลเลเตอร์ก็จะเริ่มทำงาน เลขหมายที่ถูกกดก็จะถูกเก็บไว้ใน LNR เช่นเดียวกันกับการโปรแกรมขณะยกหูโทรศัพท์

2.3.3 รายละเอียดขา MC145412

-ขา 1และ ขา 6 Power Supply (Vdd ,Vss)

กระแสไฟฟ้าตรงจะถูกป้อนเข้ามายัง 2 ขานี้ โดยขา 1 จะเป็นค่าบวก มีค่าบวก มีค่าตั้งแต่ 1.7- 5.5 โวลท์ ส่วนขา 6 นิยมต่อกราวด์

-ขา 10 Mode Select (MS)

เป็นขาที่ใช้เลือกโหมดการทำงานของไอซีว่าจะเป็นการส่งสัญญาณแบบไหน

- ขา 12 On-Hook (OH)

ป้อนแรงดัน Vdd หรือปล่อยลอยไว้ เป็นการเลือกการทำงานของไอซีให้อยู่ในโหมด On-Hook หากต่อกับ Vss เป็นการเลือกโหมด Off-Hook

-ขา 7 Tone Signal Output (TSO)

ขา TSO กำเนิดสัญญาณความถี่ 500 Hz หลังจากที่มีการกดหมายเลข เพื่อให้ทราบว่ามีการกดหมายเลข ยกเว้นเมื่อมีการกำเนิดสัญญาณ DTMF

-ขา 18 Dual Tone Multi Frequency Output (DTMF OUT)

เมื่อขา MS ถูกกำหนดแรงดันเป็น Vss ขา DTMF ตามแถวและแนวของ Keypad ที่ถูกกด ขานี้มีค่าเป็น High Impedance ในโหมดพัลส์และการโปรมแกรมในขณะ On-Hook

-ขา 17 Outpulsing (OPL)

กำเนิดสัญญาณพัลซ์ 10 pps เมื่อขา MS ถูกปล่อยลอย หรือกำเนิดสัญญาณพัลส์ 20 ppsเมื่อขา MS ถูกป้อนด้วยแรงดัน Vdd มีอัตราการเปิดและปิดเป็น 60/40 ในโหมด DTMF เอาท์พุตเป็น High Impedance ในระหว่างการโปรมแกรมขณะ On-Hook จะไม่มีเอาท์พุตออกมา

-ขา11 Mute Output (MO)

ขานี้จะเปลี่ยนสถานะเป็น 0 เมื่อขา OPL ทำงาน หรือระหว่างกดปุ่ม Off-Hook หรือการหมุนเบอร์โทรศัพท์จากหน่วยความจำในโหมด DTMF

-ขา2,3,4,5,13,14,15,16 Keyboard Inputs

การกดปุ่มที่ใช้ได้ คือ การที่แถวหนึ่งแถวถูกต่อเข้ากับแนวหนึ่งแนว หรือ แถวหนึ่งแถวและแนวหนึ่งแนวถูกต่อเข้ากับกราวด์ การต่อขา 2 เข้ากับ Vdd เป็นการบอกให้ IC รู้ว่ามีการใช้แป้นกดแบบ 3แถว4 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกแบบของแป้นกดจะถูกจะถูกเลือกเมื่อมีการป้อนแรงดันให้ไอซี

-OSCin, OSCout

วงจรกำเนิดความถี่สัญญาณภายในชิปต้องการคริสตัลขนาด 3.579545 MHz เพื่อการอ้างอิง ความถี่คริสตอลถูกไบแอสโดยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุภายใน

2.3.4 การใช้งาน MC 145412

-การส่งเลขหมายโดยการกดแป้นสามารถทำได้โดยการกดเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องการ ได้เลย

-การเก็บเลขหมายไว้ในหน่วยความจำทำได้โดยการกดหมายเลขที่ต้องการแล้วตามด้วย[*] และ[A] โดยที่ A คือ หมายเลขของช่องหน่วยความจำ

-การส่งหมายเลขจากหน่วยความจำทำได้โดยการกด[*] แล้วตามด้วย[A] โดยที่ A คือ หมายเลขของช่องหน่วยความจำ

-การส่งหมายเลขสุดท้ายที่โทรออกจากหน่วยความจำทำได้โดยการกด[*] แล้วตามด้วย [0]

-การเปลี่ยนระบบการส่งจากพัลส์เป็นโทนหรือโทนเป็นพัลส์ในระหว่างการส่งสัญญาณออกไป สามารถกดปุ่ม MS เพื่อที่จะเปลี่ยนระบบการส่งได้เลยหากแต่ว่าเลขหมายหลังจากที่เปลี่ยนระบบการส่งจะไม่สามารถเข้าไปเก็บใน LNR

-การส่งสัญญาณ* และ # (สามารถทำได้เฉพาะในการทำงานแบบโทนเท่านั้น) สามารถทำได้โดยการกดปุ่มที่ต้องการส่งซ้ำ 2ครั้ง เช่น [*][*] หรือ[#][#]

-การเรียกซ้ำอัตโนมัติการโทรออกจากหน่วยความจำไม่ว่าจะเป็นการโทรจากช่องเก็บหมายเลขไว้หรือการโทรจากเลขหมายสุดท้ายที่โทรออก จะเป็นการเป็นเรียกซ้ำอัตโนมัติ คือ เป็นการเรียกซ้ำต่อไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีคนรับสายเพื่อประโยชน์ในกรณีที่ต้องการติดต่อให้เร็วที่สุดแต่คู่สายยังว่างและไม่ว่างและไม่ต้องการที่จะเรียกซ้ำครั้งแล้วครั้งเล่า หากไม่ต้องการที่จะให้เครื่องเรียกซ้ำอัตโนมัติ ก็สามารถทำได้ด้วยการวางชุดปากพูดหูฟัง เข้าที่เดิม

2.4 MH 88632

ไอซีเบอร์ MH 88632 (Central Office Trunk Interiace) เป็นไอซีสำเร็จรูปที่บริษัท MITEL ผลิดขึ้นใช้เชื่อมต่อสายโทรศัพท์กับอุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อยก็สามารถใช้งานเป็นเสมือนโทรศัพท์เครื่องหนึ่งได้ เนื่องจากภายในไอซีมีส่วนวงจรที่จำเป็นในโทรศัพท์ได้แก่

- Loop Termination
- 2-4 Wire Hybrid
- Impedance Matching
- Receive Gain and Transmit Gain
- Network Balance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรProtection ป้องกันภายนอก ซึ่งจะช่วยป้องกันความเสียหายจากการเกิดแรงดันเกิน ที่มีผลต่อไอซีและอุปกรณ์ปลายทาง (Subscriber Equipment) ที่ทำงานร่วมกัน

2.4.1 Loop Termination

ในโทรศัพท์ที่ใช้งานกันทางชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์แล้วเมื่อแรงดันของสายโทรศัพท์ลดลงซึ่งเกิดจากกระแสไหลครบวงจร ชุมสายก็จะทำการเชื่อมต่อสายให้ MH 88632 จะมีกระแสไหลครบวงจรเมื่อทำการเชื่อมขา XLA กับ XLB และ ขา XLC กับ XLD เข้าด้วยกัน

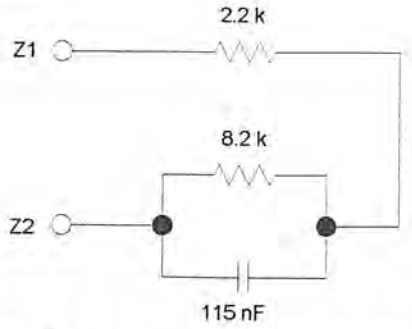
เมื่อขา LRC ได้รับลอจิก "high"ทำให้ขา $\overline{\text{LRD}}$ มีลอจิก "low" ซึ่งจะไปกระตุ้น Loop Relay (K1) ทำให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่าง XLA กับ XLB และ XLC กับ XLD และนั่นก็เกิดการเชื่อมต่อระหว่าง ทิป และ ริง ดังนั้นเราจึงสามารถพิจารณาได้ว่าอุปกรณ์อยู่ในสภาวะยกหูโทรศัพท์ (Off- Hook State) และเกิดการไหลของกระแสลูป (Loop Current) และเมื่อ LRC มีสภาวะเป็น "low" การเชื่อมต่อวงจรก็จะยกเลิกหรืออุปกรณ์อยู่ในสภาวะวางหูโทรศัพท์ (On-Hook Current) นั่นเอง

ลักษณะของวงจรการเชื่อมต่อ (Line Termination Circuitry) จะมีลักษณะของโหลดทางวงจรความต้านทานดีซีระหว่าง 190 – 290 Ω ขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสลูป

2.4.2 อิมพีแดนซ์ด้านอินพุตทางเอซี (AC Input Impedence)

อินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin) คืออิมพีแดนซ์ทางเอซีระหว่างขา Tip และ Ring ของไอซี MH88632B ในการที่จะเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ โดยสามารถกำหนดได้ว่าจะใช้ค่าใดระหว่าง 600Ω และ 900Ω ถ้าต้องการอิมพีแดนซ์ 600Ω ขา Z1 จะต้องต่อ โดยตรงกับขา Z600 โดยที่ขา Z2 และ Z900 ปล่อยลอยไว้เฉยๆ และในกรณีที่ต้องการอิมพีแดนซ์ 900Ω ก็ต้องต่อขา Z1 เข้ากับขา Z900

ในการกำหนดค่าอินพุตอิมพีแดนซ์จะต้องคำนึงไว้เสมอว่าค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ จะต้องมีค่ามากกว่า100 Ω ที่3.4 kHz และต้องปล่อยขา Z600 และ Z900ลอยไว้กรณีที่ต้องการกำหนดอินพุตอิมพีแดนซ์ให้เป็นค่าอื่น ๆ จะต้องมีการเชื่อต่อระหว่าง Z1 กับ Z2 โดยที่ค่าอิมพีแดนซ์ที่ได้จะมีค่า 2 เท่าของค่าอิมพีแดนซ์ที่ต่อระหว่าง Z1 และ Z2



รูปที่ 2.7 แสดงการต่อระหว่าง Z1 และ Z2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปเป็นตัวอย่างการกำหนดค่าอินพุตอิมพีแดนซ์โดย Z1 และ Z2 โดยให้ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ที่ต้องการคือ 220Ω + (820Ω //115 nF) ให้อุปกรณ์ที่ต้องต่อระหว่าง Z1 และ Z2 คือ 2200Ω + (8200Ω //115 nF)

Z2	Z1	Z600	Z900	Resulting Input Impedance (Zin)
NA	Connect Z1 to Z600		NA	600 Ω
NA	Connect Z1 to Z900	NA	Connect Z1 To Z900	900 Ω
Connect network from Z1 to Z2		NA	NA	0.1 x impedance between Z1& Z2

ตาราง 2.2 แสดงการกำหนดค่าอินพุตอิมพีแดนซ์

2.4.3 อิมพีแดนซ์สมดุลของโครงข่าย (Network Balance Impedance)

NS (Input)	N2	N1	NATT	Resulting Input impedance (Zin)
Low	NA	NA	NA	Equivalent to Zin
High	NA	Connect N1to NATT		AT&T compromise (350 Ω +1kΩ // 210nF) Zin must be 600 Ω
High	Connect network from N1 to AGND equivalent to 10 x NETBAL. Connect network From N1 to N2 equivalent to 10 x Zin.		NA	0.1 x impedance between N1& N2

ตาราง 2.3 แสดงการกำหนดค่า Network Balance Impedance

อิมพีแดนซ์สมดุลของโครงข่ายของไอซี MH88632B สามารถที่จะเลือกให้เป็นค่าเดียวกับค่าของอินพุตอิมพีแดนซ์ ค่าของ AT&T (AT&T Compromise) หรือจะกำหนดค่าเองก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อขา NS เป็นลอจิก "low" ค่าอิมพีแดนซ์สมดุลของโครงข่ายจะกลายเป็นค่าเดียวกันกับค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ กรณีที่ขา NATT ,N1 และ N2 จะปล่อยลอยไว้

ในการเลือกให้ค่าอิมพีแดนซ์สมดุลของโครงข่ายเอง ขา NS จะต้องต่อกับลอจิก "high" ขา N1 และ N2 จะต่อกับอุปกรณ์ที่มีค่าอิมพีแดนซ์เป็น 10 เท่าของค่าอิมพีแดนซ์สมดุลของโครงข่าย (ค่าจริง) ที่ต้องการ (ลักษณะเช่นเดียวกับการเชื่อมต่อระหว่าง Z1 และ Z2)

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการกำหนดค่าของอิมพีแดนซ์สมดุลของโครงข่ายคือจุดต่อทุกจุดจะต้องสั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2.4.4 การแปลงจาก 2 สายเป็น 4 สาย (2-4 Wire Conversion)

ไอซี MH88632B จะเปลี่ยนสัญญาณอินพุตที่เป็น 2 สายแบบบาลานซ์ (Balanced 2 - Wire Input) ระหว่าง ทิป และ ริง ไปเป็นสัญญาณที่เทียบกับกราวด์ (Ground Reference Signal) ที่ขา Tx วงจรจะทำงานได้ทั้งเวลามีและไม่มีกระแสลูป การรับสัญญาณโดยไม่มีกระแสลูปจะใช้ได้ในกรณีที่ต้องการตรวจจับสัญญาณเลขหมายเรียกเข้า (Caller Line Identification ; CLI) ซึ่งจะทำได้ในขณะที่อุปกรณ์อยู่ในสภาวะวางหู (On–Hook) ในทางกลับกันไอซีจะแปลงสัญญาณแบบเทียบกราวด์ที่ขา Rx ให้กลับไปเป็นสัญญาณ 2 สายแบบบาลานซ์ที่ขา ทิป และ ริง

ในระหว่างการสื่อสารซึ่งเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex Transmission) สัญญาณที่ขา ทิป และ ริง จะประกอบด้วยสัญญาณจาก Rx ซึ่งส่งไปยังสายโทรศัพท์ และสัญญาณที่ส่งเข้ามาจากสายโทรศัพท์ไปยัง Tx ซึ่งเป็นการแยกการรับและส่งออกจากกันเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหักล้างกันภายใน (Internal Cancellation Circuit) การลดทอนซึ่งเกิดจากการแยก Tx และ Rx จะวัดในรูปของ Transhybrid Loss (THL)

2.4.5 อัตราการขยายภาคส่งและภาครับที่สามารถโปรแกรมได้

(Programmable Transmit and Receive Gain)

อัตราการขยายภาคส่ง (Transmit Gain ; GTX) ของไอซี MH88632B คืออัตราส่วนของสัญญาณที่ขา Tx ซึ่งเป็นสัญญาณเทียบกับกราวด์ กับสัญญาณแบบบาลานซ์ระหว่างขา ทิป และ ริง ซึ่งเราสามารถโปรแกรมได้ที่ขา GTX1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ต่อ GTX1 เข้ากับ GTX0 โดยตรงได้อัตราการขยาย 0 dB
- ต่อ GTX1 เข้ากับขา AGND ได้อัตราการขยาย +6 dB
- ต่อตัวต้านทาน RTX เข้าไประหว่างขา GTX1 กับ AGND จะได้อัตราการขยาย

$$GTX = -20 \log \left[0.5 + \frac{5000}{RTX} \right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Transmit Gain(dB)	RTx Resistor Value(Ω)	Notes
+6	No Resistor	
+4	38.3 k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel A-law codec (i.e. MT 8967)
+3.7	32.4 k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel u-law codec (i.e. MT 8966)
0.0	GTX0 to GTX1	
-3.0	5.49 k	
-6.0	3.32 k	
-12	1.43 k	

ตาราง 2.4 แสดงการกำหนดค่า Transmit Gain

อัตราการขยายด้านรับ (Receive Gain ; GRX) คืออัตราส่วนของสัญญาณแบบบาลานซ์ระหว่าง ขา ทิป และ ริง เทียบกับสัญญาณแบบเทียบกับกราวด์ที่ขา Rx สามารถโปรแกรมได้โดยขา GRX1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ต่อขา GRX1 กับ GRX0 จะได้อัตราการขยายเป็น 0 dB
- ต่อขา GRX1 กับ ขา AGND โดยตรงจะได้อัตราการขยายเท่ากับ +6 dB
- ต่อค่าความต้านทาน RRX เข้าไประหว่างขา GRX1 กับขา AGND จะได้ค่าอัตราการขยายด้านรับ

$$GRX = -20 \log \left[0.5 + \frac{5000}{RRX} \right]$$

ในการโปรแกรมค่าอัตราการขยายทั้งสองด้านจะมีค่าถูกต้องมากขึ้นไปอีกถ้าเราเลือกใช้ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ให้เหมาะสม (Match) กับลักษณะอิมพีแดนซ์ของสายที่กำหนดไว้ (Specified Telephone Line Characteristic Impedance)

2.4.6 การแสดงเลขหมายเรียกเข้า (Caller Line Indentification ; CLI)

การแสดงเลขหมายเรียกเข้า (CLI) สามารถแสดงเลขหมายของผู้เรียกให้ผู้รับปลายทางรับทราบได้ โดยตัวไอซีจะเรียกใช้เส้นทางเสียง (Voice Path) ของสายลูปสตาร์ด เมื่อไอซี MH88632B อยู่ในสภาวะวางหู (On-Hook State) โดยปกติแล้วข้อมูลของเลขหมายเรียกเข้าจะอยู่ในรูปของสัญญาณแบบฟรีเควนซี่ชิฟท์คีย์อิ้ง (Frequency Shift Keying ; FSK) โดยเราสามารถรับได้ที่ขา Tx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Transmit Gain(dB)	RRx Resistor Value(Ω)	Notes
+6	No Resistor	
+4	GTX0 to GTX1	
+3.7	5.49K	
0.0	4.87K	Results in 0dB overall gain when used with Mitel A-law codec (i.e. MT 8967)
-3.0	4.64K	Results in 0dB overall gain when used with Mitel u-law codec (i.e. MT 8966)
-6.0	3.32K	
-12	1.43K	

ตาราง 2.5 แสดงการกำหนดค่า Receive Gain

2.4.7 การตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Voltage Detect Output ; $\overline{RV}$)

เมื่อไอซีสามารถตรวจจับแรงดันของสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Voltage) ได้ระหว่างขา ทิป และ ริง ขา $\overline{RV}$ ก็จะมีสถานะเป็นลอจิก "low" โดยทั่วไปเอาท์พุตที่ขา $\overline{RV}$ จะเป็นลอจิก "low" และหลังจากได้รับ แรงดันของสัญญาณกระดิ่งมาแล้ว 50 ms และจะยังคงเป็นลอจิก "low" อยู่ 50 ms หลังจากแรงดันของสัญญาณหมดลง

2.4.8 รายละเอียดขาของ MH 88632

ขา 1 Tip :Tip Lead ไว้ต่อกับขา ทิป ของสายโทรศัพท์โดยปกติจะต้องต่อผ่านวงจรป้องกัน (Protection Circuit)

ขา 2 Ring :Ring Lead ไว้ต่อกับขา ริง ของสายโทรศัพท์โดยต่อผ่านวงจรป้องกันเช่นเดียวกับขา ทิป

ขา 3 XLA :Loop Relay Contact A จะต่อเข้ากับขา XLB โดยผ่านคอนแทคท์รีเลย์ (K1A) เมื่อรีเลย์ได้รับการกระตุ้น

ขา 4 XLB :Loop Relay Contact B จะต่อเข้ากับขา XLB โดยผ่านคอนแทคท์รีเลย์ (K1A) เมื่อรีเลย์ได้รับการกระตุ้น

ขา 5 XLC :Loop Relay Contact C จะต่อเข้ากับขา XLD โดยผ่านคอนแทคท์รีเลย์ (K1B) เมื่อรีเลย์ได้รับการกระตุ้น

ขา 6 XLD :Loop Relay Contact D จะต่อเข้ากับขา XLC โดยผ่านคอนแทคท์รีเลย์ (K1B) เมื่อรีเลย์ได้รับการกระตุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ขา 11 RGND :Relay Ground เป็นกราวด์ของไฟเลี้ยงที่จ่ายให้กับรีเลย์

ขา 12 VRLY :Relay Positive Supply Voltage ใช้ไฟตรงขนาด 5 โวลท์ โดยต่อกับคอยล์ของรีเลย์ทุกตัวแล้วต่อกับไฟเลี้ยงของรีเลย์

ขา 13 $\overline{\text{LRD}}$:Loop Relay Drive (Output) ต่อกับคอยล์ของลูปรีเลย์ (K1) และจะถูกควบคุมโดย LRC

ขา 15 LRC :Loop Relay Control (Input)เมื่อมีลอจิก "high" เข้ามาที่ขานี้จะไปกระตุ้นให้ $\overline{\text{LRD}}$ ทำงานโดยการไปกระตุ้นลูปรีเลย์ (K1) ซึ่งจะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างทิป และ ริง

ขา 18 AGND :Analog Ground หรือ 4-Wire Ground โดยปกติจะต่อไว้กับกราวด์ของระบบ

ขา 19 NATT :Network Balance AT&T Node จะใช้เมื่อต้องการเซตค่า Network Balance Impedance ของระบบให้เป็นค่าที่ AT&T กำหนด

ขา 20-21 N1-N2 :Network Balance Node 1,2 จะใช้เมื่อต้องการให้ค่า Network Balance Impedance กับ อินพุตอิมพีแดนซ์ตรงกัน

ขา 22 Z900 :Input Impedence 900 Ω Node ต่อกับ Z1 เมื่อเราต้องการให้ค่าของอินพุตอิมพีแดนซ์ เท่ากับ 900 Ω

ขา 23 Z1 :Input Impedence Node 1 ใช้เมื่อต้องการเซตค่าอินพุตอิมพีแดนซ์

ขา 24 Z2 :Input Impedence Node 2 ใช้เมื่อต้องการกำหนดค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ที่ต้องการ

ขา 25 Tx :Transmit (Output) คือเอาท์พุตแบบ อนาลอก เมื่อเทียบกับ AGND

ขา 26 Rx :Receive (Input) คืออินพุตแบบอนาลอก เมื่อเทียบกับ AGND

ขา 27 GTX0 :Transmit Gain Node 0 ต่อกับ GTX1 เพื่อให้ Transmit Gain เป็น 0 dB

ขา 28 GTX1 :Transmit Gain Node 1 ต่อกับ GTX0 เพื่อให้ Transmit Gain เป็น 0 dB

ขา 29 GRX0 :Receive Gain Node 0 ต่อกับ GRX1 เพื่อให้ Receive Gain เป็น 0 dB

ขา 30 GRX1 :Receive Gain Node 1 ต่อกับ GRX0 เพื่อให้ Receive Gain เป็น 0 dBหรือต่อกับตัวต้านทานผ่านไปยัง AGND ในกรณีที่ต้องการค่า Receive Gain เป็นค่าอื่น ๆ

ขา 32 Z600 :Loop Impedence 600Ω Node ต่อกับขา Z1เมื่อต้องการให้อินพุตอิมพีแดนซ์เป็น 600Ω

ขา 33 NS :Network Balance Setting (Input)ใช้สำหรับเลือกค่า Network Balance Impedance เป็น 600Ω

ขา 36 $\overline{\text{RV}}$:Ringing Voltage Detect (Output) เมื่อมีลอจิก "low" ที่ขานี้แสดงว่ามีสัญญาณกริ่ง(Ringing Voltage)ระหว่างทิปและริง

ขา 39 VEE :Negative Supply Voltage ต่อกับแหล่งจ่าย –5 VDC

ขา 40 VCC :Positive Supply Voltage ต่อกับแหล่งจ่าย +5 VDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37126

2.5 การใช้งาน 74154 เป็นตัวถอดรหัส

ไอซีเบอร์ 74154 เป็นไอซีถอดรหัส 1 จาก 16 ซึ่งทำงานได้จากแพกเกจเดียว ไอซีเบอร์74154 เป็นไอซี TTL ชนิด MSI (Medium Scale Integrate Circuit) เป็นตัวถังแบบ DIP (Dual In-Line Package) ขนาด 24 ขา

โครงสร้างภายในของไอซี ประกอบด้วย Nand Gate ชนิด 5 อินพุต ซึ่งขาอินพุตแต่ละขาของ Nand Gate แต่ละตัวจะถูกต่อกับสัญญาณรหัส (Code Line) 4 เส้น และอีก 1 อินพุตต่อกับสัญญาณ Enable ซึ่งได้มาจาก Enable And Gate ซึ่งมีอินพุตเป็นแบบ Active Low คือ $\overline{1G}$ และ $\overline{2G}$ เอาท์พุตของไอซี 74154 ทุกตัวจะเป็นแบบ Active Low นั่นคือถ้า Address ของเอาท์พุตตัวใดถูกอ้างถึงและที่ขา Enable นั้นอยู่ในสภาวะ นั้น Active ก็จะมีเอาท์พุตสภาวะ "low" ออกไปยัง เอาท์พุตที่ถูกอ้างถึง Address นั้น ๆ

2.6 การใช้งาน 74150 เป็น Input Multiplexer

ไอซีเบอร์ 74150 ทำหน้าที่เป็น IC Multiplexer ชนิด 16 อินพุต โดยสามารถเลือกการแสดงผลของอินพุตได้จากสายแอดเดรส 4 เส้น และ Enable 1 เส้น ตัวไอซีเป็นแบบ TTL ชนิด MSI ตัวถังแบบ DIP ขนาด 24 ขา

ลักษณะการทำงานของไอซีเบอร์ 74150 คือการนำข้อมูลลำดับที่ 1-16 มาออกที่ขาเอาท์พุต $\overline{Y}$ โดยขาเอาท์พุต $\overline{Y}$ สามารถแสดงสถานะของอินพุตได้ทีละ 1 อินพุต โดยเลือกจากขาแอดเดรส 1-4 และมีขา Enable คือขา E ที่ขาเอาท์พุต $\overline{Y}$ จะทำงานแบบ Active Low คือถ้าอินพุตที่กำหนดจากแอดเดรสมีสภาวะเป็น 1 ขาเอาท์พุต $\overline{Y}$ ก็จะมีสภาวะเป็น "low"

2.7 พอร์ตขนาน (Paralell Port)

2.7.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตขนาน

เมื่อ IBM นำเครื่อง พีซี ออกสู่ท้องตลาดในปี ค.ศ.1981ได้มีการนำเอาพอร์ตพริ้นเตอร์ที่เป็นแบบพอร์ตขนานรวมเข้าไปในเครื่องด้วย เพื่อใช้แทนพอร์ตอนุกรมที่ทำงานช้ากว่ามาก ในการควบคุมเครื่องพริ้นเตอร์แบบดอตเมทริกซ์ (Dot-Matrix) คุณภาพสูงรุ่นล่าสุดและในขณะนั้น พอร์ตขนานจะมีความสามารถในการขนย้ายข้อมูลทีละ 8 บิต ในขณะที่พอร์ตอนุกรมขนย้ายข้อมูลได้ทีละ 1 บิต ในขณะที่เครื่อง พีซี เพิ่งเปิดตัวใหม่ เครื่องพริ้นเตอร์แบบดอตเมทริกซ์จะเป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงส่วนใหญ่ที่ใช้กับพอร์ตขนาน เมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้นเรื่อยๆ ความต้องการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกก็เพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว พอร์ตขนานก็เลยกลายเป็นสิ่งที่นำมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วงที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ ตอนนี้อุปกรณ์ต่อพ่วงก็มีตั้งแต่อุปกรณ์ควบคุมการใช้พริ้นเตอร์ร่วมกัน (Printer Shairing Device) ดิสก์ไดรฟ์แบบพกพา (Portable Disk Drive) และเทปสำรองข้อมูล (Tape Backup)

อุปกรณ์ต่อพ่วงเหล่านี้สร้างปัญหาต่อนักพัฒนาระบบและลูกค้า โดยแบ่งปัญหาออกเป็น 3 ข้อด้วยกัน ข้อแรกแม้ว่าประสิทธิภาพของเครื่องพีซีจะเพิ่มขึ้นอย่างมากแต่ก็เป็นความจริงที่ว่าสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือประสิทธิภาพของพอร์ตขนานไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย อัตราการขนถ่ายข้อมูลสูงสุดที่สถาปัตยกรรมนี้สามารถทำได้จะอยู่ที่ราวๆ 150 กิโลไบท์ต่อวินาที และต้องเขียนซอฟต์แวร์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ข้อที่สองมันไม่มีมาตรฐานของการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า(Electrical Interface Standard)จึงทำให้มีปัญหามากมายเมื่อมีการใช้งานในเครื่องรุ่นต่างกันไป และในข้อสุดท้ายการขาดมาตรฐานในการออกแบบวงจรพอร์ตขนานทำให้สายต่อภายนอกถูกจำกัดไว้เพียง 6 ฟุตเท่านั้น

ในปี 1991 บริษัทผู้ผลิตพริ้นเตอร์ได้มีการมาพบปะกันเพื่อการประชุมเรื่องการพัฒนามาตรฐานใหม่สำหรับควบคุมพริ้นเตอร์ผ่านทางเครือข่าย (Network) บริษัทเหล่านี้เช่น Lexmark,IBM,Texus Instruments และบริษัทอื่นๆ ได้ร่างข้อกำหนดของการพิมพ์งานผ่านทางเครือข่าย (Network Printer Alliance:NPA) ข้อกำหนดของ NPA นี้ได้กำหนดพารามิเตอร์ชุดหนึ่งซึ่งจะควบคุมการใช้งานพริ้นเตอร์เมื่อติดตั้งลงในเครือข่ายและเครื่องแม่ข่าย (Host)

ในขณะที่งานชิ้นนี้กำลังก้าวหน้าขึ้นตามลำดับก็เริ่มพบว่าการใช้งานมาตรฐานนี้อย่างสมบูรณ์แบบได้นั้นจะต้องมีการเชื่อมต่อแบบสองทิศทาง (Bi-Directional Connection) ประสิทธิภาพสูงเข้ากับเครื่องพีซีนั่นเอง ซึ่งพอร์ตนี้มีความสามารถไม่เพียงพอต่อความต้องการของมาตรฐานนี้

กลุ่ม NPA ได้นำเรื่องเสนอต่อ IEEE ถึงการสร้างสรรค์ของคณะผู้ประชุมในการพัฒนามาตรฐานใหม่สำหรับพอร์ตขนานแบบสองทิศทางความเร็วสูง (High Speed Bi-Directional Paralell Port) สำหรับเครื่องพีซีมาตรฐานใหม่นี้จะต้องมีความเข้ากันได้อย่างสมบูรณ์แบบกับซอฟท์แวร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงที่ใช้พอร์ตขนานแบบดั้งเดิมแต่จะเพิ่มความสามารถในการขนถ่ายข้อมูลได้สูงกว่าหนึ่งล้านไบท์ต่อวินาที ทั้งข้อมูลที่เข้าสู่พอร์ตขนานและข้อมูลที่ออกจากพอร์ต คณะกรรมการนี้จึงกลายมาเป็นคณะกรรมการ IEEE 1284

มาตรฐาน IEEE 1284 นี้มีชื่อว่า "วิธีการมาตรฐานในการจัดการสัญญาณสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วงผ่านพอร์ตขนานแบบสองทิศทางสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล" (Standard Signaling Method for Bi-Directional Paralell Peripheral Interface for Personal Computers) ได้แล้วเสร็จสมบูรณ์เมื่อเดือนมีนาคม 1994

2.7.2 คำจำกัดความของพอร์ตขนาน

ในทางคอมพิวเตอร์ "พอร์ต" คือกลุ่มของสายสัญญาณที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นๆ โดยทั่วไปพอร์ตมักจะถูกใช้ในการสื่อสารกับพริ้นเตอร์,โมเด็ม, คีย์บอร์ดและจอภาพหรืออุปกรณ์ใดๆ ยกเว้นหน่วยความจำของระบบซึ่งพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์จะเป็นพอร์ตแบบดิจิตอลและพอร์ตขนานจะรับส่งข้อมูลหลายๆบิตพร้อมกัน ส่วนพอร์ตอนุกรมจะรับส่งข้อมูลทีละ 1 บิต (แม้ว่าอาจจะมีการขนถ่ายข้อมูลทั้งสองทิศทางพร้อมกัน)

พอร์ตขนานแบบดั้งเดิมในเครื่องพีซีนั้นจะมีสายสัญญาณเอาท์พุต 8 เส้น อินพุต 5 เส้น และสายที่รับส่งข้อมูลได้สองทิศทาง (Bi-Directional Line) อีก 4 เส้นซึ่งเพียงพอต่อการสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกได้แล้ว ส่วนในเครื่องพีซีรุ่นใหม่สายเอาท์พุต 8 เส้นนั้นยังสามารถใช้เป็นสายอินพุตได้ด้วย เพื่อทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อสารกับเครื่องสแกนเนอร์,ไดรฟ์ และอุปกรณ์อื่นที่ส่งข้อมูลเข้าไปในเครื่องพีซี ทำให้สามารถส่งได้ด้วยความรวดเร็วมากกว่าเดิม

พอร์ตขนานนี้เดิมทีถูกออกแบบให้เป็นพอร์ตสำหรับต่อกับเครื่องพริ้นเตอร์ ซึ่งจะเห็นได้จากชื่อของสายสัญญาณซึ่งเกี่ยวกับการควบคุมพริ้นเตอร์ เช่น Paper-End,AutoLineFeed เป็นต้น แต่ในปัจจุบันจะมีอุปกรณ์อื่นๆ นอกจากพริ้นเตอร์ที่สามารถนำมาต่อกับพอร์ตนี้ได้ คำว่าอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ (Peripheral,Peripheral Device) ก็คือกลุ่มของอุปกรณ์จำพวกพริ้นเตอร์,สแกนเนอร์,โมเด็มและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อกับเครื่องพีซี

2.7.3 ชนิดของพอร์ต

เมื่อการออกแบบเครื่องพีซีมีการพัฒนาขึ้น บริษัทของผู้ผลิตหลายรายก็ได้เสนอพอร์ตขนานรุ่นที่มีการปรับปรุงใหม่ พอร์ตรุ่นใหม่นี้จะมีความสามารถเข้ากันได้กับพอร์ตดั้งเดิม แต่ได้เพิ่มความสามารถใหม่ๆ เข้าไป จุดมุ่งหมายหลักก็เพื่อเพิ่มอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล

อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลเป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะจะทำให้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงทำงานได้เร็วขึ้น งานที่อุปกรณ์เหล่านั้นต้องทำก็ซับซ้อนมากขึ้นและปริมาณของข้อมูลที่ต้องรับส่งกันก็เพิ่มมากขึ้นด้วย พอร์ตขนานแบบดั้งเดิมก็มีความเร็วเพียงพอในการส่งไบท์ข้อมูลที่เป็นอักขระตัวอักษรแอสกี้(ASCII Text)ไปยังพริ้นเตอร์แบบดอตเมตริกซ์หรือเดซี่-วีล(Daisy-Wheel)แต่พริ้นเตอร์รุ่นใหม่จำเป็นจะต้องรับข้อมูลจำนวนมหาศาล เพื่อที่จะพิมพ์หน้ากระดาษที่มีตัวอักษรและรูปภาพกราฟิกหลายแบบหรือหลายสีได้ ยิ่งคอมพิวเตอร์สามารถส่งข้อมูลได้เร็วขึ้นเท่าใด ก็ยิ่งทำให้พริ้นเตอร์สามารถประมวลผลและพิมพ์ผลงานออกมาได้เร็วขึ้นเท่านั้น

การที่พอร์ตขนานมีการอินเตอร์เฟสที่รวดเร็วนี้จึงทำให้เป็นไปได้ที่จะใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอกชนิดเคลื่อนย้ายไปมาได้แทนที่จะต้องติดตั้งไว้ภายในเครื่องพีซี เช่น เทปหรือดิสก์ไดร์ฟ (Disk Drive)แบบเชื่อมต่อทางพอร์ตขนาน ซึ่งง่ายต่อการย้ายจากระบบหนึ่งไปอีกระบบหนึ่งและในการใช้งานเป็นครั้งคราว เช่น ในกรณีของการทำสำรองข้อมูล(Back-Up) เราสามารถใช้อุปกรณ์ต่อพ่วง 1 ตัวกับระบบหลายๆ ระบบ และเนื่องจากการสำรองข้อมูลอาจจะเกี่ยวข้องกับการคัดลอกข้อมูลหลายร้อยเมกะไบท์ ดังนั้นการอินเตอร์เฟสจะต้องมีความรวดเร็วจึงจะคุ้มค่า ซึ่งพอร์ตขนานมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดดังต่อไปนี้

1.แบบดั้งเดิม (SPP)

คือพอร์ตขนานในเครื่อง IBM พีซี รุ่นแรกและพอร์ตใดๆ ที่เลียนแบบการทำงานของพอร์ตดั้งเดิมนี้ บางครั้งจะเรียกว่า พอร์ตขนานมาตรฐาน (Standard Parallel Port, SPP) แม้ว่าพอร์ตดั้งเดิมนี้จะไม่มีมาตรฐานที่เขียนไว้เป็นลายลักษณ์อักษร นอกจากแผนผังวงจรและเอกสารของเครื่อง IBM พีซี พอร์ตนี้อาจเรียกอีกอย่างได้เป็นพอร์ต AT-Type หรือพอร์ต ISA-Compatible

พอร์ตแบบ SPP สามารถส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงได้ครั้งละ 8 บิตโดยใช้ข้อกำหนดการสื่อสาร (Protocol) ที่คล้ายกับที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสแบบเซ็นทรอนิกส์ดั้งเดิม (Centronic Interface) พอร์ตแบบSPP นี้ไม่มีอินพุตพอร์ตขนาน 1 ไบท์ แต่สามารถใช้โหมดนิบเบิล (Nibble mode) ที่รับส่งข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลทีละ 4 บิตได้ การใช้ โหมดนิบเบิล นี้จะช้ากว่า แต่ก็เป็นที่นิยมใช้การใช้พอร์ตขนานให้ทำงานเป็นอินพุต

2.แบบ PS/2-Type (แบบรับส่ง 2 ทิศทางง่ายๆ)

การปรับปรุงแรกๆ ของพอร์ตขนานก็คือพอร์ตที่รับส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง ซึ่งเริ่มใช้ในเครื่องพีซี ของ IBM รุ่น PS/2 พอร์ตแบบ 2 ทิศทางนี้ทำให้อุปกรณ์ต่อพ่วงสามารถส่งข้อมูล 8 บิตพร้อมๆ กันไปยังเครื่อง พีซี ได้ คำว่า PS/2-Type นี้จะหมายถึงพอร์ตขนานใดๆ ก็ตามที่มีพอร์ตข้อมูลทีรับส่งได้ทั้ง 2 ทิศทาง แต่ไม่สนับสนุนโหมด EPP หรือ ECP ที่จะกล่าวถึงต่อไป มีทำศัพท์ที่ใช้ในพอร์ตแบบนี้คือ "Byte Mode" คือข้อกำหนดการขนถ่ายข้อมูลแบบ 8 บิตที่พอร์ตชนิด PS/2-Type นี้สามารถใช้ส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ต่อพ่วงไปยังเครื่อง พีซี

3.แบบ EPP

พอร์ตแบบ EPP (Enhanced Parallel Port) เดิมทีถูกพัฒนาโดยบริษัทผู้ผลิตชิป คือ Intel ร่วมกับบริษัทผู้ผลิตเครื่อง พีซี คือบริษัท Zenith และบริษัท Xircom ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ระบบเครือข่ายที่ใช้พอร์ตขนาน (Parallel-Port Networking Product) พอร์ตแบบ EPPนี้มีไบท์ข้อมูลแบบ 2 ทิศทางเช่นเดียวกับพอร์ตแบบ PS/2-Type และยังสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูล 1 ไบท์ได้ในรอบการทำงานเดียว (One Cycle) ของบัสขยายระบบแบบ ISA (ISA Expansion Bus) หรือใช้เวลาเพียง1 ไมโครวินาที รวมทั้งการทำแฮนด์เช็ค (Handshaking) ด้วย ซึ่งเร็วกว่าพอร์ตแบบ SPP หรือ PS/2 ซึ่งต้องใช้ 4 รอบการทำงาน พอร์ตแบบ EPP สามารถกลับทิศทางการส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นประโยชน์มากเมื่อใช้กับตัวอ่านเทปหรือดิสก์และอุปกรณ์อื่นๆ ที่มีการถ่ายเทข้อมูลทั้ง 2 ทิศทาง พอร์ตแบบ EPP นี้สามารถจำลองการทำงานของพอร์ตแบบ SPP ได้ และพอร์ต EPP บางแบบยังสามารถเลียนแบบการทำงานของพอร์ตแบบ PS/2 ได้ด้วย

4.แบบ ECP

พอร์ตแบบ ECP (Extended Capability Port) ถูกเสนอขึ้นเป็นครั้งแรกโดยบริษัท Hewlett-Packard และ Microsoft พอร์ต ECP ก็เหมือนกับพอร์ต EPP ที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของบัส ISA และพอร์ตแบบ ECP ยังมีตัวพักข้อมูล (Buffer) และยังสนับสนุนการถ่ายเทข้อมูลเข้าหน่วยความจำโดยตรง (Direct Memory Access, DMA) และมีการบีบอัดข้อมูล (Data Compression) อีกด้วยการรับส่งข้อมูลในโหมด ECP นี้จะมีประโยชน์สำหรับพริ้นเตอร์, สแกนเนอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นที่ถ่ายเทข้อมูลเป็นกลุ่มใหญ่ๆ พอร์ต ECP นี้สามารถจำลองการทำงานของพอร์ตแบบ SPP หรือ PS/2 ได้ และพอร์ต ECP ส่วนใหญ่จะจำลองการทำงานของพอร์ต EPP ได้ดีด้วยเช่นกัน

5.พอร์ตแบบหลายโหมด (Multi-Mode Port)

พอร์ตรุ่นใหม่ส่วนมากจะเป็นแบบ Multi-Mode Port ซึ่งสามารถจำลองการทำงานของพอร์ตบางแบบหรือทุกแบบที่กล่าวข้างต้นมาแล้วได้ ซึ่งมักจะมีหัวข้อทางเลือกในการกำหนดรูปแบบดังกล่าวข้างต้นหรือจะให้ทำงานเป็นแบบใดแบบหนึ่งได้เพียงแบบเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 ทรัพยากรของระบบ

พอร์ตขนานจะใช้ทรัพยากรของคอมพิวเตอร์หลายประการคือ ทุกพอร์ตจะใช้แอดเดรสอยู่ช่วงหนึ่ง แม้ว่าจำนวนและตำแหน่งของแอดเดรสนั้นจะแตกต่างกันไป พอร์ตขนานสวนใหญ่จะมีระดับการร้องขอการขัดจังหวะของซีพียู (Interrupt Request, IRQ) ที่กำหนดไว้ก่อนแล้วและพอร์ตขนานแบบ ECP จะมีช่องทางเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (Direct Memory Access, DMA Channel) อยู่ 1 ช่อง ซึ่งทรัพยากรที่กำหนดใช้กับพอร์ตใดพอร์ตหนึ่งจะต้องไม่ซ้ำซ้อนหรือขัดแย้งกับทรัพยากรที่ถูกใช้โดยอุปกรณ์อื่นของระบบ รวมถึงพอร์ตขนานอื่นด้วย

การกำหนดแอดเดรสของพอร์ตขนาน

พอร์ตขนานมาตรฐานจะใช้แอดเดรสที่ต่อเนื่องกัน 3 ตำแหน่ง ซึ่งมักจะเป็นกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งต่อไปนี้

3BCH, 3BDH, 3DEH

378H, 379H, 37AH

278 H, 279 H, 27AH

แอดเดรสแรกของแต่ละกลุ่มก็คือ แอดเดรสพื้นฐาน (Base Address) ของพอร์ต ซึ่งมักจะเรียกว่าเป็นแอดเดรสของรีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register Address) หรือเรียกง่ายๆ อีกอย่างว่า แอดเดรสของพอร์ต (Port Address) แอดเดรสตัวที่สองจะเป็นตำแหน่งของรีจิสเตอร์แสดงสถานะของพอร์ต (Port'Status Register) และแอดเดรสตัวที่สามจะเป็นของรีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register)

พอร์ตแบบ EPP และ ECP จะสำรองแอดเดรสเพิ่มเติมขึ้นมาในแต่ละพอร์ต โดยที่พอร์ต EPP จะเพิ่มรีจิสเตอร์ขึ้นอีก 5 ตัว ที่ตำแหน่งของ แอดเดรสพื้นฐาน+3 ไปถึงตำแหน่งของ แอดเดรสพื้นฐาน+7 ส่วนพอร์ตแบบ ECP จะเพิ่มรีจิสเตอร์อีก 3 ตัวไว้ที่ตำแหน่ง แอดเดรสพื้นฐาน+400H ถึง แอดเดรสพื้นฐาน+402H ดังนั้นถ้า แอดเดรสพื้นฐานมีค่าเป็น 378H รีจิสเตอร์เพิ่มเติมของพอร์ต EPP จะอยู่ที่แอดเดรส 37BH ถึง 37DH และรีจิสเตอร์เพิ่มเติมของพอร์ต ECP จะอยู่ที่แอดเดรส 778H ถึง 77AH

ในเครื่อง พีซี รุ่นเริ่มแรก พอร์ตขนานจะมีแอดเดรสพื้นฐาน (Base Address)อยู่ที่ 3BCH ส่วนในระบบเครื่องใหม่พอร์ตขนานมักจะอยู่ที่แอดเดรส 378H แต่กลุ่มแอดเดรสทั้ง 3 กลุ่มข้างต้นก็ยังสำรองไว้สำหรับพอร์ตขนานอื่นอยู่ และถ้าฮาร์ดแวร์ของพอร์ตขนานนั้นอนุญาตก็สามารถปรับตั้งพอร์ตให้อยู่ที่แอดเดรสใดๆ ใน 3 กลุ่มข้างต้นนั้นก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามจะไม่สามารถปรับตั้งพอร์ตแบบ EPP ให้มันมีแอดเดรสพื้นฐานที่ 3BCH ได้เพราะจะทำให้รีจิสเตอร์เพิ่มเติมอีก 3 ตัวของพอร์ต EPP นั้นมีแอดเดรสอยู่ในตำแหน่งที่ถูกใช้งานโดยจอภาพวีดีโอ (Video Display)

พอร์ตแบบ PS/2 Type 3 ของ IBM ก็ยังมีรีจิสเตอร์เพิ่มเติมอีก 3 ตัวที่ตำแหน่ง แอดเดรสพื้นฐาน+3 แอดเดรสพื้นฐาน+5 และยอมให้ แอดเดรสพื้นฐานอยู่ที่แอดเดรส 1278H ถึง 1378H ได้ และส่วนใหญ่แล้ว ดอส และ วินโดวส์ จะอ้างถึงพอร์ตแรกตามลำดับอักษรว่าคือ พอร์ต LPT1, พอร์ตที่สองคือ LPT2 และพอร์ตที่ 3 คือ LPT3 ดังนั้นในขณะบูต (Boot) เครื่องพีซีพอร์ต LPT1 มักจะอยู่ที่แอดเดรส 378H หรืออาจเป็น 287H หรือ 3BCH ก็ได้, ส่วนพอร์ต LTP2 ถ้ามีจะอยู่ที่แอดเดรส 378H หรือ 278H และพอร์ต LPT3 จะสามารถอยู่ที่แอดเดรส 278H เท่านั้น เราสามารถใช้เทคนิคการปรับตั้งต่างๆ ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงค่าเหล่านี้ แต่ไม่สามารถทำได้กับทุกๆ ระบบ คำว่า LPT มาจากคำว่า Line Printer ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงจุดประสงค์ดั้งเดิมในการใช้งานพอร์ตนี้

และถ้าฮาร์ดแวร์ของพอร์ตยินยอมก็สามารถเพิ่มพอร์ตขนานเข้าไปยังแอดเดรสของพอร์ตใดๆ ที่ไม่ได้ใช้งานได้ แต่ซอฟต์แวร์ที่ใช้อาจจะไม่สามารถจำแนกหาพอร์ตที่ไม่เป็นมาตรฐานเหมือนพอร์ต LPT ได้แต่ก็สามารถเข้าถึงพอร์ตเหล่านั้นได้ด้วยซอฟต์แวร์ที่ทำการเขียนข้อมูลเข้าไปที่รีจิสเตอร์ของพอร์ตเหล่านั้นโดยตรง

2.7.5 การอินเตอร์รัปต์

พอร์ตขนานส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการตรวจจับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์ภายนอกอาจจะใช้การอินเตอร์รัปต์ในการประกาศว่ามันพร้อมที่จะรับหรือส่งไบท์ข้อมูล การจะใช้งานอินเตอร์รัปต์นั้น พอร์ตขนานจะต้องมีการกำหนดระดับการร้องขออินเตอร์รัปต์ (IRQ) ไว้เสียก่อน

โดยทั่วไปแล้วพอร์ต LPT1 จะใช้ IRQ7 และพอร์ต LPT2 จะใช้ IRQ5 แต่ IRQ5 มักจะถูกใช้งานโดยการ์ดเสียง (Sound Card) ส่วนใหญ่ และ IRQ ว่าง ๆ บนเครื่องพีซีจะมีน้อยมาก แม้กระทั่ง IRQ7 ก็อาจถูกสำรองไว้สำหรับอุปกรณ์อื่นได้ด้วย ดังนั้นพอร์ตบางพอร์ตจะยอมให้เลือก IRQ อื่นที่อยู่บ้างเดียงกันได้

โปรแกรมไดรเวอร์ของพริ้นเตอร์และโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ ที่มีการเข้าถึงพอร์ตขนานก็ไม่ต้องการ การอินเตอร์รัปต์พอร์ตขนาน ถ้าเลือกไม่ให้ IRQ ต่อพอร์ตขนานนั้น โปรแกรมส่วนใหญ่ก็ยังทำงานได้ แม้ว่าบางครั้งอาจจะไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร และคุณสามารถเหลือ IRQ เพื่อใช้ในงานอื่นได้

2.7.6 DMA Channels

พอร์ต ECP สามารถใช้การเข้าถึงหน่วยความจำได้โดยตรง (Direct Memory Access. DMA) สำหรับการรับส่งข้อมูลที่พอร์ตขนาน ในระหว่างกระบวนการรับส่งข้อมูลแบบ DMA นี้ CPU ก็จะสามารถไปทำงานอื่นได้ ดังนั้นการใช้กระบวนการ DMA นี้จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของระบบรวดเร็วขึ้น ในการใช้งาน DMA นี้พอร์ตจะต้องได้รับการกำหนดว่าจะใช้ DMA ช่องไหน (Channel) ในช่วง 0 ถึง 3

การค้นหาพอร์ตที่มีอยู่

ดอส และ วินโดวส์ จะมีโปรแกรมอรรถประโยชน์ (Utility) อยู่ภายในตัว สำหรับค้นหาพอร์ตที่มีอยู่ในระบบและตรวจสอบทรัพยากรอื่นๆ ของระบบใน Window 95 ให้คลิ้กที่ Control Panel, System, Device, Ports และให้คลิ้กที่ Port เพื่อดูแอดเดรสที่กำหนดไว้ของพอร์ตนั้น และหมายเลข IRQ (ถ้ามี)และช่อง DMA ของพอร์ตนั้น ถ้าเป็น วินโดวส์ 3.11 หรือ ดอส คุณสามารถใช้โปรแกรม Microsoft's Diagnostic (msd.exe) เพื่อดูพอร์ต, และรายละเอียดอื่นๆของระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.7 การปรับตั้งค่าพอร์ท (Port Contiguring)

พอร์ตขนานที่มีพร้อมเครื่องพีซีจะมีแอดเดรสที่ถูกกำหนดไว้ก่อนแล้วและมีหมายเลข IRQ และช่อง DMA ที่เป็นไปได้มาด้วย พอร์ตแบบปรับได้หลายโหมด (Multi-Mode Port) อาจจะสามารถปรับให้เป็นโหมดไหนก็ได้ โดยสามารถปรับตั้งให้ตรงกับความต้องการได้มากที่สุด แต่ถ้ามีการติดตั้งพอร์ตใหม่เข้าไปก็จำเป็นต้องมีการปรับตั้งค่าพอร์ตใหม่นี้ เพื่อให้แน่ใจได้ว่าค่าของพอร์ตใหม่นี้จะไม่ไปขัดแย้งกับพอร์ตที่มีอยู่แล้ว หรือขัดแย้งกับทรัพยากรอื่นๆ ของระบบ

ทางเลือกในการปรับตั้งพอร์ต

มันไม่มีวิธีการมาตรฐานในการปรับตั้งพอร์ต พอร์ตบางแบบโดยเฉพาะรุ่นเก่า จะใช้จัมเปอร์หรือสวิทช์ในการเลือกค่าต่าง ๆ กัน พอร์ตบางแบบก็ยอมให้ปรับตั้งได้ทางซอฟต์แวร์ โดยใช้โปรแกรมที่ให้มาพร้อมดิสก์ พอร์ตที่อยู่บนแผงวงจรหลัก (Motherboard) ของระบบอาจจะมีหัวข้อเลือกในการปรับตั้งอยู่ในจอเซตอัพของระบบ (System Setup, CMOS Setup) ที่สามารถเข้าไปสู่จอเซตอัพนี้ได้ขณะบูตเครื่อง ส่วนพอร์ตที่อยู่ในมาตรฐานปลั๊กแอนด์เพลย์ของไมโครซอฟต์ (Microsoft's Plug and Play Standard) โปรแกรม Windows 95 จะทำการกำหนดหมายเลขแอดเดรสของพอร์ตและหมายเลข IRQ ให้กับพอร์ตโดยอัตโนมัติ

ให้ตรวจเอกสารอ่านประกอบของระบบหรือพอร์ต เพื่อดูว่าจะปรับตั้งพอร์ตได้อย่างไร พอร์ตบางพอร์ตยอมให้เลือกแอดเดรส 3 กลุ่มข้างต้น มีพอร์ตส่วนน้อยที่ยอมให้เลือกแอดเดรสของพอร์ตนอกเหนือไปจากนี้ได้ ในแผงวงจรบางแผงจัมเปอร์หรือสวิทช์เลือกจะมีคำอธิบายอยู่บนแผงวงจรด้วย ซึ่งจะช่วยในการปรับตั้งได้มากถ้าหากไม่มีเอกสารอื่นอ่านประกอบ

ถ้าพอร์ตสนับสนุนการขนย้ายข้อมูลแบบ ECP ก็ให้กำหนดระดับหมายเลข IRQ และหมายเลขช่อง DMA ไว้ด้วยถ้าเป็นไปได้ เพราะโปรแกรมไดรเวอร์ของพอร์ต ECP ส่วนใหญ่จะใช้ IRQ และ DMA ด้วย แต่ถ้าไม่ได้กำหนด IRQ และ DMA ให้โปรแกรมไดรเวอร์ก็จะเปลี่ยนกลับไปทำงานในโหมดที่ช้ากว่า

2.7.8 พอร์ตแบบทำงานได้หลายโหมด (Multi-Mode Port)

การปรับตั้งพอร์ตแบบ Multi-Mode Port นั้นจำเป็นต้องกระทำด้วยความละเอียดรอบคอบเป็นพิเศษ ชิปที่ควบคุมการทำงานของ Multi-Mode Port นั้นจะสนับสนุนการจำลองการทำงานของพอร์ตต่างๆกันได้หลายชนิด ซึ่งใน Multi-Mode Port นี้ นอกจากจะต้องปรับตั้งค่าต่างๆ ดังอธิบายไว้ในตอนต้นแล้ว ยังต้องเลือกชนิดของพอร์ตว่าจะจำลองการทำงานของพอร์ตแบบใด

ปัญหาก็คือมันไม่มีวิธีการปรับตั้งที่เป็นมาตรฐานเดียวกันในการปรับตั้งชิปควบคุมการทำงานของพอร์ต(Controller Chip) และชิปควบคุมนี้ก็มีมากมายหลายชนิดต่างกัน ปกติแล้วการปรับตั้งพอร์ตแบบนี้จะใช้การเขียนข้อมูลลงบนรีจิสเตอร์ควบคุมในชิปโดยตรงได้เลย เพียงแต่ตำแหน่งแอดเดรสและการเข้าถึงรีจิสเตอร์นั้นก็แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเหตุนี้พอร์ตทุกแบบควรจะมีวิธีง่ายๆในการปรับตั้งพอร์ต ถ้าพอร์ตนั้นอยู่บนแผงวงจรหลักอาจปรับตั้งพอร์ตนั้นได้จากจอ CMOS Setup ขณะบูตเครื่อง ส่วนพอร์ตอื่นก็อาจใช้จัมเปอร์หรือซอฟต์แวร์ที่ให้มาพร้อมพอร์ตในการปรับตั้งพอร์ตนั้น

กระบวนการในการปรับตั้งพอร์ตที่ให้มานั้นมักจะไม่ให้หัวข้อเลือกทั้งหมดที่มีอยู่ หรือไม่ได้อธิบายความหมายของหัวข้อเลือกแต่ละข้ออย่างชัดเจน ถ้าพอร์ตมีความสามารถแบบ EPP หรือ ECP แต่โปรแกรมปรับตั้งที่ให้มาไม่มีออปชั่นให้เลือกโหมดนั้น หนทางสุดท้ายก็คือจำแนกชนิดของชิปควบคุม ค้นหาและศึกษารายละเอียดของชิปนั้นและเขียนโปรแกรมปรับตั้งพอร์ตขึ้นมาเอง

ชื่อเรียกและจำนวนของออปชั่นนั้นจะแตกต่างกันออกไป แต่ออปชั่นการปรับตั้งพอร์ตแบบตั้งได้หลายโหมดส่วนใหญ่จะเป็นดังนี้

- SPP จะจำลองการทำงานของพอร์ตแบบดั้งเดิม บางครั้งอาจเรียกว่าพอร์ตแบบ AT (AT-Type) หรือพอร์ตแบบ ISA (ISA-Directional)
- PS/2 หรือพอร์ตแบบรับส่ง 2 ทิศทาง (Bi-Diretional) ง่ายๆจะเหมือนพอร์ต SPP ทุกประการ ยกเว้นแต่พอร์ตข้อมูลจะเป็นแบบรับส่ง 2 ทิศทาง(Bi-Directional)
- EPP สามารถรับส่งข้อมูลในโหมด EPP ได้ และยังสามารถจำลองการทำงานของพอร์ต SPP ได้ และพอร์ต EPP บางพอร์ตยังสามารถจำลองการทำงานของพอร์ตแบบ PS/2 ได้ด้วย
- ECP สามารถรับส่งข้อมูลแบบ ECPได้ พอร์ต ECP นี้ จะจำลองการทำงานของพอร์ตชนิด SPP หรือ PS/2 ได้ และยังมีโหมดภายในเพิ่มเติมอีกโหมดคือโหมด Fast Centronics หรือ Parallel Port FIFO โดยจะใช้ตัวพักข้อมูลมาช่วยให้การขนส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกแบบ กระทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
- ECP+EPP คือพอร์ตแบบ ECP ที่สามารถจะจำลองการทำงานของพอร์ต EPP ไว้ด้วย ซึ่งพอร์ตนี้จะมีความยืดหยุ่นได้มากที่สุด เพราะมันสามารถจำลองการทำงานของพอร์ตชนิดอื่นได้ทั้งหมด

2.7.9 ไดรเวอร์ของพริ้นเตอร์ (Printer Drivers)

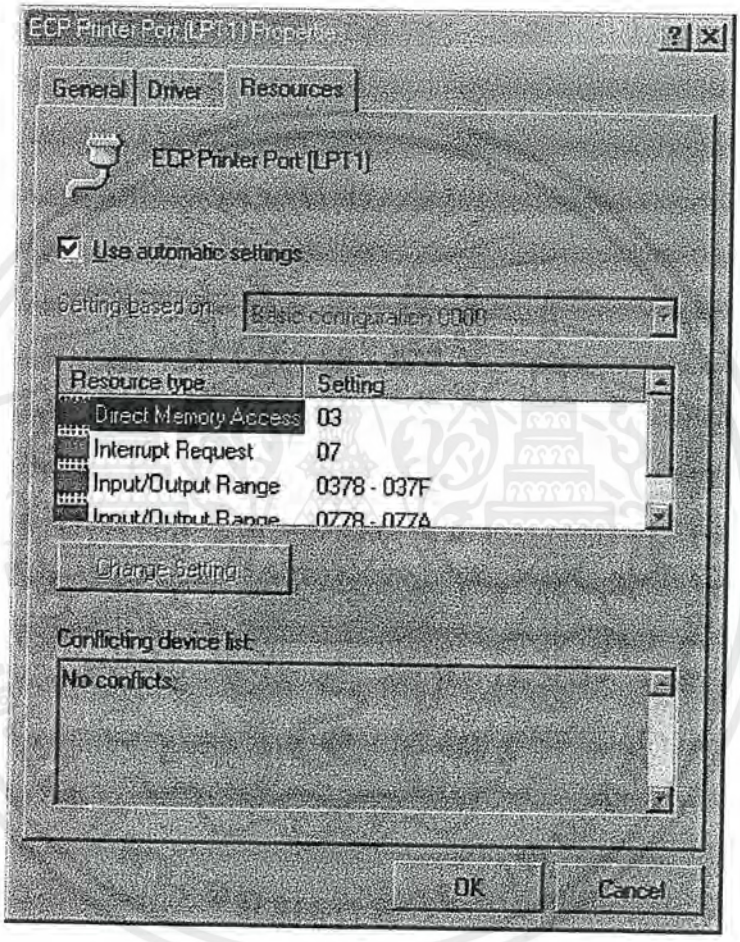
หลังจากปรับตั้งฮาร์ดแวร์ของพอร์ตเสร็จเรียบร้อยแล้ว อาจจำเป็นจะต้องมีการปรับตั้งในส่วนของระบบปฏิบัติการ (Operating System) และโปรแกรมประยุกต์ (Applications) ให้ใช้ทำงานพอร์ตใหม่นี้ได้ สำหรับระบบดอสและวินโดวส์ 3.1 แล้วในตอนบูตเครื่องระบบปฏิบัติการจะทำการมองหาพอร์ตจากแอดเดรส 3 ชุดข้างต้นและกำหนดหมายเลข LTP ให้กับพอร์ตแต่ละพอร์ตที่หาพบ

ในวินโดวส์ 3.1 ถ้าต้องการจะกำหนดพอร์ต LTP ให้ใช้งานกับพริ้นเตอร์ให้คลิกที่ Control Panel แล้วกดเลือกที่ Printer ถ้าไม่มีรุ่นของพริ้นเตอร์ที่ใช้อยู่ให้กด Add แล้วทำตามคำแนะนำบนจอภาพ หลังจากนั้นให้เลือกพริ้นเตอร์รุ่นที่ต้องการ แล้วจึงคลิกที่ Connect เพื่อดูพอร์ตที่มีอยู่ เลือกพอร์ตแล้วกด OK หรือกด Cancel ถ้าไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าใดๆ

ในวินโดวส์ 95 มี Control Panel ซึ่งจะแสดงรายการของพอร์ตที่มีอยู่ โดยไปที่ System Properties, Device Manager, Ports ซึ่งจะมีคำอธิบายสั้นๆ เกี่ยวกับพอร์ตนั้นอยู่ด้วย โดยคำว่า Printer Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะหมายความว่าวินโดวส์จะกระทำกับพอร์ตนั้น เหมือนกับพอร์ต SPP ดั้งเดิม ในขณะที่คำว่า ECP Printer Port หมายความว่าวินโดวส์จะใช้ความสามารถของพอร์ตแบบ ECP ถ้าเป็นไปได้ ส่วนการเปลี่ยนไดรเวอร์ของพอร์ตให้คลิกเลือกพอร์ตที่ต้องการกด Properties, Driver, และ Show All Driver เลือกไปที่ไดรเวอร์ ที่ต้องการแล้วกด OK ถ้าพอร์ต ECP นั้นไม่มีหมายเลข IRQ และช่อง DMA Channel โปรแกรมไดรเวอร์พริ้นเตอร์ของวินโดวส์ 95 จะใช้โหมด ECP'S Fast Centronics Mode แทน ซึ่งจะขนย้ายข้อมูลได้เร็วกว่าโหมด SPP แต่ไม่เร็วเท่าโหมด ECP



รูปที่ 2.8 แสดงหน้าต่างข้อมูลการปรับตั้งค่าของพอร์ตขนานผ่านทาง Device Manager

โปรแกรมจัดการอุปกรณ์ (Device Manager) ยังแสดงการปรับตั้งของพอร์ตขนานด้วย ให้กดเลือกพอร์ตที่ต้องการแล้วกด Resources วินโดวส์จะพยายามตรวจจับการปรับตั้งนี้โดยอัตโนมัติ ถ้าค่าการปรับตั้งที่แสดงออกมาบนจอภาพไม่ตรงกับการปรับตั้งฮาร์ดแวร์ให้ยกเลิกการปรับตั้งอัตโนมัติที่ Check Box ชื่อ Use Automatic Setting และเลือกหัวข้อการปรับตั้งแบบอื่นที่ต่างออกไป ถ้ายังไม่ตรงกันก็สามารถเปลี่ยนแปลงการปรับตั้งค่าโดยการดับเบิ้ลคลิกที่ชนิดของรีซอร์ส (Resource Type) และป้อนค่าใหม่ลงไป วินโดวส์จะแสดงข้อความเตือนถ้ามันตรวจพบข้อขัดแย้งใดๆในค่าการปรับตั้งที่เลือกไว้ ส่วนการกำหนดพริ้นเตอร์ให้กับพอร์ตให้คลิกที่ Control Panel, Printers และเลือกชนิดของพริ้นเตอร์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ต่อกับพอร์ตขนานที่ไม่ได้ใช้ไดรเวอร์พริ้นเตอร์ของวินโดวส์ ควรจะมาพร้อมกับโปรแกรมการปรับตั้งของมันเอง โปรแกรมในดอสปกติแล้วจะมีไดรเวอร์พริ้นเตอร์และวิธีการเลือกพอร์ตของมันเองซึ่งทำงานได้เป็นอย่างดี

2.7.10 การเพิ่มเติมพอร์ต

เครื่องพีซีส่วนใหญ่จะมีพอร์ตขนานมาให้ 1 พอร์ต และถ้ามันมีช่องเสียบการ์ดขยายระบบ (Expansion Slot) ว่างอยู่ก็สามารถที่จะเพิ่มพอร์ตขนานเข้าไป 1-2 พอร์ตได้อย่างง่ายดาย การ์ดวงจรขยายระบบ (Ecpansion Card) ที่มีพอร์ตขนานอยู่ในตัวก็มีหลายแบบหลายชนิดโดยที่การ์ดวงจรที่สนับสนุนโหมดการทำงานแบบ 2 ทิศทาง , โหมด EPP และโหมด ECP ดูจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดแต่ถ้าหากแน่ใจว่าไม่จำเป็นต้องใช้โหมดใหม่เหล่านี้ หรือต้องการจ่ายเงินให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

หากจะใช้ประโยชน์เพิ่มเติมจากช่องเสียบขยายระบบ (Slot) 1 ช่องโดยการซื้อการ์ดที่มีอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากพอร์ตขนาน เพราะว่าวงจรของพอร์ตขนานค่อนข้างจะง่าย ดังนั้นการ์ดแบบทำหน้าที่ได้อย่าง (Multifunction Card) มักจะมีพอร์ตขนานรวมอยู่บนการ์ดแล้ว บางการ์ดก็จะมีรวมอยู่กับพอร์ตอนุกรมและพอร์ตเกม (Game Port) บางการ์ดก็จะรวมเอาวงจรควบคุมดิสก์ไดร์ฟและวงจรอื่นๆ เข้ากับพอร์ตขนาน ในคอมพิวเตอร์ระบบเก่าพอร์ตขนานจะอยู่บนการ์ดวงจรเดียวกันกับการ์ดจอ

เมื่อจะซื้อพอร์ตแบบทำได้หลายโหมด ก็ต้องแน่ใจว่าพอร์ตนั้นมีมาพร้อมกับโปรแกรมหรือเอกสารที่แสดงวิธีการปรับตั้งพอร์ตให้ทำงานในทุกโหมดได้ พอร์ตแบบทำได้หลายโหมดบางตัวจะถูกปรับตั้งค่าแต่แรกเริ่มให้อยู่ในโหมด SPP โดยล็อคไม่ให้ทำงานในโหมดพิเศษเพิ่มเติมอื่นๆ ควรจะต้องปรับตั้งพอร์ตให้เข้าสู่โหมดพิเศษนั้นเสียก่อน และพอร์ตแต่ละตัวก็จะมีวิธีการปรับตั้งที่แตกต่างกันไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเอกสารประกอบที่ละเอียดชัดเจน

นอกจากนี้เนื่องจากกระบวนการในการปรับตั้งและรายละเอียดอื่นๆของพอร์ตจะแตกต่างกันไปตามชนิดของชิปในพอร์ตนั้น ดังนั้นผู้ผลิตพอร์ตแบบ ECP และ EPP อาจจะรับประกันว่าพอร์ตของบริษัทตนจะเข้ากันได้กับชิปมาตรฐาน

พอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะมีไว้สำหรับใช้งานกับเครื่องพิมพ์ โดยในเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ตขนานอย่างน้อย 1 พอร์ต ไว้สำหรับการติดต่อสื่อสารกับเครื่องพิมพ์ พอร์ตขนานจะสามาถขนย้ายข้อมูลไว้เครื่อง 8 บิต (1ไบท์) ในขณะที่พอร์ตอนุกรมทำได้เพียงครั้งละ 1 บิต พอร์ตขนานจึงมีความสามารถในการขนย้ายข้อมูลได้รวดเร็วกว่าพอร์ตอนุกรม เนื่องจากจุดประสงค์เริ่มแรกของพอร์ตขนานถูกออกแบบมาเพื่อไว้สำหรับต่อใช้งานกับเครื่องพิมพ์ ดังนั้นชื่อของสัญญาณที่ขาต่าง ๆ ของคอนเนคเตอร์ก็จะเกี่ยวกับการควบคุมพริ้นเตอร์ เช่น Peper End , Auto Line Feed เป็นต้น

นอกจากการไว้ตอนใช้งานกับเครื่องพิมพ์แล้วพอร์ตขนานยังสามารถที่จะใช้ในการขนย้ายข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ หรืออุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษได้ ข้อดีของการติดต่อผ่านพอร์ตขนานคือสามารถที่จะต่ออุปกรณ์นั้นเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้ง่าย ๆ ไม่ต้องเปิดฝาเครื่องออกเคลื่อนย้ายและติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และไม่ต้องวุ่นวายกับการเซตค่าต่าง ๆ ภายในเครื่อง การควบคุมก็เหมือนกับการติดต่อกับเครื่องพิมพ์ธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 มาตรฐาน IEEE 1284

มาตรฐาน IEEE 1284 มีชื่อเรียกว่า "วิธีการมาตรฐานการจัดการสัญญาณสำหรับการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตขนานแบบ 2 ทิศทางสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล" มาตรฐานนี้ใช้สำหรับพอร์ตขนานในเครื่องที่ใช้หน่วยประมวลผล 80286 ไปจนถึงเพนเทียม และมีไว้สำหรับการสื่อสารแบบ 2 ทิศทางด้วยความเร็วสูงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอก ซึ่งจะสามารถสื่อสารได้รวดเร็วกว่าพอร์ตขนานดั้งเดิมถึง 50 ถึง 100 เท่า มาตรฐานนี้ยังเข้ากันได้กับอุปกรณ์ต่อพ่วงและพริ้นเตอร์แบบใช้พอร์ตขนานที่มีอยู่ก่อนแล้วได้อย่างดี

2.8.1 ฮาร์ดแวร์ของพอร์ต

ฮาร์ดแวร์ของพอร์ตขนานจะรวมถึงคอนเนคเตอร์ด้านหลังเครื่อง วงจรของพอร์ตขนาน และการเชื่อมโยงระหว่างคอนเนคเตอร์กับบัสขยายระบบ หน่วยประมวลผลของเครื่องพีซีจะใช้สายสัญญาณข้อมูล, แอดเดรส, และสายควบคุมของบัสขยายระบบในการขนย้ายข้อมูลข่าวสารระหว่างพอร์ตขนานกับ CPU, หน่วยความจำ, และส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบ

2.8.2 ส่วนประกอบสายเคเบิ้ลตามมาตรฐาน IEEE 1284

เพื่อที่จะรับประกันการทำงานด้วยประสิทธิภาพสูง มาตรฐาน IEEE 1284 จึงได้กำหนดคุณลักษณะของส่วนประกอบสายเคเบิ้ลขึ้นมา สายเคเบิ้ลแบบขนานของพริ้นเตอร์ตามปกติจะหมายถึงสายที่มีคอนเนคเตอร์แบบตัว "D" ตัวผู้ขนาด 25 ขา (DB 25 Male) ที่ปลายด้านหนึ่ง และมีปลายต่อที่เป็นแบบเซนทรอนิกส์ 36 ขาที่ปลายอีกด้านหนึ่ง ภายในสายเคเบิ้ลนี้อาจจะมีสายตัวนำตั้งแต่ 18 ถึง 25 สาย โดยเป็นสายกราวด์เสีย 1 ถึง 8 เส้น โดยอาจจะมีชั้นของฟอยล์ (Foil) หุ้มอยู่โดยรอบเพื่อลดสัญญาณรบกวน และบางทีอาจจะมีสายกราวด์ของตัวถังเครื่อง (Drain Wire) ด้วยส่วนประกอบเหล่านี้จึงสามารถที่จะใช้ควบคุมอิมพีแดนซ์ของสายได้ การส่งสัญญาณข้ามไปมาระหว่างสาย (Crosstalk) ด้วย ค่าการเก็บประจุ (Capacitance) และประสิทธิภาพสายเคเบิ้ลที่กล่าวถึงข้างต้นจะทำงานได้ดีที่ความยาว 6 ฟุตและอัตราการส่งข้อมูล 10 กิโลไบท์ต่อวินาที แต่ถึงอย่างไรยังจะสามารถทำงานได้ที่ความยาวของเคเบิ้ล 30 ฟุตในอัตราการส่งข้อมูล 2 เมกะไบท์ต่อวินาที

คุณลักษณะตามมาตรฐานของสายเคเบิ้ล 1284 ก็คือ

1. สายสัญญาณทั้งหมดจะต้องมีสายกราวด์ของตัวเองและจับคู่พันกันเป็นเกลียว (Twisted Pair)
2. คู่ของสายสัญญาณและกราวด์แต่ละคู่จะต้องมีอิมพีแดนซ์ 62 โอห์มผิดพลาดไม่เกิน 6 โอห์มที่ย่านความถี่ตั้งแต่ 4 ถึง 16 เมกะเฮิรตซ์
3. การส่งสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกันระหว่างสายสัญญาณ (Crosstalk) จะต้องไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์
4. สายเคเบิ้ลจะต้องมีชั้นผ้าถัก (Braid) ห่อหุ้มชั้นฟอยล์ไว้อย่างน้อย 85 เปอร์เซ็นต์
5. ชั้นกันสัญญาณรบกวน (Shield) ของสายเคเบิ้ลควรจะต่อกับฝาครอบโลหะของคอนเนคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สายเคเบิ้ลตามมาตรฐานนี้ ควรจะมีข้อความอยู่บนสายว่า "IEEE std 1284-1994 Compliant"

2.8.3 คอนเนคเตอร์ตามมาตรฐาน IEEE1284

มาตรฐาน IEEE 1284 นอกจากจะบรรยายถึงโหมดใหม่ ๆ ในการขนถ่ายข้อมูลแล้ว ยังได้กำหนดการอินเตอร์เฟสทางกายภาพ และคุณสมบัติทางไฟฟ้าของพอร์ตขนานตามมาตรฐานนี้ไว้ด้วย ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับพอร์ตขนาน นั้นเกิดขึ้นจากความจริงที่ว่ามันไม่มีมาตรฐานทางด้านการอินเตอร์เฟสทางไฟฟ้า (Electrical Interface) สำหรับพอร์ตขนานเลย คอนเนคเตอร์รูปตัว "D" ตัวเมียขนาด 25 ขา (DB 25 Female) ได้กลายเป็นมาตรฐานสำหรับคอนเนคเตอร์ของพอร์ตขนานบนเครื่องพีซีไปแล้ว แต่ก็ยังมีความแตกต่างกันอีกมากมายในการใช้วงจรขับกระแส, ตัวต้านทาน, ตัวเก็บประจุ ฯลฯ ในการอินเตอร์เฟสทางไฟฟ้า

คณะกรรมการ IEEE 1284 รู้ว่าเป็นเรื่องสำคัญยิ่งที่จะต้องกำหนดคุณลักษณะมาตรฐานให้ได้ตามจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. ต้องทำให้แน่ใจได้ว่ามีความเข้ากันได้ทางไฟฟ้าและทางกายภาพ สำหรับอุปกรณ์ทุกตัวที่สนับสนุนมาตรฐาน IEEE 1284
2. ต้องแน่ใจได้ว่าการอินเตอร์เฟสตามมาตรฐาน IEEE 1284 จะต้องสามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ต่อพ่วงที่ใช้พอร์ตขนานที่มีอยู่ก่อนแล้วในท้องตลาดได้
3. ต้องแน่ใจได้ว่าพอร์ตนั้นสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วสูงสุดของการขนถ่ายข้อมูล
4. สายเคเบิ้ลควรมีความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 10 เมตร (ประมาณ 30 ฟุต)

เพื่อให้ทำได้ตามจุดมุ่งหมายนี้ มาตรฐาน IEEE 1284 จึงได้กำหนดคุณลักษณะของคอนเนคเตอร์ (Connector)การเชื่อมต่อทางไฟฟ้า (Electrical Interface) และสายเคเบิ้ลให้เป็นไปตามความต้องการ

มาตรฐานได้กำหนดคอนเนคเตอร์ไว้ 3 ชนิดสำหรับการอินเตอร์เฟสตามมาตรฐาน IEEE 1284

- 1284 Type A คือคอนเนคเตอร์แบบ 25 ขา (DB-25)
- 1284 Type B คือแบบเซนทรอนิกส์มีขั้วสัมผัส 36 ขั้ว
- 1284 Type C คือแบบเซนทรอนิกส์ขนาดเล็ก มีขั้วสัมผัส 36 ขั้วเช่นกัน

คอนเนคเตอร์แบบ 1284 Type C เป็นการออกแบบใหม่ ซึ่งจะมีขนาดเล็กกว่าคอนเนคเตอร์แบบก่อนและมีคลิปล็อคเพื่อยึดคอนเนคเตอร์ให้ติดกับอุปกรณ์ต่อพ่วง นอกจากนี้แล้วยังมีสายสัญญาณเพิ่มเติมขึ้นมาอีก 2 สาย คือ สายแสดงลอจิก "high" ด้านอุปกรณ์ต่อพ่วง (Peripheral Logic High) และสายแสดงลอจิก "high" ด้านเครื่องแม่ข่าย (Host Logic High) สายสัญญาณ 2 สายนี้ อาจใช้ในการตรวจสอบว่าอุปกรณ์ที่อยู่ปลายด้านหนึ่งนั้น เปิดเครื่องอยู่หรือไม่ ซึ่งจะช่วยในการจัดการพลังงาน (Power Management) ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 วงจรภายใน

วงจรของพอร์ตขนานอาจอยู่บนเมนบอร์ด (Main Board) หรือบนแผงวงจรที่เสียบลงบนบัสขยายระบบ (Expansion Bus) ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ได้เมนบอร์ด ก็คือแผงวงจรที่บรรจุบนชิปหน่วยประมวลผล (CPU) ของคอมพิวเตอร์วงจรอื่นๆ และช่องเสียบ (Slot) ของการ์ดขยายระบบ (Expansion Card) เนื่องจากคอมพิวเตอร์เกือบทุกตัวจะมีพอร์ตขนานอยู่ ดังนั้นวงจรของพอร์ตจึงมักจะอยู่บนเมนบอร์ดเพื่อให้ช่องเสียบขยายระบบนั้นว่างสำหรับใช้งานอื่นๆ ได้ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คและแลปทอปจะไม่มีช่องเสียบขยายระบบ ดังนั้นวงจรของพอร์ตในคอมพิวเตอร์เหล่านี้จะต้องอยู่บนแผงวงจรหลักของระบบเท่านั้น

2.8.5 การเชื่อมต่อทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEEE 1284

พอร์ตขนานดั้งเดิมไม่ได้กำหนดคุณลักษณะทางไฟฟ้าที่จะจำแนกความต้องการทางวงจรขับสัญญาณ (Driver), วงจรรับสัญญาณ (Receive)และค่าการเก็บประจุ (Capacitance) เพื่อที่จะรับประกันความเข้ากันได้ระหว่างอุปกรณ์ การออกแบบที่แตกต่างกันไปของวงจรภายในพอร์ตขนานทำให้มันเป็นไปไม่ได้ที่จะสร้างข้อกำหนดใหม่ในการอินเตอร์เฟสขึ้นมา โดยไม่ได้กำหนดตัวแปรทางไฟฟ้าให้ชัดเจนเพื่อรับประกันการทำงานเสียก่อน

มาตรฐาน IEEE 1284 กำหนดระดับความเข้ากันได้ในการอินเตอร์เฟสไว้ 2 ระดับ คือระดับที่ 1 และระดับที่ 2 การอินเตอร์เฟสในระดับที่ 1 ถูกกำหนดไว้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ทำงานในโหมดเพิ่มเติมที่ความเร็วสูง แต่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากความสามารถในการขนถ่ายข้อมูลกลับทิศทางมาตรฐานนี้(การขนถ่ายข้อมูลกลับทิศทาง Nibble Mode และ Byte Mode ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในตอนหน้า) ส่วนการอินเตอร์เฟสระดับที่ 2 จะใช้สำหรับอุปกรณ์ที่จะทำงานในโหมดเพิ่มเติม ด้วยสายเคเบิ้ลยาวๆและขนถ่ายข้อมูลด้วยความเร็วสูง ในที่นี้จะนำเสนอเฉพาะการอินเตอร์เฟสในระดับ 2 เท่านั้น

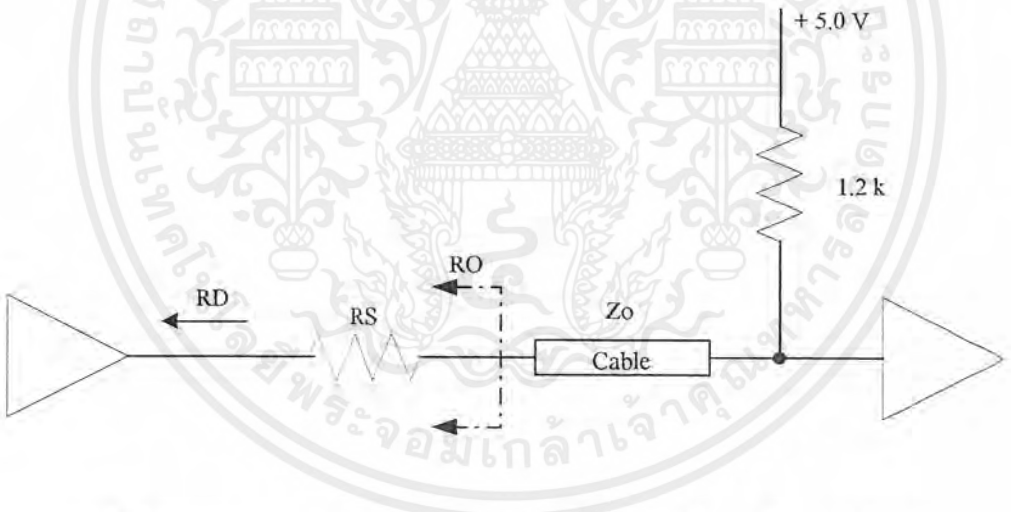
ความต้องการวงจรขับกระแสและวงจรรับสัญญาณในการอินเตอร์เฟสระดับที่ 2 ได้ถูกกำหนดไว้ที่จุดอินเตอร์เฟสคอนเนคเตอร์ (Connector Interface), วงจรขับกระแสที่ต้องการจะมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ศักย์ไฟฟ้าเอาท์พุตขณะเปิดวงจร(Open Circuit)ที่ลอจิก "high" ไม่ควรเกิน +5.5 โวลท์
2. ศักย์ไฟฟ้าเอาท์พุตขณะเปิดวงจรที่ลอจิก "low" ไม่ควรต่ำกว่า –0.5 โวลท์
3. ศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง ที่เอาต์พุทลอจิก "high" ควรมีค่าอย่างน้อย +2.4 โวลท์ที่กระแสซอร์ส (Source Current)14 มิลลิแอมป์
4. ศักย์ไฟฟ้ากระแสตรงที่เอาท์พุตลอจิก "low" ไม่ควรเกิน +0.4 โวลท์ที่กระแสซิงค์ (Sink Current) 14 มิลลิแอมป์
5. ความต้านทานเอาท์พุต (Output Impedance, Ro) ของวงจรขับกระแสที่วัดได้ที่คอนเนคเตอร์ ควรมีค่า 50 โอห์ม ค่าผิดพลาดไม่เกิน 5 โอห์มที่ครึ่งหนึ่งของศักย์ไฟฟ้าที่ลอจิก "high" ลบด้วยศักย์ไฟฟ้าที่ลอจิก "low"
6. อัตราการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณ (Slew Rate) ของวงจรไดรเวอร์ควรจะเปลี่ยนอยู่ในช่วง 0.05-0.4 โวลท์ต่อนาโนวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการของวงจรรับจะถูกกำหนดที่จุดอินเตอร์เฟสของคอนเนคเตอร์และมีความต้องการดังต่อไปนี้

1. วงจรรับสัญญาณควรจะต้านทานการเปลี่ยนแปลงระดับศักย์ไฟฟ้าอย่างฉับพลัน (Voltage Transient) ที่อินพุตได้ตั้งแต่ –2.0 โวลท์ถึง +7.0 โวลท์ โดยไม่เกิดความเสียหายหรือเกิดการทำงานผิดปกติ
2. จุดที่ถือว่าเป็นลอจิก "high" ที่อินพุตของวงจรรับสัญญาณไม่ควรเกิน 2.0 โวลท์
3. จุดที่ถือว่าเป็นลอจิก "low" ที่อินพุตของวงจรรับสัญญาณควรมีค่าอย่างน้อย 0.6 โวลท์
4. วงจรรับสัญญาณควรมีค่าฮีสเตอร์เรซิสทางอินพุต (Input Hysteresis) อย่างน้อย 0.2 โวลท์ แต่ต้องไม่เกิน 1.2 โวลท์
5. กระแสซิงค์ (Sink Current) ที่อินพุตของวงจรรัยสัญญาณขณะลอจิก "high" ไม่ควรเกิน 20 ไมโครแอมป์ที่ศักย์ไฟฟ้า +2.0 โวลท์
6. กระแสซอร์ส (Source Current) ที่อินพุตของวงจรรับสัญญาณขณะลอจิก "low" ไม่ควรเกิน 20 ไมโครแอมป์ที่ศักย์ไฟฟ้า +0.8 โวลท์
7. ค่าการเก็บประจุแฝงของวงจร (Stray Capacitance) ไม่ควรเกิน 50 พิโคฟารัด



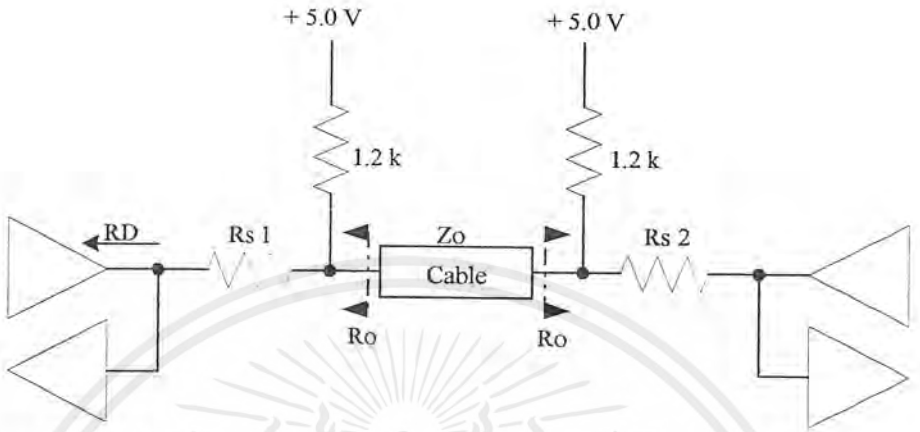
รูปที่ 2.9 จุดต่อระหว่างวงจรขับกระแสกับวงจรรับสัญญาณในการอินเตอร์เฟสระดับ 2

รูปที่ 2.9 แสดงจุดต่อระหว่างวงจรขับกระแสกับวงจรรับสัญญาณ ROแสดงถึงความต้านทานที่เอาต์พุทตรงคอนเนคเตอร์ โดยที่จะต้องพยายามให้ค่าอิมพีแดนซ์นี้ให้พอดีกับค่าอิมพีแดนซ์ของสายเคเบิ้ลเพื่อลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากค่าอิมพีแดนซ์ที่ไม่พอดีกัน (Mismatched Impedance) นอกจากจะขึ้นกับชนิดของวงจรขับกระแสแล้ว เราอาจจะนำความต้านทาน (RS) มาต่ออนุกรมกับวงจรขับกระแสเพื่อให้ได้ค่าอิมพีแดนซ์ที่ถูกต้อง

รูปที่ 2.10 แสดงจุดต่อที่แนะนำให้ใช้กับคู่ของวงจรรับ-ส่ง (Transceiver Pair) เช่นสายข้อมูล (Data Line) ในการอินเตอร์เฟสระดับที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีสินค้าที่แนะนำโดยบริษัทชั้นนำ เช่น Texas Instrument และ National ที่เป็นทางแก้ปัญหาในการอินเตอร์เฟสระดับที่ 2 ตามมาตรฐาน IEEE 1284 ซึ่งจะรวมเอาวงจรไดรเวอร์และวงจรรับสัญญาณและเครือข่ายตัวต้านทานไว้ด้วยกัน



รูปที่ 2.10 จุดต่อของวงจรรับส่งในการอินเตอร์เฟสระดับที่ 2

2.9 การใช้งานหลายๆอย่างในพอร์ตเดียวกัน

ถ้าหากมีอุปกรณ์ต่อพ่วงที่ใช้พอร์ตขนานมากกว่า 1 อุปกรณ์ ทางแก้ที่ง่ายที่สุดคือ เพิ่มพอร์ตให้เพียงพอกับอุปกรณ์ทุกตัว แต่ก็เป็นการสิ้นเปลืองเกินไป วิธีการอีกวิธีหนึ่งก็คือการสลับสายเคเบิ้ลไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วยโดยใช้กล่องสลับสาย (Switch Box)

ถ้าหากใช้อุปกรณ์ต่อพ่วง 1 ตัวในคราวหนึ่งจะสลับไปใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นเพียงบางครั้งบางคราวเท่านั้นก็เป็นการง่ายกว่าที่จะย้ายสายเคเบิ้ลไปต่อกับอุปกรณ์อื่น เฉพาะตอนที่ต้องการใช้อุปกรณ์นั้นๆ แต่ถ้าต้องมีการสลับสายไปมาบ่อยครั้ง การใช้กล่องสลับสายดูจะสะดวกกว่า กล่องสลับสายปกติแล้วจะมีคอนเนคเตอร์แบบ "D" ตัวเมียอยู่ 3 ตัวโดยใช้สวิทช์เลือกว่าจะต่อกับคอนเนคเตอร์ตัวไหน ในการใช้งานกล่องสลับสายเพื่อใช้งานอุปกรณ์ 2 ตัว โดยใช้พอร์ต 1 พอร์ต จำเป็นจะต้องมีสายเคเบิ้ลที่มีคอนเนคเตอร์แบบ "D" ตัวผู้ทั้ง 2 ปลาย เพื่อต่อเครื่องพีซีเข้ากับกล่องสลับสาย และต้องมีสายเคเบิ้ลอีก 2 เส้น ต่อจากกล่องสลับสายไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงแต่ละตัว

นอกจากนี้ยังสามารถใช้กล่องสลับสายทำให้เครื่องพีซี 2 เครื่องใช้เครื่องพริ้นเตอร์หนึ่งตัวร่วมกันได้ โดยใช้สายเคเบิ้ลแบบมีคอนเนคเตอร์แบบ 1 "D" ตัวผู้ทั้ง 2 ด้าน จำนวน 2 สายและสายเคเบิ้ลของเครื่องพริ้นเตอร์ 1 สาย นอกจากนี้แล้วยังมีกล่องสลับสายที่มีคอนเนคเตอร์แบบอื่นอยู่อีกหลากหลายแบบให้เลือกใช้ได้อย่างมากมาย

กล่องสลับสายที่มีสวิทช์สลับสายด้วยมือมักมีราคาไม่แพง แม้ว่าบริษัทผู้ผลิตพริ้นเตอร์บางรายจะเตือนว่าการใช้กล่องแบบนี้อาจจะทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงด้วย วิธีการที่ปลอดภัยกว่าก็คือ การใช้สวิทช์สลับสายที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการนำสัญญาณ สวิทช์สลับสายแบบตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณโดยอัตโนมัติ (Auto Sensing Switch) บางรุ่นจะช่วยให้สามารถต่อคอมพิวเตอร์หลายๆตัวเข้ากับพริ้นเตอร์ตัวเดียว โดยใช้กระบวนการว่าเครื่องไหนส่งสัญญาณมาก่อนก็จะได้รับการบริการก่อน โดยเมื่อพริ้นเตอร์อยู่ในสถานะพัก (Idle) คอมพิวเตอร์เครื่องไหนก็สามารถติดต่อกับพริ้นเตอร์นั้นได้ แต่เมื่อพริ้นเตอร์กำลังถูกใช้งานอยู่โดยคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นก็จะไม่สามารถติดต่อกับพริ้นเตอร์นั้นได้ อย่างไรก็ตามสวิทช์สลับสายเหล่านี้อาจจะทำงานได้ไม่ดีนัก ถ้าอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงนั้นใช้งานสายสัญญาณควบคุม (Control Signal) หรือสายสัญญาณบอกสถานะ(Status Signal) ในรูปแบบที่แตกต่างออกไป

พอร์ตขนานในอุปกรณ์ต่อพ่วงรุ่นใหม่ จะสนับสนุนข้อกำหนดในการสื่อสารแบบเดซี่-เชน (Daisy-Chain Protocol) ซึ่งยอมให้อุปกรณ์มากถึง 8 ตัว สามารถต่อกับพอร์ตเพียง 1 พอร์ตได้ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะกำหนดแอดเดรสเฉพาะของอุปกรณ์ต่อพ่วงแต่ละตัว โปรแกรมไดรเวอร์สำหรับอุปกรณ์เหล่านี้ จะต้องใช้ข้อกำหนดการสื่อสารข้างต้น เมื่อทำการติดต่อกับพอร์ต

2.9.1 ทางเลือกอื่นนอกจากพอร์ตขนาน

พอร์ตขนานเป็นเพียงทางเลือกหนึ่งในหลายๆ ทาง ในการเชื่อมต่อเอาท์พุตและอินพุตเข้ากับคอมพิวเตอร์และพอร์ตขนานไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด สำหรับทุกๆ โครงงานต่อไปและนี้เป็นทางเลือกอื่นๆ บางประการ

2.10 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม

การเชื่อมต่อแบบอนุกรมนี้ บิตข้อมูลจะถูกส่งไปบนสายเส้นเดียว หรือสาย 2 เส้น โดยที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ของการเชื่อมต่อแบบนี้จะต้องมีฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ ที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลกลับไปมาระหว่างข้อมูลอนุกรมกับข้อมูลขนานมีการเชื่อมต่อแบบอนุกรมหลายชนิด สำหรับเครื่องพีซีนับตั้งแต่พอร์ตแบบ RS-232 ที่พบเห็นอยู่ทั่วไป ไปจนถึงพอร์ตอนุกรมรุ่นใหม่ๆ เช่น RS-485, USB, IEEE 1934 และการอินเตอร์เฟสแบบ IrDA

2.10.1 การเชื่อมต่อแบบRS-232

เครื่องพีซีแทบทุกเครื่องจะมีพอร์ตอนุกรม RS-232 อยู่อย่างน้อย 1 พอร์ต การเชื่อมต่อแบบนี้จะมีประโยชน์เป็นพิเศษ เมื่อเครื่องพีซีกับวงจรที่ต้องการเชื่อมต่ออยู่ห่างไกลจากกัน

มีข้อจำกัดอยู่ว่าสายเคเบิ้ลของพอร์ตขนานไม่ควรจะยาวเกิน 10-15 ฟุตแม้ว่ามาตรฐานของ IEEE 1284 ได้บรรยายถึงการเชื่อมต่อของพอร์ตขนานที่ปรับปรุงขึ้นของระยะสายเคเบิ้ล ซึ่งสามารถยาวได้ถึง 10 เมตร (ประมาณ 30 ฟุต) ก็ตาม แต่สายเชื่อมต่อแบบ RS-232 นี้สามารถยาวได้ถึง 80 ฟุตหรือมากกว่า โดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสายเคเบิ้ลและอัตราเร็วของการส่งผ่านข้อมูล

อย่างไรก็ตามการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะช้ากว่า โดยในการส่งข้อมูลแต่ละไบท์นั้น อุปกรณ์ในการส่งข้อมูลจะต้องเพิ่มบิตเริ่มต้นและบิตสุดท้ายเข้าไปในไบท์ข้อมูลนั้นด้วย ดังนั้นแม้ที่อัตราเร็วสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการส่งผ่านข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมที่ 115,200 บิตต่อวินาทีนั้น ข้อมูลจริงๆ เมื่อตัดบิตเริ่มต้นและบิตสิ้นสุดออกไปแล้วจะส่งข้อมูลได้เพียง 11,520 ไบท์ต่อวินาทีเท่านั้น

2.10.2 การเชื่อมต่อแบบRS-485

การเชื่อมต่อแบบอนุกรมที่มีประโยชน์อีกแบบหนึ่งก็คือ RS-485 ซึ่งสามารถใช้สายเคเบิ้ลได้ยาวถึง 4,000 ฟุต และยอมให้ต่ออุปกรณ์ได้มากถึง 32 ตัวเข้ากับสายสัญญาณเพียงคู่เดียว จะสามารถเพิ่มเติมการ์ดขยายระบบ (Expansion Card) ที่มีพอร์ต RS-485 อยู่ภายใน หรือเพิ่มเติมวงจรภายนอกเข้าไป ซึ่งจะแปลงการเชื่อมต่อ RS-485 ได้ การเชื่อมต่อแบบอื่นที่คล้ายคลึงกับ RS-232 และ RS-485 ก็คือ RS-422 และ RS-423

2.10.3 บัสอนุกรมแบบอเนกประสงค์ (Universal Serial Bus : USB)

ทางเลือกใหม่ของการเชื่อมต่ออินพุตเอาท์พุต ก็คือบัสอนุกรมอเนกประสงค์ซึ่งเป็นโครงการของบริษัทกลุ่มหนึ่งซึ่งรวมทั้งบริษัท Intel และ Microsoft ด้วยพอร์ต USB หนึ่งพอร์ตสามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ต่างๆ ได้ถึง 127 ตัวด้วยความเร็ว 1.5 ล้านบิตต่อวินาที หรือ 12 ล้านบิตต่อวินาที โดยใช้สายเคเบิ้ลแบบมีสายสัญญาณ 4 สาย มาตรฐาน USB นี้จะบรรยายทั้งในด้านการเชื่อมต่อทางฮาร์ดแวร์ (Hardware Interface) และข้อกำหนดการติดต่อกันทางซอฟต์แวร์(Software Protocol) เครื่องพีซีรุ่นใหม่ๆ จึงมีพอร์ต USB อยู่ภายในเครื่อง

2.10.4การเชื่อมต่อแบบรับส่งข้อมูลด้วยอินฟราเรด (Infrared Data Association)

การเชื่อมต่อแบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรด (Infrared Data Association, IrDA) จะช่วยให้มีการรับส่งข้อมูลอนุกรม โดยไม่ใช้สายนำสัญญาณโดยมีระยะห่างระหว่างตัวส่งและตัวรับอยู่ในช่วง 3-6 ฟุต ซึ่งจะสามารถรับส่งข้อมูลด้วยอัตราเร็วสูงถึง 115,200 บิตต่อวินาที การเชื่อมต่อแบบนี้จึงใช้เพื่อเพิ่มความสะดวกในการรับส่งไฟล์ (โดยไม่ใช้สายนำสัญญาณ) ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะกับเครื่องแบบพกพา หรือใช้ในการสื่อสารในระยะใกล้ๆ เมื่อการเชื่อมต่อด้วยสายทำได้ไม่สะดวก เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงรุ่นใหม่ในปัจจุบันก็มีตัวเชื่อมต่อแบบ IrDA นี้อยู่ภายในตัว

2.10.5 มาตรฐาน IEEE 1394

บัสข้อมูลอนุกรมประสิทธิภาพสูงตามมาตรฐาน IEEE 1394 หรือมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า "Firewire" มันยอมให้อุปกรณ์มากถึง 63 ตัวมาเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องพีซีได้ ด้วยอัตรการส่งผ่านข้อมูลสูงสุดถึง 400 ล้านบิตต่อวินาที สายเคเบิ้ลแบบนี้จะมีสายสัญญาณภายใน 6 เส้น จะยาวได้ถึง 15 ฟุต การเชื่อมต่อแบบนี้จะเป็นที่นิยมกันในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่รับ-ส่งสัญญาณและเสียงแบบดิจิตอล (Digital Audio and Video Device) การ์ดขยายระบบแบบ IEEE 1394 สำหรับเครื่องพีซีก็มีจำหน่ายแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การอินเตอร์เฟสแบบขนานแบบอื่นๆ

การเชื่อมต่อแบบ SCSI และ IEEE 488 ก็เป็นการเชื่อมต่อแบบขนานที่ใช้ในเครื่องพีซีบางแบบ SCSI (Small Computer System Interface) คือการเชื่อมต่อแบบขนานที่ยอมให้อุปกรณ์มากถึง 7 ตัว ต่อเข้ากับเครื่องพีซีผ่านทางสายเคเบิ้ลเพียงเส้นเดียว โดยอุปกรณ์แต่ละตัวจะมีหมายเลขแอดเดรสเฉพาะของตัวเอง เครื่องคอมพิวเตอร์มักจะใช้พอร์ต SCSI ในการเชื่อมต่อกับฮาร์ดดิสก์ เทปแบกอัพ และเครื่องอ่านซีดีรอม การเชื่อมต่อแบบ SCSI จะมีความเร็วสูงและจะใช้สายเคเบิ้ลยาวได้ถึง 19 ฟุตประมาณ 6 เมตร การเชื่อมต่อทางพอร์ตขนานจะง่ายกว่าราคาถูกกว่าและแพร่หลายกว่ามาก

2.11.1 การเชื่อมต่อแบบ IEEE 488

การเชื่อมต่อแบบ IEEE 488 เริ่มต้นจากระบบบัสแบบ GPIB (General Purpose Interface Bus) ของบริษัทฮิวเลตต์-แพคการ์ด มันเป็นการเชื่อมต่อแบบขนานที่ยอมให้อุปกรณ์มากถึง 15 ตัวสื่อสารกันได้ด้วยอัตราเร็วสูงถึง 1,000,000 บิตต่อวินาที การเชื่อมต่อแบบนี้เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายมานานแล้วในการเชื่อมต่อกับเครื่องมือในห้องทดลองซึ่งจะหาการ์ดขยายระบบที่มีการเชื่อมต่อแบบ IEEE 488 นี้ได้ทั่วไป

2.11.2 การ์ดอินพุตเอาท์พุตที่ออกแบบเอง (Custom I/O Card)

วงจรอินพุตเอาท์พุตแบบอื่นๆส่วนใหญ่จะพบในการ์ดขยายระบบที่ออกแบบเอง (Custom Expantion Card) ข้อดีของการ์ดเหล่านี้ก็คือ จะไม่ถูกจำกัดอยู่กับรูปแบบการเชื่อมต่อต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน การ์ดนี้อาจจะมีอินพุตเอาท์พุตทั้งแบบอนาลอกและดิจิตอลอยู่รวมกันก็ได้ ยิ่งไปกว่านั้น การ์ดนี้อาจจะมีวงจรนาฬิกาหรือวงจรจับเวลา, ตัวกำหนดลูกคลื่นสัญญาณ, ตัวขับรีเลย์, วงจรกรองความถี่หรืออุปกรณ์อื่นๆ อีกมากมาย ถ้าหากเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตขนานมาตรฐานก็จะเพิ่มเติมอยู่ภายนอกคอมพิวเตอร์ แต่ถ้าใช้การ์ดอินพุตเอาท์พุตที่ออกแบบเองก็สามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ต่างๆ เข้าไว้ในตัวคอมพิวเตอร์ได้เลย

การจะใช้การ์ดขยายระบบแบบนี้แน่นอนว่าจำเป็นต้องมีช่องเสียบขยายระบบ (Expantion Slot) ว่างอยู่ ซึ่งช่องเสียบแบบนี้จะไม่มีในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาหรือเครื่องตั้งโต๊ะบางแบบ และการใช้ฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบเองนี้ก็ต้องซอฟท์แวร์ที่เขียนขึ้นมาเองมาติดต่อกับฮาร์ดแวร์เหล่านั้น

2.11.3 พีซีการ์ด (PC Card)

การ์ดอินพุตเอาท์พุตบางแบบแทนที่จะต้องเสียบลงบนช่องเสียบขยายระบบ (Expansion Slot) ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์มันกลับสามารถเสียบลงในช่องเสียบพีซีการ์ดภายนอกเครื่องได้ ซึ่งช่องเสียบพีซีการ์ดนี้จะรองรับการ์ดวงจร(Circuit Card) บางๆ ที่มีขนาดพอๆกับไพ่ 1 ใบได้ การ์ดวงจรเหล่านี้เดิมมีชื่อว่า PCMCIA Card ซึ่งย่อมาจาก Personal Computer Memory Card International Association ซึ่งเป็นชื่อของกลุ่มบุคคลที่พัฒนามาตรฐานนี้ขึ้นมา เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาส่วนใหญ่และเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ(Desktop) บางรุ่นจะมีช่องเสียบพีซีการ์ด (PC Slot) อยู่บนตัวเครื่อง การใช้งานที่แพร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายคือการเสียบต่อโมเด็มและวงจรรับข้อมูลอื่นๆ ตอนนี้มีแม้กระทั่ง PC Card ที่ทำหน้าที่เหมือนพอร์ตขนานแต่ยังมีราคาถูกกว่าและมีการใช้งานที่แพร่หลายกว่าอยู่มาก

2.12 แอดเดรสของพอร์ตขนาน

ในการใช้งานพอร์ตขนานนั้นจะมีการกำหนดแอดเดรสเพื่อการเข้าถึงรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของพอร์ตอยู่ 3 ประเภท คือ

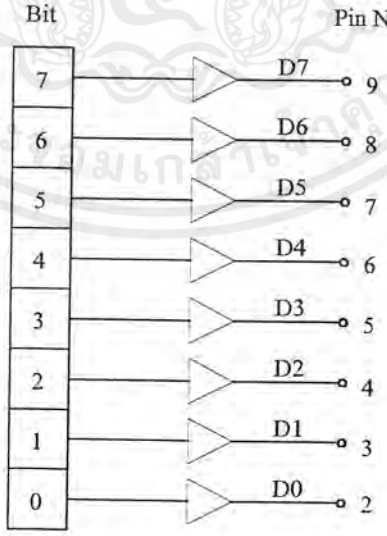
1.แอดเดรสหลัก (Base Address) แอดเดรสหลักของพอร์ตขนานอาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แอดเดรสของพอร์ต (Port Address) หน้าที่ของแอดเดรสหลัก คือใช้ในการเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์ข้อมูลของพอร์ตขนาน ตำแหน่งของแอดเดรสจะอยู่ที่ 3BCH,378H และ 278H ตัวใดตัวหนึ่งแล้วแต่ว่าคอมพิวเตอร์จะใช้แอดเดรสใดเป็นแอดเดรสหลักของพอร์ตขนาน

2.แอดเดรสของรีจิสเตอร์แสดงสถานะ (Status Register Address) ตำแหน่งของแอดเดรสจะอยู่ถัดจากแอดเดรสหลักไป 1 ตำแหน่ง (แอดเดรสหลัก +1) ตำแหน่งแอดเดรสของรีจิสเตอร์สถานะได้แก่ 3BDH , 379H และ 279H ตามลำดับ แอดเดรสนี้ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์แสดงสถานะของพอร์ตขนาน

3.แอดเดรสของรีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register Address) แอดเดรสของรีจิสเตอร์ควบคุมใช้ติดต่อกับข้อมูลในรีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register) ตำแหน่งของแอดเดรสนี้คือตำแหน่งถัดไปจากแอดเดรสหลัก 2 แอดเดรส (แอดเดรสหลัก + 2) ดังนั้นตำแหน่งของแอดเดรสนี้จะอยู่ที่ 3BCH , 37AH และ 27AH ตามลำดับ

รีจิสเตอร์ในพอร์ตขนาน (Paralell Port Register)

1.รีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register)

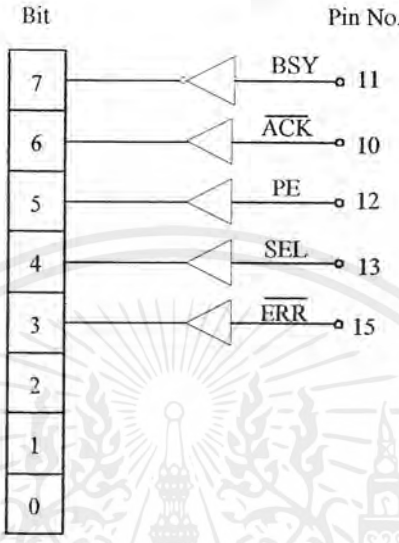


รูปที่ 2.11 รูปแสดงรีจิสเตอร์ 378H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

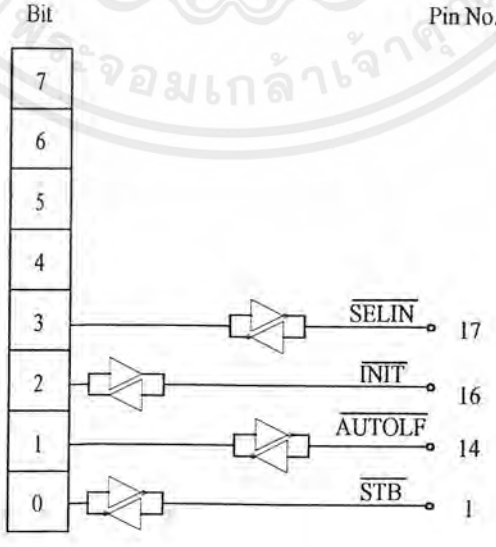
รีจิสเตอร์นี้มีขนาด 8 บิตในเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นเก่า ข้อมูลในกลุ่มนี้จะเป็นข้อมูลเอาท์พุตอย่างเดียว แต่ในปัจจุบันรีจิสเตอร์ตัวนี้เป็นได้ทั้งข้อมูลแบบเอาท์พุตและแบบอินพุต จุดประสงค์ในการเข้าถึงข้อมูลของกลุ่มนี้จะทำได้โดยใช้แอดเดรสหลักของพอร์ตขนาน

2.รีจิสเตอร์แสดงสถานะ (Status Register)



รูปที่ 2.12 รูปแสดงรีจิสเตอร์ 379H

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต แต่ใช้จริงเพียง 5 บิต เป็นข้อมูลชนิดอินพุตอย่างเดียว จุดประสงค์ดั้งเดิมของการออกแบบคือไว้ใช้สำหรับอ่านค่าต่าง ๆ จากเครื่องพิมพ์ เพื่อนำมาตรวจสอบสภาวะการทำงาน เมื่อนำมาใช้ในการขนย้ายข้อมูลก็สามารถนำรีจิสเตอร์ตัวนี้มาใช้ในการอ่านค่าต่างๆ จากอุปกรณ์ภายนอกมาเก็บไว้ได้



รูปที่ 2.13 รูปแสดงรีจิสเตอร์ 37AH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.รีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register)

รีจิสเตอร์ควบคุมมีขนาด 8 บิต แต่ใช้เพียง 4 บิต (บิตที่ 0 - 3) ข้อมูลของรีจิสเตอร์กลุ่มนี้เป็นแบบ 2 ทิศทาง คือเป็นทั้งอินพุตและเอาท์พุต จุดประสงค์ดั้งเดิมของรีจิสเตอร์ตัวนี้ คือไว้ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของพริ้นเตอร์

2.13 โปรแกรมเดลไฟ

วิชวล (Visual) หมายถึง ภาพหรือสิ่งที่เรามองเห็น ดังนั้น วิชวลโปรแกรมมิง (Visual Programming – การเขียนโปรแกรมแบบวิชวล) จึงหมายถึง การเขียนโปรแกรมด้วยภาพ หรือการเขียนโปรแกรมด้วยสิ่งที่เรามองเห็น

ภาพประกอบเบื้องต้นสำหรับใช้เขียนโปรแกรมแบบวิชวลมี 4 รายการดังต่อไปนี้

1.ฟอร์ม (Form) ฟอร์มเป็นวินโดวส์ว่างใช้สำหรับออกแบบโปรแกรม การทำงานต่างๆ ของโปรแกรมจะปรากฏอยู่บนฟอร์ม

2. คอมโพเนนต์ (Component) คอมโพเนนต์เป็นส่วนประกอบต่างๆ ที่จะต้องใช้ในโปรแกรม เช่น เมนู (Menu) ปุ่มหรือบัตทอน (Button – ปุ่มสำหรับกดให้โปรแกรมทำงานชนิดหนึ่งเมสเสจบ็อกซ์ (Message Box – กรอบแสดงข้อความไดอะล็อกบ็อกซ์ – กรอบแสดงข้อความไดอะล็อกบ็อกซ์ (Dialog Box – กรอบสำหรับโต้ตอบกับโปรแกรม)

3.คำสั่งสำหรับจัดลักษณะและการทำงานของคอมโพเนนต์

4.คำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของโปรแกรมวิชวลโปรแกรมมิ่งช่วยให้เราสามารถโปรแกรมได้ง่ายและรวดเร็ว

2.13.1 ปาสคาล ออบเจ็กต์ปาสคาล และเดลไฟ

ปาสคาล (Pascal) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการเขียนโปรแกรมที่ดี ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนได้โดยสะดวก ปาสคาลที่นิยมใช้กันมากในไมโครคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เทอร์โบปาสคาล (Turbo Pascal) ซึ่งเป็นผลงานของบริษัท บอร์แลนด์อินเตอร์เนชันแนล (Borland International Inc.) ประเทศสหรัฐอเมริกา เทอร์โบปาสคาลเวอร์ชัน 1.0 วางจำหน่ายในปี 1984 ตั้งแต่เวอร์เวอร์ชัน 5.5 ซึ่งวางจำหน่ายในปี 1999 เป็นต้นมา เทอร์โบปาสคาลได้เพิ่มวิธีการเขียนโปรแกรมแบบออบเจ็กต์ ซึ่งเรียกว่า การเขียนโปรแกรมแบบ OOP (Object – Oriented Programming) และเรียกชื่อปาสคาลชนิดนี้ว่า ออบเจ็กต์ปาสคาล (Object Pascal) ออบเจ็กต์ปาสคาลมีทั้งชนิดที่รันในดอสและรันในวินโดวส์

ออบเจ็กต์ปาสคาลและเดลไฟ (Delphi) ต่างก็เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานต่างๆ ตามที่เราต้องการ ออบเจ็กต์ปาสคาลและเดลไฟมีคำและกฎเกณฑ์ในการเขียนโปรแกรมเหมือนกันเกือบทุกประการ แต่มีวิธีเขียนโปรแกรมต่างกัน กล่าวคือ ออบเจ็กต์ปาสคาลใช้วิธีเขียนโปรแกรมด้วยอักษรและเครื่องหมาย แต่เดลไฟใช้วิธีเขียนโปรแกรมแบบวิชวล ดังนั้นผู้ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียนโปรแกรมด้วยออบเจ็กต์ปาสคาลจึงสามารถเปลี่ยนมาเขียนโปรแกรมด้วยเดลไฟได้อย่างรวดเร็ว เพราะเปลี่ยนแปลงเฉพาะวิธีการเท่านั้น ซึ่งวิธีการของเดลไฟจะทำให้เราสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่าย และเร็วกว่าวิธีการของออบเจ็กต์ปาสคาล

เดลไฟผลิตโดยบริษัท บอร์แลนด์อินเตอร์เนชันแนล เดลไฟเวอร์ชันแรกนั้นวางจำหน่ายในปี 1995 เดลไฟเวอร์ชัน 4 ซึ่งมีชื่อว่า Delphi 4 วางจำหน่ายประมาณกลางปี 1998 โดยแบ่งการจำหน่ายเป็น 4 ชุด คือ

1. Delphi Standard (ชุดมาตรฐาน)
2. Delphi Professinoal (ชุดระดับมืออาชีพ)
3. Delphi Clien/Server Suite (ชุดสำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์)
4. Delphi Enterprise (ชุดสำหรับองค์การ)

เดลไฟเป็นวิชวลโปรแกรมมิง ซึ่งมีวิธีการเขียนโปรแกรมโดยการนำคอมโพเนนต์ที่เรามองเห็นมาวางในฟอร์ม แล้วกำหนดลักษณะและการทำงานให้กับคอมโพเนนต์นั้น ในบางโปรแกรมอาจจะต้องเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรมเพิ่มเติม ต่อจากนั้นจึง คอมไพล์ (Compile) และ รัน (run) โปรแกรมนั้นได้ ผลจากการคอมไพล์โปรแกรมจะได้ไฟล์ชนิด .EXE ซึ่งสามารถนำไปรันในคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นได้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องเกี่ยวข้องกับเดลไฟอีกเลย

เดลไฟเป็นออบเจ็กต์ปาสคาลประเภทที่สามารถสร้างโปรแกรมใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ภาษาคอมพิวเตอร์ประเภทนี้มีชื่อย่อว่า RAD (Rapid Application Development) ซึ่งหมายความว่า ด้วยเดลไฟเราจะสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อรันในวินโดวส์ได้เร็วกว่าและง่ายกว่าการเขียนโปรแกรมออบเจ็กต์ปาสคาลแบบธรรมดา

2.13.2 อีเวนต์

อีเวนต์ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นในระบบคอมพิวเตอร์ เช่น การเลื่อนเมาส์ การคลิกเมาส์ การกดคีย์ การเลื่อนวินโดวส์ การเปลี่ยนขนาดของวินโดวส์ วินโดวส์จะเก็บอีเวนต์ทั้งหมดไว้ในคิว (Queue) ที่มีชื่อว่า โกลบอลอีเวนต์คิว (Global Even Queue – คิวของอีเวนต์ทั้งหมด ซึ่งบางทีเรียกว่า System – Wide Queue หรือ Hardware Even Queue) โกลบอลอีเวนต์คิวซึ่งใช้สำหรับการเก็บอีเวนต์ของทุก ๆ แอพพลิเคชันที่รันในวินโดวส์

2.13.3 เมสเสจ

เมสเสจ หมายถึง ชุดของข่าวสารที่เป็นรายละเอียดของแต่ละอีเวนต์ วินโดวส์จะสร้างเมสเสจของอีเวนต์ โดยการส่งอีเวนต์ที่เกิดขึ้นให้แก่ ไดรเวอร์ (Driver – โปรแกรมที่คอมพิวเตอร์ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ชนิดนั้น) ที่สอดคล้องกับอีเวนต์นั้น เช่น เมื่อเราคลิกเมาส์ก็จะเกิดอีเวนต์คลิกเมาส์วินโดวส์จะส่งอีเวนต์นี้ให้แก่เมาส์ไดรเวอร์ และเมาส์ไดรเวอร์จะสร้างเมสเสจคลิกเมาส์ วินโดวส์จะส่งอีเวนต์นี้ให้แก่เมาส์ไดรเวอร์ และเมาส์ไดรเวอร์จะสร้างเมสเสจคลิกเมาส์ให้แก่วินโดวส์ ไดรเวอร์จะเก็บเมสเสจจากนี้ไว้ในซิสเต็มคิว (System Queue – คิวของระบบ) ต่อจากนั้นวินโดวส์ก็จะส่งเมสเสจจากซิสเต็มคิวไปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอพพลิเคชันคิว (Application Queue – คิวเก็บเมสเสจของแอพพลิเคชัน) ของแอพพลิเคชันต่างๆ ที่กำลังทำงานอยู่ในขณะนั้น ซึ่งเป็นผลให้แอพพลิเคชันได้รับเมสเสจจากวินโดวส์ เนื่องจากวินโดวส์สามารถรันแอพพลิเคชันคิวสำหรับแอพพลิเคชันนั้นโดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างอีเวนต์กับเมสเสจ

หลักการทำงานของแอพพลิเคชันที่รันในวินโดวส์ก็คือ การดำเนินการกับเมสเสจ การรับส่งเมสเสจกับวินโดวส์หรือกับแอพพลิเคชันอื่น เมสเสจทั้งหมดของวินโดวส์กำหนดไว้เป็นคอนสแตนต์(Constant – ค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลง) เช่น เมื่อเราเลือกรายการหนึ่งจากเมนูที่ปรากฏบนจอภาพจะมีเมสเสจ WM_COMMAND เกิดขึ้น ในบรรดาเมสเสจเหล่านี้มีหลายเมสเสจที่เกิดขึ้นพร้อมกับแวริเอเบิล (Variable – ค่าที่เปลี่ยนแปลงได้) จำนวนหนึ่งซึ่งนำมาใช้ในแอพพลิเคชันได้ เช่น เมื่อเรากดปุ่มซ้ายของเมาส์ วินโดวส์จะสร้างเมสเสจ WM_LBUTTONDOWN ขึ้นมา เมสเสจนี้ประกอบด้วยแวริเอเบิล ซึ่งเป็นโคออร์ดิเนต (Coordinate – ตำแหน่ง) ของเมาส์พอยน์เตอร์ เราสามารถนำค่าดังกล่าวนี้มาใช้ได้ เช่น ใช้สำหรับแสดงผลบนจอภาพ ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของเมาส์พอยน์เตอร์

2.13.4 โปรแกรมที่ทำงานด้วยอีเวนต์

แอพพลิเคชันที่รันในวินโดวส์ จะใช้เวลาส่วนใหญ่เพื่อการรับและส่งเมสเสจชนิดต่าง ๆ จึงนิยมเรียก แอพพลิเคชันหรือโปรแกรม ที่ทำงานในลักษณะนี้ว่าโปรแกรมที่ทำงานด้วยอีเวนต์ (Even Driven Program) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีหลักการทำงานที่มีหลักการทำงานดังต่อไปนี้คือ ในโปรแกรมที่ทำงานด้วยอีเวนต์จะประกอบด้วย เมธอด (Method – สเตตเมนต์ชุดหนึ่งซึ่งทำงานอย่างหนึ่ง และมีชื่อเฉพาะสำหรับให้ส่วนอื่นของโปรแกรมเรียกใช้ได้) จำนวนหนึ่งซึ่งเรียกว่าเมธอดคอบสนองอีเวนต์ ซึ่งในแต่ละเมธอดจะมีหน้าที่คอบสนองกับแต่ละอีเวนต์โดยเฉพาะและเป็นอิสระต่อกัน ทั้งนี้เนื่องจากในวินโดวส์จะมีอีเวนต์เกิดขึ้นเวลาใดก็ได้ เราจึงไม่ทราบล่วงหน้าว่า จะเรียกใช้เมธอดอะไร เมื่อใด

2.14 การใช้งานซาวด์บลัสเตอร์ (Sound Blaster)

ซาวด์การ์ด(Sound Card) หรือที่เรียกทั่วไปว่า ซาวด์บลัสเตอร์ เป็นการ์ดวงจรที่นำมาประกอบใน CPU เพื่อขยายขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณเสียง เช่น การบันทึก (Record) เสียงจากไมโครโฟนไปเก็บไว้ในรูปของไฟล์เสียง การเล่นเสียง(Play Back) จากข้อมูลดิจิตอล ซึ่งการทำงานจะขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่สั่งงานในการบันทึกเสียง เราจะใช้โปรแกรม Sound Recorder ในวินโดวส์ 98 ในการบันทึกเสียงควบคู่ไปกับซาวด์การ์ด เพื่อสร้างเวฟไฟล์ ซึ่งลักษณะของเวฟไฟล์รูปแบบมากมายขึ้นอยู่กับการตั้งค่า (Setting)ของรูปแบบการบันทึกซึ่งใช้กระบวนการพัลส์โค้ดมอดูเลชั่น (พีซีเอ็ม) ซึ่งการตั้งค่ามีดังต่อไปนี้

1. บันทึกแบบสเตอริโอหรือแบบโมโน
2. เลือกอัตราการแซมปลิ้ง (Sampling Rate) ได้ดังนี้
   - 11.025 kHz
   - 22.050 kHz
   - 44.1 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเมื่ออัตราการแซมปลิ้งยิ่งมีค่าสูง คุณภาพของเสียงและรายละเอียดก็จะเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าหากอัตราการแซมปลิ้งต่ำ เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลก็จะน้อยลงไปด้วย

3. บันทึกด้วยจำนวนบิตต่อแซมเปิ้ล ได้แก่
   - 8 บิตต่อ 1 แซมเปิ้ล
   - 16 บิตต่อ 1 แซมเปิ้ล

   สำหรับค่าจำนวนบิตในการบันทึกต่อ 1 แซมเปิ้ลที่มากขึ้นก็จะสามารถลดควอนไตซิ่งน้อยส์ (Quantizing Noise) ในขบวนการ พีซีเอ็ม ได้การบันทึกสามารถเก็บรายละเอียดของสัญญาณเสียงได้มากเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1โครงสร้างและการทำงาน

โครงสร้างและการทำงานของเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยคอมพิวเตอร์จะแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนของคอมพิวเตอร์ (Computer Part)
2. ส่วนเชื่อมต่อภายนอก (Interface Part)

โดยในส่วนของคอมพิวเตอร์จะใช้ในการควบคุมส่วนเชื่อมต่อภายนอก โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมให้ทั้ง 2 ส่วนทำงานสัมพันธ์กัน ซึ่งจะใช้โปรแกรมบอร์แลนด์ เดลไฟ (Boland Delphi) ในการเขียนโปรแกรมควบคุม

3.1.1 การทำงานของเครื่องมีขั้นตอนทำงานดังนี้

1.เมื่อเริ่มทำงานคือมีการรับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ ซึ่งสายโทรศัพท์จะต่อกับไอซีMH88632 โดยเมื่อไอซีได้รับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์รับทราบ

2.เมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับสัญญาณจากไอซี ก็จะทำการส่งสัญญาณเพื่อไปกระตุ้นรีเลย์เพื่อทำการเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ (Line Termination) ซึ่งในขณะนี้ถือได้ว่าตัวไอซีทำตัวเป็นการยกหูโทรศัพท์

3.หลังจากนั้นเราก็สามารถจะรับส่งสัญญาณได้ คอมพิวเตอร์ก็จะส่งสัญญาณเสียงไปบอกให้ผู้ใช้ทราบขั้นตอนการทำงาน

4.ผู้ใช้กดเลือกการทำงานโดยต้องป้อนรหัสผ่านขนาด 4 หลักเพื่อเป็นการรักษาความปลอดภัยจากผู้อื่นที่ลักลอบเข้ามาใช้งาน

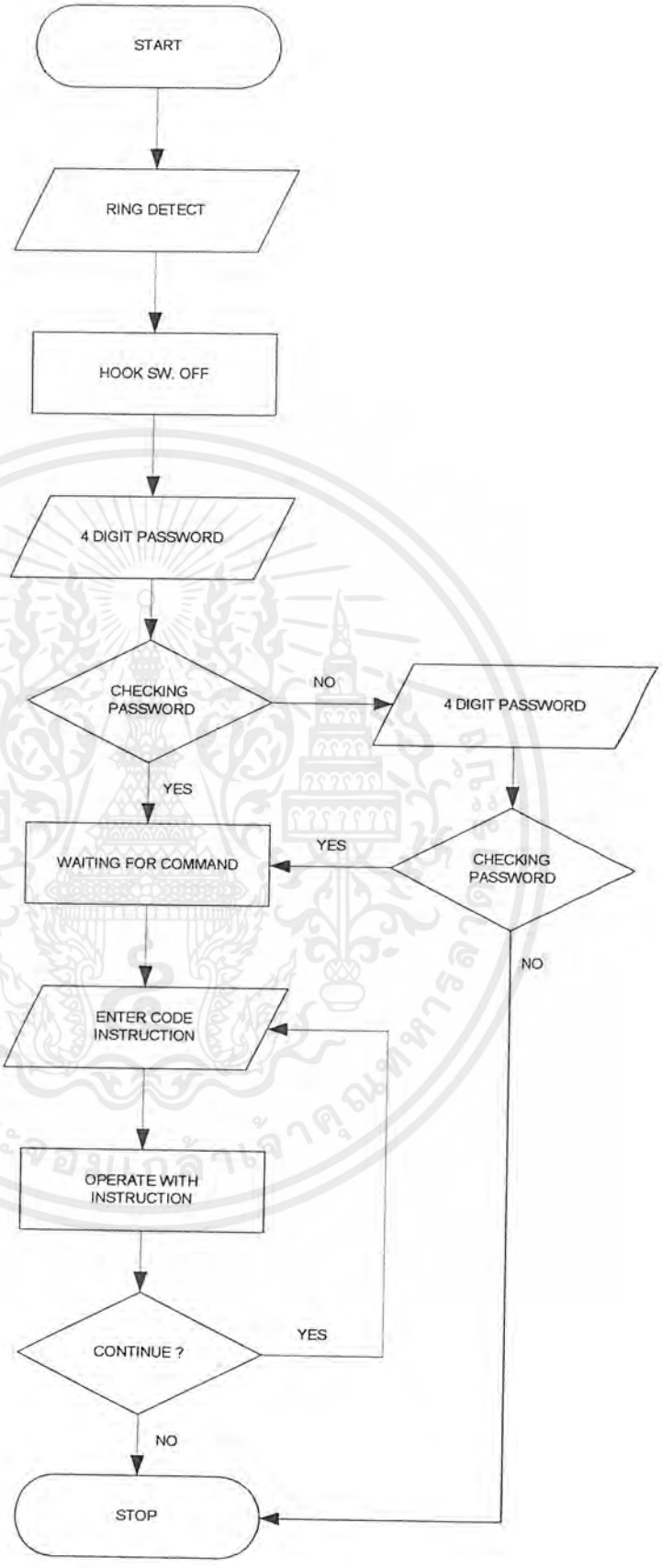
5.หลังจากตรวจสอบรหัสแล้วถ้ารหัสไม่ถูกต้องก็จะให้กดรหัสใหม่ แต่ถ้าผิดอีกครั้งก็จะออกจากระบบการทำงานไปเลย ในกรณีที่รหัสถูกต้องแล้วเครื่องก็จะเข้าสู่ระบบสั่งงาน

6.ผู้ใช้เลือกการทำงานของอุปกรณ์ 1-16

7.เครื่องทำการประมวลผลและทำงานตามสัญญาณที่ได้รับ

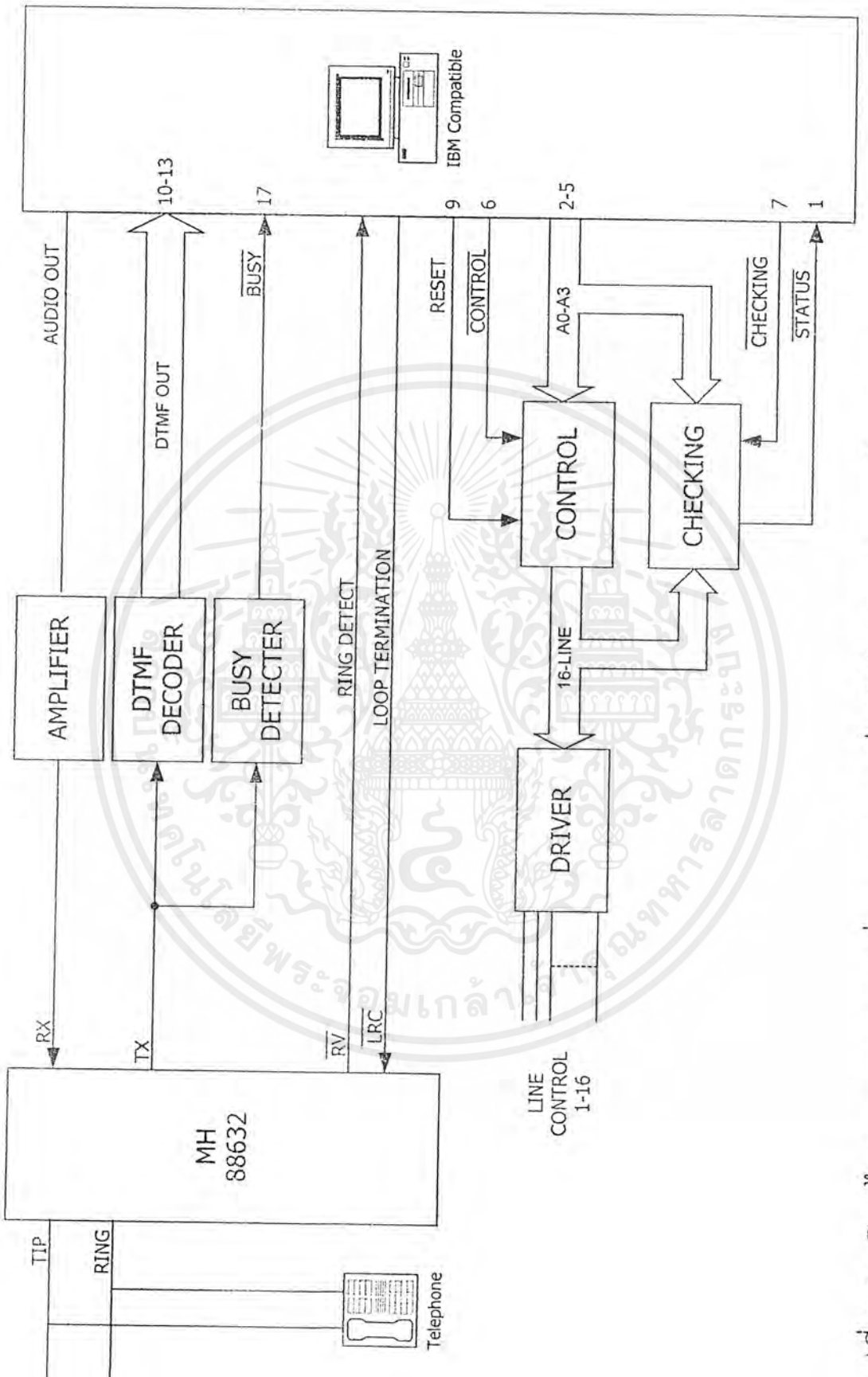
8.เลือกการทำงานต่อหรือเลิกทำงาน ถ้าทำงานต่อก็จะกลับไปทำข้อ 6 ใหม่ แต่ถ้าไม่ทำต่อก็จะออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



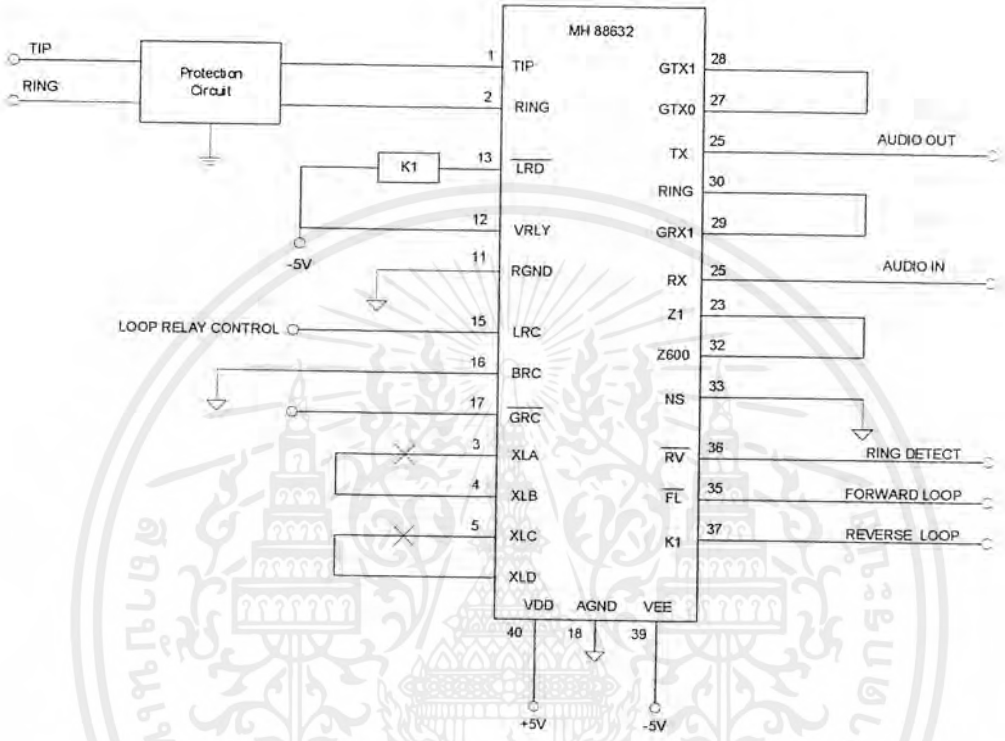
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแผนภาพของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านทางโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทำงานของวงจรส่วนต่างๆ

3.2.1 ส่วนควบคุมและจัดการสัญญาณโทรศัพท์

ในการควบคุมและจัดการสัญญาณ โทรศัพท์จะใช้ไอซี MH88632 มาเป็นตัวตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์และเชื่อมต่อวงจร โดยการต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับไอซี MH88632 แสดงดังรูป 3.3



รูปที่ 3.3 การต่อใช้งานไอซี MH 88632

การทำงานของไอซี MH88632 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1).เมื่อมีสัญญาณกริ่งโทรศัพท์เข้ามาที่ขา ทิป และ ริง แล้วสัญญาณ $\overline{RV}$ ก็จะเปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 0 และถูกส่งผ่านพอร์ตขนานไปยังคอมพิวเตอร์

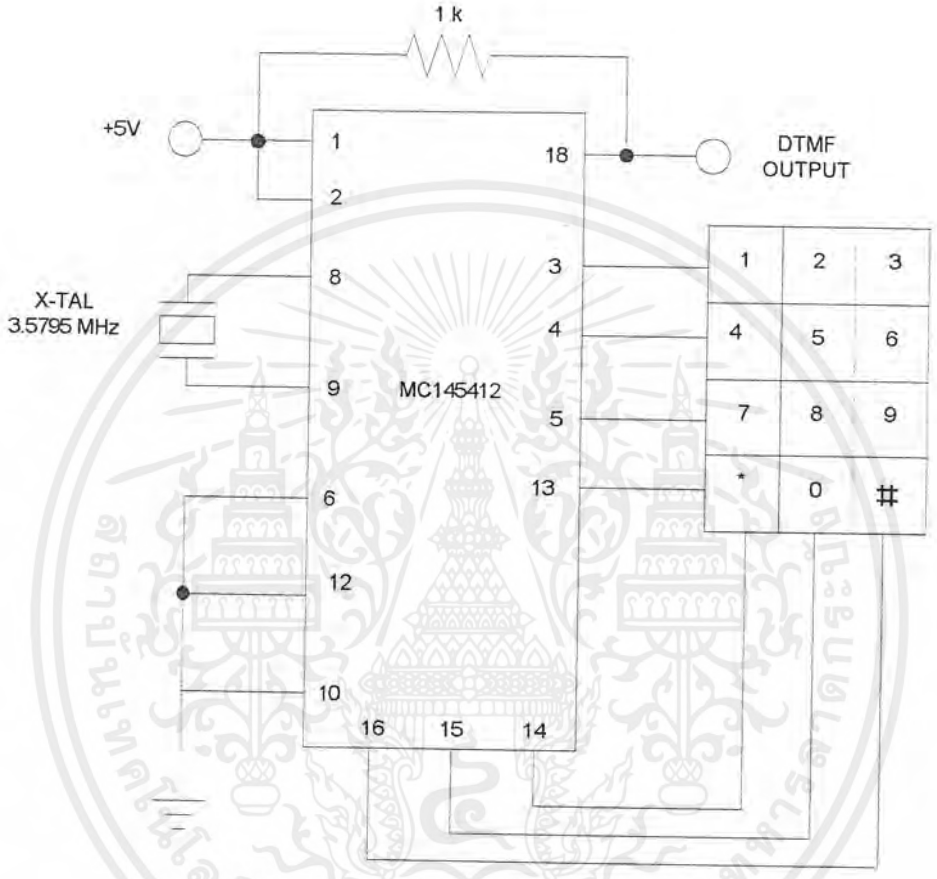
2).เมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับสัญญาณนี้ก็จะทำการประมวลผล และส่งสัญญาณลอจิก "high" เข้าที่ขา 15 ของไอซี ซึ่งก็คือขา LRC เมื่อขา 15 มีลอจิก "high" ก็จะทำให้สถานะของขา 13 $\overline{LRD}$ เปลี่ยนสถานะจาก "high" เป็น "low" และไปกระตุ้นรีเลย์ K1

3).เมื่อรีเลย์ K1 ถูกกระตุ้นก็จะทำให้คอนแทคท์ก็จะทำให้รีเลย์ต่อเข้ากับขา 3 ขา 4 และ ขา 5 ขา 6 เมื่อเป็นดังนี้แล้วการเชื่อมต่อก็เสร็จสิ้น เราสามารถส่งสัญญาณออกทาง RX และรับสัญญาณจาก TX ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ส่วนกำเนิดสัญญาณ DTMF

วงจรในส่วนนี้จะใช้ในการทดสอบการทำงานของระบบไม่ได้ใช้งานจริง ในวงจรจะใช้ไอซีเบอร์ MC145412 ซึ่งเป็นไอซีที่ใช้ผลิตความถี่ DTMF การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับไอซีแสดงดังรูป แหล่งจ่ายไฟของไอซีจะใช้ขนาด 5 VDC

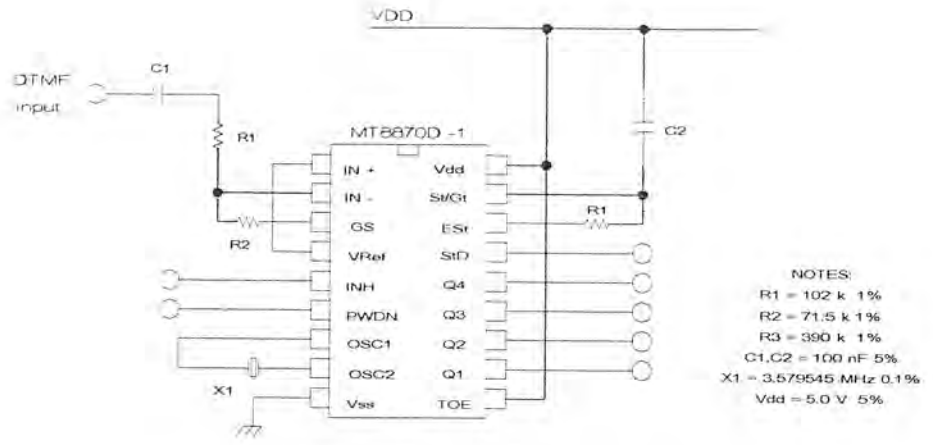


รูปที่ 3.4วงจรกำเนิดความถี่ DTMF โดยไอซีMC145412

3.2.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

การแปลงสัญญาณ DTMF ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จะใช้ไอซีเบอร์ MT8870 เป็นตัวรับสัญญาณ DTMF แล้วถอดรหัสเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 4 บิต ซึ่งจะนำไปใช้ในการส่งเป็นข้อมูลไปให้คอมพิวเตอร์ ผ่านทางพอร์ตขนาน และนำไปประมวลผลตามโปรแกรมที่ได้เขียนไว้ วงจรการใช้งาน จะเป็นดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจร DTMF DECODER

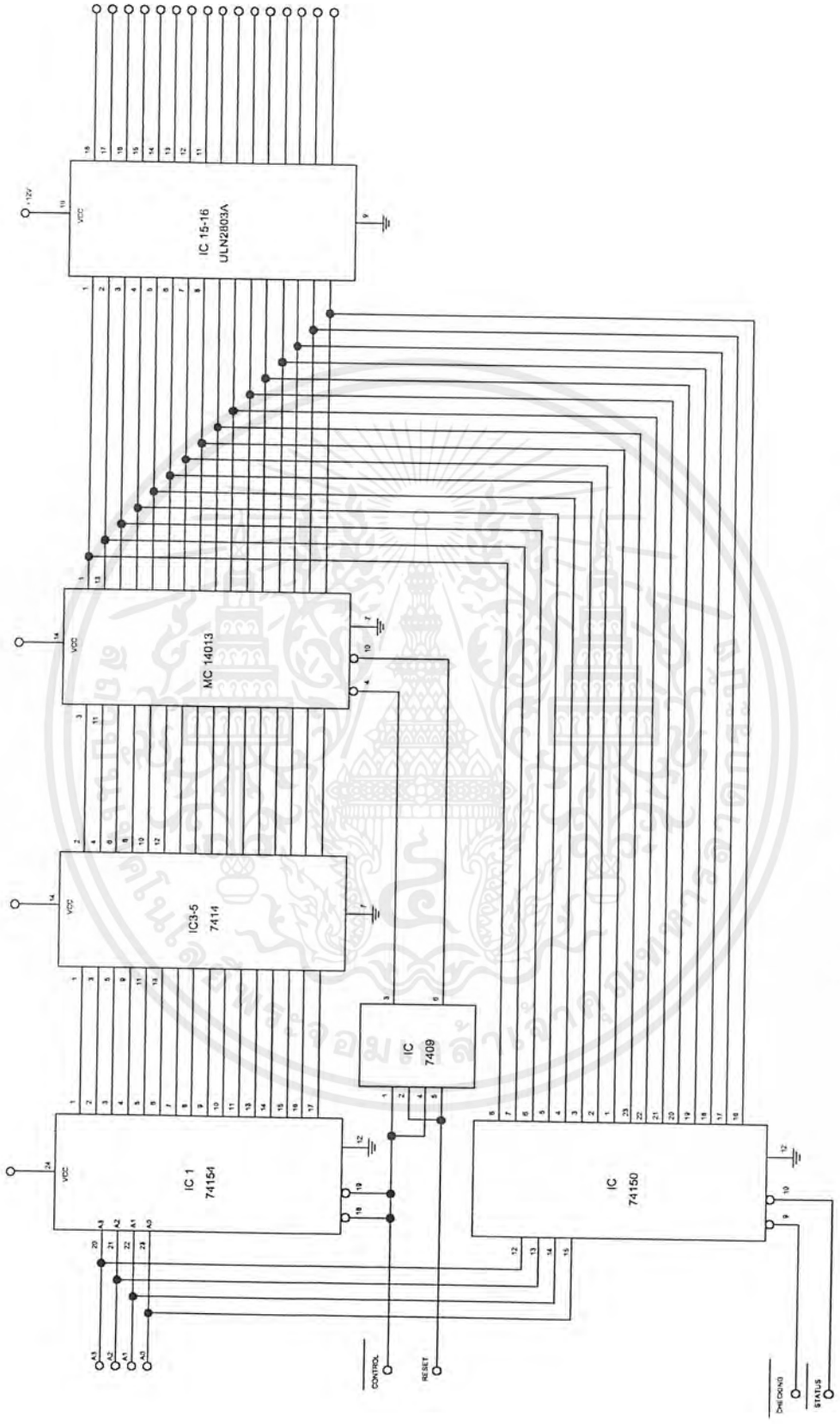
3.2.4 วงจรภาคควบคุมและแสดงสภาวะการทำงาน (Control and Checking Section)

วงจรส่วนนี้จะใช้ไอซี TTL เบอร์ 74154 และ 74150 เพื่อทำการควบคุมการถอดรหัสสัญญาณ ซึ่งส่งมาจากพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ผ่านคอนเนคเตอร์แบบ DB-25 ที่ขา 2,3,4 และ 5 การทำงานของวงจรส่วนควบคุม คือเมื่อได้รับสัญญาณอ้างอิงแอดเดรสจากคอมพิวเตอร์ขนาด 4 บิต และได้รับสัญญาณ $\overline{\text{Control}}$ ซึ่งมาจากขา 6 ของพอร์ตขนาน ไอซีเบอร์ 74154 ก็จะทำการถอดรหัสเพื่อไปควบคุมสัญญาณเอาท์พุตที่ต่อไปยังไอซี 74LS74 ซึ่งจะต่ออยู่ในลักษณะของ T-Flip Flop คือเมื่อมีสัญญาณเข้ามาทริกแต่ละครั้งที่เอาท์พุตของไอซีก็จะเปลี่ยนไปเป็นสภาวะตรงข้าม

สัญญาณเอาท์พุตที่ได้จากไอซี 74LS74 จะถูกส่งต่อไปยังไอซี ULN 2803A เพื่อเพิ่มขนาดของกระแสในการนำไปขับรีเลย์ เพราะว่าไอซี 74LS74 มีขนาดของกระแสเอาท์พุตไม่มากพอที่จะไปขับรีเลย์โดยตรงได้

สำหรับในส่วนของการตรวจสอบสภาวะการทำงานการใช้ไอซีเบอร์ 74150 ซึ่งมีสัญญาณอ้างอิงแอดเดรสเช่นเดียวกับไอซี 74154 แต่ว่าจะมีสัญญาณที่ควบคุมการทำงานของไอซีคือสัญญาณ Checking ซึ่งต่อมาจากขา 7 ของพอร์ตขนานเสียก่อน ไอซีจึงจะสามารถตรวจสอบสภาวะของสัญญาณได้ จากภาพจะเห็นว่าไอซี 74150 จะรับอินพุตของไอซี 74LS74 ซึ่งก็คือ การตรวจสอบสภาวะการทำงานของระบบนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรภาคควบคุมและตรวจสอบสภาวะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ (Computer Interface)

การเชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ เข้ากับคอมพิวเตอร์มีด้วยกัน 2 ส่วนคือ

1).ส่วนเชื่อมต่อทางพอร์ตขนาน

2).ส่วนเชื่อมต่อกับการ์ดเสียง

การเชื่อมต่อกับการ์ดเสียง จะนำเอาสัญญาน Audio Out ที่การ์ดเสียงไปเข้าขา RX ของไอซี MH88632 เพื่อใช้ในการส่งเสียงไปแนะนำการทำงานให้ผู้ใช้ปลายทางรับทราบ

ในส่วนของการเชื่อมต่อทางพอร์ตขนานจะมีอยู่ด้วยกันหลายส่วนดังนี้

-ส่วนจัดการสัญญาณโทรศัพท์ ซึ่งประกอบไปด้วยสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ซึ่งจะนำสัญญาณจากขา 36 ($\overline{RV}$) ของไอซี MH88632 ต่อเข้ากับขา 16 ของพอร์ตขนาน สัญญาณการควบคุมการยกหูโทรศัพท์จากขา LRC (ขา 15) ต่อเข้ากับขา 8 ของพอร์ตขนานและสัญญาณตรวจสอบสภาวะ Busy ที่ออกจากวงจร Busy Detector ต่อกับขา 17 ของพอร์ตขนาน

-ส่วนจัดการสัญญาณ DTMF จะมีหน้าที่รับสัญญาณ DTMF ที่ถูกแปลงมาจากภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF แล้วเข้ามายังพอร์ตขนาน เพื่อให้คอมพิวเตอร์นำไปประมวลผล โดยในส่วนนี้สัญญาณเอาท์พุตที่ไอซี MT8870 จะต่อเข้ากับขา 10,11,12 และ 13 ของพอร์ตขนาน

-ส่วนของวงจรควบคุมและตรวจสอบสภาวะการทำงานของระบบ

ส่วนที่ใช้การสร้างแอดเดรสควบคุมไอซี 74150 และ 74154 จะต่ออยู่กับขา 2,3,4 และ 5 ของพอร์ตขนาน สัญญาณควบคุมการสั่งงานต่อกับขา 6 ของพอร์ตขนาน สัญญาณการควบคุมต่อกับขา 7 สัญญาณควบคุมการรีเซตของอุปกรณ์ต่อกับขา 9 ของพอร์ตขนาน สัญญาณบอกสภาวะของอุปกรณ์ต่อกับขา 1

ในส่วนของการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทั้งหมดนี้จะสามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อ มีการเขียนโปรแกรมเข้าไปควบคุมการทำงาน ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้โปรแกรม บอร์แลนด์เดลไฟ (Boland Delphi) ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมด

3.2.6 ส่วนดีเทคสัญญาณ Busy

เราใช้ ไอซี Tone Decoder LM 567 ทำการดีเทคสัญญาณ Busy ที่มีลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณความถี่ 425 ส่งมาเป็นช่วง ๆ คือส่ง 0.5 วินาทีหยุด 0.5 วินาที โดยสัญญาณ Busy ที่ใช้จะนำมาจากคู่สายผ่านวงจรขยายและวงจรบัฟเฟอร์ จากนั้นจึงป้อนสัญญาณนี้เข้าสู่ LM 567 เพื่อทำการดีเทคสัญญาณ โดยลักษณะเอาท์พุตจะเป็นรูปพัลส์ที่แสดงค่า 1 ในช่วงหยุดของสัญญาณ และจะแสดงค่า 0 ในช่วงส่งสัญญาณ ในการกำหนดค่าความถี่ที่จะทำการดีเทคสัญญาณของ LM 567 ซึ่งในที่นี้ก็คือความถี่ของสัญญาณ Busy 425 Hz ทำได้โดยการปรับเปลี่ยนค่า R1, C1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN	ADDRESS	BIT	หน้าที่
1	37AH	0	BUSY
2	378H	0	อ้างแอดเดรสในการเลือกควบคุมและตรวจสอบ A0
3	378H	1	อ้างแอดเดรสในการเลือกควบคุมและตรวจสอบ A1
4	378H	2	อ้างแอดเดรสในการเลือกควบคุมและตรวจสอบ A2
5	378H	3	อ้างแอดเดรสในการเลือกควบคุมและตรวจสอบ A 3
6	378H	4	RESET
7	378H	5	CHECK ENABLE
8	378H	6	CONTROL ENABLE
9	378H	7	ควบคุมการยกหู (IC MH 88632):LRC
10	379H	6	รับสัญญาณควบคุมจาก MT 8870 บิตที่ 3
11	379H	7	DTMF STROBE
12	379H	5	รับสัญญาณควบคุมจาก MT 8870 บิตที่ 2
13	379H	4	รับสัญญาณควบคุมจาก MT 8870 บิตที่ 1
14	37AH	1	STATUS
15	379H	3	รับสัญญาณควบคุมจาก MT 8870 บิตที่ 0
16	37AH	2	RING DETECT (FROM MH 88632)
17	37AH	3	

ตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์

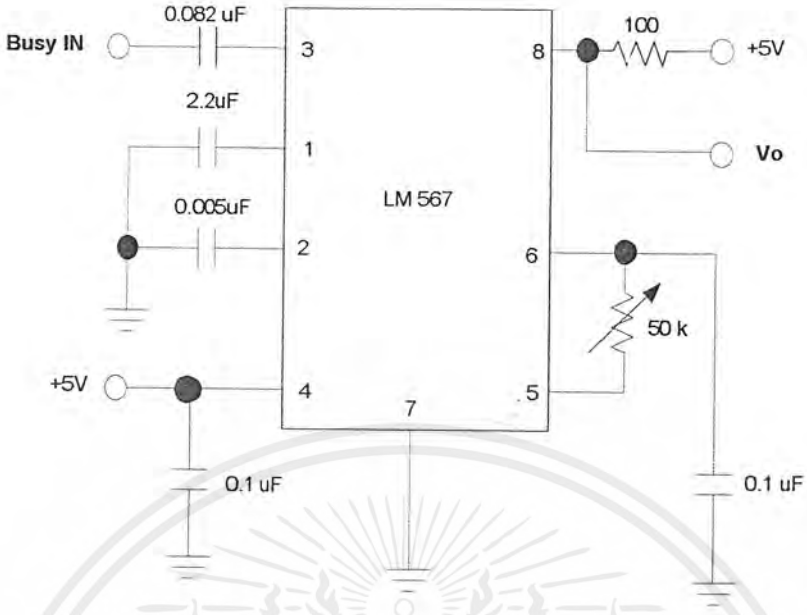
3.2.7 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ในโครงงานนี้จะมีแหล่งจ่ายแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ

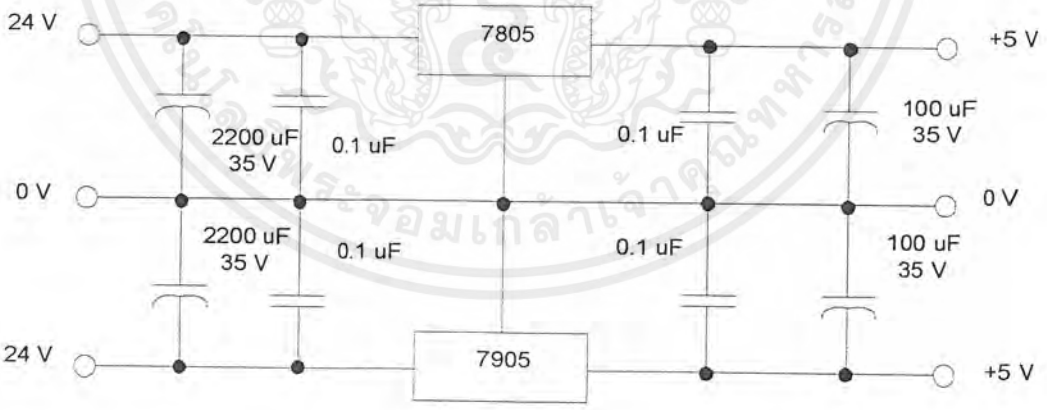
1.แหล่งจ่ายขนาด +5 V และ -5 V สำหรับป้อนไฟเลี้ยงไอซีจำพวก TTL ไอซีตรวจจับสัญญาณความถี่และไอซีเกี่ยวกับโทรศัพท์ซึ่งจะใช้เรกูเลเตอร์เบอร์7805 และ 7905

2.แหล่งจ่ายไฟขนาด +12 V และ -12 V สำหรับจ่ายพลังงานให้กับรีเลย์และไอซีที่ใช้ขับรีเลย์ ULN 2803 A ซึ่งจะใช้เรกูเลเตอร์เบอร์ 7812 และ 7912

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

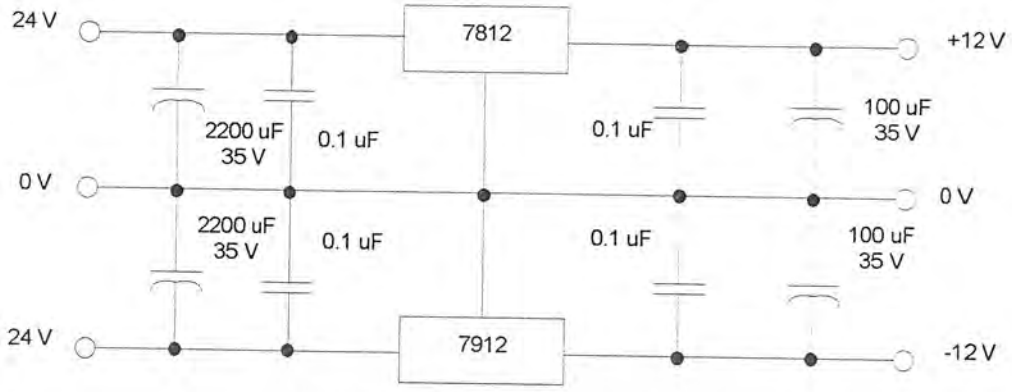


รูปที่ 3.7 วงจร Detect Busy



รูปที่3.8วงจร Power Supply +5V และ –5 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจร Power Supply +12V และ –12 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 การทดลองของภาครับสัญญาณเสียงกริ่ง (MH 88632)

เมื่อมีสัญญาณเสียงกริ่งเรียกเข้ามาระหว่าง ทิป และ ริง ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีขนาด 70-90 โวลท์ ความถี่ 50 Hz ผลที่เกิดขึ้นคือ

- ที่ขา 36 ซึ่งเป็น $\overline{RV}$ (Ring Detect) จะเปลี่ยนสถานะจาก "high" ไปเป็น "low" แสดงว่า ไอซี MH 88632 ตอบสนองต่อสัญญาณ Ringing ที่เรียกเข้ามา ระดับ สถานะแรงดันของไอซี ที่ได้จากขา 36 นี้ จะป้อนไปยัง Port DB-25 ซึ่งจะใช้บิตที่ 2 Address 37AH
- ระดับแรงดัน $\overline{RV}$ ที่รับได้คือ 4.56 V

4.1.2 การทดลองของภาค กำเนิด DTMF (MC 145412)

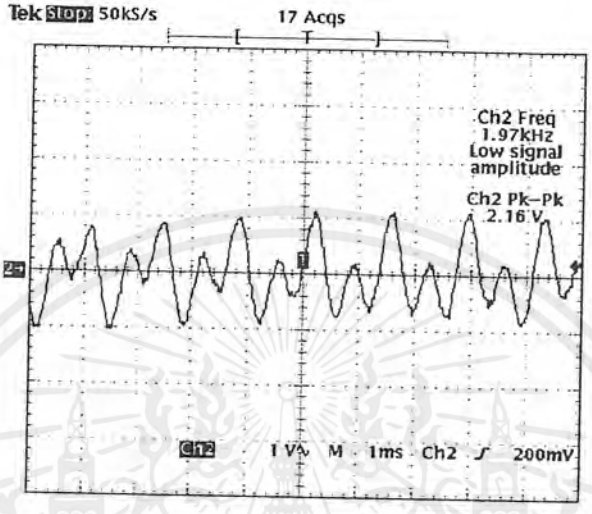
เมื่อทำการกดแป้นโทรศัพท์ จะได้สัญญาณ DTMF ซึ่งความถี่ของแต่ละแป้นกดจะแตกต่างกันดังตาราง 4.1 ด้านล่าง

แป้นกด	Frequency (LOW)	Frequency (HIGH)
1	697 Hz	1209 Hz
2	697 Hz	1336 Hz
3	697 Hz	1477 Hz
4	770 Hz	1209 Hz
5	770 Hz	1336 Hz
6	770 Hz	1477 Hz
7	852 Hz	1209 Hz
8	852 Hz	1336 Hz
9	852 Hz	1477 Hz
0	941 Hz	1336 Hz
*	941 Hz	1209 Hz
#	941 Hz	1477 Hz

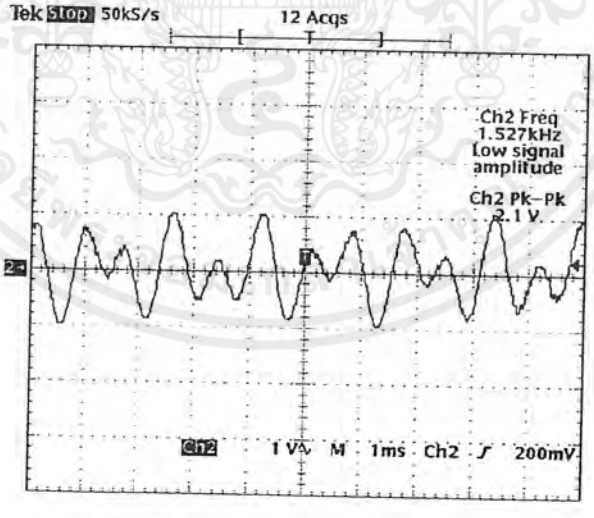
ตาราง 4.1 แสดงค่าความถี่ที่ได้จากการกดแป้นโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการวัดความถี่จาก Oscilloscope ซึ่งจะวัดจากขา 18 ของ MC 145412 จะซึ่งจะยกตัวอย่างเฉพาะบางตัวได้ผลดังนี้

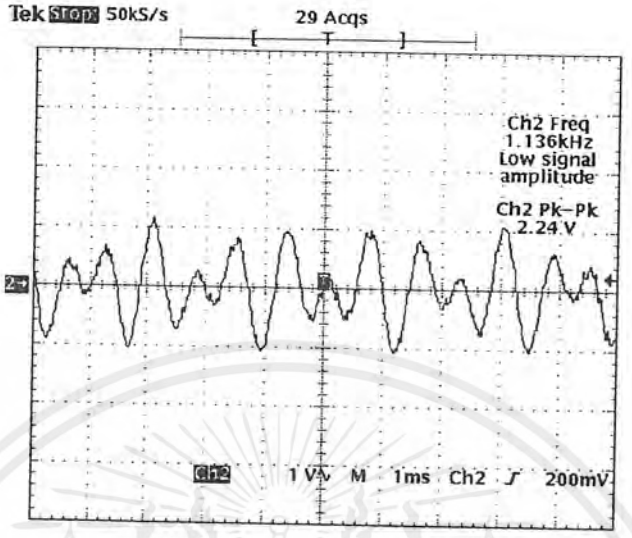


รูปที่ 4.1 รูปสัญญาณเมื่อกดแป้น 1

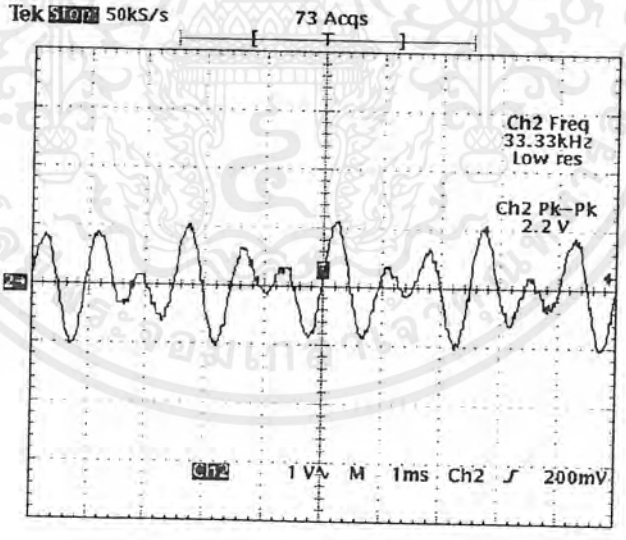


รูปที่ 4.2 รูปสัญญาณเมื่อกดแป้น 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 รูปสัญญาณเมื่อกดแป้น 3



รูปที่ 4.4 รูปสัญญาณเมื่อกดแป้น 4

4.1.3 การทดลองภาคของภาคดีเทค DTMF (MT 8870)

สัญญาณ DTMF ที่ได้จากการกดปุ่มของโทรศัพท์ เมื่อป้อนเข้าไปยังขา 1 และ2 ของ MT 8870 ซึ่ง MT 8870 จะทำการถอดรหัส และจะได้ไบนารี่ ขนาด 4 บิต ซึ่งไบนารี่ 4 บิต จะป้อนไปยัง DB-25 ที่ขา 4,5,6 และ 7 ซึ่งจะเป็นพอร์ตแอดเดรส 379H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งผลจากการกดแป้นจะได้ไบนารี่ขนาด 4 บิท ดังตาราง 4.2 ด้านล่าง

แป้นกด	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
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

ตาราง 4.2 แสดงไบนารี่ขนาด 4 บิทที่ได้จากการดีเทคสัญญาณ DTMF

ในส่วนของแรงดันที่ออกจากขา Strobe และ Q0-Q3 มีค่าดังนี้

ขา	VH(V)	VL(mV)
Strobe	5.02	1.316
Q0	5.01	1.314
Q1	5.0	1.308
Q2	5.0	1.308
Q3	5.04	1.315

ตาราง 4.3 แสดงค่าแรงดันที่ได้จากการดีเทคสัญญาณ DTMF

4.1.4 การทดลองของภาคดีเทค Busy (LM 567)

เป็นไอซีซึ่งทำหน้าที่ในการดีเทคสัญญาณ Busy ซึ่งมีความถี่ 425 Hz ซึ่งจะเป็นสัญญาณแบบหยุด 0.5 วินาที และมีสัญญาณ 0.5 วินาที ซึ่งสัญญาณ Busy ที่ใช้จะนำมาจากคู่สายผ่านวงจรขยาย จากนั้นจะป้อนสัญญาณนี้เข้าสู่ขา 3 ของไอซี LM 567 ซึ่งเมื่อทำการดีเทคสัญญาณซึ่งผลที่ได้จะวัดที่ ขา 8 ของไอซี LM 567

- เมื่อมี Busy ความถี่ 425 Hz ในช่วงที่ส่ง 0.5 วินาที ที่ขา 8 จะมีระดับเป็น "low"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

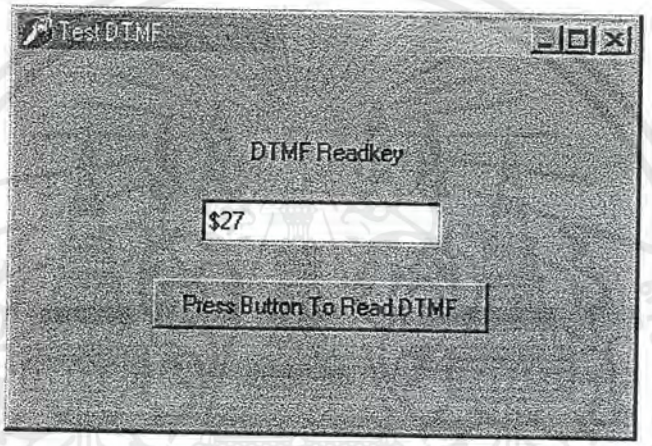
- เมื่อไม่มี Busy ความถี่ 425 Hz ในช่วงหยุดส่ง 0.5 วินาที ที่ขา 8 จะมีระดับเป็น "high"

4.1.5 การทดลองเชื่อมต่อสัญญาณจากวงจรภาคต่างๆเข้ากับพอร์ตขนาน

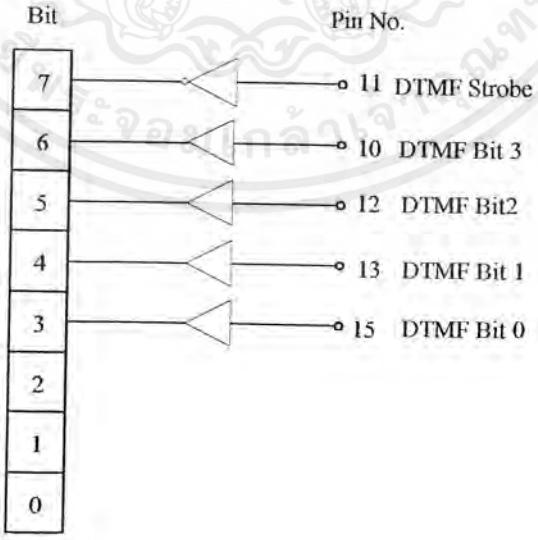
1.เชื่อมต่อภาค DTMF เข้ากับพอร์ตขนาน

ในส่วนนี้จะเป็นการทดลองเชื่อมต่อภาคกำเนิดสัญญาณ DTMF เข้ากับพอร์ตขนานโดยในการทดลองจะกดแป้นสัญญาณ DTMF แล้วให้โปรแกรมอ่านค่าที่ได้จากพอร์ตขนานที่ตำแหน่ง 379H เพื่อที่จะนำค่านี้ไปใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรมที่ใช้งานจริง

ในการทดลองจะต่อสัญญาณที่ได้จากภาคกำเนิดสัญญาณ DTMF เข้ากับพอร์ตขนานดังรูปแบบที่แสดงดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 4.5 แสดงโปรแกรมทดสอบการรับค่า DTMF ที่พอร์ตขนาน



รูปที่ 4.6 แสดงการต่อวงจรภาค DTMF เข้ากับพอร์ตขนานที่แอดเดรส 379H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งหลังจากทำการกดคีย์ DTMF ค่าต่างๆ ซึ่งค่าที่รับได้ที่พอร์ตเป็นดังตาราง

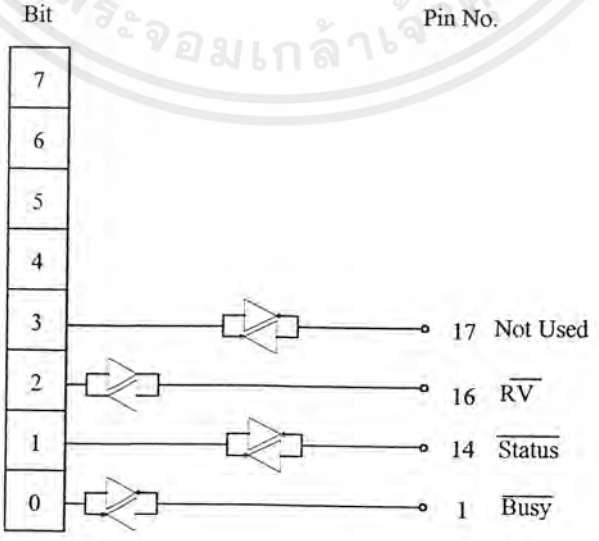
คีย์ที่กด	ค่าที่อ่านจากพอร์ต
0	0FH
1	17H
2	1FH
3	27H
4	2FH
5	37H
6	3FH
7	47H
8	4FH
9	57H

ตาราง 4.4 แสดงค่าที่พอร์ตขนานแอดเดรส 379H เมื่อมีการกดคีย์ DTMF ค่าต่างๆ

ในการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าของ 3 บิตสุดท้ายจะเป็น 1 ตลอดเวลา และค่าของบิตที่ 7 จะเป็น 1 เมื่อมีการกดคีย์ DTMF แต่เมื่อผ่านอินเวอเตอร์ภายในรีจิสเตอร์แล้วค่าของบิตนี้จะกลายเป็น 0 เมื่อมีการกดคีย์ใดๆ เราสามารถนำค่าเหล่านี้ไปใช้ออกแบบโปรแกรมได้

2.การเชื่อมต่อภาคจัดการสัญญาณโทรศัพท์ (MH 88632) เข้ากับพอร์ตขนาน

การเชื่อมต่อภาคจัดการสัญญาณโทรศัพท์ (MH 88632) เข้ากับพอร์ตขนานที่แอดเดรส 37AH มีรูปแบบดังนี้



รูปที่ 4.7 แสดงการต่อภาคจัดการสัญญาณโทรศัพท์เข้ากับพอร์ตขนานแอดเดรส 37AH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับที่พอร์ตขนานแอดเดรส 37AH นี้ เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง แต่เราจะใช้เป็นอินพุตพอร์ตเท่านั้น โดยที่ทุกอินพุตจะต่ออินเวอเตอร์แบบคอลเลคเตอร์เปิดเอาไว้เพื่อป้องกันการไหลของกระแสที่ผิดปกติ รายละเอียดของสัญญาณที่บิตต่างๆ ของ แอดเดรส 37AH เป็นดังนี้

- บิต 0 จะใช้ในการตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่างซึ่งตามปกติสัญญาณที่บิตนี้จะเป็น 1 และหากมีสัญญาณสายไม่ว่าง เข้ามาบิตนี้จะเป็น 0

- บิต 1 จะใช้ตรวจสอบสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ถ้าบิตนี้เป็น 1 แสดงว่าอุปกรณ์ปิดอยู่ ถ้าบิตนี้เป็น 0 แสดงว่าอุปกรณ์เปิด

- บิต 2 จะใช้ตรวจสอบสัญญาณเสียงกริ่ง ($\overline{RV}$) ที่ต่อออกมาจากไอซี MH 88632 โดยเมื่อมีสัญญาณ $\overline{RV}$ เข้ามาบิตนี้จะกลายเป็น 1 (เป็น 1 เพราะมี อินเวอเตอร์ ต่ออยู่ภายนอก)

จากการทดลองได้ค่าของสัญญาณที่สภาวะต่างๆ ดังนี้

1.ค่าเริ่มต้น

No	No	No	No	No	RV	Status	Busy
1	1	0	0	1	0	1	1

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเริ่มต้นของสัญญาณที่พอร์ต 37AH

ในสภาวะนี้ยังไม่มีสัญญาณใดๆเข้ามาค่าที่ได้คือ CBH

2.เมื่อมีสัญญาณ $\overline{RV}$ เข้ามา

No	No	No	No	No	RV	Status	Busy
1	1	0	0	1	1	1	1

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมี $\overline{RV}$ เข้ามา

ในสภาวะนี้บิต D3 จะเป็น 0 แต่เมื่อผ่าน Inverter ภายนอกที่บิตนี้จึงกลายเป็น 1 ดังนั้นค่าที่รับได้คือ CFH

3.เมื่อมีการตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์ จะแบ่งเป็น 2 กรณี

3.1 เมื่ออุปกรณ์เปิดอยู่ (ON)

No	No	No	No	No	RV	Status	Busy
1	1	0	0	1	0	0	1

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมีอุปกรณ์เปิด

ในสภาวะนี้ Status Bit จะเป็น 0 ค่าที่รับได้คือ C9H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เมื่ออุปกรณ์ปิดอยู่ (OFF)

No	No	No	No	No	RV	Status	Busy
1	1	0	0	1	0	0	1

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมีอุปกรณ์เปิด

ในสภาวะนี้ Status Bit จะเป็น 1 ค่าที่รับได้คือ CBH

4.เมื่อมีสัญญาณ Busy เข้ามา

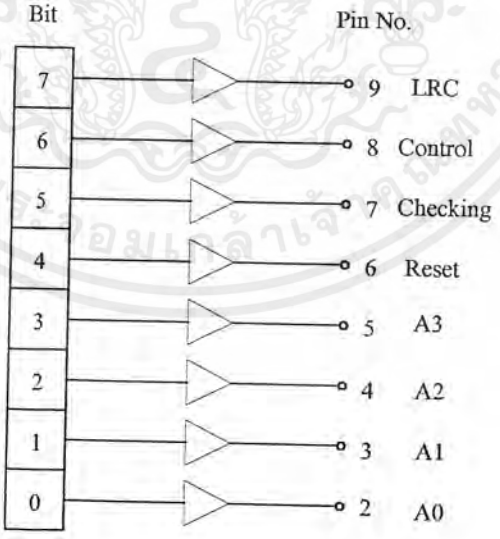
No	No	No	No	No	RV	Status	Busy
1	1	0	0	1	0	x	0

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าที่พอร์ต 37AH เมื่อมี Busy เข้ามา

ในสภาวะนี้จะไม่สนใจบิต Status จะคำนึงถึงเฉพาะเมื่อบิตสุดท้ายเป็น 0 เท่านั้น ดังนั้นค่าที่ได้คือ C8H หรือ CAH

3.การกำหนดสัญญาณที่ออกจากรีจิสเตอร์ 378H

รีจิสเตอร์ 378H เป็นเอาท์พุตพอร์ตซึ่งเราสามารถส่งสัญญาณเพื่อไปควบคุมส่วนต่างๆของวงจรได้โดยแต่ละบิตมีการต่อออกไปยังวงจรส่วนต่างๆดังนี้



รูปที่ 4.8 แสดงการต่อพอร์ตขนานแอดแดรส 378H เข้ากับวงจรส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต D7 ต่อกับ LRC (Loop Relay Control) ของไอซี MH88632 ซึ่งจะใช้ในการต่อลูปโทรศัพท์ ซึ่งบิตนี้จะเป็น 1 ตลอดเวลาที่มีการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์

บิต D6 ต่อกับขา Control ของ ไอซี 74154 (ขา18,19) ซึ่งจะเป็น 0 เมื่อเราต้องการจะให้โปรแกรมทำการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

บิต D5 ต่อกับขา Checking ของ ไอซี 74150 (ขา9) ซึ่งจะเป็น 0 เมื่อเราต้องการจะให้โปรแกรมตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์ไฟฟ้า

บิต D4 จะใช้ในการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดเมื่อบิตนี้เป็น 1 พร้อมทั้งบิต D6 จะต้องเป็น 1 ด้วย

บิต D3-D0 จะต่ออยู่กับแอดเดรส A3-A0 ของ ไอซี 74154 และ 74150 เพื่อใช้กำหนด อุปกรณ์เป้าหมายที่ต้องการควบคุมหรือตรวจสอบสภาวะ

ค่าของพอร์ตที่ใช้ในการควบคุมหรือตรวจสอบสภาวะในอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัวเป็นดังตาราง

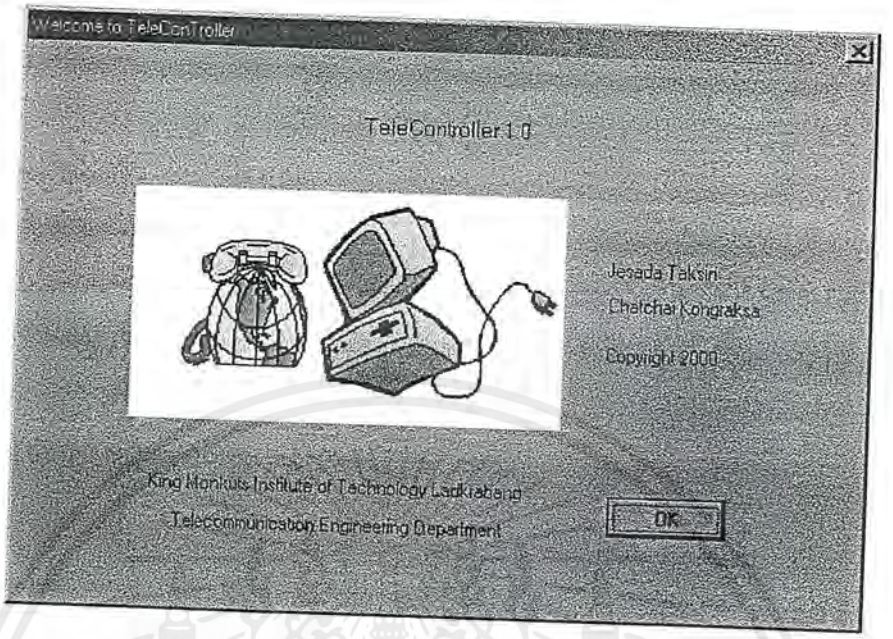
หมายเลขอุปกรณ์ไฟฟ้า	ควบคุม (HEX)	ตรวจสอบ (HEX)
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1	A0	C0
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่2	A1	C1
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่3	A2	C2
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่4	A3	C3
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่5	A4	C4
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่6	A5	C5
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่7	A6	C6
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่8	A7	C7
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่9	A8	C8
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่10	A9	C9
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่11	AA	CA
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่12	AB	CB
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่13	AC	CC
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่14	AD	CD
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่15	AE	CE
อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่16	AF	CF

ตาราง 4.10 แสดงค่าของพอร์ต378H ในการควบคุมหรือตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

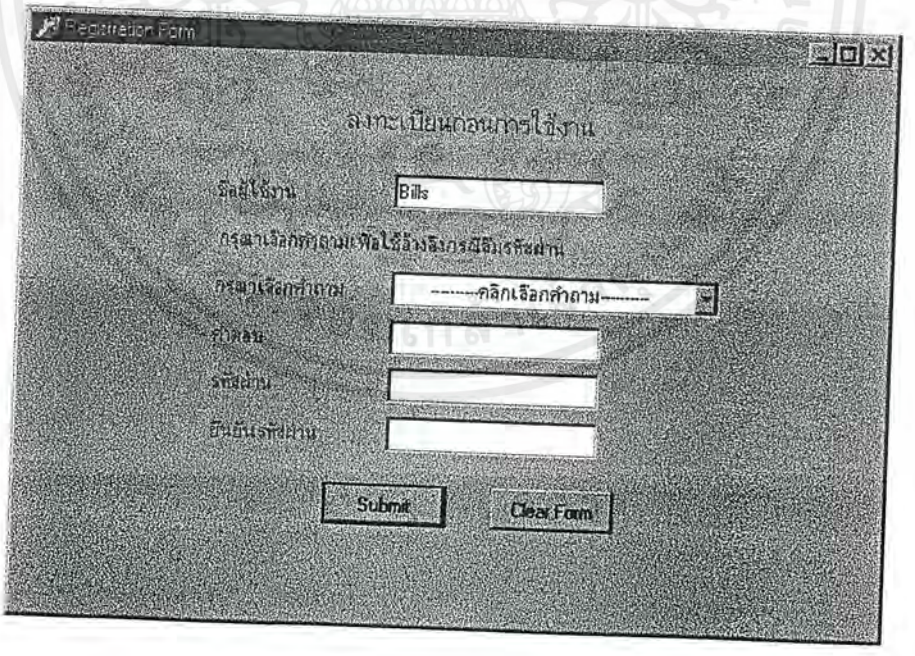
4.1.6 การใช้โปรแกรมควบคุมการทำงาน

1.เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะแสดงหน้าต่างแรกขึ้นมา



รูปที่ 4.9 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรมควบคุมการทำงาน

2.หลังจากคลิกที่ปุ่ม OK แล้วจะเข้าสู่หน้าต่างที่ใช้ลงทะเบียน



รูปที่ 4.10 แสดงหน้าต่างที่ใช้ลงทะเบียนในการใช้งานครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.หน้าต่างลงทะเบียนนี้จะปรากฏขึ้นเฉพาะในครั้งแรกที่เราใช้งานโปรแกรมนี้เท่านั้น เมื่อมีหน้าต่างนี้ขึ้นมาเราจะต้องกรอกข้อมูลเพื่อใช้อ้างอิงในการใช้งานครั้งต่อๆไปดังนี้

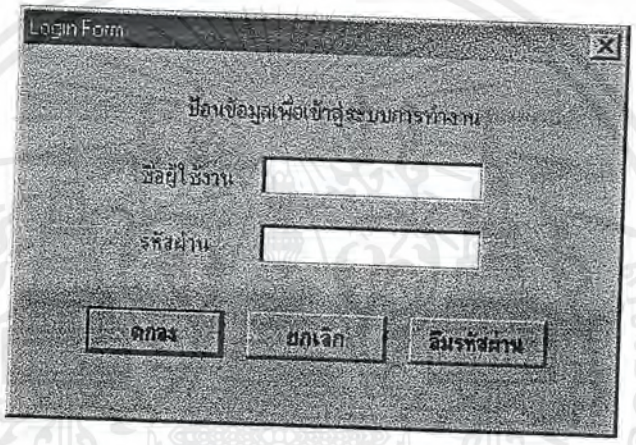
3.1 ชื่อผู้ใช้งาน จะเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรก็ได้แต่จะต้องมีความยาวไม่ต่ำกว่า 5 ตัวอักษร

3.2 ในช่องเลือกคำถาม จะใช้ในการอ้างอิงเมื่อต้องการขอทราบรหัสผ่านกรณีที่ลืมรหัสผ่าน โดยคลิกเลือกจาก Combo Box

3.3 ช่องคำตอบ ให้ใส่คำตอบที่ได้เลือกไว้จากข้อที่แล้ว

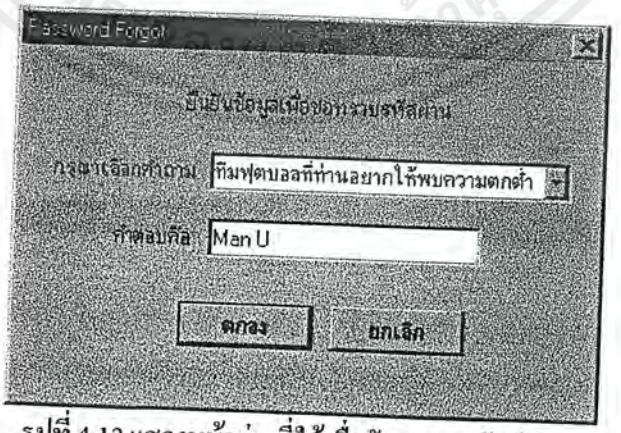
3.4 รหัสผ่าน ให้ใส่ตัวเลขขนาด 4 หลักโดยรหัสนี้จะใช้ทั้งในการเข้าสู่โปรแกรมและการเข้าสู่ระบบเมื่อโทรศัพท์เข้ามาสั่งงาน

4.หน้าต่างที่ใช้เข้าสู่โปรแกรม (Login) เราจะต้องป้อนข้อมูลที่เคยลงทะเบียนไว้ในครั้งแรกให้ถูกต้องจึงจะเข้าสู่การทำงานส่วนต่างๆได้



รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างที่ใช้เข้าสู่โปรแกรม (Login)

5.จากหน้าต่างที่ใช้เข้าสู่ระบบการทำงานถ้าเราลืมรหัสผ่านแล้วคลิกไปที่ปุ่ม "ลืมรหัสผ่าน" โปรแกรมจะให้ใส่ข้อมูลเพื่อรับรหัสผ่านซึ่งก็คือคำถามและคำตอบที่ป้อนไว้ในการลงทะเบียนนั่นเอง



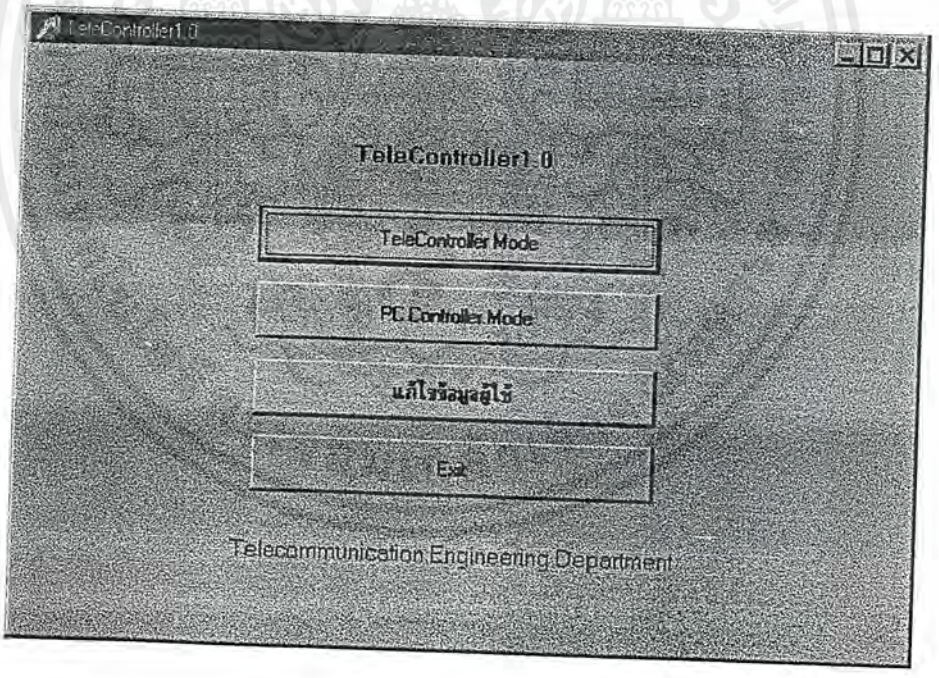
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าต่างที่ใช้เพื่อรับทราบรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.หากข้อมูลที่ใช้ยืนยันในการรับทราบรหัสผ่านถูกต้องโปรแกรมจะแสดงข้อมูลของชื่อผู้ใช้งานและรหัผ่านมาให้

รูปที่ 4.13 แสดงหน้าต่างที่แจ้งข้อมูลของชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน

7.เมื่อป้อนข้อมูลของผู้ใช้งานและรหัสผ่านถูกต้องแล้วโปรแกรมจะเข้าสู่เมนูหลักของโปรแกรม ในเมนูหลักจะประกอบด้วยเมนู 4 ส่วนดังนี้



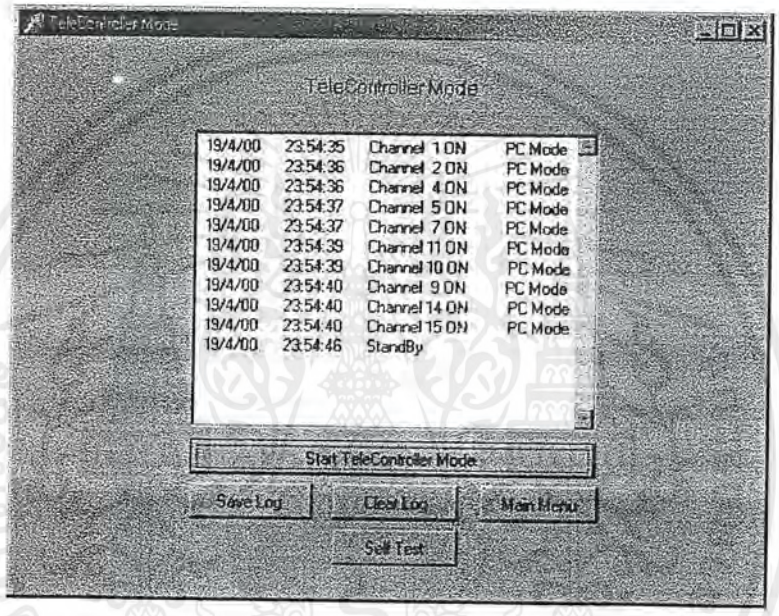
รูปที่ 4.14 แสดงหน้าต่างของเมนูหลัก

- TeleController Mode ในโหมดการทำงานนี้จะใช้ในการควบคุมการทำงานผ่านทางโทรศัพท์และมีข้อมูลแสดงการทำงาน
- PC Controller Mode จะใช้ในการควบคุมการทำงานจากเครื่องพีซี
- แก้ไขข้อมูลผู้ใช้ ใช้ในการแก้ไขข้อมูลต่างๆ เช่นชื่อผู้ใช้งาน
- Exit ใช้ในการออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

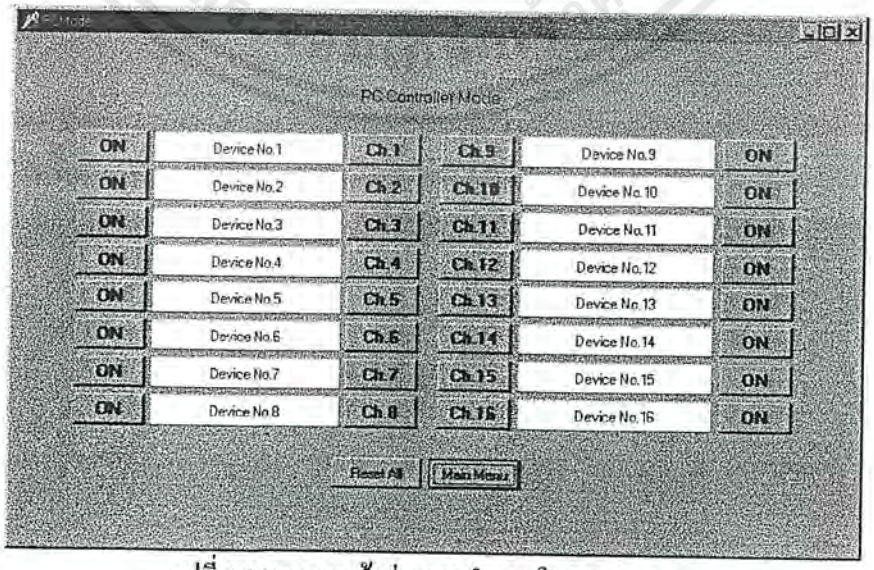
8. ในส่วนของ TeleController Mode จะมีปุ่มที่ใช้สั่งงานดังต่อไปนี้

- Start TeleController Mode ใช้ในการรอรับสัญญาณโทรศัพท์ที่มีการโทรเข้ามาสั่งงานจากภายนอก
- Save Log ใช้ในการบันทึกสภาวะการทำงานที่มีอยู่ในหน้าต่างแสดงสถานะโดยโปรแกรมจะบันทึกเป็นเท็กซ์ไฟล์ (.TXT)
- Clear Log ใช้เคลียร์หน้าต่างแสดงสภาวะการทำงาน
- Main Menu ใช้ในการกลับสู่เมนูหลัก
- Self Test ใช้ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยไม่ต้องรอรับสัญญาณโทรศัพท์



รูปที่ 4.15 แสดงหน้าต่างการทำงานใน TeleController Mode

9. การทำงานใน PC Mode



รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างการทำงานในPC Mode

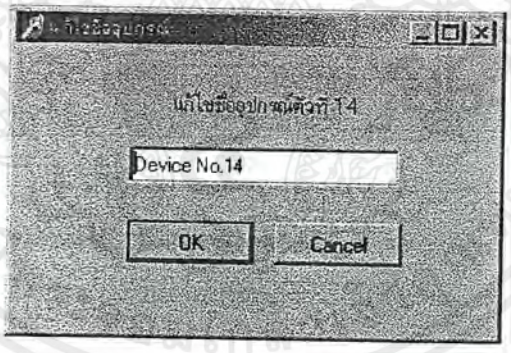
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจาก PC Mode นี้เราสามารถคลิกที่ปุ่มเปิดปิดจากหน้าต่าง โดยที่เมื่อคลิกที่ปุ่มลงไปอักษรบนปุ่มจะเปลี่ยนเป็นคำว่า Off ซึ่งหมายถึงขณะนี้อุปกรณ์ตัวนั้นเปิดอยู่ ถ้าคลิกลงไปอีกครั้งจะเป็นการปิดอุปกรณ์ และถ้าอุปกรณ์ถูกเปิดอยู่ที่พื้นหลังของชื่ออุปกรณ์จะเปลี่ยนเป็นสีเขียว

10.จากหน้าต่างการทำงานใน PC Mode ถ้าคลิกที่ปุ่ม Ch.1-Ch.16 จะสามารถเข้าไปสู่หน้าต่างที่แสดงชื่ออุปกรณ์ของช่องนั้นได้

รูป 4.17 ที่แสดงหน้าต่างแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละช่อง

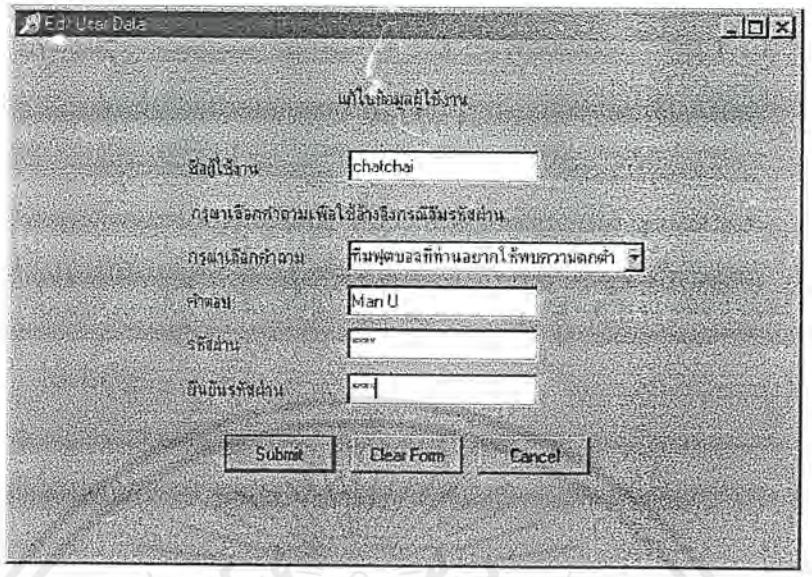
11.เมื่อกดปุ่มเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์จากหน้าต่างแสดงรายละเอียดอุปกรณ์ จะเข้าสู่หน้าต่างที่ใช้ในการเปลี่ยนชื่อของอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 4.18 แสดงหน้าต่างที่ใช้เปลี่ยนชื่ออุปกรณ์แต่ละช่อง

12.หน้าต่างการทำงาน ในเมนูที่ใช้แก้ไขข้อมูลผู้ใช้ ในเมนูแก้ไขข้อมูลผู้ใช้จะใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลผู้ใช้งาน เช่น ชื่อผู้ใช้งานหรือรหัสผ่านเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างที่แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปส่วนการทดลองของภาครับสัญญาณเสียงกริ่ง

ไอซี MH 88632 ซึ่งเป็นไอซีสำเร็จรูปซึ่งถ้าจะเปรียบเสมือนเครื่องรับโทรศัพท์ก็อาจจะกล่าวได้ซึ่งถ้ามีส่วนของปากพูดและหูฟังและวงจรประกอบอีกเพียงเล็กน้อย ก็จะสามารถเป็นเครื่องรับโทรศัพท์ได้ ก่อนการต่อ MH 88632 เข้ากับ ทิป และ ริง จะมีส่วนของวงจรป้องกัน ซึ่งจะป้องกันระดับแรงดันที่มีค่าแรงดันสูง จากการเกิดฟ้าผ่า ซึ่งส่วนของวงจรป้องกันจะป้องกันไม่ให้ ไอซี MH 88632 และวงจรส่วนอื่นเกิดความเสียหาย

เมื่อมีการเรียกเข้ามา ยัง MH 88632 ซึ่งสัญญาณที่เรียกมีระดับแรงดัน 70-90 โวลท์ ซึ่งช่วงที่สัญญาณเรียกเข้ามา ที่ขา 35 ($\overline{RV}$)ของ MH 88632 จะเปลี่ยนระดับจาก 1ไปเป็น 0 ซึ่งสามารถนำระดับแรงดันที่ขานี้ ไปประมวลผลยังคอมพิวเตอร์

ไอซี MH 88632 เป็นไอซีที่มีความสะดวกในการใช้งาน แต่ราคาค่อนข้างสูงและตัวถังไอซีมีขนาดใหญ่ ซึ่งจะทำให้ส่วนของวงจรมีขนาดใหญ่

5.2 บทสรุปส่วนการทดลองของภาคกำเนิด DTMF

ไอซี MC 145412 เป็น ไอซี ที่ทำหน้าที่ในการผลิตความถี่ DTMF หรือจะเป็นแบบของสัญญาณพัลส์ก็ได้ ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกมาจะเป็นส่วนของการบ่งบอกหมายเลข ซึ่ง ไอซี MC 145412 สามารถใช้กับแป้นกดขนาด 3แถว4หลัก หรือ ขนาด4แถว4หลัก ก็ได้ และ ไอซี ยังสามารถจดจำหมายเลขซึ่งมีหน่วยความจำ 10 ช่อง แต่ละช่องมี 18 หลักและยังสามารถทวนเลขหมายสุดท้ายที่โทรออกได้

ในโครงงานนี้จะใช้แป้นกดขนาด 3แถว4หลัก ซึ่งเมื่อทำการกดแป้นกดจะได้ความถี่ DTMF ออกมา 2 ความถี่ ซึ่งถ้าใช้Oscilloscopeวัดเมื่อทำการกดแป้นโทรศัพท์ ความถี่ที่ได้จะเป็นรวมกันของความถี่ทั้งสอง และเมื่อทำการกดแป้น # และ * จะต้องทำการกด 2 ครั้ง จึงจะมีสัญญาณ DTMF ออกมา

ไอซี MC 145412 เป็นไอซี ที่มีราคาค่อนข้างสูง และถ้านำมาใช้ในส่วนกำเนิดสัญญาณ DTMF หรือสัญญาณพัลส์เพียงอย่างเดียวควรเลือกใช้เบอร์อื่น เนื่องจากไอซี MC 145412 ยังมีส่วนของหน่วยความจำและส่วนของการเรียกซ้ำ (Redial) ที่ยังไม่ได้ใช้งาน

5.3 บทสรุปส่วนการทดลองของภาคดีเทค DTMF

ไอซี MT 8870 เป็น ไอซี ที่ทำหน้าที่ในการดีเทคสัญญาณ DTMF ซึ่งเมื่อได้รับสัญญาณ DTMF เข้ามาแล้วจะทำการดีเทคสัญญาณ ซึ่งจะได้เป็นรหัสไบนารี่ขนาด 4 บิต ซึ่งจะป้อนเข้าไปยังส่วนประมวลผลของคอมพิวเตอร์

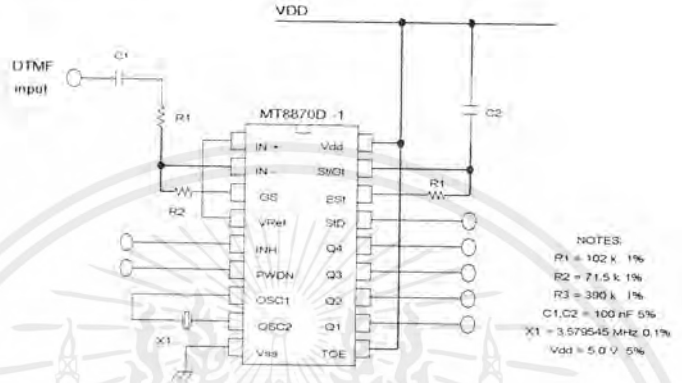
ในโครงงานนี้เมื่อยังไม่มี DTMF เข้ามารหัสไบนารี่ ขนาด 4 บิต ก็มีข้อมูลออกแล้ว แต่เมื่อทำการป้อนDTMF เข้าไปยังวงจร ของ MT 8870 ก็จะเปลี่ยนรหัสให้เป็นไบนารี่ขนาด 4 บิตซึ่งผลที่ได้จะถูกต้องตรงกับข้อมูลการแปลง DTMF ของ ไอซี

ไอซี MT 8870 เป็น ไอซี ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย เนื่องจากมีประสิทธิภาพดี และราคาถูกหาซื้อง่ายตามท้องตลาด

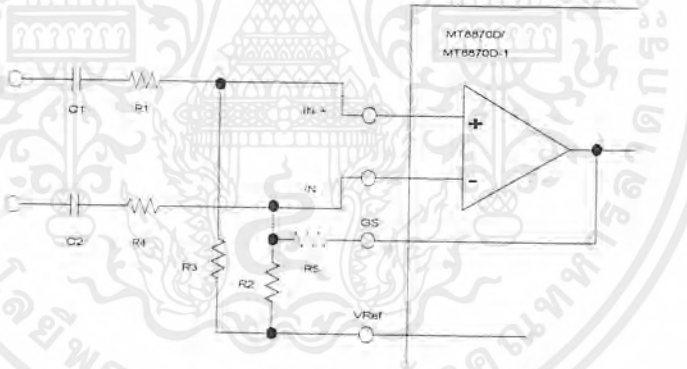
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานไอซี MT 8870 ซึ่งเป็นไอซีถอดรหัส DTMF ในส่วนของ Data Sheet จะมีวงจรที่ใช้งาน แบบ Two Wire และ Single Wire ซึ่งในตอนแรกที่ใช้งานจะนำวงจรที่เป็น Two Wire มาใช้และไม่ได้ต่อเข้ากับ ทิป และ ริง ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาคือ วงจรจะไวต่อสัญญาณรบกวน ซึ่งจะทำให้ที่ขา Strobe ของไอซีเกิดการเปลี่ยนแปลง และจะทำให้โปรแกรมเกิดการทำงานที่ผิดพลาด

การแก้ปัญหาทำได้โดยการเปลี่ยนมาใช้วงจรที่เป็น Single Wire ซึ่งถ้าเป็นวงจรชนิด Two Wire จะต้องต่อครงเข้ากับ ทิป และ ริง เท่านั้น



รูปที่ 5.1 การใช้งาน Single Wire



รูปที่ 5.2 การใช้งาน Two Wire

5.4 บทสรุปส่วนการทดลองของภาคดีเทค Busy

ไอซี LM 567 เป็น ไอซี ซึ่งจะตอบสนองต่อความถี่ 425 Hzซึ่งความถี่ 425 Hz ในระบบโทรศัพท์ จะเป็นสัญญาณสายไม่ว่างหรือ Busy เมื่อ ไอซี LM 567 ได้รับความถี่ 425 Hz ซึ่งจะหยุด 0.5 วินาที และส่ง 0.5 วินาทีในช่วงของการรับ Busy ที่ขา 8จะเป็น "high" เมื่อมี Busy และจะเป็น "low" เมื่อไม่มี Busy

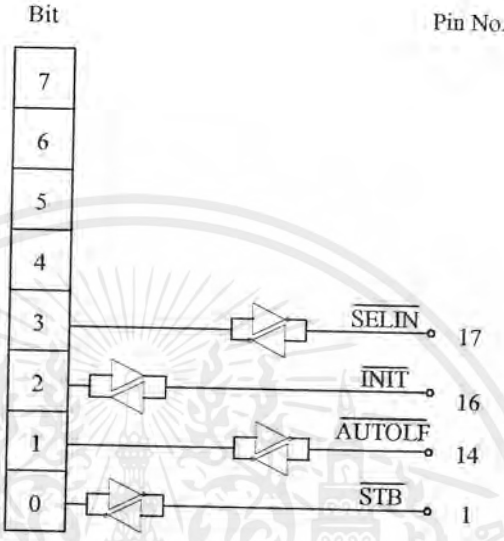
ในการทดลองวงจร ค่าความต้านทานที่ปรับค่าได้ที่ต่ออยู่ระหว่าง ขา 5 กับ ขา 6 ซึ่งมีขนาด 50kΩ จะต้องค่อย ๆ ปรับเพื่อให้ได้ค่าความต้านทานตรงกับที่ต้องการ ซึ่งหากปรับเร็วไปจะทำให้วงจรนี้ไม่ทำงานและค่าความต้านทานที่ได้เมื่อวงจรทำงานที่เมื่อนำมาวัด จะได้ไม่ตรงกับสูตรที่ให้มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี LM 567 เป็น ไอซี ที่มีราคาถูกและสามารถหาซื้อง่ายในท้องตลาด ส่วนการต่อวงจรในส่วนการทดลองจะต้องระลึกเสมอว่าตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ ที่ต่ออยู่ที่ขา 5 กับ ขา 6 จะต้องค่อย ๆ ปรับ

5.5 บทสรุปส่วนการทดลองของภาคควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

ในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตควบคุมจะมีปัญหาในการใช้พอร์ตนี้เป็นอินพุตพอร์ตโดยพอร์ตควบคุมจะมีโครงสร้าง ดังนี้



รูปที่ 5.3 แสดงโครงสร้างของพอร์ตควบคุม

ซึ่งจากโครงสร้างแล้ว ส่วนประกอบของบิตต่าง ๆ มีดังนี้

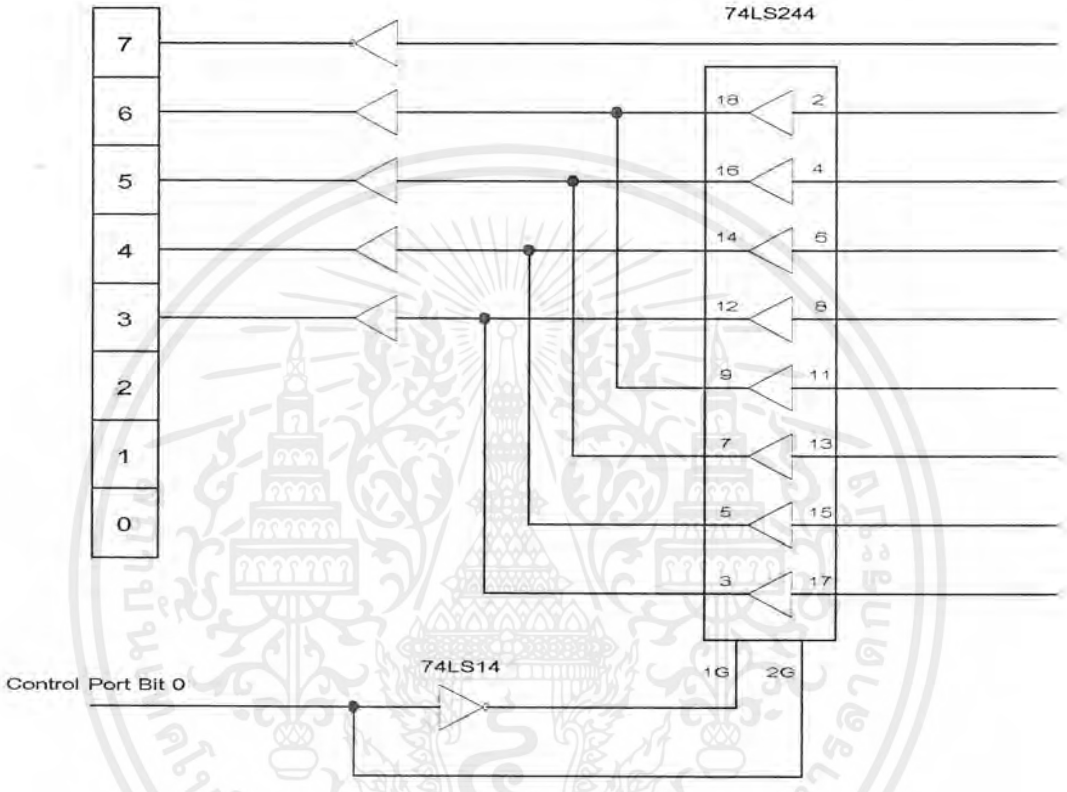
บิต 7 : ไม่ใช้งาน
บิต 6 : ไม่ใช้งาน
บิต 5 : ไม่ใช้งาน
บิต 4: ไม่ใช้งาน
บิต 3: สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุต และเอาท์พุต
บิต 2: สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุต และเอาท์พุต
บิต 1: สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุต และเอาท์พุต
บิต 0: สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุต และเอาท์พุต

การออกแบบในตอนแรกต้องการใช้ บิต 3,บิต 2 และ บิต 0 เป็น อินพุต ส่วน บิต 2นั้นจะไม่ใช้ จากข้อมูลของวารสารเซมิคอนดัคเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์เล่มที่ 162 เดือนสิงหาคม 2539 เรื่อง พอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ได้กล่าวว่าในการรับค่าอินพุตของพอร์ต 37AH จะต้องเขียนค่า 04H ไปยังพอร์ตควบคุมก่อน ซึ่งก็คือทำให้ค่าเอาท์พุตทุกบิต เป็น"high" และจะต้องใช้ลอจิกเกทที่เป็นแบบคอลเล็กเตอร์เปิด และถ้าเป็นเกทแบบไม่ใช่คอลเล็กเตอร์เปิดจะเกิดการไหลของกระแสที่ผิดปกติได้

ซึ่งเมื่อทำการต่อวงจรและรับค่าเข้าพอร์ต 37AH แล้วค่าที่อ่านได้ ไม่ได้ค่าเหมือนกับอินพุตที่ป้อนให้กล่าวคือไม่มีค่าเข้าพอร์ตนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหานี้ทำได้โดย เปลี่ยนไปใช้พอร์ตสถานะซึ่งพอร์ตสถานะจะเป็นอินพุต อยู่แล้ว ซึ่งที่พอร์ตนี้จะต้อง บัฟเฟอร์ เข้าไป ที่เป็นคอลเลคเตอร์เปิดและใช้ ความต้านทานPull Up ค่าต่ำๆ เพราะพอร์ตต้องการค่ากระแสค่อนข้างสูง สำหรับถ้ามีอินพุตที่ต้องการป้อนถึง 8 อินพุต แต่พอร์ต 379H มีอินพุตเพียง 5 อินพุต และถ้าต้องการใช้อินพุตมากกว่า 5 อินพุตก็ทำได้โดยการใช้ ไอซีเบอร์ 74LS244 ช่วย ซึ่ง ไอซีเบอร์ 74LS244 นี้จะเป็นบัฟเฟอร์ด้วย แต่จะต้องใช้บิต 37AH อีกหนึ่งบิตในการช่วยควบคุม



รูปที่ 5.4 แสดงการต่อไอซี74LS244 เพื่อใช้ในการเลือกอ่านค่าอินพุต

การทำงาน

เมื่อทำให้พอร์ตควบคุมบิต 0 เป็นสภาวะ "low" แล้วค่าที่อ่านเข้าพอร์ตจะเป็น 4 บิตบน เมื่อทำให้พอร์ตควบคุมบิต 0 เป็นสภาวะ "high" แล้วค่าที่อ่านเข้าพอร์ตจะเป็น 4 บิตล่าง

- การต่อกราวด์โทรศัพท์กับกราวด์คอมพิวเตอร์

เนื่องจากในการใช้งานเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ จะใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมเคลไฟ และจำเป็นที่จะต้องใช้กราวด์ของคอมพิวเตอร์ร่วมด้วยซึ่งกราวด์ของคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป ถ้าไม่ได้ต่อ กราวด์ ลงดินแล้วจะมีไฟฟ้ารั่วไหล

ซึ่งเมื่อใช้ กราวด์ ของระบบโทรศัพท์ร่วมกับ กราวด์ คอมพิวเตอร์ สัญญาณเสียงที่ป้อนออกมาทางเอาท์พุตของการ์ดเสียงเมื่อผ่านภาคขยาย จะเกิดเสียงฮัมขึ้น การแก้ปัญหาเสียงฮัมนี้ทำได้โดยการต่อกราวด์ ของเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ เข้ากับ กราวด์ พื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้งานไอซีในส่วนของ Memory

เนื่องจากการใช้งานไอซีในส่วนของ Memory จะใช้ D Flip-Flop ต่อใช้งานเป็น T Flip-Flop ซึ่งจะใช้ไอซีเกทเบอร์ 74LS74 ในขณะที่ไม่มีการเสียบอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าที่ปลั๊กไฟฟ้า การทำงานของ Memory ถูกต้องตามที่ต้องการ แต่เมื่อนำเอาอุปกรณ์ไฟฟ้าไปเสียบที่ปลั๊กไฟฟ้าจะเกิดปัญหาขึ้นคือ ทำให้ส่วนของ Memory ทำงานไม่ถูกต้องตามที่ต้องการ อย่างเช่น ตัวที่ให้ เอาท์พุต เป็น "high" อยู่ ก็จะเปลี่ยนให้ ค่าของเอาท์พุต เองเป็น "low" บางตัวที่ให้ เอาท์พุต เป็น "low" อยู่ ก็จะเปลี่ยน เอาท์พุต เองเป็น "high"การแก้ปัญหาทำได้โดย การเปลี่ยนไอซีเกทเบอร์ 74LS74 เป็นไอซีเกทเบอร์4013 ซึ่งเป็นเกทชนิดซีมอสซึ่งจะทำให้การทำงานในส่วนของ Memory เมื่อมีการเสียบอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าที่ปลั๊กไฟฟ้าคงที่ สามารถหาข้อมูลของไอซีเกทเบอร์4013 จากคู่มือการใช้งาน ไอซีตระกูล 4000 Series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

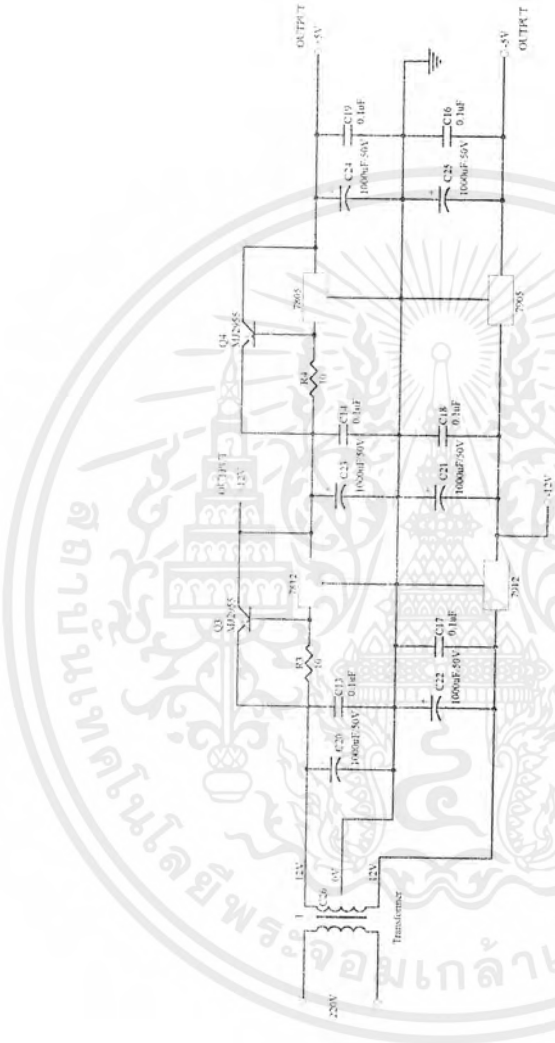
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

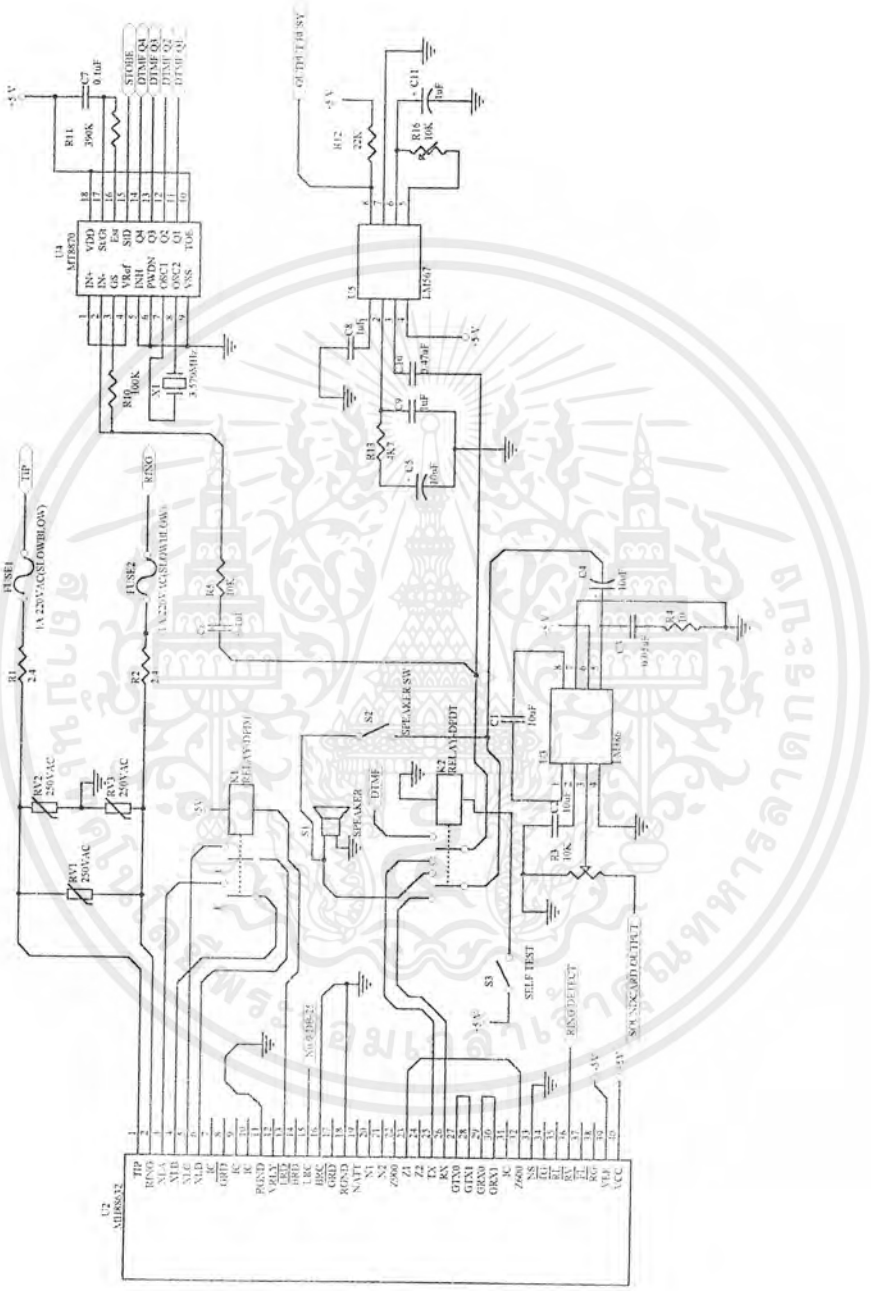
ภาคผนวก ก.

วงจรการทำงานรวม

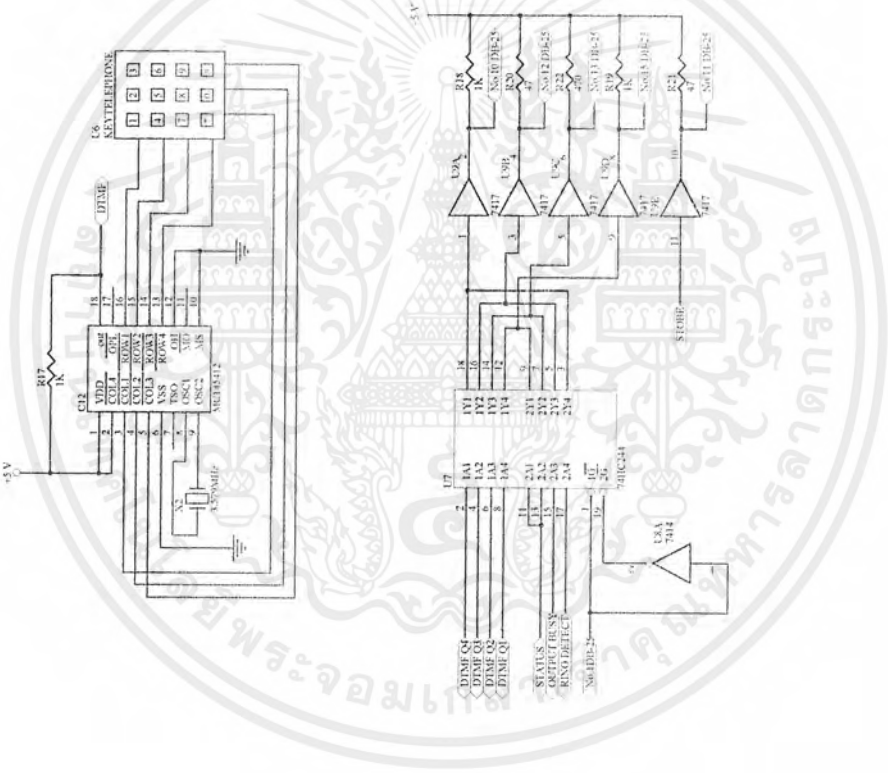
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



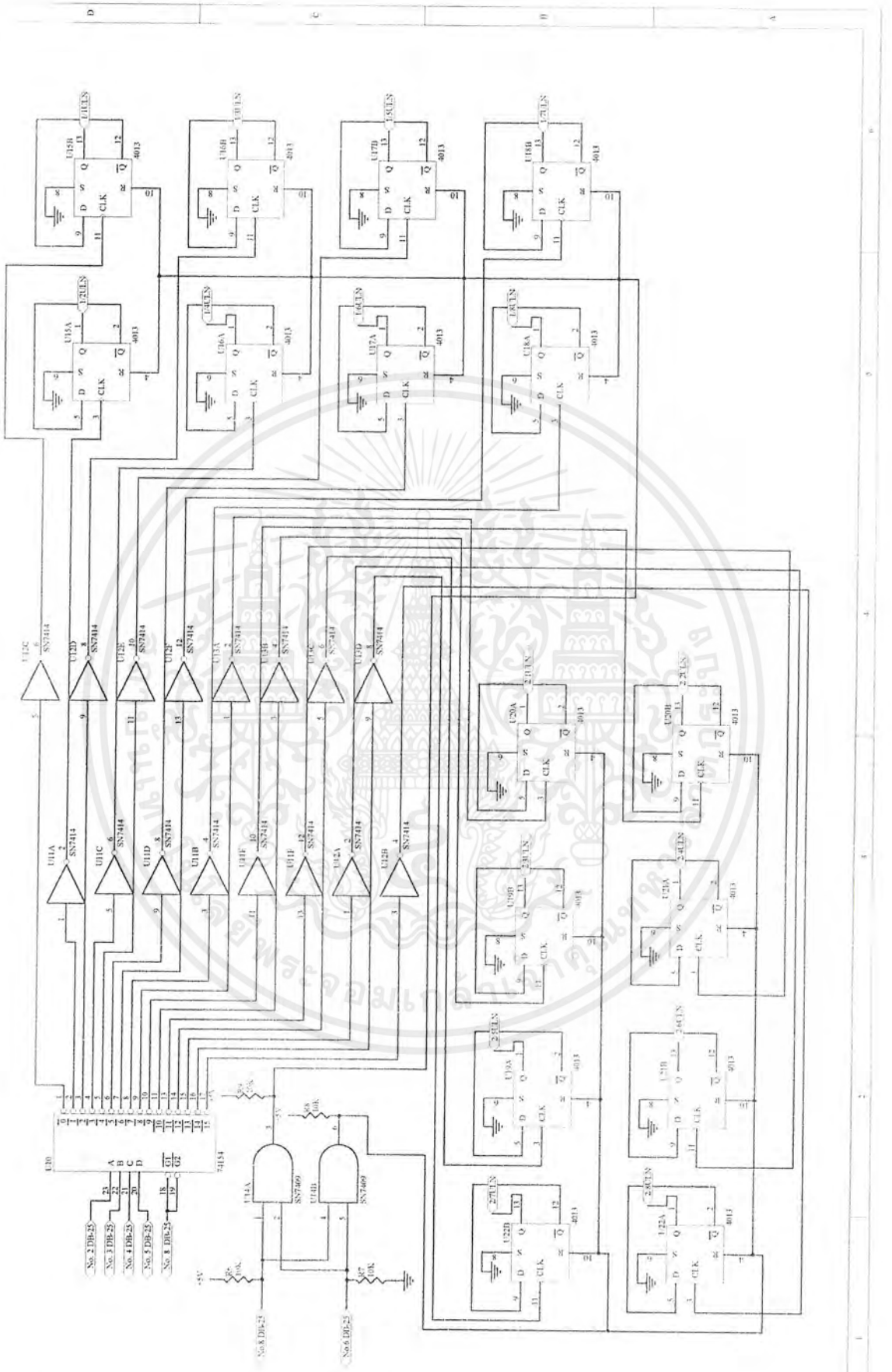
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



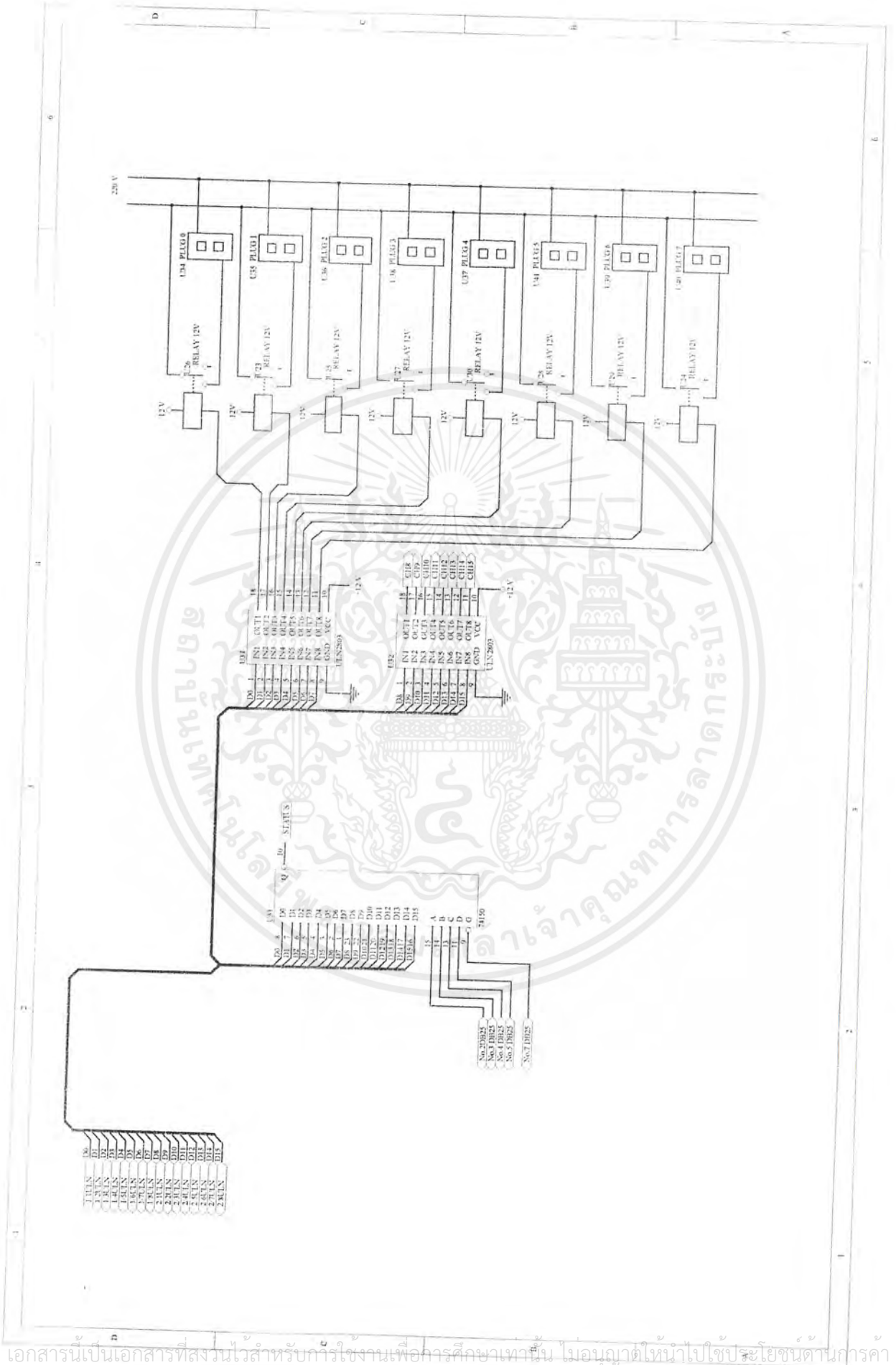
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



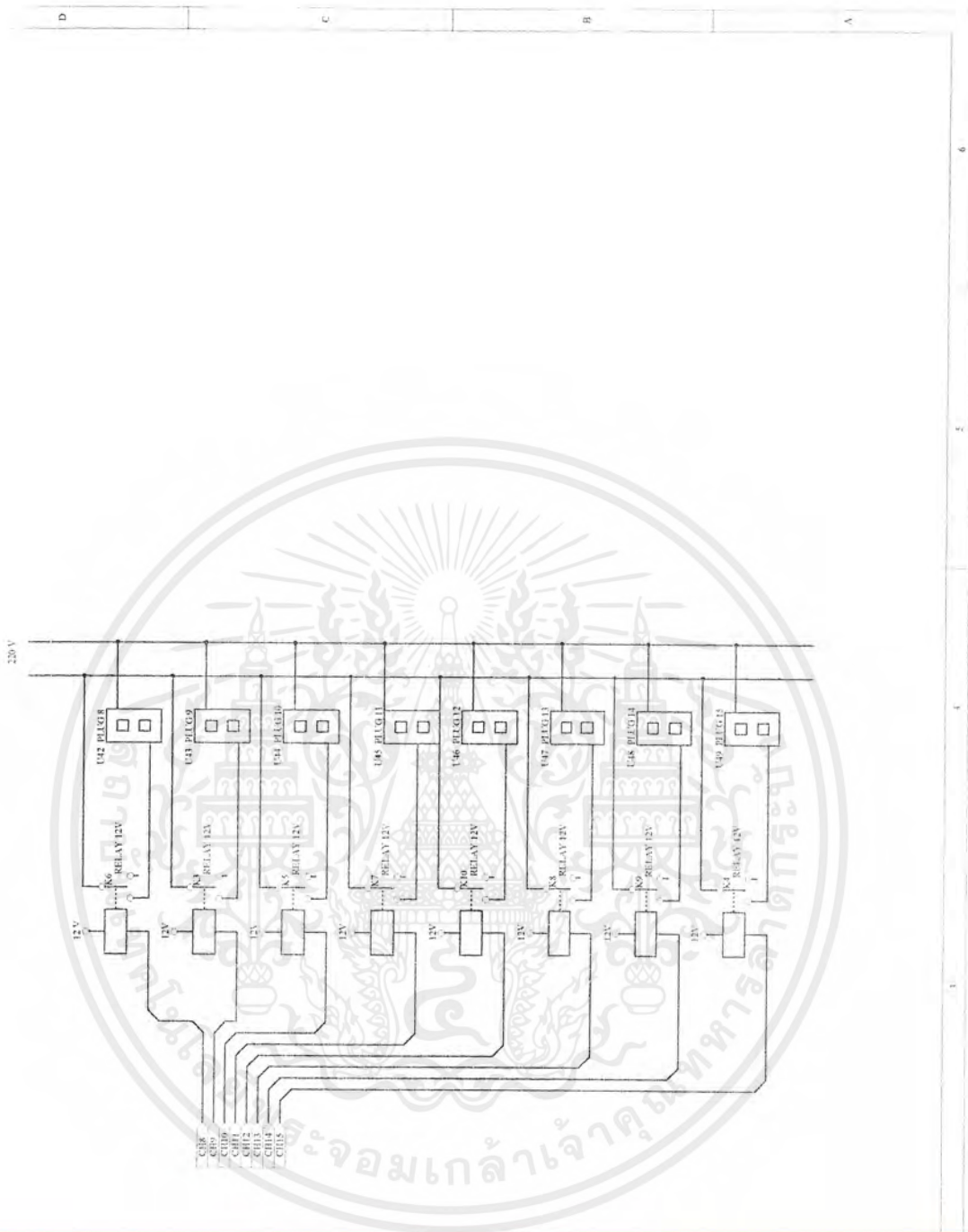
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
ข้อมูลของไอซีที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MH88632B

Central Office Interface Circuit

Preliminary Information

ISSUE 3 September 1997

Features

- Supports Loop Start and Ground Start protocols
- 2-4 Wire conversion
- Programmable Input Impedance, Network Balance Impedance and gains
- Three relay drivers
- Line state detection outputs
- 15mA operation allowing long line length capability
- On-hook reception for Caller Line Identification
- Meets FCC Part 68 Leakage Current Requirements

Applications

Interface to Central Office telephone line for

- PBX
- Key Telephone System
- Terminal Equipment
- Digital Loop Carrier
- Wireless Local Loop

Ordering Information

MH88632B 40 Pin SIL Package
MH88632BT 40 Pin 90° Package
0°C to 70°C

Description

The Mitel MH88632B Central Office Interface Circuit provides a complete analog and signalling link between audio switching equipment and a subscriber line. The device is available in a single in line package for high packing densities or in a 90° package for reduced card clearance.

The device is fabricated using thick film hybrid technology for optimum circuit design and very high reliability.

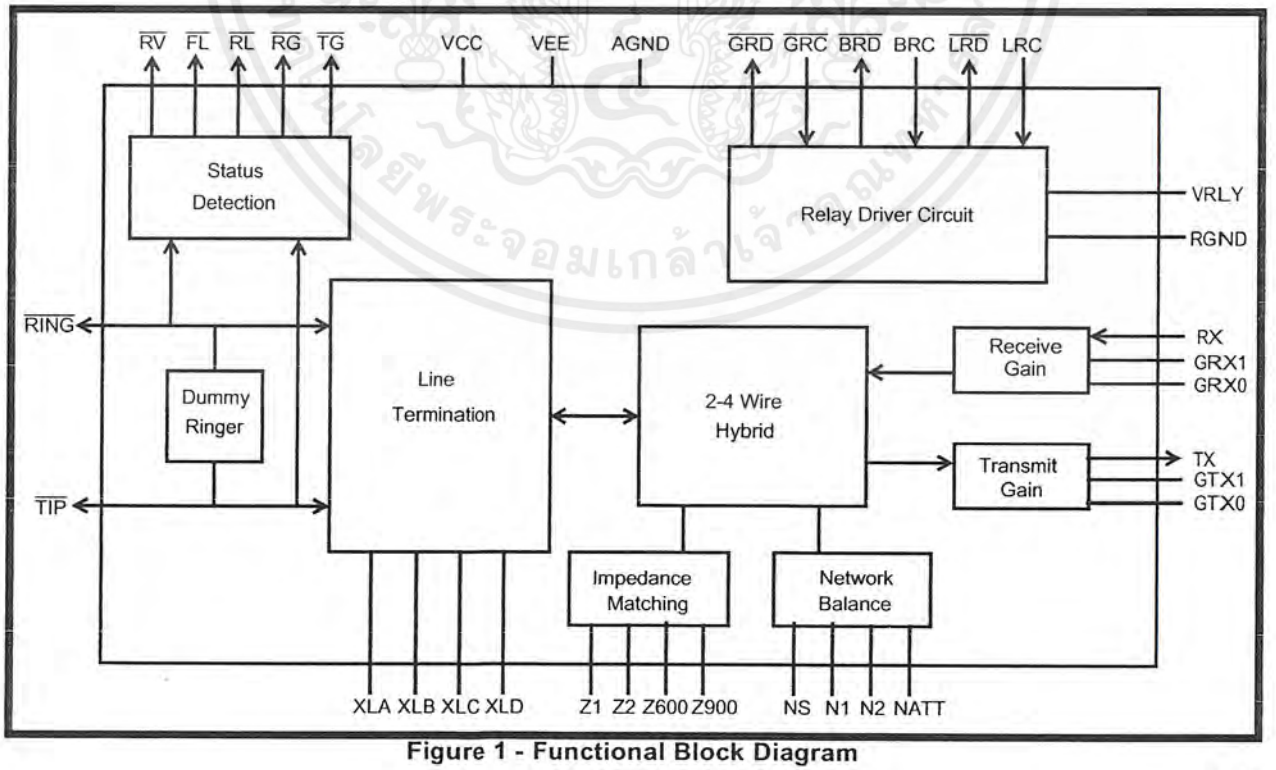


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

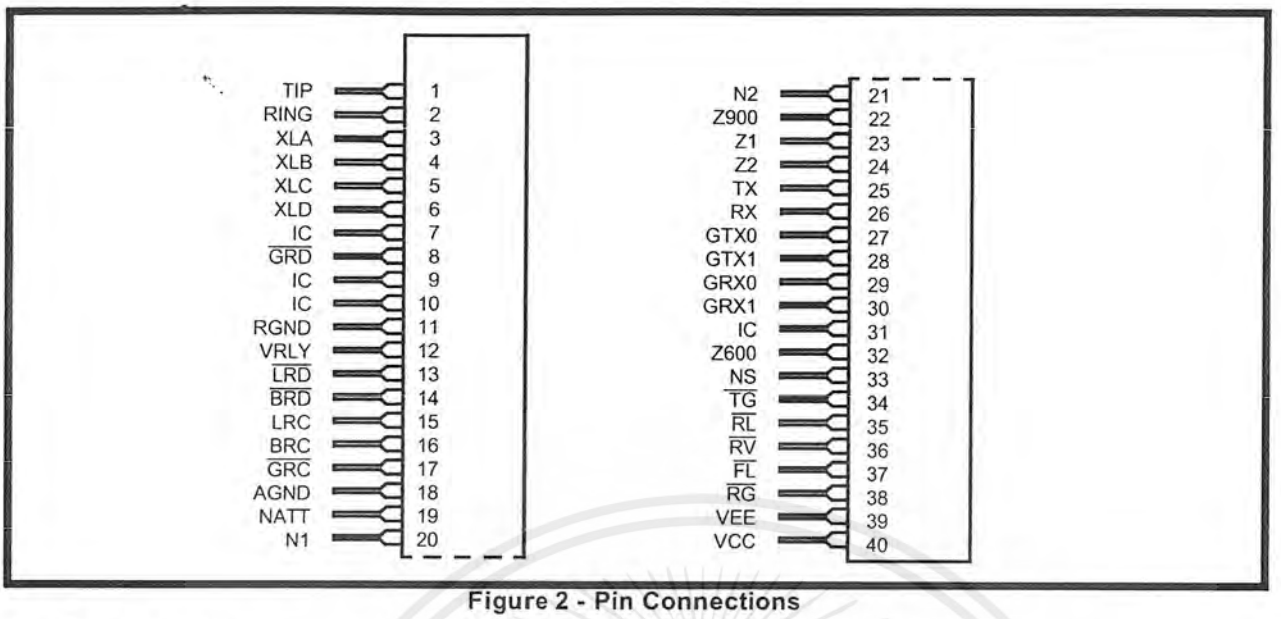


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	TIP	**Tip Lead.** Connects to the Tip lead of a telephone line usually via an external protection circuit.
2	RING	**Ring Lead.** Connects to the Ring lead of a telephone line usually via an external protection circuit.
3	XLA	**Loop Relay Contact A.** Connects to XLB through relay contacts (K1A) when the relay is energized.
4	XLB	**Loop Relay Contact B.** Connects to XLA through relay contacts (K1A) when the relay is energized.
5	XLC	**Loop Relay Contact C.** Connects to XLD through relay contacts (K1B) when the relay is energized.
6	XLD	**Loop Relay Contact D.** Connects to XLC through relay contacts (K1B) when the relay is energized.
7	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
8	$\overline{\text{GRD}}$	**Ground Ring Lead Relay Drive (Output).** Connects to the Ground Ring Lead Relay coil (K3) and is controlled by $\overline{\text{GRC}}$.
9	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
10	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
11	RGND	**Relay Ground.** Return path for relay supply voltage.
12	VRLY	**Relay Positive Supply Voltage.** Normally +5V. Connects to all relay coils and the relay supply voltage.
13	$\overline{\text{LRD}}$	**Loop Relay Drive (Output).** Connects to the Loop Relay coil (K1) and is controlled by LRC.
14	$\overline{\text{BRD}}$	**Bias Relay Drive (Output).** Connects to the Bias Relay coil (K2) and is controlled by $\overline{\text{BRC}}$.
15	LRC	**Loop Relay Control (Input).** A logic 1 activates $\overline{\text{LRD}}$. The Loop Relay (K1) is used for placing the Line Termination across Tip and Ring.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description (continued)

16	BRC	**Bias Relay Control (Input).** A logic 1 activates $\overline{BRD}$. The Bias Relay (K2) is used to connect Tip and Ring to -48V via bias resistors. This input should be connected to logic 0 when not used.
17	$\overline{GRC}$	**Ground Ring Relay Control (Input).** A logic 0 activates $\overline{GRD}$. The Ground Ring Lead Relay (K3) is used to connect Ring to AGND via a bias resistor. This input should be connected to logic 1 when not used.
18	AGND	**Analog Ground.** 4-Wire Ground. Normally connects to system ground. This pin must be connected to the system ground in Ground Start applications.
19	NATT	**Network Balance AT&T Node.** Used when setting the Network Balance Impedance to AT&T compromise network.
20	N1	**Network Balance Node 1.** Used when a Network Balance Impedance which differs from the Input Impedance is required or when NATT is used.
21	N2	**Network Balance Node 2.** Used when a Network Balance Impedance which differs from the Input Impedance is required.
22	Z900	**Input Impedance 900Ω Node.** Connects to Z1 when selecting an Input Impedance of 900Ω.
23	Z1	**Input Impedance Node 1.** Used when setting the Input Impedance.
24	Z2	**Input Impedance Node 2.** Used when a user defined Input Impedance is required.
25	TX	**Transmit (Output).** 4-Wire ground (AGND) referenced analog output.
26	RX	**Receive (Input).** 4-Wire ground (AGND) referenced analog input.
27	GTX0	**Transmit Gain Node 0.** Connects to GTX1 for 0dB transmit gain.
28	GTX1	**Transmit Gain Node 1.** Connects to GTX0 for 0dB transmit gain or via a resistor to AGND for transmit gain programming.
29	GRX0	**Receive Gain Node 0.** Connects to GRX1 for 0dB receive gain.
30	GRX1	**Receive Gain Node 1.** Connects to GRX0 for 0dB receive gain or via a resistor to AGND for receive gain programming.
31	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
32	Z600	**Loop Impedance 600Ω Node.** Connects to Z1 when selecting an Input Impedance of 600Ω.
33	NS	**Network Balance Setting (Input).** Used to select the Network Balance impedance.
34	$\overline{TG}$	**Tip Lead Ground Detect (Output).** A logic 0 output indicates that the Tip lead is at ground (AGND) potential.
35	$\overline{RL}$	**Reverse Loop Detect (Output).** In the on-hook state, a logic 0 output indicates that reverse loop battery is present. In the off-hook state, a logic 0 output indicates that reverse loop current is present.
36	$\overline{RV}$	**Ringing Voltage Detect (Output).** A logic low indicates that ringing voltage is across the Tip and Ring leads.
37	$\overline{FL}$	**Forward Loop Detect (Output).** In the on-hook state, a logic 0 output indicates that forward loop battery is present. In the off-hook state, a logic 0 output indicates that forward loop current is present.
38	$\overline{RG}$	**Ring Lead Ground Detect (Output).** A logic 0 output indicates that the Ring lead is at ground (AGND) potential.
39	VEE	**Negative Supply Voltage.** -5V DC
40	VCC	**Positive Supply Voltage.** +5V DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MH88632B is a Central Office Interface Circuit (COIC). It is used to correctly terminate a Central Office 2-Wire telephone line. The device provides a signalling link and a 2-4 Wire line interface between the telephone line and subscriber equipment. The subscriber equipment can include Private Branch Exchanges (PBX's), Key Telephone Systems, Terminal Equipment, Digital Loop Carriers and Wireless Local Loops.

All descriptions assume that the device is connected as in the application circuit shown in Figure 3.

Isolation Barrier

The MH88632B provides an isolation barrier which is designed to meet FCC Part 68 (November 1987) Leakage Current Requirements.

External Protection

An external protection circuit may be required to assist in preventing overvoltage damage to the device and the subscriber equipment in which it is incorporated. The type of protection required is dependant on the application and the regulatory standards. Please contact the governing regulatory body and local approvals testing houses for more assistance.

This protection is shown in block form in Figure 3.

Suitable Markets

The programmability offered by the MH88632B enhances its suitability for use throughout the world. However, care should be taken that all regulatory requirements, e.g. isolation and DC termination, are being fulfilled for the particular application in which the device is intended to be used.

Line Termination

When LRC is at a logic 1, $\overline{LRD}$ is taken to a logic 0 which energizes the Loop Relay (K1), connecting XLA to XLB and XLC to XLD. This places a line termination across Tip and Ring. The device can be considered to be in an off-hook state and DC loop current will flow. The line termination consists of a DC resistance and an AC impedance. When LRC is at a logic 0, the Line Termination is removed from across Tip and Ring.

An internal Dummy Ringer is permanently connected across Tip and Ring which is a series AC load of (17kΩ+330nF). This represents a mechanical telephone ringer and allows ringing voltages to be sensed. This load can be considered negligible when the line has been terminated.

Depending on the Network Protocol being used the line termination can seize the line for an outgoing call, terminate an incoming call, or if applied and disconnected at the correct rate can be used to generate dial pulse signals.

The DC line termination circuitry provides the line with an active DC load which is equivalent to a DC resistance of between 190Ω and 290Ω dependant on the loop current.

AC Input Impedance

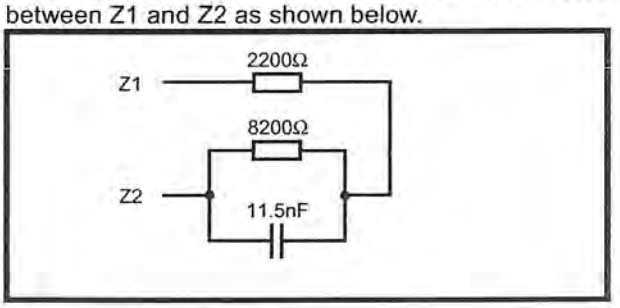
The Input Impedance (Zin) is the AC impedance that the MH88632B places across Tip and Ring in order to terminate the telephone line. It can be user defined, set to 600Ω or set to 900Ω.

To select a 600Ω Input Impedance, Z1 should be connected directly to Z600. No connection should be made to Z2 or Z900.

To select a 900Ω Input Impedance, Z1 should be connected directly to Z900. No connection should be made to Z2 or Z600.

In order to user define the Input Impedance an impedance network should be placed between Z1 and Z2. This should be equivalent to 10 times the required Input Impedance and must be greater than 100Ω at 3.4kHz. No connection should be made to Z600 or Z900.

For example, to implement an Input Impedance of 220Ω+(820Ω//115nF) an impedance network of 2200Ω+(8200Ω//11.5nF) should be connected between Z1 and Z2 as shown below.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User defined Input Impedances can be used to satisfy most national requirements. See Table 1.

All connections should be kept as short as possible.

Network Balance Impedance

The MH88632B's Network Balance Impedance can be selected to mirror the Input Impedance, to be AT&T compromise or set to a user defined value. Thus, the Network Balance Impedance can comply with most national requirements.

With NS at logic 0, the Network Balance Impedance is selected to mirror the Input Impedance of the device. No connection should be made to NATT, N1 and N2.

To select a Network Balance Impedance equal to AT&T Compromise (i.e. 350Ω+(1kΩ//210nF)), NS should be set to a logic 1 and a direct connection made between NATT and N1. No connection should be made to N2.

To set a user defined Network Balance Impedance NS is set to a logic 1. An impedance network which is 10 times the required Network Balance Impedance must be placed between N1 and AGND. Another impedance network must be placed between N1 and N2 which is 10 times the selected input impedance of the device.

For example, to implement a Network Balance Impedance of 220Ω+(820Ω//115nF), an impedance network of 2200Ω+(8200Ω//11.5nF) must be connected between N1 and AGND. An impedance network equal to 10 times the selected Input Impedance must be connected between N1 and N2. See Table 2.

All connections should be kept as short as possible.

2-4 Wire Conversion

The device converts the balanced 2-Wire input, presented by the line at Tip and Ring, to a ground referenced signal at TX. This circuit operates with or without loop current; signal reception with no loop current is required for on-hook reception enabling the detection of Caller Line Identification signals.

Conversely the device converts the ground referenced signal input at RX, to a balanced 2-Wire signal across Tip and Ring.

The 4-Wire side (TX and RX) can be interfaced to a filter/codec, such as the Mitel MT896X, for use in digital voice switched systems.

During full duplex transmission, the signal at Tip and Ring consists of both the signal from the device to the line and the signal from the line to the device. The signal input at RX, being sent to the line, must not appear at the output TX. In order to prevent this, the device has an internal cancellation circuit. The measure of attenuation is Transhybrid Loss (THL).

Programmable Transmit and Receive Gain

The Transmit Gain (GTX) of the MH88632B is the gain from the balanced signal across Tip and Ring to the ground referenced signal at TX. It is programmed by making a connection to GTX1. A direct connection from GTX1 to GTX0 selects a gain of 0dB. A direct connection from GTX1 to AGND selects a gain of +6dB. Other gains can be programmed by connecting a resistor (R_{TX}) between GTX1 and AGND. The value of resistor is selected using the following formulae.

$$R_{TX} = \frac{5000}{10^{(-GTX/20)} - 0.5}$$

$$GTX = -20 \log\left(0.5 + \frac{5000}{R_{TX}}\right)$$

The Receive Gain (GRX) of the MH88632B is the gain from the ground referenced signal at RX to the balanced signal across Tip and Ring. It is programmed by making a connection to GRX1. A direct connection from GRX1 to GRX0 selects a gain of 0dB. A direct connection from GRX1 to AGND selects a gain of +6dB. Other gains can be programmed by connecting a resistor (R_{RX}) between GRX1 and AGND. The value of resistor is selected using the following formulae.

$$R_{RX} = \frac{5000}{10^{(-GRX/20)} - 0.5}$$

$$GRX = -20 \log\left(0.5 + \frac{5000}{R_{RX}}\right)$$

For the correct programming of Transmit and Receive Gains the selected Input Impedance must match the specified telephone line characteristic impedance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Both Gains are programmable in the range -12dB to +6dB. This wide range is capable of accommodating most system loss plans. See Tables 3 and 4.

Caller Line Identification

Caller Line Identification (CLI) provides the called party with the calling party telephone number. The Central Office will utilise the voice path of a regular loop-start telephone line when the MH88632B is in the on-hook state. The CLI information is typically a Frequency Shift Keyed (FSK) data signal which is output at TX.

Supervisory Features

Line Status Detection Outputs

The MH88632B supervisory circuitry provides the signalling status outputs which are monitored by the system controller. The supervisory circuitry is capable of detecting: ringing voltage; forward and reverse loop battery; forward and reverse loop current; grounded tip lead; and grounded ring lead.

If these Supervisory Features and the Control Features are used as indicated in Figure 3 they can implement common Network Protocols such as Loop-Start Signalling and Ground-Start Signalling.

1. Ringing Voltage Detect Output ($\overline{RV}$)

The $\overline{RV}$ output provides a logic 0 when ringing voltage is detected across Tip and Ring. This detector includes a filter which ensures that the output toggles at the ringing cadence and not at the ringing frequency. Typically this output switches to a logic 0 after 50ms of applied ringing voltage and remains at a logic 0 for 50ms after ringing voltage is removed.

2. Forward Loop and Reverse Loop Detect Outputs ($\overline{FL}$ & $\overline{RL}$)

The $\overline{FL}$ output provides a logic 0 when either forward loop battery or forward loop current is detected, that is the Ring pin voltage is negative with respect to Tip pin voltage.

The $\overline{RL}$ output provides a logic 0 when either reverse loop battery or reverse loop current is detected, that is the Tip pin voltage is negative with respect to Ring pin voltage.

3. Tip Ground and Ring Ground Detect Outputs ($\overline{TG}$ & $\overline{RG}$)

The $\overline{TG}$ output provides a logic 0 when the Tip pin is at ground (AGND) potential.

The $\overline{RG}$ output provides a logic 0 when the Ring pin is at ground (AGND) potential.

Control Inputs

The MH88632B accepts control signals from the system controller at the inputs Loop Relay Control (LRC), Bias Relay Control (BRC) and Ground Ring Relay Control ($\overline{GRC}$). These energize the relay drive outputs Loop Relay Drive ($\overline{LRD}$), Bias Relay Drive ($\overline{BRD}$) and Ground Ring Relay Drive ($\overline{GRD}$) respectively. Each output is active low and has an internal clamp diode to VRLY.

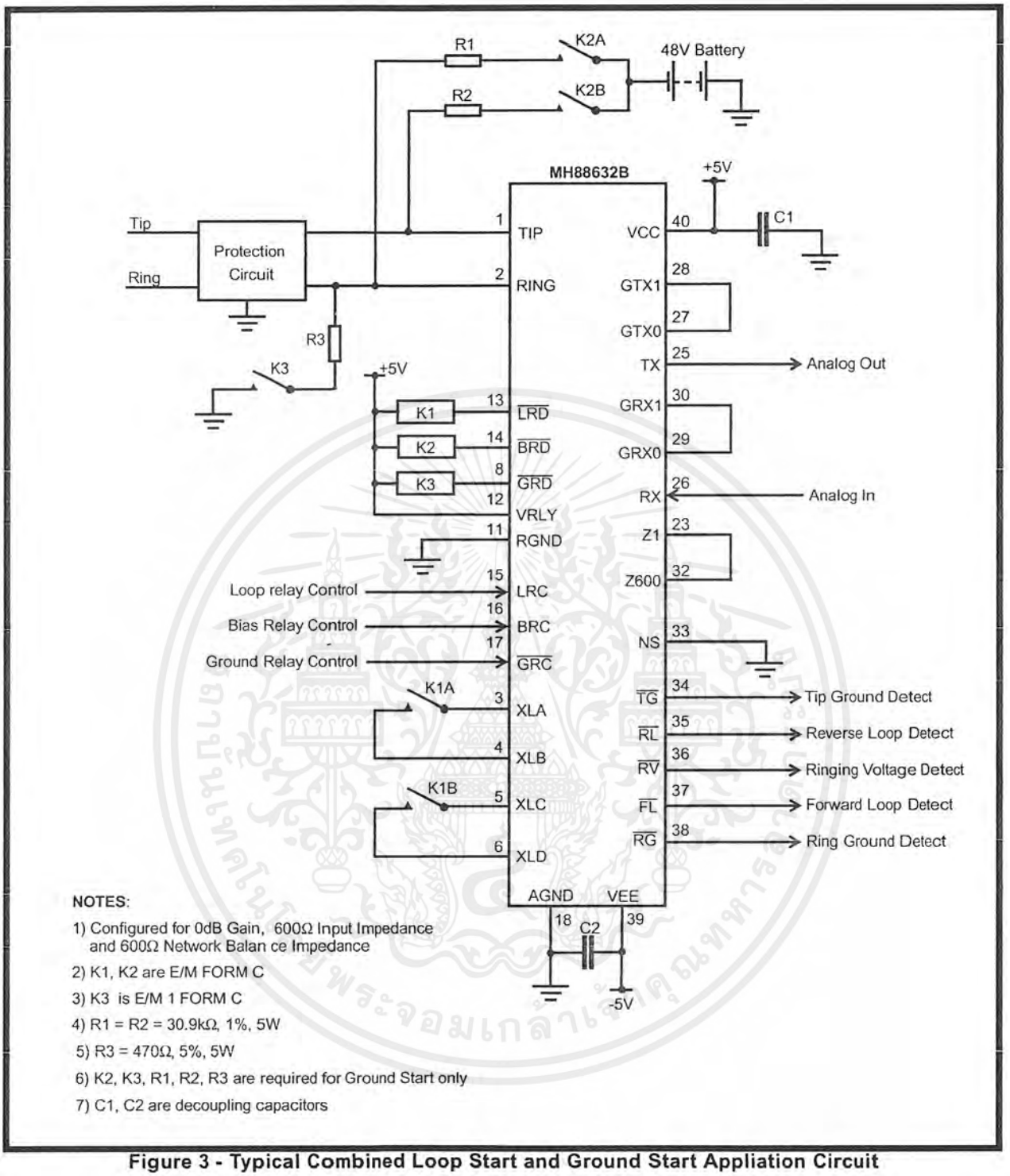
The intended use of each of these relay drivers is shown in Figure 3. LRC is being used to add and remove the Line Termination from across Tip and Ring. BRC is used to connect Tip and Ring to -48V via external bias resistors. $\overline{GRC}$ is controlling the connection of Ring to AGND via an external bias resistor.

If these Control Features and the Supervisory Features are used as intended they can be used to implement common Network Protocols such as Loop-Start Signalling and Ground-Start Signalling.

Mechanical Information

See Figure 9 for mechanical specifications for the MH88632B and Figure 10 for mechanical specifications for the MH88632BT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NOTES:

1) Configured for 0dB Gain, 600Ω Input Impedance and 600Ω Network Balan ce Impedance
2) K1, K2 are E/M FORM C
3) K3 is E/M 1 FORM C
4) R1 = R2 = 30.9kΩ, 1%, 5W
5) R3 = 470Ω, 5%, 5W
6) K2, K3, R1, R2, R3 are required for Ground Start only
7) C1, C2 are decoupling capacitors

Figure 3 - Typical Combined Loop Start and Ground Start Appliation Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input Impedance Settings

Z2	Z1	Z600	Z900	Resulting input impedance (Zin)
NA	Connect Z1 to Z600		NA	600Ω
NA	Connect Z1 to Z900	NA	Connect Z1 to Z900	900Ω
Connect network from Z1 to Z2		NA	NA	0.1 x impedance between Z1 & Z2

Note: NA indicates high impedance (10kΩ) connection to this pin does not effect the resulting Input Impedance

Network Balance Settings

NS (Input)	N2	N1	NATT	Resulting input impedance (Zin)
Low	NA	NA	NA	Equivalent to Zin
High	NA	Connect N1 to NATT		AT&T compromise (350Ω + 1kΩ // 210nF) Zin must be 600Ω
High	Connect network from N1 to AGND equivalent to 10 x NETBAL. Connect network from N1 to N2 equivalent to 10 x Zin.		NA	0.1 x impedance between N1 & N2

Notes: NA indicates high impedance (10kΩ) connection to this pin does not effect the resulting Network Balance Impedance.
Low indicates Logic 0.
High indicates Logic 1.

Transmit Gain Programming

Transmit Gain (dB)	R_{TX} Resistor Value (Ω)	Notes
+6.0	No Resistor	
+4.0	38.3k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel A-law codec (i.e. MT8967)
+3.7	32.4k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel μ-law codec (i.e. MT8966)
0.0	GTX0 to GTX1	
-3.0	5.49k	
-6.0	3.32k	
-12.0	1.43k	

Note: Overall gain refers to the receive path of PCM to 2-Wire.

Receive Gain Programming

Receive Gain (dB)	R_{RX} Resistor Value (Ω)	Notes
+6.0	No Resistor	
0.0	GRX0 to GRX1	
-3.0	5.49k	
-3.7	4.87k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel A-law codec (i.e. MT8967)
-4.0	4.64k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel μ-law codec (i.e. MT8966)
-6.0	3.32k	
-12.0	1.43k	

Note: Overall gain refers to the transmit path of 2-wire to PCM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

	Parameter	Sym	Min	Max	Units	Comments
1	DC Supply Voltage	V_{CC} V_{EE}	-0.3 0.3	7 -7	V V	
2	DC Relay Voltage	V_{RLY}	-0.3	20	V	
3	Storage Temperature	T_S	-55	+125	°C	
4	Ring Trip Current	I_{TRIP}		180	mArms	250ms 10% duty cycle or 500ms single shot

*Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.

Recommended Operating Conditions

	Parameter	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Comments
1	DC Supply Voltage	V_{CC} V_{EE}	4.75 -4.75	5 -5	5.25 -5.25	V V	
2	DC Relay Voltage	V_{RLY}		5	15	V	
3	Operating Temperature	T_{OP}	0	25	70	°C	

‡Typical figures are at 25 C with nominal 5V supplies and aredr design aid only.

DC Electrical Characteristics†

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1		Supply Current	I_{DD} I_{EE}		14 10	15 13	mA mA	
2		Power Consumption	PC		120	147	mW	
3	$\overline{FL}$ $\overline{RL}$ $\overline{RG}$ $\overline{TG}$ $\overline{RV}$	Low Level Output Voltage High Level Output Voltage	V_{OL} V_{OH}	 2.4		0.5	V V	I_{OL} = 4mA I_{OH} = 0.4mA
4	$\overline{LRD}$ $\overline{BRD}$ $\overline{GRD}$	Sink Current, Relay to V_{CC} Clamp Diode Current	I_{OL} I_{CD}	100 150			mA mA	V_{OL} = 0.35V
5	NS LRC BRC $\overline{GRC}$	Low Level Input Voltage High Level Input Voltage	V_{IL} V_{IH}	 2		0.8	V V	
6	NS LRC BRC $\overline{GRC}$	High Level Input Current Low Level Input Current	I_{IH} I_{IL}			1 1	µA µA	

† Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
‡ Typical figures are at 25°C with nominal 5V supplies and are 6r design aid only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Loop Electrical Characteristics†

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Ringing Voltage	V_R	20	90	130	Vrms	
2	Ringing Frequency		17	20	68	Hz	
4	Operating Loop Current		15		90	mA	
5	Off-Hook DC Resistance		190	275	290	Ω	
6	Leakage Current (Tip-Ring to AGND)				7	mArms	@1000VAC
7	$\overline{FL}$ Threshold Tip-Ring Voltage Detect (On-hook) Tip-Ring Current Detect (Off-hook)		 12 6		 21 12	 V mA	 LRC = 0V LRC = 5V
8	$\overline{RL}$ Threshold Tip-Ring Voltage Detect (On-hook) Tip-Ring Current Detect (Off-hook)		 -12 -6		 -21 -12	 V mA	 LRC = 0V LRC = 5V
9	$\overline{TG}$ and $\overline{RG}$ Detect Threshold		-12		-14	V	

†Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
‡Typical figures are at 25°C with nominal 5V supplies and are br design aid only.

AC Electrical Characteristics†

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	2-wire Input Impedance Note 1	Zin		600 900 Ext.		Ω Ω Ω	
2	Return Loss at 2-Wire (Zin = 600Ω)	RL	 20 26 20	 40 48 46		 dB dB dB	Test Circuit Fig. 6 200-500 Hz 500-1000 Hz 1000-3400 Hz
3	Return Loss at 2-Wire (Zin = 900Ω)	RL	22 26 24			dB dB dB	200-500 Hz 500-1000 Hz 1000-3400 Hz
4	Longitudinal to Metallic Balance Note 2		 58 58 55 53 51	 64 63 61 57 54		 dB dB dB dB dB	Test Circuit Fig. 8 200 Hz 1000 Hz 2000 Hz 3000 Hz 4000 Hz
5	Metallic to Longitudinal Balance Note 2		 60 40	 62 62		 dB dB	Test Circuit Fig. 7 200-1000 Hz 1000 -4000 Hz
6	Transhybrid Loss (Zin = Net = 600Ω) Note 2 & 3	THL	18 21	25 33		dB dB	200-3400 Hz 500-2500 Hz
7	Transhybrid Loss (Zin = Net = 900Ω) Note 2 & 3	THL	18 21			dB dB	200-3400 Hz 500 -2500 Hz
8	Transhybrid Loss (Zin =600Ω, Net = AT&T) Note 2 & 3	THL	18 21	 30		dB dB	200-3400 Hz 500-2500 Hz
9	Input Impedance At RX			10		kΩ	
10	Output Impedance at TX				5	Ω	
11	Transmit Gain, (2-Wire/TX): Default Gain(0dB) Programmable Range		 -0.2 -12	 0	 0.2 6	 dB dB	Test Circuit Fig. 5 Input 0.5V 1000Hz 1000Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics† (continued)

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
12	Frequency response gain (relative to gain at 1kHz)						Test Circuit Fig. 5 Input 0.5V
	Note 2		-1.3	0	0.1	dB	200 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	300 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	3000 Hz
			-0.7	0	0.1	dB	3400 Hz
13	Receive Gain, (RX/2-Wire):						Test Circuit Fig. 4 Input 0.5V
	Default Gain (0dB)		-0.2	0	0.2	dB	1000Hz
	Programmable Range		-12		6	dB	1000Hz
14	Frequency response gain (relative to gain at 1kHz)						Test Circuit Fig. 4 Input 0.5V
	Note 2		-1.3	0	0.1	dB	200 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	300 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	3000 Hz
			-0.7	0	0.1	dB	3400 Hz
15	Signal Output Overload Level						THD < 5%
	at 2-wire		4			dBm	Ref. 600Ω
	at TX		4			dBm	Ref. 600Ω
16	Total Harmonic Distortion	THD					Input 0.5V, 1kHz
	at 2-Wire			0.2	1	%	
	at TX			0.4	1	%	
17	Idle Channel Noise	Nc					
	at 2-Wire			10	13	dBrn C	
	at TX			11	13	dBrn C	
18	Common Mode Rejection Ratio	CMRR	48	65		dB	540Hz Test Circuit Fig. 8
19	Power Supply Rejection Ratio at 2-Wire and TX	PSRR					Ripple 0.1V, 1kHz
	V_{CC}		20	42		dB	
	V_{EE}		20	28		dB	
20	On-Hook Transmit Gain (2-Wire/TX) Default Gain 0dB		-1	0	1	dB	1000Hz
	Programmable Range		-12		6	dB	1000Hz
21	On-Hook frequency Response Gain (relative to off-hook gain)		-1	0	1	dB	Input 0.5V, 1kHz

†Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated
‡Typical figure are at 25°C with nominal 5V supplies and are for design aid only
*All test conditions use a test source impedance which matches the device's input impedance
dBm is referenced to 600Ω unless otherwise stated
Notes: Impedance set by external network equal to 10 times the required input impedance
Test conditions use a transmit and receive gain set to 0dB default
"Net" indicates network balance impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

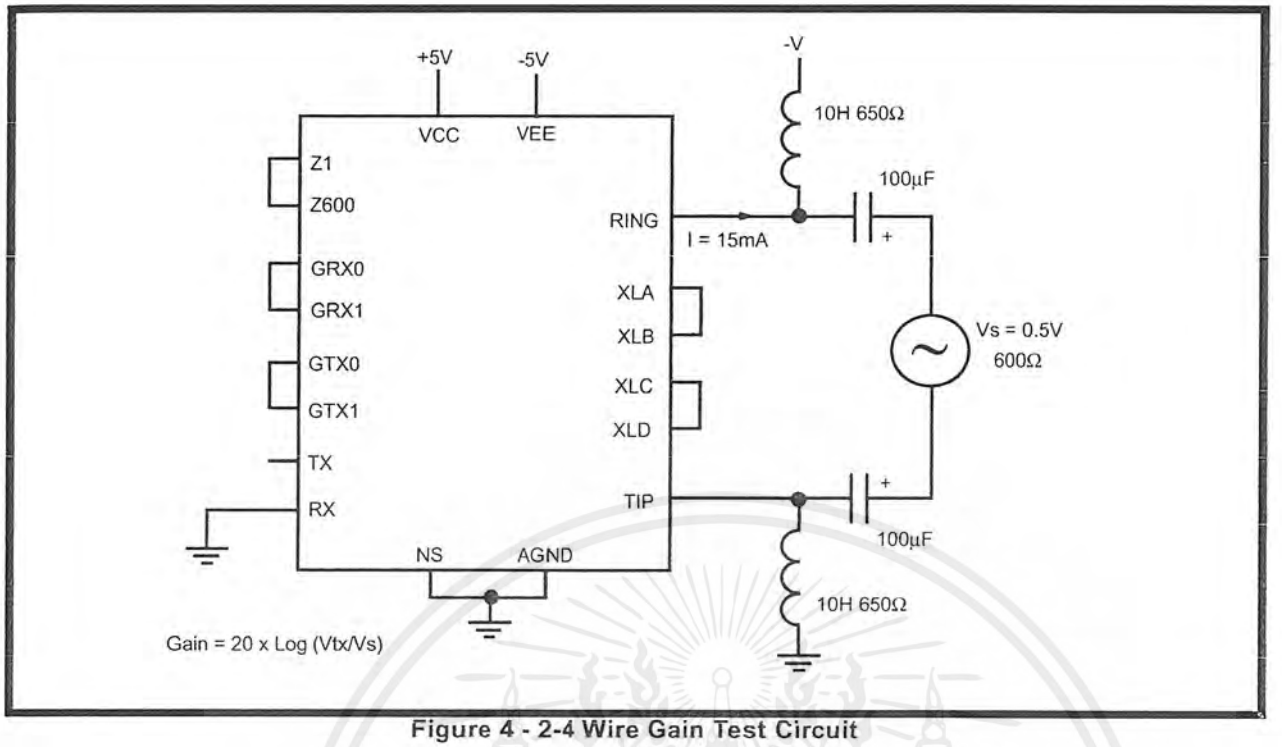


Figure 4 - 2-4 Wire Gain Test Circuit

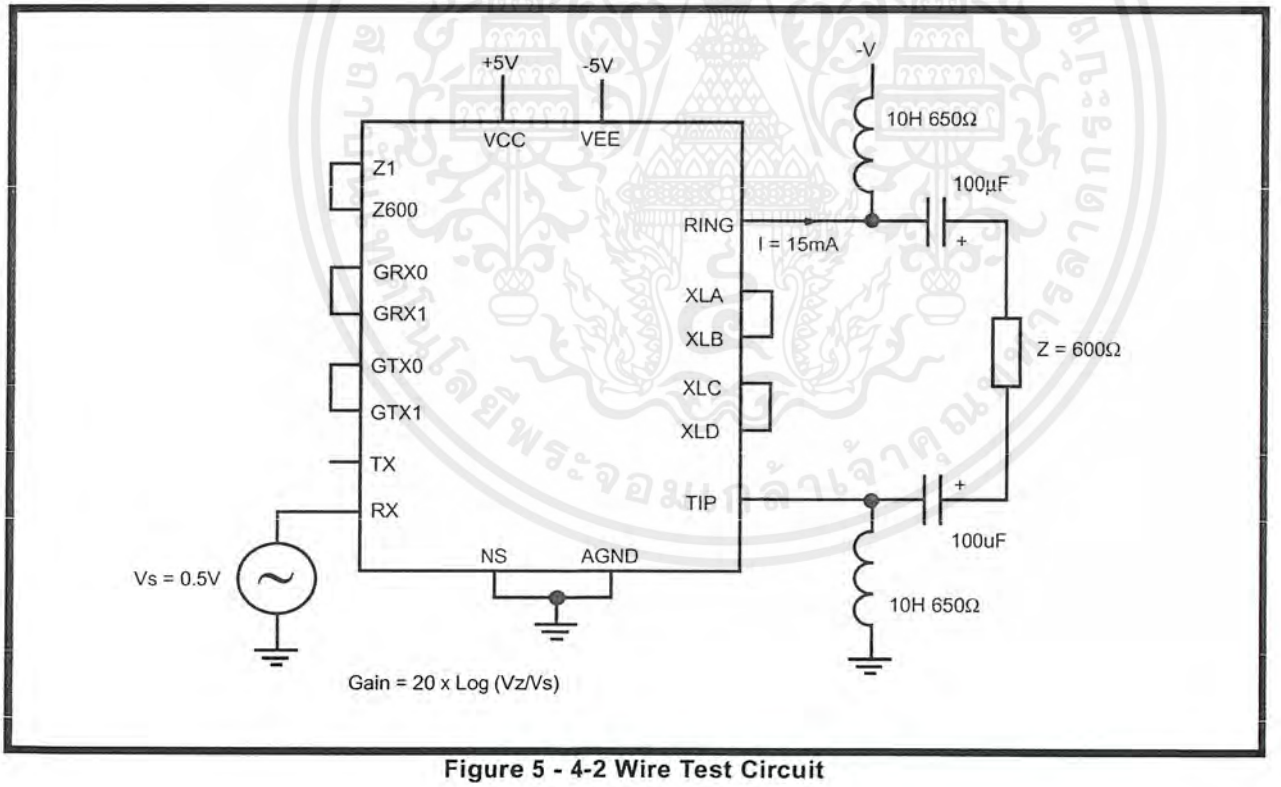


Figure 5 - 4-2 Wire Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

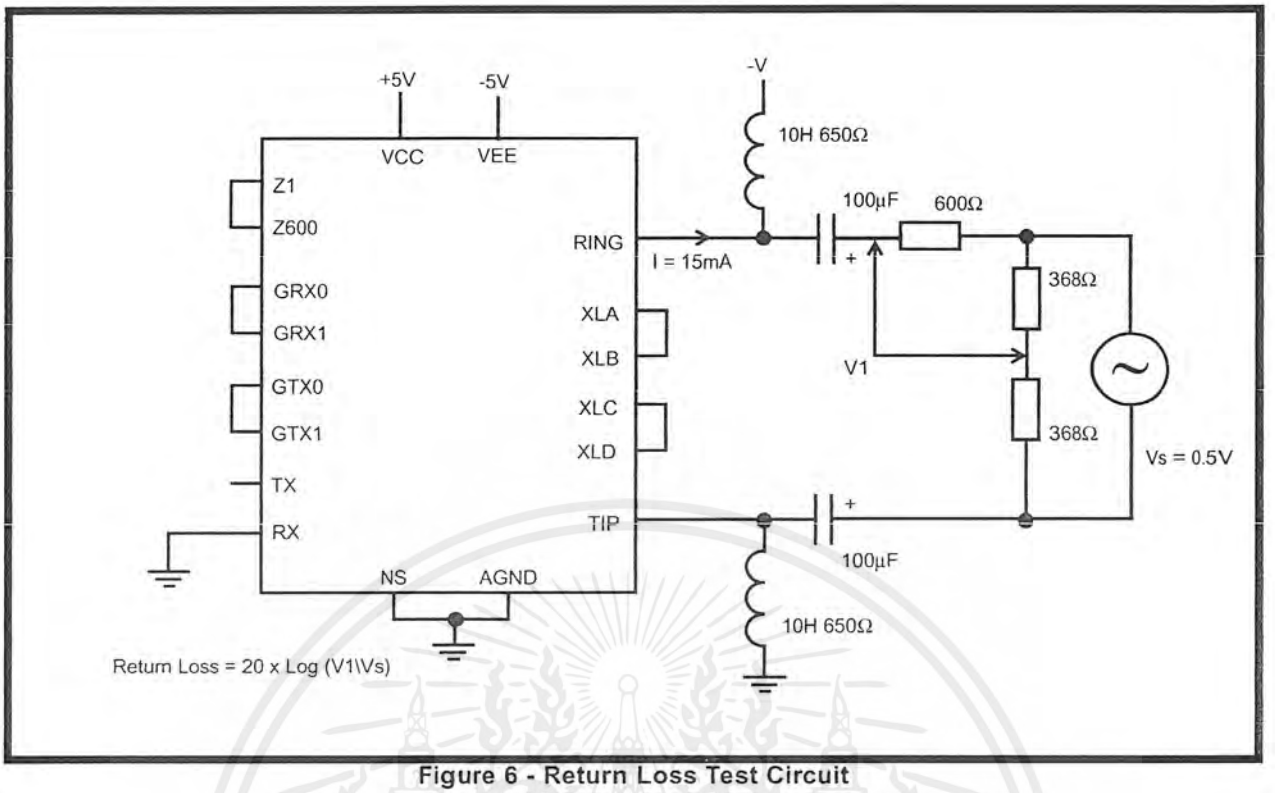


Figure 6 - Return Loss Test Circuit

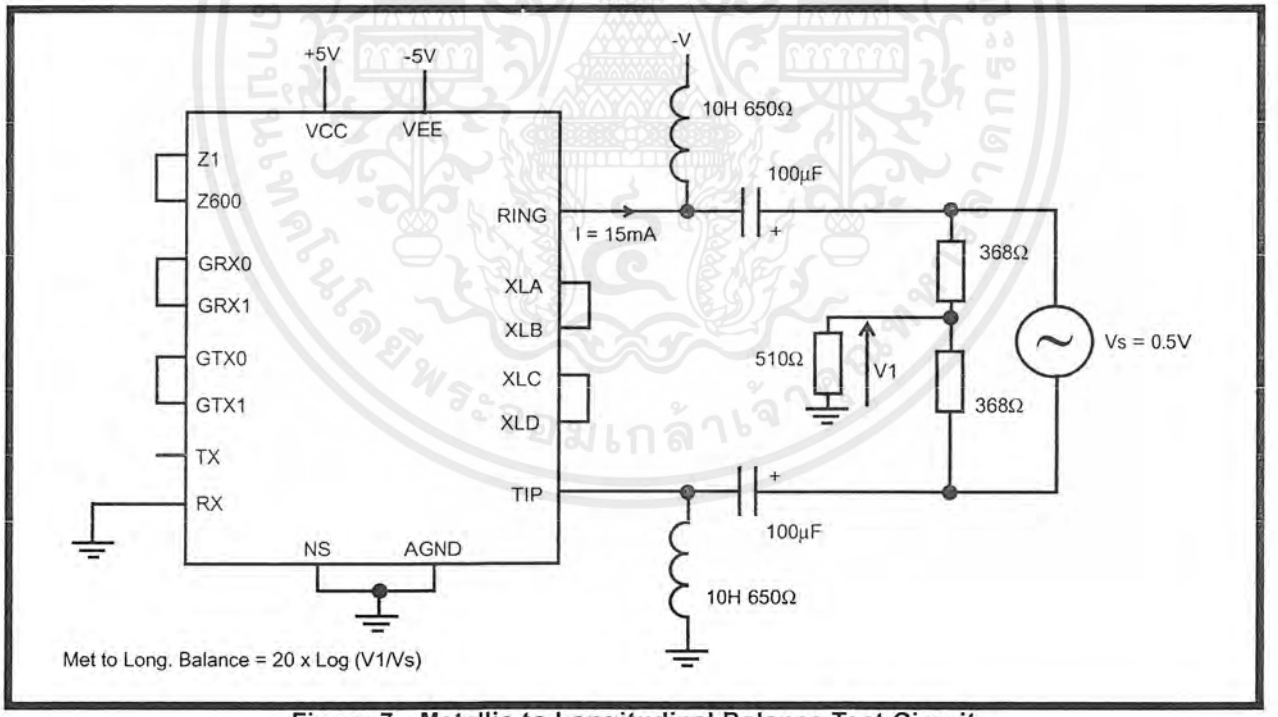


Figure 7 - Metallic to Longitudinal Balance Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

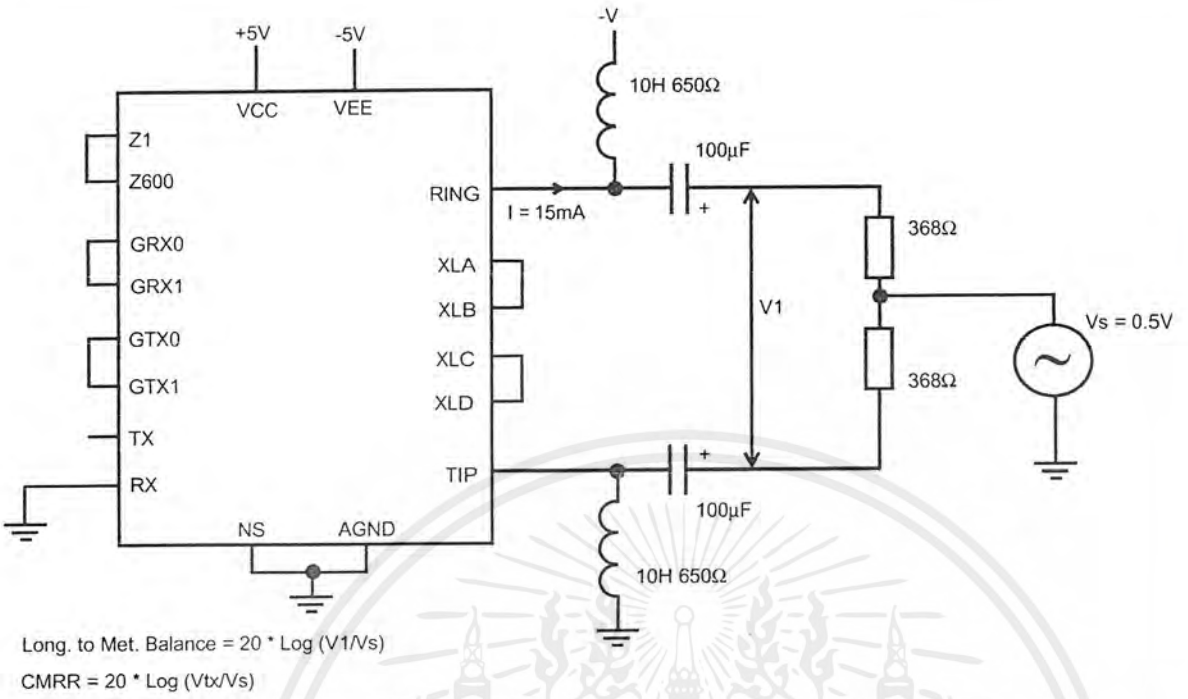


Figure 8 - Longitudinal to Metallic Balance and CMRR Test Circuit

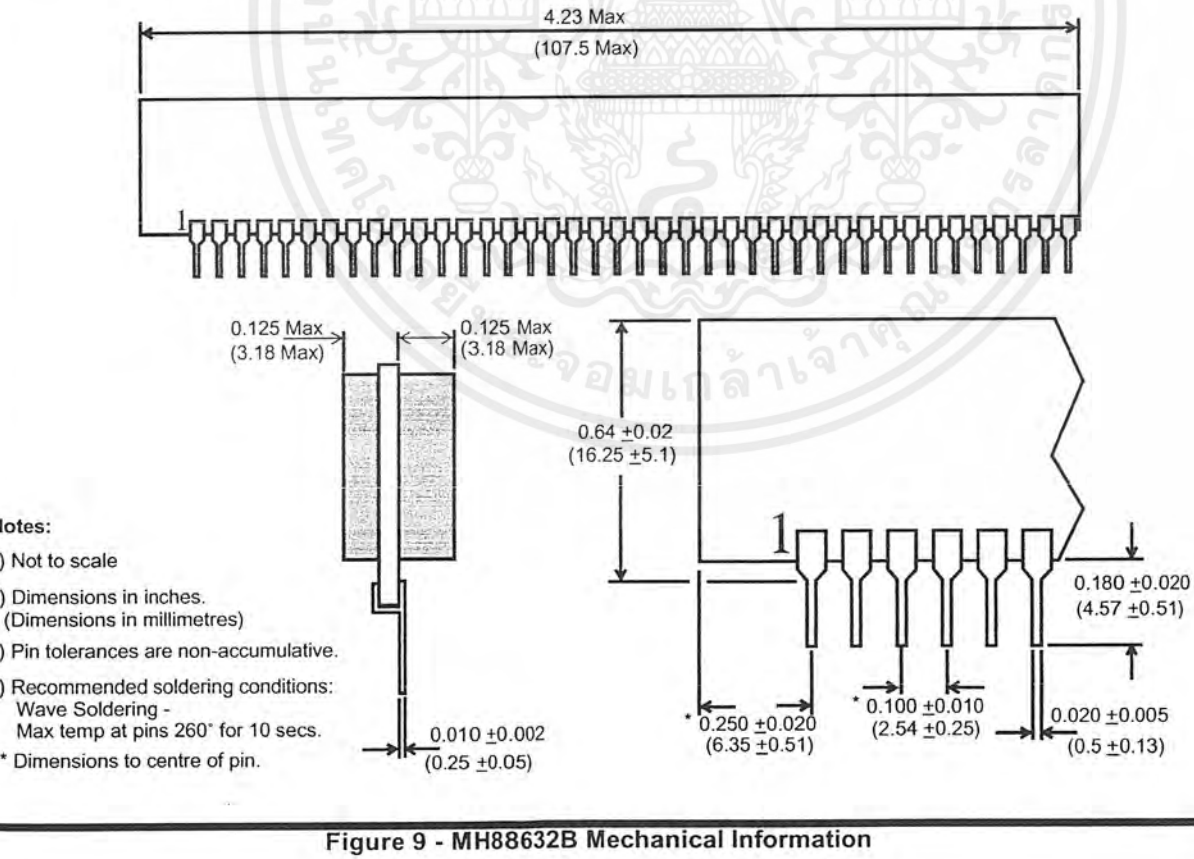


Figure 9 - MH88632B Mechanical Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

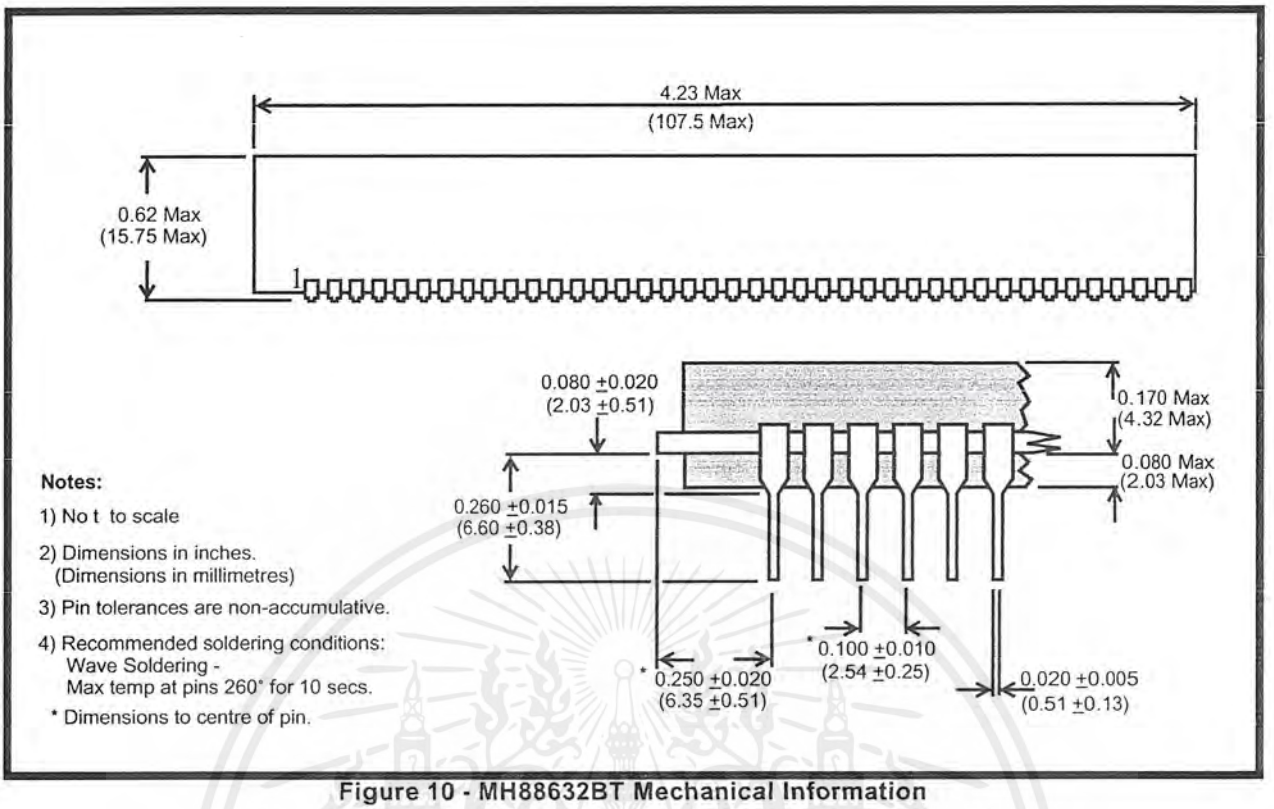


Figure 10 - MH88632BT Mechanical Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

May 1999

National Semiconductor

LM567/LM567C
Tone Decoder

General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

Features

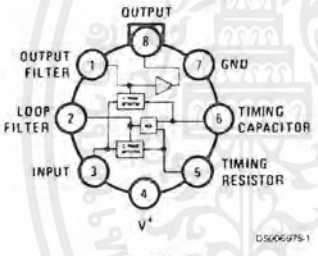
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

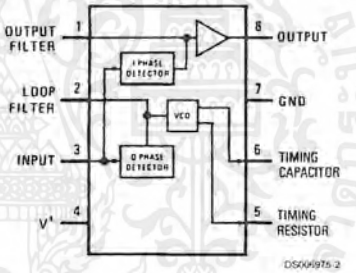
Connection Diagrams

Metal Can Package



Top View
Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package Number H08C

Dual-In-Line and Small Outline Packages



Top View
Order Number LM567CM
See NS Package Number M08A
Order Number LM567CN
See NS Package Number N08E

© 1999 National Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 2)	1100 mW
V_8	15V
V_3	−10V
V_3	V_4 + 0.5V
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Operating Temperature Range	
LM567H	−55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0°C to +70°C
Soldering Information	
Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics

AC Test Circuit, T_A = 25°C, V^+ = 5V

Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	R_L = 20k		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	R_L = 20k		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		kΩ
Smallest Detectable Input Voltage	I_L = 100 mA, $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	I_C = 100 mA, $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	B_n = 140 kHz		−6			−6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			±0.1			±0.1		%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75–6.75V		±1	±2		±1	±5	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75–5.75V)	$0 < T_A < 70$ $-55 < T_A < +125$		35 ± 60 35 ± 140			35 ± 60 35 ± 140		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V–6.75V 4.75V–9V		0.5	1.0 2.0		0.4	2.0 2.0	%/V %/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			f_o/20			f_o/20		
Output Leakage Current	V_8 = 15V		0.01	25		0.01	25	μA
Output Saturation Voltage	e_i = 25 mV, I_8 = 30 mA e_i = 25 mV, I_8 = 100 mA		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

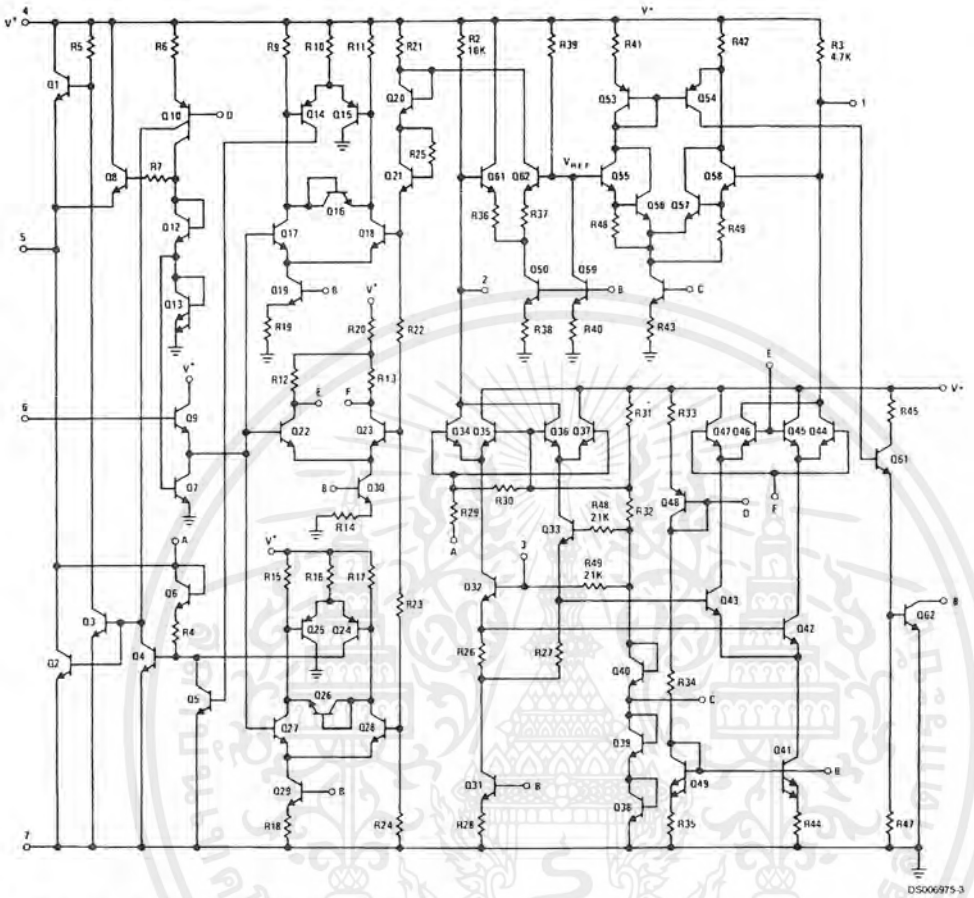
Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 2: The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W, junction to ambient.

Note 3: Refer to RETS567X drawing for specifications of military LM567H version.

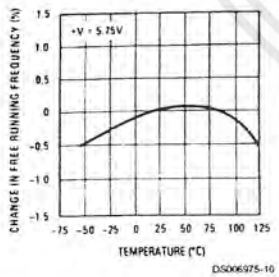
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schematic Diagram

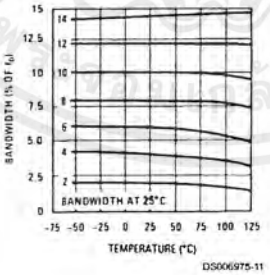


Typical Performance Characteristics

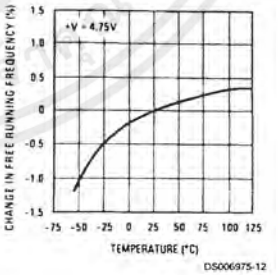
Typical Frequency Drift



Typical Bandwidth Variation



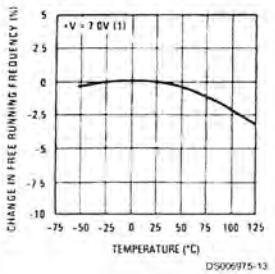
Typical Frequency Drift



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

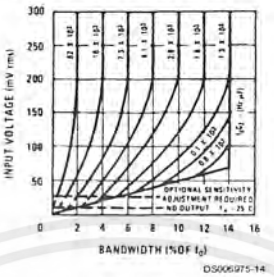
Typical Performance Characteristics (Continued)

Typical Frequency Drift



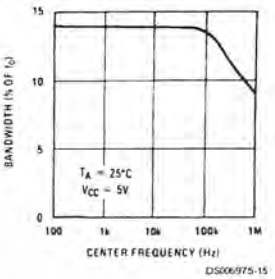
DS006975-13

Bandwidth vs Input Signal Amplitude



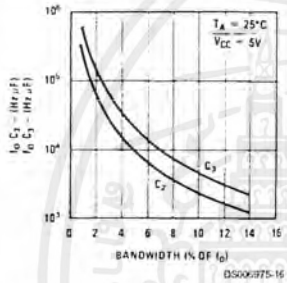
DS006975-14

Largest Detection Bandwidth



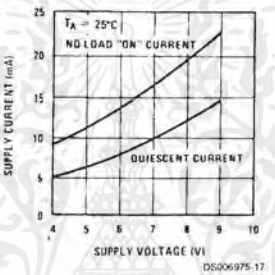
DS006975-15

Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



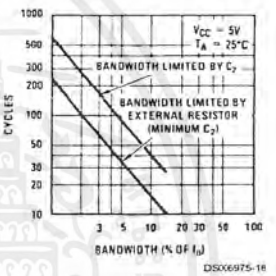
DS006975-16

Typical Supply Current vs Supply Voltage



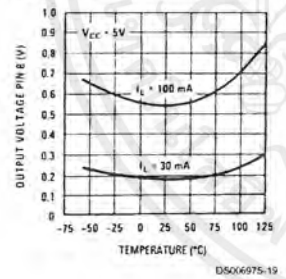
DS006975-17

Greatest Number of Cycles Before Output



DS006975-18

Typical Output Voltage vs Temperature

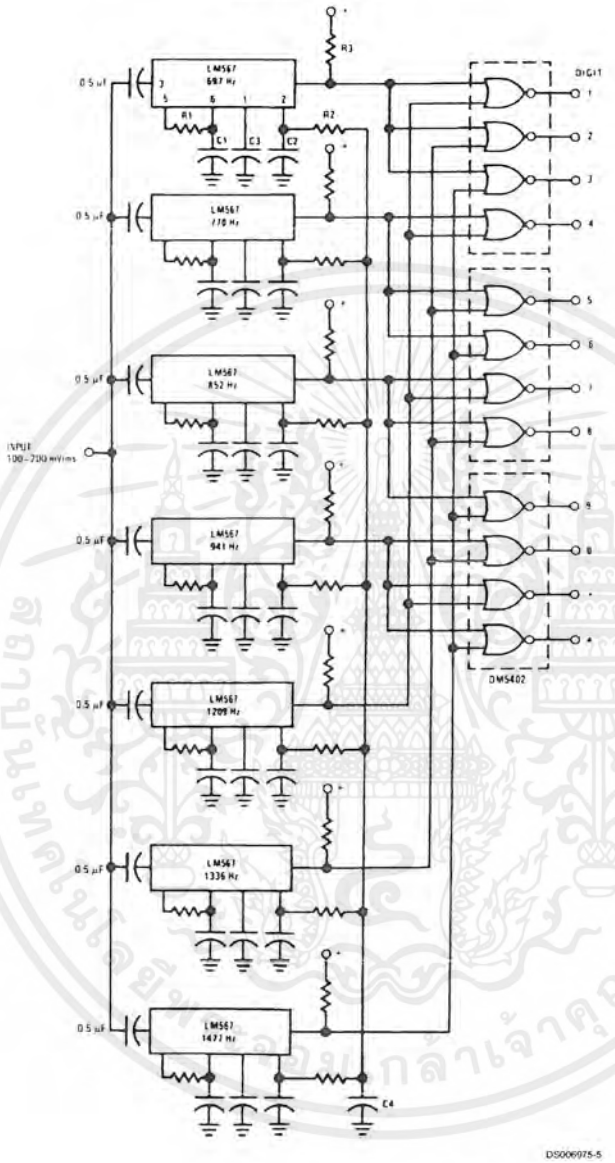


DS006975-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Touch-Tone Decoder



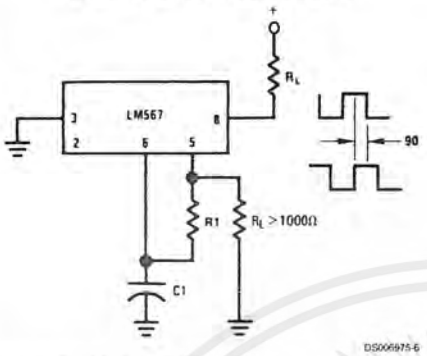
DS006975-5

Component values (typ)
R1 6.8 to 15k
R2 4.7k
R3 20k
C1 0.10 mfd
C2 1.0 mfd 6V
C3 2.2 mfd 6V
C4 250 mfd 6V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

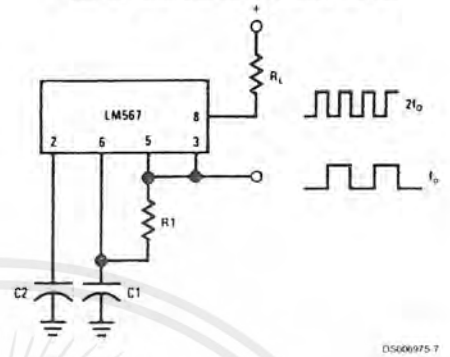
Typical Applications (Continued)

Oscillator with Quadrature Output

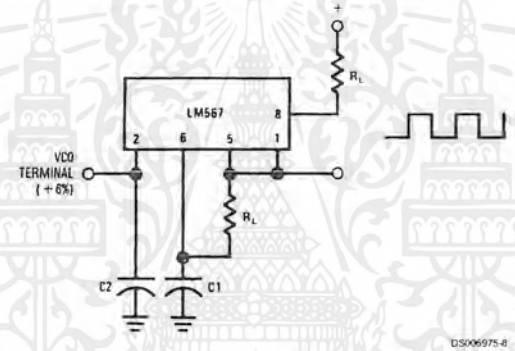


Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

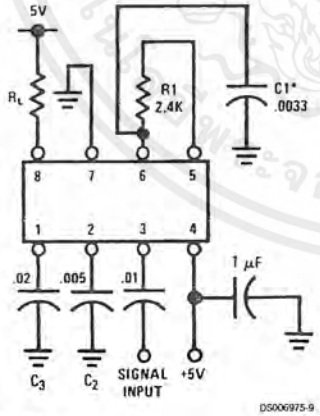
Oscillator with Double Frequency Output



Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



AC Test Circuit



f_i = 100 kHz + 5V

***Note:** Adjust for f_o = 100 kHz.

Applications information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_o \cong \frac{1}{1.1\ R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_o C_2}} \text{ in \% of } f_o$$

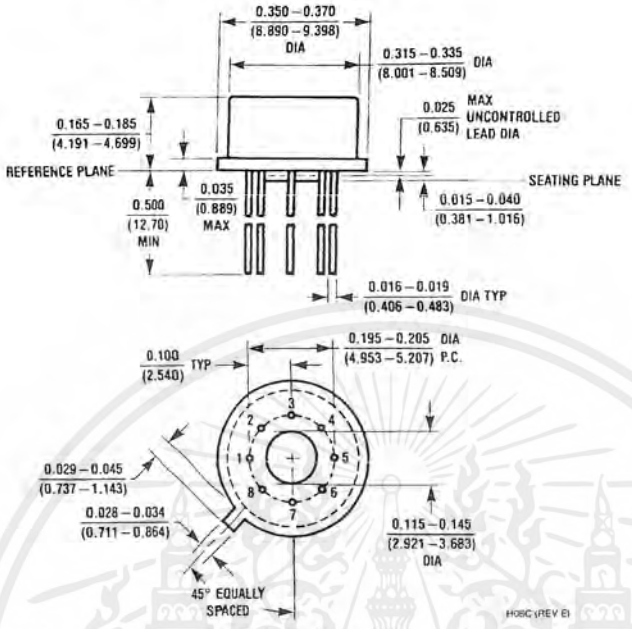
Where:

V_i = Input voltage (volts rms), $V_i \leq 200$ mV

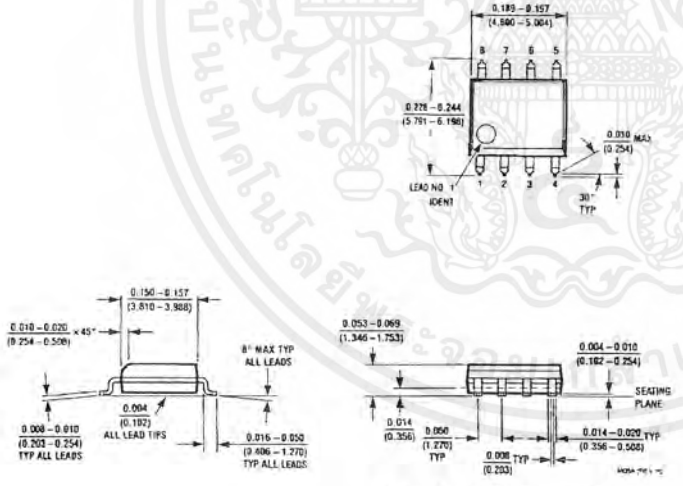
C_2 = Capacitance at Pin 2 (µF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



Metal Can Package (H)
Order Number LM567H or LM567CH
NS Package Number H08C

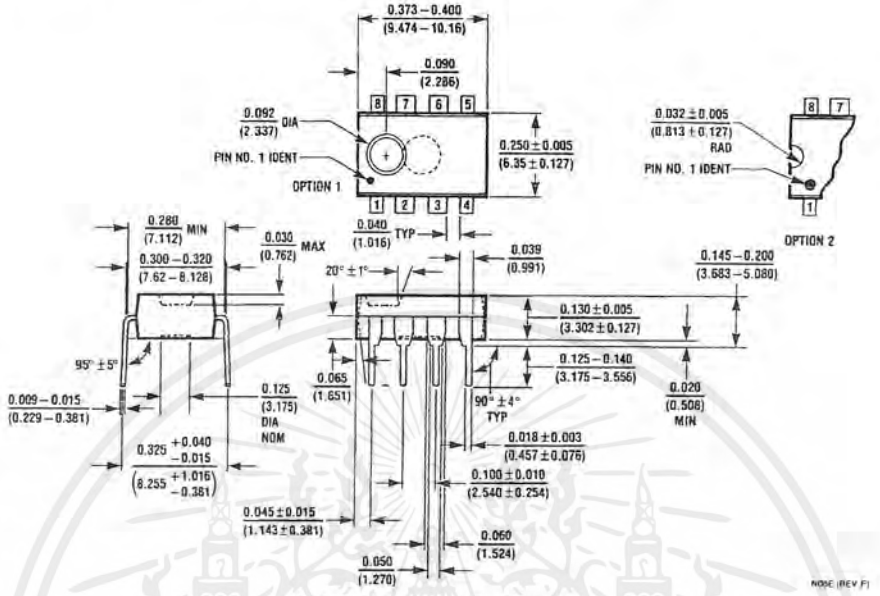


Small Outline Package (M)
Order Number LM567CM
NS Package Number M08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM567CN
NS Package Number N08E

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

National Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 1 80-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 1 80-530 85 85
English Tel: +49 (0) 1 80-532 78 32
Français Tel: +49 (0) 1 80-532 93 58
Italiano Tel: +49 (0) 1 80-534 16 80

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: sea.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

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
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.

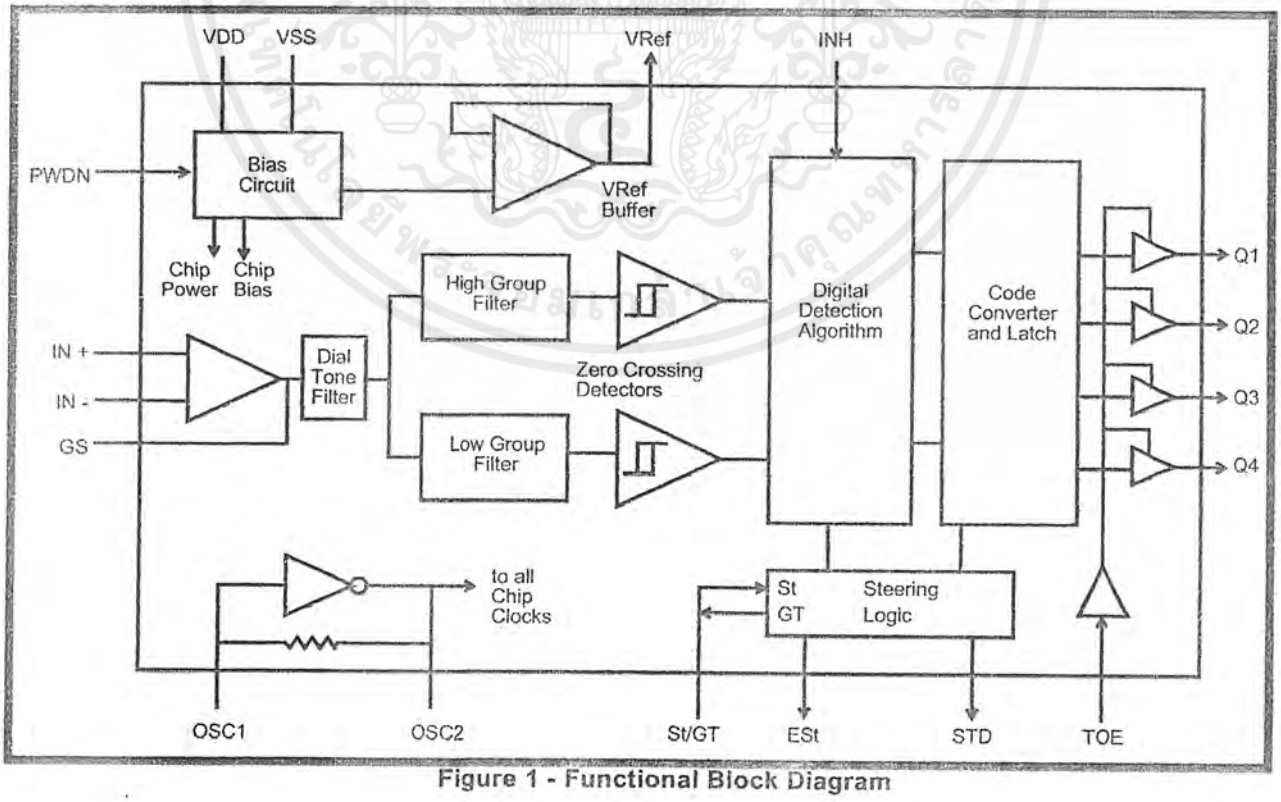


Figure 1 - Functional Block Diagram

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

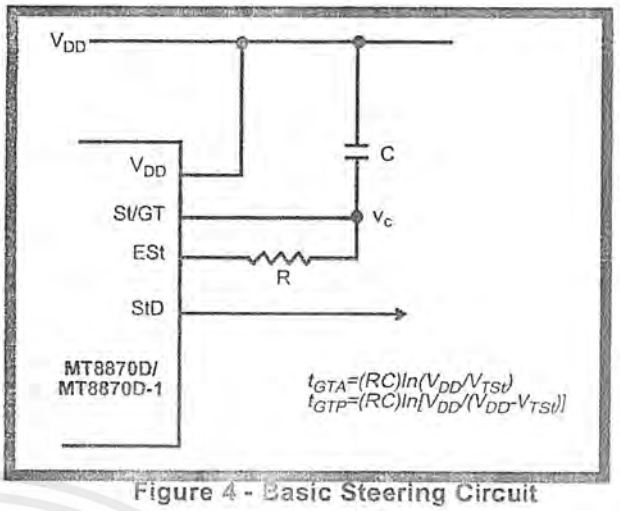


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

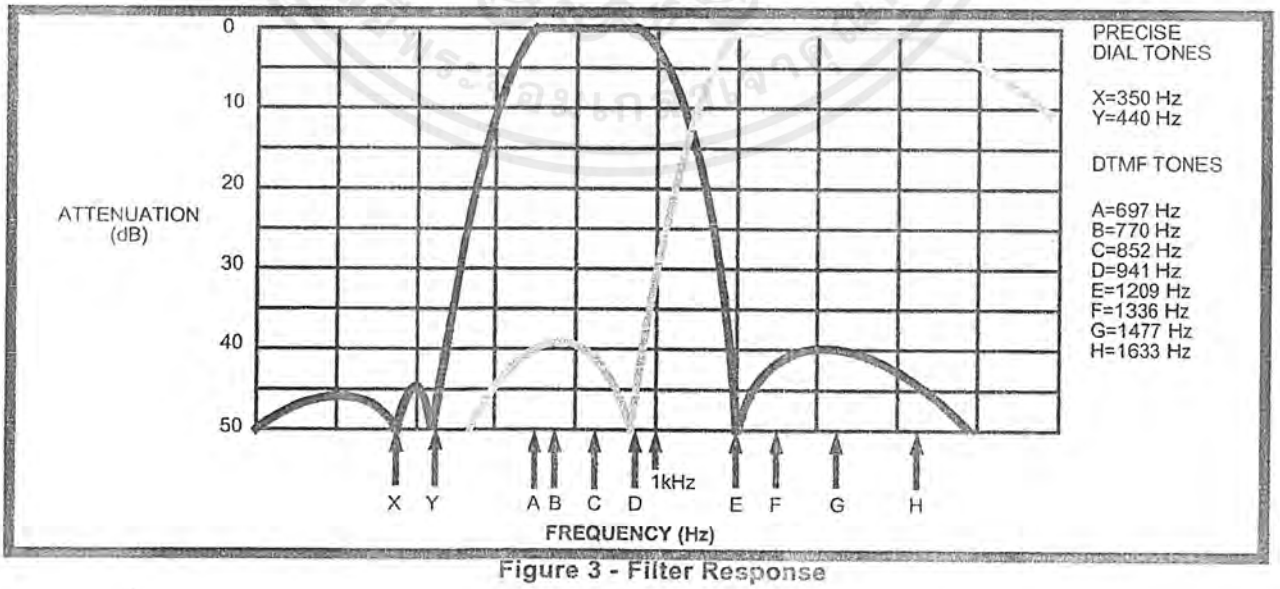


Figure 3 - Filter Response

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.

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.

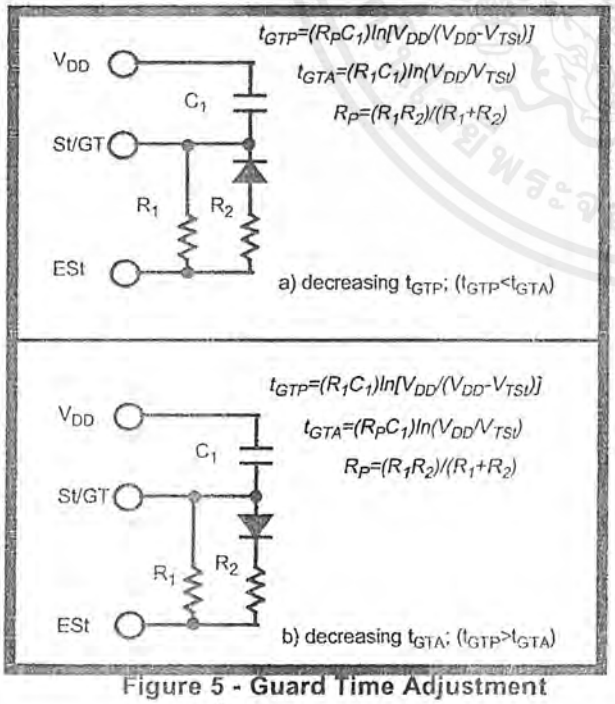


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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

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.

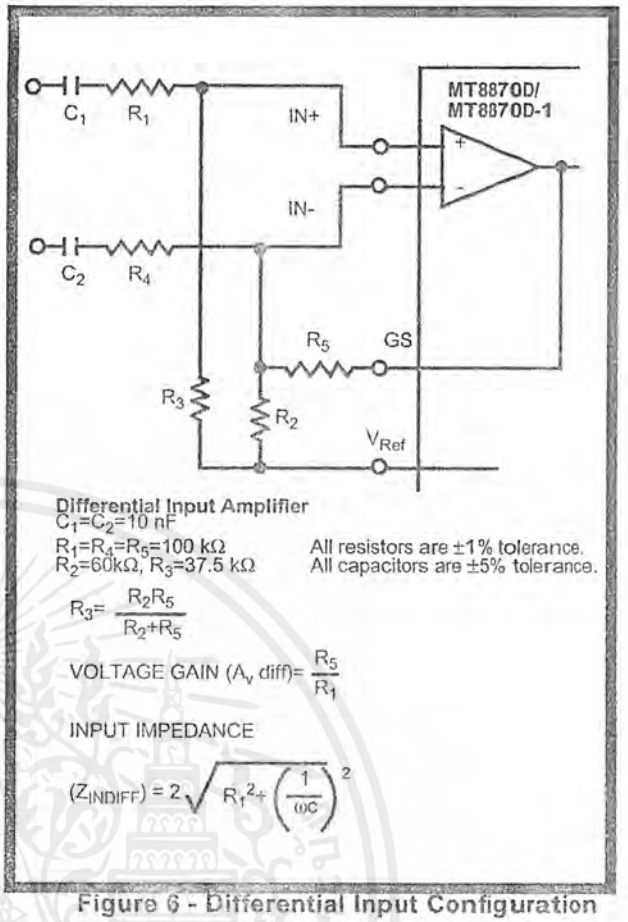


Figure 6 - Differential Input Configuration

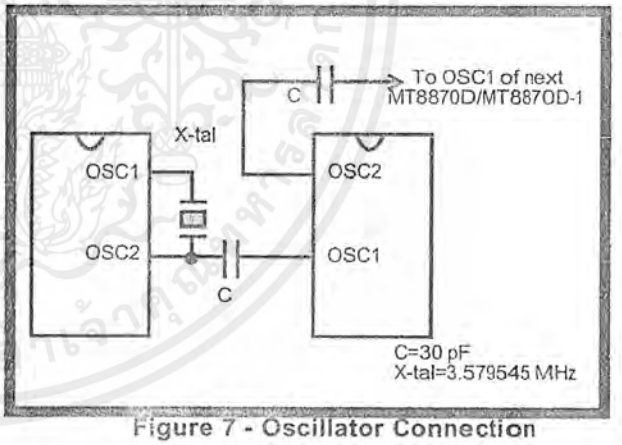


Figure 7 - Oscillator Connection

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.

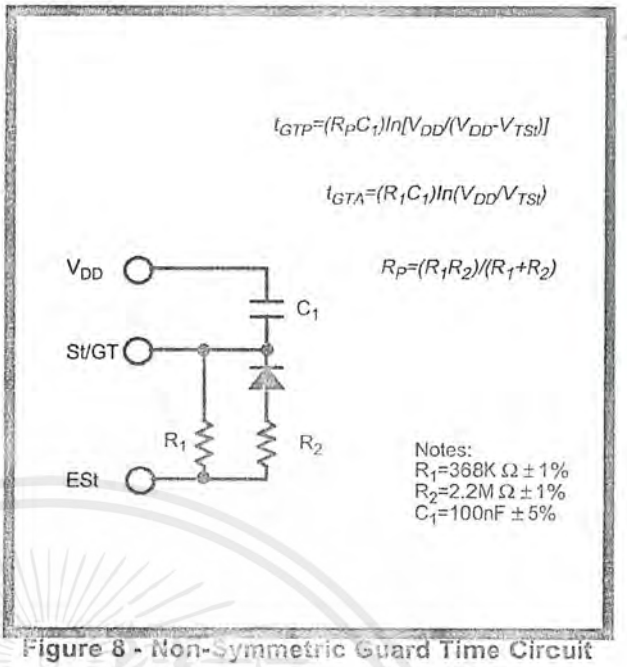


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

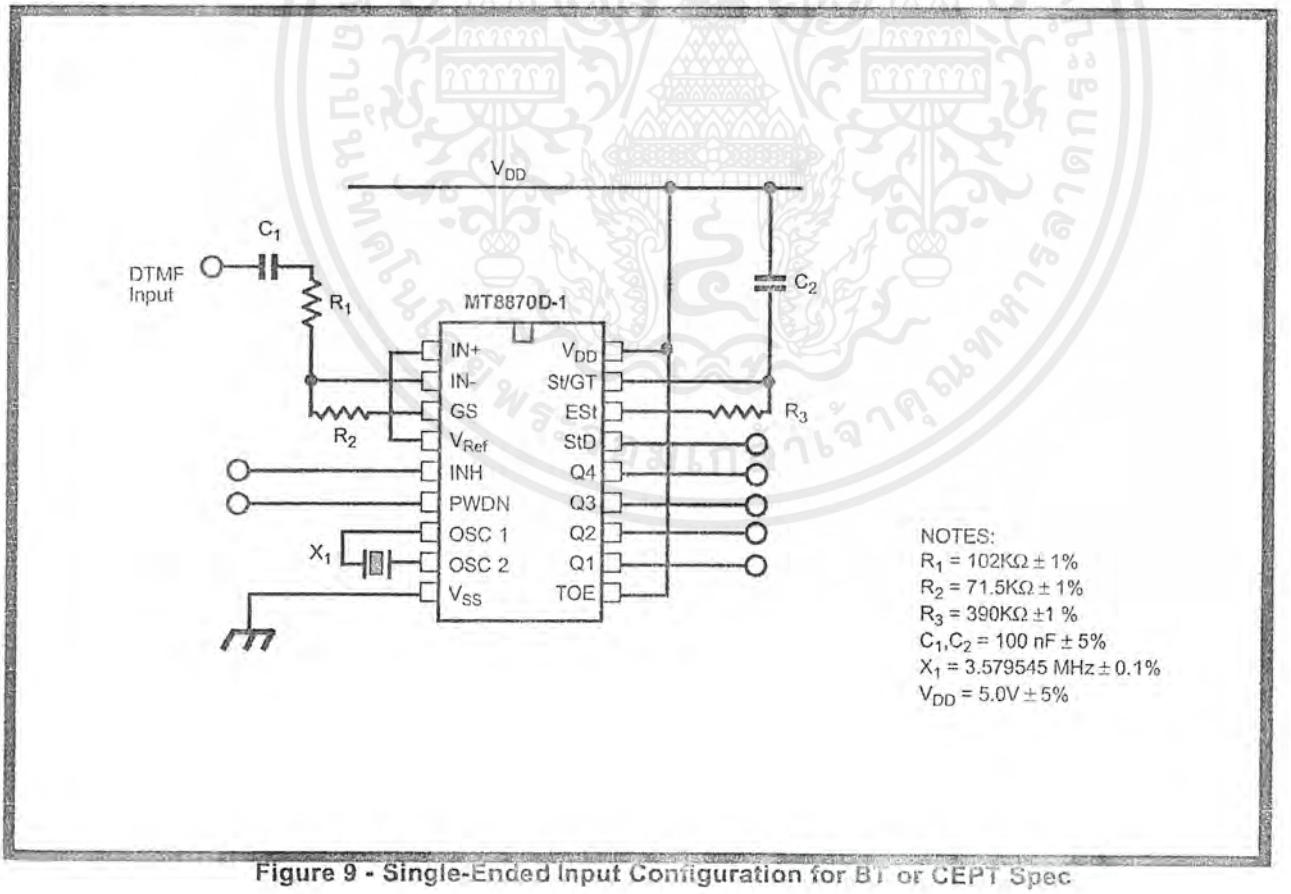


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

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

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

Gain Setting Amplifier

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

MT8870D 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)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5		869	mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		±1.5% ± 2 Hz				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		±3.5%				2,3,5,9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
7	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

‡ 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. Guaranteed by design and characterization.

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 characterization.

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.

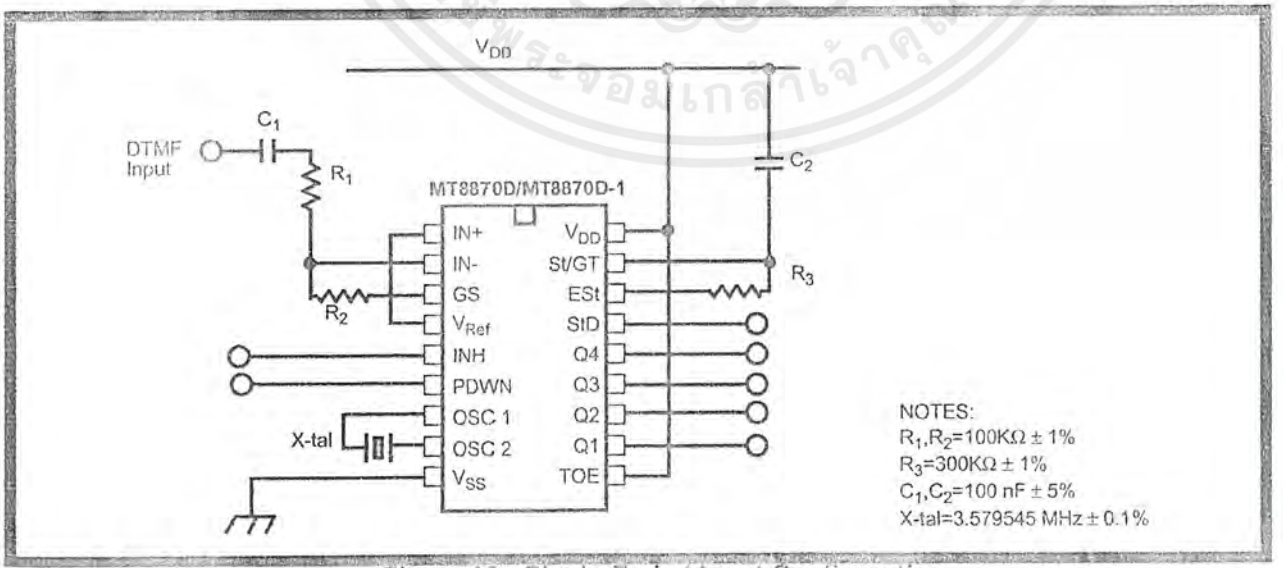
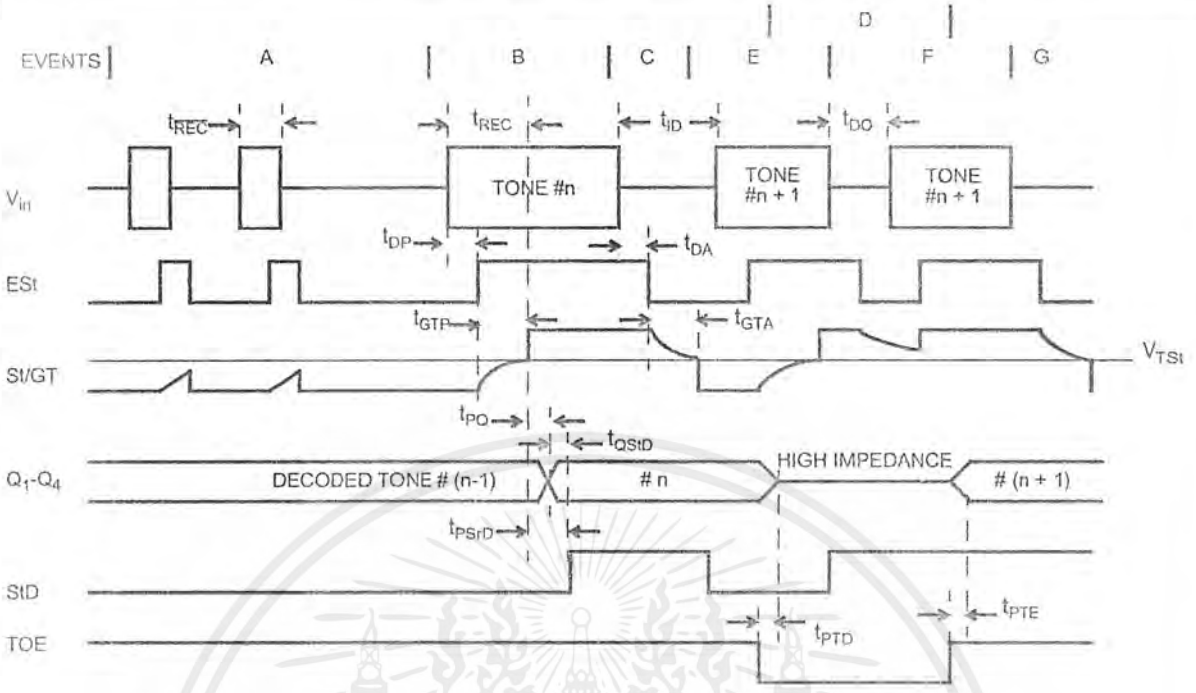


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

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_{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

ภาคผนวก ค.
โปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit UTeleMode;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, MPlayer, ExtCtrls, Db, DBTables;

type
  TTeleMode = class(TForm)
    RMain_TeleMode: TButton;
    Tele_Start: TButton;
    MediaPlayer1: TMediaPlayer;
    Memo1: TMemo;
    Label1: TLabel;
    SaveLog_Tele: TButton;
    ClearLog_Tele: TButton;
    SaveDialog1: TSaveDialog;
    DataSource1: TDataSource;
    Table1: TTable;
    Button1: TButton;
    procedure RMain_TeleModeClick(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
    procedure Tele_StartClick(Sender: TObject);
    procedure SaveLog_TeleClick(Sender: TObject);
    procedure ClearLog_TeleClick(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    procedure StandBy ;
    Procedure TeleMenu;
    procedure CheckOther;
    procedure ControlOther;
    procedure MenuSelect;
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  TeleMode: TTeleMode;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
implementation
uses UMenu_Form,UPCMode, UFirst_Logo;
{$R *.DFM}
var DataRead:Integer; //This value is Read From Port(379&37A)
    RingCount:Integer;//Use For Count Ringing Signal
    DTMF:Integer;//This value is Represent DTMF Value
    KeyRead:Integer;//This value is Read From Port(379) when DTMF Key is presserl
    Digit1,Digit2,Total:String;//For Convert to DIGIT
    Digit:Integer; // Use For 2 Digit DTMF
    Check:Byte;//Use for assign Device
    StatusData:Integer;//Use For Receive Data of Status
    Pass1,Pass2,Pass3,Pass4,PasswdKey:String;
    Passwd:String;
    PasswdMiss:Integer;
    Wait:Integer;
    i:LongInt;
    WaitTime:LongInt;
    StandByDelay:LongInt;

procedure WritePort(Address:Word;Data:Byte);Assembler;//This Procedure is Use
begin
    asm
    push dx
    push ax
    mov al,data
    mov dx,address
    out dx,al
    pop ax
    pop dx
    end;
end;
Function ReadPort(Address:Word):byte;Assembler;
begin
    asm
    push dx
    push ax
    mov dx,address
    in al,dx
    mov result,al
    pop ax
    pop dx
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    end;
end;

Procedure  ReadDTMF;//Read DTMF From Port and Convert to DTMF
var Delay:Integer;
begin
   Wait:=0;
   WritePort($37A,193);
   if i< 3000 then
     begin
        inc(i);
        KeyRead:=ReadPort($379); {Read DTMF Signal For Command}
        if KeyRead <=$57 then {At Port 379- Bit D7 given "1" }
          begin
             Repeat
                Wait:=ReadPort($379);
             Until Wait > $57;
             case KeyRead of
               $0E..$0F:DTMF:=1;
               $16..$17:DTMF:=2;
               $1E..$1F:DTMF:=3;
               $26..$27:DTMF:=4;
               $2E..$2F:DTMF:=5;
               $36..$37:DTMF:=6;
               $3E..$3F:DTMF:=7;
               $46..$47:DTMF:=8;
               $4E..$4F:DTMF:=9;
               $56..$57:DTMF:=0;
               else DTMF:=100;
             end;
          end //end of if KeyRead <=$57 then
        else
          begin
             Delay:=0;
             Repeat
                inc(Delay);
             Until Delay = 500000;
               ReadDTMF;
          end;
   end
  else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        begin
          WritePort($378,$60);
          i:=0;
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'DisConnect');
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'StandBy');
          UTeleMode.TeleMode.standBy;
        end;
end;


procedure ReadDigitPlus;//Read Two Digit of DTMF and Plus (to DIGIT)
begin
  WritePort($37A,193);
  i:=0;
  ReadDTMF;
  Digit1:=IntToStr(DTMF);
  WritePort($37A,193);
  i:=0;
  ReadDTMF;
  Digit2:=IntToStr(DTMF);
  Total:=Digit1+Digit2;
  Digit:=StrToInt(Total);
  if Digit>16 then
    begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do //Begin Eith
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\invalid Key.wav';;
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
      end;//End With
      ReadDigitPlus;
    end;
  WritePort($37A,192);
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure ReadPassword;
begin
   UTeleMode.TeleMode.Table1.Open;
   Passwd:=UTeleMode.TeleMode.Table1.FieldByName('Password').AsString;
   WritePort($37A,193);
   i:=0;
   ReadDTMF;
   Pass1:=IntTOStr(DTMF);
   WritePort($37A,193);
   i:=0;
   ReadDTMF;
   Pass2:=IntTOStr(DTMF);
   WritePort($37A,193);
   ReadDTMF;
   Pass3:=IntTOStr(DTMF);
   WritePort($37A,193);
   ReadDTMF;
   Pass4:=IntTOStr(DTMF);
   PasswdKey:=Pass1+Pass2+Pass3+Pass4;
   if Passwd<>PasswdKey then
     begin
       Inc(PasswdMiss);
       if PasswdMiss=3 then
         begin
           with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
             begin
             FileName := 'C:\Project\Sound\Missing3.wav';
             Open;        { Open Media Player }
             try
             Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
             Play;        { Play sound }
             finally
             Close;          { Close media player }
             end;
           end;//End With
           //Application.Terminate;
           //UFirst_Logo.First_Logo.Close;
         end
       else
         begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do //Begin Eith
                  begin
                  FileName := 'C:\Project\Sound\PasswdMiss.wav';;
                  Open;        { Open Media Player }
                  try
                  Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
                  Play;        { Play sound }
                  finally
                  Close;          { Close media player }
                  end;
                end;//End With
                ReadPassword;
              end;
    end; // if Passwd<>PasswdKey
  WritePort($37A,192);
end;

procedure CheckStatus;//Checking Status to be send to Log File
var j:integer;
begin
  with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
    begin
    FileName := 'C:\Project\Sound\Press2Key.wav';
    Open;        { Open Media Player }
    try
    Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
    Play;        { Play sound }
    finally
    Close;          { Close media player }
    end;
  end; //End With
  ReadDigitPlus;
  case Digit of  //Check Digit for assign data for send to port
    1:Check:=$C0;
    2:Check:=$C1;
    3:Check:=$C2;
    4:Check:=$C3;
    5:Check:=$C4;
    6:Check:=$C5;
    7:Check:=$C6;
    8:Check:=$C7;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    9:Check:=$C8;
    10:Check:=$C9;
    11:Check:=$CA;
    12:Check:=$CB;
    13:Check:=$CC;
    14:Check:=$CD;
    15:Check:=$CE;
    16:Check:=$CF;
    else
    begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\Invalid Key.wav';
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;        { Close media player }
        end;
      end; //End With//showsound 'Please Enter New Key The Key is Invalid'
      CheckStatus;
    end;
end;//end case
WritePort($378,Check);
WritePort($37A,192);
j:=0;
Repeat
    inc(j);
until j=2000;
StatusData:=ReadPort($379);
case StatusData of
   231:begin //case for Device is on
        case Digit of
          1:begin
            with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
              begin
              FileName := 'C:\Project\Sound\OneOn.wav';
              Open;        { Open Media Player }
              try
              Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;      { Close media player }
        end;
    end; //Emd With
  end;
2:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\TwoOn.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;      { Close media player }
        end;
    end; //Emd With
  end;
3:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\ThreeOn.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;      { Close media player }
        end;
    end; //Emd With
  end;
4:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\FourOn.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Close;          { Close media player }
        end;
    end; //End With
  end;
5:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\FiveOn.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
    end; //End With
  end;
6:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\SixOn.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
    end; //End With
  end;
7:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\SevenOn.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    end; //End With
  end;
8:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\EightOn.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //End With
  end;
9:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\NineOn.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //End With
  end;
10:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\TenOn.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //End With
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  end;
11:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\ElevenOn.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //Emd With

  end;
12:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\TwelveOn.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //Emd With

  end;
13:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\ThirteenOn.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //Emd With
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  end;
14:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\FourteenOn.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;         { Close media player }
      end;
    end; //End With

  end;
15:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\FifteenOn.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;         { Close media player }
      end;
    end; //End With

  end;
16:begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\SixteenOn.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;         { Close media player }
      end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            end; //Emd With

        end;//showsound ch.16 is on
    end;//end of case
  end;//end of $C9:begin
255:begin //case for device is off
    case Digit of
      1:begin
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OneOff.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;       { Close media player }
          end;
        end; //Emd With

      end;
      2:begin
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\TwoOf.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;       { Close media player }
          end;
        end; //Emd With

      end;
      3:begin
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\ThreeOff.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
      end; //End With

  end;
4:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\FourOff.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
      end; //End With

  end;
5:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\FiveOff.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
      end; //End With

  end;
6:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\SixOff.wav';
        Open;       { Open Media Player }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
      end; //Emd With

  end;
7:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\SevenOff.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
      end; //Emd With

  end;
8:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\EightOff.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
      end; //Emd With

  end;
9:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\NineOff.wav';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;       { Close media player }
        end;
      end; //End With

  end;
10:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\TenOff.wav';
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;       { Close media player }
        end;
      end; //End With

  end;
11:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\ElevenOff.wav';
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;       { Close media player }
        end;
      end; //End With

  end;
12:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        FileName := 'C:\Project\Sound\TwelveOff.wav';
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;       { Close media player }
        end;
      end; //Emd With

    end;
  13:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\ThirteenOff.wav';
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;       { Close media player }
        end;
      end; //Emd With

    end;
  14:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\FourteenOff.wav';
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;       { Close media player }
        end;
      end; //Emd With

    end;
  15:begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                begin
                FileName := 'C:\Project\Sound\Fifteenoff.wav';
                Open;        { Open Media Player }
                try
                Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
                Play;        { Play sound }
                finally
                Close;          { Close media player }
                end;
              end; //Emd With

            end;
          16:begin
              with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
                begin
                FileName := 'C:\Project\Sound\Sixteenoff.wav';
                Open;        { Open Media Player }
                try
                Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
                Play;        { Play sound }
                finally
                Close;          { Close media player }
                end;
              end; //Emd With

          end;//showsound ch.16 is off
      end; //end of case Digit of
    end;//end of $CB:begin
else
    begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\Error.wav';
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
      end; //Emd With
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            end;//end of else
    end;
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\CheckOther.wav';
        Open;        { Open Media Player }
        try
        Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;        { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
    end; //Emd With
    {with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\PressNine.wav';
        Open;
        try
        Wait := True;
        Play;
        finally
        Close;
        end;
    end; //Emd With}
    UTeleMode.TeleMode.CheckOther;
end;//end of procedure

procedure TTeleMode.CheckOther;
begin
    ReadDTMF;
    case DTMF of
        0:CheckStatus;
        1:UTeleMode.TeleMode.TeleMenu;
        9:begin
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'DisConnect');
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'StandBy');
            StandBy;//UTeleMode.TeleMode.StandBy
          end;
    else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      begin
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do //Begin Eith
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\Invalid Key.wav';;
          Open;       { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;       { Play sound }
          finally
          Close;          { Close media player }
          end;
        end;//End Wit
        CheckOther;
      end;
    end;//endcase
end;

procedure ControlDevice; //Controlling Mode
var // Both value is Received From ReadDigitPlus
  SecondPress:Integer;
begin
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\Press2Key.wav';
      Open;       { Open Media Player }
      try
      Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;       { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //Emd With
    ReadDigitPlus;//UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1.Open;
    case Digit of
    0..16:begin
            case Digit of
            0:begin
                Writeport($378,$F0);
                with UPCMode.PCMode do
                begin
                  ResetStatus;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Reset All Device'+'  '+'Tele Mode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\ResetAll.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;          { Close media player }
          end;
        end; //End With
      end;
      WritePort($378,$EF);
    end;
1:begin
      WritePort($378,$A0);
      with UPCMode.PCMode do
      begin//begin of with
      if PCMSTatus_1.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
        begin
          PCMStatus_1.Color:=clLime;
          Control_1.Caption:='OFF';
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 1 ON  '+'    '+'TeleMode');
          with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
            begin
            FileName := 'C:\Project\Sound\OnOne.wav';
            Open;        { Open Media Player }
            try
            Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
            Play;        { Play sound }
            finally
            Close;          { Close media player }
            end;
          end; //End With
        end
      else
        begin
          PCMStatus_1.Color:=clWhite;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Control_1.Caption:='ON';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 1 OFF '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OffOne.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;          { Close media player }
          end;
        end; //End With
      end;
    end;//end of with
    WritePort($378,$E4);
  end;//end of case : 1:
2:begin
    WritePort($378,$A1);
    WritePort($378,$EE);
    with UPCMode.PCMode do
    begin//begin of with
    if PCMStatus_2.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
      begin
        PCMStatus_2.Color:=clLime;
        Control_2.Caption:='OFF';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 2 ON '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OnTwo.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;          { Close media player }
          end;
        end; //End With
      end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else
      begin
        PCMStatus_2.Color:=clWhite;
        Control_2.Caption:='ON';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 2 OFF '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OffTwo.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;          { Close media player }
          end;
        end; //End With
      end;
    end;//end of with
  end;
3:begin
    WritePort($378,$A2);
    WritePort($378,$ED);
    with UPCMode.PCMode do
    begin//begin of with
    if PCMSTatus_3.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
      begin
        PCMStatus_3.Color:=clLime;
        Control_3.Caption:='OFF';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 3 ON '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OnThree.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;          { Close media player }
          end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end; //End With
      end
    else
      begin
        PCMStatus_3.Color:=clWhite;
        Control_3.Caption:='ON';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 3 OFF '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\Offthree.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;       { Close media player }
          end;
        end; //End With
      end;
    end;//end of with
  end;
4:begin
    WritePort($378,$A3);
    WritePort($378,$EC);
    with UPCMode.PCMode do
    begin//begin of with
    if PCMSTatus_4.Color=clWhite then {and Inform Stalus of Device}
      begin
        PCMStatus_4.Color:=clLime;
        Control_4.Caption:='OFF';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 4 ON '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OnFour.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Close;          { Close media player }
            end;
          end; //End With
        end
      else
        begin
          PCMStatus_4.Color:=clWhite;
          Control_4.Caption:='ON';
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 4 OFF '+'    '+'TeleMode');
          with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
            begin
            FileName := 'C:\Project\Sound\OffFour.wav';
            Open;        { Open Media Player }
            try
            Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
            Play;        { Play sound }
            finally
            Close;       { Close media player }
            end;
          end; //End With
        end;
      end;//end of with
  end;
5:begin
    WritePort($378,$A4);
    WritePort($378,$EB);
    with UPCMode.PCMode do
    begin//begin of with
    if PCMSTatus_5.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
      begin
        PCMStatus_5.Color:=clLime;
        Control_5.Caption:='OFF';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 5 ON '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OnFive.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Play;        { Play sound }
                finally
                Close;          { Close media player }
                end;
              end; //Emd With
            end
          else
            begin
              PCMStatus_5.Color:=clWhite;
              Control_5.Caption:='ON';
              UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
              (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 5 OFF '+'    '+'TeleMode');
              with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
                begin
                FileName := 'C:\Project\Sound\OffFive.wav';
                Open;        { Open Media Player }
                try
                Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
                Play;        { Play sound }
                finally
                Close;          { Close media player }
                end;
              end; //Emd With
            end;
          end;//end of with
      end;
    6:begin
        WritePort($378,$A5);
        WritePort($378,$EA);
        with UPCMode.PCMode do
        begin//begin of with
        if PCMSTatus_6.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
          begin
            PCMStatus_6.Color:=clLime;
            Control_6.Caption:='OFF';
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 6 ON '+'    '+'TeleMode');
            with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
              begin
              FileName := 'C:\Project\Sound\OnSix.way';
              Open;        { Open Media Player }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            try
            Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
            Play;       { Play sound }
            finally
            Close;          { Close media player }
            end;
          end; //Emd With
        end
      else
        begin
          PCMStatus_6.Color:=clWhite;
          Control_6.Caption:='ON';
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 6 OFF '+'    '+'TeleMode');
          with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
            begin
            FileName := 'C:\Project\Sound\OffSix.wav';
            Open;       { Open Media Player }
            try
            Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
            Play;       { Play sound }
            finally
            Close;          { Close media player }
            end;
          end; //Emd With
          end;
      end;//end of with
  end;
7:begin
    WritePort($378,$A6);
    WritePort($378,$E9);
    with UPCMode.PCMode do
    begin//begin of with
    if PCMSTatus_7.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
      begin
        PCMStatus_7.Color:=clLime;
        Control_7.Caption:='OFF';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 7 ON '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                FileName := 'C:\Project\Sound\OnSeven.wav';
                Open;        { Open Media Player }
                try
                Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
                Play;        { Play sound }
                finally
                Close;          { Close media player }
                end;
              end; //Emd With
            end
          else
            begin
              PCMStatus_7.Color:=clWhite;
              Control_7.Caption:='ON';
              UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
              (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 7 OFF '+'    '+'TeleMode');
              with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
                begin
                FileName := 'C:\Project\Sound\OffSeven.wav';
                Open;        { Open Media Player }
                try
                Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
                Play;        { Play sound }
                finally
                Close;          { Close media player }
                end;
              end; //Emd With
            end;
        end;//end of with
    end;
  8:begin
      WritePort($378,$A7);
      WritePort($378,$E8);
      with UPCMode.PCMode do
      begin//begin of with
      if PCMSTatus_8.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
        begin
          PCMStatus_8.Color:=clLime;
          Control_8.Caption:='OFF';
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 8 ON '+'    '+'TeleMode');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
              begin
              FileName := 'C:\Project\Sound\OnEight.wav';
              Open;        { Open Media Player }
              try
              Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
              Play;        { Play sound }
              finally
              Close;          { Close media player }
              end;
            end; //End With
          end
        else
          begin
            PCMStatus_8.Color:=clWhite;
            Control_8.Caption:='ON';
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 8 OFF '+'    '+'TeleMode');
            with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
              begin
              FileName := 'C:\Project\Sound\OffEight.wav';
              Open;        { Open Media Player }
              try
              Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
              Play;        { Play sound }
              finally
              Close;          { Close media player }
              end;
            end; //End With
          end;
        end;//end of with
      end;
    9:begin
        WritePort($378,$A8);
        WritePort($378,$E7);
        with UPCMode.PCMode do
        begin//begin of with
        if PCMSTatus_9.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
          begin
            PCMStatus_9.Color:=clLime;
            Control_9.Caption:='OFF';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 9 ON  '+'    '+'TeleMode');
            with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
              begin
              FileName := 'C:\Project\Sound\OnNine.wav';
              Open;       { Open Media Player }
              try
              Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
              Play;       { Play sound }
              finally
              Close;          { Close media player }
              end;
            end; //Emd With
          end
        else
          begin
            PCMStatus_9.Color:=clWhite;
            Control_9.Caption:='ON';
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 9 OFF '+'    '+'TeleMode');
            with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
              begin
              FileName := 'C:\Project\Sound\OffNine.wav';
              Open;       { Open Media Player }
              try
              Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
              Play;       { Play sound }
              finally
              Close;          { Close media player }
              end;
            end; //Emd With
          end;
        end;//end of with
      end;
    10:begin
        WritePort($378,$A9);
        WritePort($378,$E6);
        with UPCMode.PCMode do
        begin//begin of with
        if PCMSTatus_10.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
          begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            PCMStatus_10.Color:=clLime;
            Control_10.Caption:='OFF';
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 10 ON  '+'    '+'TeleMode');
            with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
              begin
              FileName := 'C:\Project\Sound\OnTen.wav';
              Open;        { Open Media Player }
              try
              Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
              Play;        { Play sound }
              finally
              Close;          { Close media player }
              end;
            end; //End With
          end
        else
          begin
            PCMStatus_10.Color:=clWhite;
            Control_10.Caption:='ON';
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 10 OFF '+'    '+'TeleMode');
            with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
              begin
              FileName := 'C:\Project\Sound\OffTen.wav';
              Open;        { Open Media Player }
              try
              Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
              Play;        { Play sound }
              finally
              Close;          { Close media player }
              end;
            end; //End With
          end;
      end;//end of with
    end;
  11:begin
      WritePort($378,$AA);
      WritePort($378,$E5);
      with UPCMode.PCMode do
      begin//begin of with
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if PCMSTatus_11.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
      begin
        PCMStatus_11.Color:=clLime;
        Control_11.Caption:='OFF';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 11 ON  '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OnEleven.wav';
          Open;       { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;       { Play sound }
          finally
          Close;          { Close media player }
          end;
        end; //Emd With
      end
    else
      begin
        PCMStatus_11.Color:=clWhite;
        Control_11.Caption:='ON';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 11 OFF  '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OffEleven.wav';
          Open;       { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;       { Play sound }
          finally
          Close;          { Close media player }
          end;
        end; //Emd With
      end;
    end;//end of with
  end;
12:begin
    WritePort($378,$AB);
    WritePort($378,$E4);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    with UPCMode.PCMode do
    begin//begin of with
    if PCMSTatus_12.Color=clWhite then (and Inform Status of Device)
      begin
        PCMStatus_12.Color:=clLime;
        Control_12.Caption:='OFF';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 12 ON  '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OnTwelve.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;         { Close media player }
          end;
        end; //End With
      end
    else
      begin
        PCMStatus_12.Color:=clWhite;
        Control_12.Caption:='ON';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 12 OFF '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OffTwelve.wav';
          Open;        { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;        { Play sound }
          finally
          Close;         { Close media player }
          end;
        end; //End With
      end;
    end;//end of with
  end;
13:begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WritePort($378,$AC);
WritePort($378,$E3);
with UPCMode.PCMode do
begin//begin of with
if PCMSTatus_13.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
  begin
    PCMStatus_13.Color:=clLime;
    Control_13.Caption:='OFF';
    UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
    (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 13 ON  '+'    '+'TeleMode');
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\OnThirteen.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //Emd With
  end
else
  begin
    PCMStatus_13.Color:=clWhite;
    Control_13.Caption:='ON';
    UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
    (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 13 OFF '+'    '+'TeleMode');
    with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\OffThirteen.wav';
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //Emd With
  end;
end;//end of with
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  end;
14:begin
    WritePort($378,$AD);
    WritePort($378,$E2);
    with UPCMode.PCMode do
    begin//begin of with
    if PCMStatus_14.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
      begin
        PCMStatus_14.Color:=clLime;
        Control_14.Caption:='OFF';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 14 ON  '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OnFourteen.wav';
          Open;       { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;       { Play sound }
          finally
          Close;        { Close media player }
          end;
        end; //End With
      end
    else
      begin
        PCMStatus_14.Color:=clWhite;
        Control_14.Caption:='ON';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 14 OFF '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OffFourteen.wav';
          Open;       { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;       { Play sound }
          finally
          Close;        { Close media player }
          end;
        end; //End With
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end;
      end;//end of with
    end;
15:begin
    WritePort($378,$AE);
    WritePort($378,$E1);
    with UPCMode.PCMode do
    begin//begin of with
    if PCMSTatus_15.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
      begin
        PCMStatus_15.Color:=clLime;
        Control_15.Caption:='OFF';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 15 ON  '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OnFifteen.wav';
          Open;       { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;       { Play sound }
          finally
          Close;      { Close media player }
          end;
        end; //End With
      end
    else
      begin
        PCMStatus_15.Color:=clWhite;
        Control_15.Caption:='ON';
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 15 OFF '+'    '+'TeleMode');
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
          begin
          FileName := 'C:\Project\Sound\OffFifteen.wav';
          Open;       { Open Media Player }
          try
          Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
          Play;       { Play sound }
          finally
          Close;      { Close media player }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            end;
          end; //Emd With
        end;
      end;//end of with
    end;
  16:begin
      WritePort($378,$AF);
      WritePort($378,$E0);
      with UPCMode.PCMode do
      begin//begin of with
      if PCMSTatus_16.Color=clWhite then {and Inform Status of Device}
        begin
          PCMStatus_16.Color:=clLime;
          Control_16.Caption:='OFF';
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 16 ON  '+'    '+'TeleMode');
          with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
            begin
            FileName := 'C:\Project\Sound\OnSixteen.wav';
            Open;        { Open Media Player }
            try
            Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
            Play;        { Play sound }
            finally
            Close;          { Close media player }
            end;
          end; //Emd With
        end
      else
        begin
          PCMStatus_16.Color:=clWhite;
          Control_16.Caption:='ON';
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Channel 16 OFF  '+'    '+'TeleMode');
          with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
            begin
            FileName := 'C:\Project\Sound\OffSixteen.wav';
            Open;        { Open Media Player }
            try
            Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
            Play;        { Play sound }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                finally
                Close;          { Close media player }
                end;
              end; //Emd With
            end;
          end;//end of with
        end;//end of case :16
      end;//end of case(Minor Case)

  end;
  else
    begin
      with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
        begin
        FileName := 'C:\Project\Sound\ControlOther.wav';
        Open;       { Open Media Player }
        try
        Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
        Play;       { Play sound }
        finally
        Close;          { Close media player }
        end;
      end; //Emd With
      ControlDevice;
    end;
end;//end of case digit of
with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
  begin
  FileName := 'C:\Project\Sound\ControlOther.wav';
  Open;       { Open Media Player }
  try
  Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
  Play;       { Play sound }
  finally
  Close;          { Close media player }
  end;
end; //Emd With
{with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
  begin
  FileName := 'C:\Project\Sound\PressNum.wav';
  Open;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        try
        Wait := True;
        Play;
        finally
        Close;
        end;
    end; //End With}
    UTeleMode.TeleMode.ControlOther;
end;

procedure TTeleMode.ControlOther;
begin
    ReadDTMF;
    case DTMF of
        0:ControlDevice;
        1:UTeleMode.TeleMode.TeleMenu;
        9:begin
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'StandBy');
            UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
            (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'StandBy');
            StandBy;//UTeleMode.TeleMode.StandBy
          end;
    else
      begin
        with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do //Begin Eith
            begin
            FileName := 'C:\Project\Sound\Invalid Key.wav';;
            Open;       { Open Media Player }
            try
            Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
            Play;       { Play sound }
            finally
            Close;          { Close media player }
            end;
        end;//End Wit
        ControlOther;
      end;
    end;//endcase
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure TTeleMode.TeleMenu;
begin
   with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\Menu.wav';
      Open;       { Open Media Player }
      try
      Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;       { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
   end; //Emd With
   with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\PressNine.wav';
      Open;       { Open Media Player }
      try
      Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;       { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
   end; //Emd With
   WritePort($37A,193);
   UTeleMode.TeleMode.MenuSelect;
end;


procedure TTeleMode.MenuSelect;
begin
   ReadDTMF;
   case DTMF of
      0:begin
         with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
            begin
            FileName := 'C:\Project\Sound\Control.wav';
            Open;       { Open Media Player }
            try
            Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
            Play;       { Play sound }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            finally
            Close;          { Close media player }
            end;
          end;
          ControlDevice;
        end;
      1:begin
          with UTeleMode.TeleMode.MediaPlayer1 do//Begin With
            begin
            FileName := 'C:\Project\Sound\CheckStatus.wav';
            Open;        { Open Media Player }
            try
            Wait := True; { Waits until sounds is done playing to return }
            Play;        { Play sound }
            finally
            Close;          { Close media player }
            end;
          end;
          CheckStatus;
        end ;
      9:begin
          WritePort($378,96);
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'DisConnect');
          UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
          (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'StandBy');
          UTeleMode.TeleMode.StandBy;
        end;
      else
        begin
          WritePort($378,96);
          UMenu_Form.Menu_Form.Show;
          UTeleMode.TeleMode.Hide;
        end;
    end;
end;

procedure RingWait;
begin
    WritePort($378,$60); //01000000 L-Co-Ch-R-A3-A2-A1-A0
    WritePort($37A,192); //Read RV and Status
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PasswdMiss:=0;
if RingCount<2 then
  begin
    if WaitTime < 50000 then
      begin
        inc(WaitTime);
        WritePort($37A,192);
        DataRead:=ReadPort($379);
        if DataRead <=159 then
          begin
            WritePort($37A,192);
            Repeat
              DataRead:=ReadPort($379);
            Until DataRead > 159;
            InC(RingCount);
            WaitTime:=0;
          end
        else
          begin
            StandByDelay:=0;
            Repeat
              Inc(StandByDelay);
            Until StandByDelay = 900000;
          end;
        RingWait;
      end
    else
      begin
        WaitTime:=0;
        RingCount:=0;
        StandByDelay:=0;
        UTeleMode.TeleMode.StandBy
      end;
  end
else
  begin
    WritePort($378,$E0);{ This Time is Hook-Switch is on }
    UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
    (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'Line Connected');
  end;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure TTeleMode.StandBy;
begin
   WritePort($378,$60);
   WritePort($37A,192);
   RingCount:=0;
   WaitTime:=0;
   RingWait;
   with MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\Intro.wav';;
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
   end; //End With
   ReadPassword;
   if PasswdMiss=3 then
     begin
        WritePort($37A,192);
        WritePort($378,$60);
        UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
        (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'StandBy');
        StandBy;
        //UFirst_Logo.First_Logo.Close;
     end
   else
      TeleMenu;
end;

procedure TTeleMode.RMain_TeleModeClick(Sender: TObject);
begin
   UMenu_Form.Menu_Form.Show;
   TeleMode.Hide
end;

procedure TTeleMode.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    UMenu_Form.Menu_Form.Show
end;

procedure TTeleMode.Tele_StartClick(Sender: TObject);
begin
    WritePort($378,96);
    UTeleMode.TeleMode.Memo1.Lines.Add
    (' '+Datetostr(Date)+'    '+TimetoStr(Time)+'    '+'StandBy');
    StandBy;
end;


procedure TTeleMode.SaveLog_TeleClick(Sender: TObject);
//var save:word;
begin
    with SaveDialog1 do
    begin
        Execute;
        Memo1.Lines.SaveToFile(FileName);
    end;
end;

procedure TTeleMode.ClearLog_TeleClick(Sender: TObject);
var
  DeleteConFirm:Word;
begin
    DeleteConFirm:=MessageDlg('ท่านต้องการลบ Log File หรือไม่',mtwarning,[mbYes,mbNo],0);
    if DeleteConfirm = idYes then
      Memo1.Clear;
end;


procedure TTeleMode.Button1Click(Sender: TObject);
begin
   with MediaPlayer1 do//Begin With
      begin
      FileName := 'C:\Project\Sound\Intro.wav';;
      Open;        { Open Media Player }
      try
      Wait := True;  { Waits until sounds is done playing to return }
      Play;        { Play sound }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      finally
      Close;          { Close media player }
      end;
    end; //Emd With
    PasswdMiss:=0;
    ReadPassword;
    if PasswdMiss=3 then
      begin
        Application.Terminate;
        UFirst_Logo.First_Logo.Close;
      end
    else
      TeleMenu;

end;

end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เกิดขึ้นได้จากความร่วมมือของ เพื่อนๆทั้งจากที่เคยศึกษาด้วยกันที่แผนกวิชาช่างอีเล็คโทรนิคส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ และเพื่อนร่วมชั้นที่ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่คอยให้ความช่วยเหลือในการให้หยิบยืมอุปกรณ์ ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจให้เสมอมา คุณสักกพันธ์ คล้ายดอกจันทร์ รุ่นพี่ที่คอยให้คำแนะนำที่ดีทางด้านวงจรทุกครั้งที่มีปัญหาเกิดในวงจรขึ้น คุณขวัญตา ครูที่ช่วยในการพิมพ์เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่คอยสนับสนุนในด้านค่าใช้จ่ายของปริญญานิพนธ์ ที่สำคัญจะไม่สามารถเกิดปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้หากไม่มี ผศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาที่ที่คอยดูแลเอาใจใส่ และให้คำปรึกษาในการทำงานเสมอมา และเหนืออื่นใดขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่ได้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างมาจนกระทั่งเกิดปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1.วิชาญ ก่องตาวงษ์, การซ่อมสร้างเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์ , อีเล็คทรอนิคส์ เวิลด์

2.ปิยะ อำนวยพร , Borlad Delphi 4, บริษัท แปซิฟิก มีเดีย (ไทยแลนด์) จำกัด

3.นุกูล กระจาย , เคลไฟ 4, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

4.กมลมาศ กำจรกิจการ,คู่มือพัฒนาโปรแกรมด้วย Delphi 4,บริษัท โปรวิชั่น จำกัด

5.จักรพงษ์ สุขประเสริฐ,กนกพร ภาวศุทธิกุล และ สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, คู่มือการเขียนโปรแกรมด้วย Delphi 4.0,สำนักพิมพ์ อินโฟเพรส

6.น.ต.ธวัชชัย เลื่อนฉวี,เทคโนโลยีโทรศัพท์,บรรเทิงการพิมพ์

7.ยืน ภู่วรวรรณ และ วัฒนา เชียงกูล,ไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอมพิวเตอร์, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้