สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบริการข่าวสารทางโทรศัพท์

INFORMATION SERVICE BY TELEPHONE

โดย

นายทวีศักดิ์ ตุลยเดชาภา

นางสาววรรณวิสา เพ็ชรนิล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....27867.....
วัน, เดือน, ปี.....26 มิ.ย. 2540.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบริการข่าวสารทางโทรศัพท์

INFORMATION SERVICE BY TELEPHONE

โดย

นายทวีศักดิ์ ตุลยเดชาภา 36014161

นางสาววรรณวิสา เพ็ชรนิล 36014375

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ปราโมทย์ วาดเขียน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบริการข่าวสารทางโทรศัพท์

INFORMATION SERVICE BY TELEPHONE

ผู้จัดทำ 1. นายทวีศักดิ์ ตุลยเดชาภา 36014161

2. นางสาววรรณวิสา เพ็ชรนิล 36014375

.....ปราโมทย์ วาดเขียน อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ปราโมทย์ วาดเขียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 หลักการทำงาน	2
2.2 ระบบโทรศัพท์	2
2.3 สัญญาณของโทรศัพท์	7
2.4 MT 8870 IC ถอดรหัสโทรศัพท์	7
2.5 MC 145412 IC วงจรส่งรหัสเลขหมาย	9
2.6 MH 88632	13
2.7 การอินเตอร์เฟสกับเครื่องคอมพิวเตอร์	16
2.8 THE AUDIORACK	21
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	24
3.1 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและตอบรับโทรศัพท์และ 2 - 4 HYBRID CONVERSION	24
3.2 ส่วนกำเนิดสัญญาณ DTMF	25
3.3 ส่วนแปลง DTMF สัญญาณเป็นสัญญาณดิจิตอล	25
3.4 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเอาท์พุทของ DTMF กับเครื่องคอมพิวเตอร์	26
3.5 การส่งสัญญาณให้คอมพิวเตอร์เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาและวางหูโทรศัพท์	26
3.6 การควบคุมการอ่านและบันทึกไฟล์ (.wav และ .voc)	27
3.7 บัฟเฟอร์และวงจรขยายสัญญาณ	28
3.8 ภาควงจรขับ (drive)	28
3.9 ส่วนดีเทคสัญญาณ busy	29
3.10 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)	30
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	31
4.1 ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง(ringing) และตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ	31
4.2 ส่วนดีเทคสัญญาณ busy	32
4.3 ผลการทดลองของวงจรสร้างสัญญาณ DTMF	33
4.4 ผลการทดลองของวงจรแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอล	34
4.5 การทดลองโปรแกรมเสียง	35
4.6 แสดงผลการรันโปรแกรมด้วยภาษา Pascal และ Delphi	35
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	48
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของวงจร 2

รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานของโปรแกรม Delphi 3

รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมภาษา Pascal 4

รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของโปรแกรมตรวจเช็คสัญญาณ busy 5

รูปที่ 2.5 แสดงภาพรวมของโครงงานทั้งหมด 6

รูปที่ 2.6 แสดงรายละเอียดขา MT 8870 9

รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างภายในของ MT 8870 9

รูปที่ 2.8 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่ 10

รูปที่ 2.9 แสดงแผนภูมิเวลาของ MT 8870 11

รูปที่ 2.10 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่ 13

รูปที่ 2.11 แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของ MT 8870 13

รูปที่ 2.12 แสดงบล็อคไดอะแกรมของไอซี MC 145412 14

รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างภายในของ MH 88632 17

รูปที่ 2.14 แสดงการปรับค่า Input Impedance เป็น 600 โอห์มหรือ 900 โอห์ม 18

รูปที่ 2.15 แสดงการปรับค่า Input Impedance ค่าต่าง ๆ นอกจาก 600 โอห์ม และ 900 โอห์ม 18

รูปที่ 2.16 แสดงการปรับ Network Balance เมื่อ NETBAL เท่ากับ Z_n 19

รูปที่ 2.17 แสดงการปรับ Network Balance เมื่อ NETBAL ไม่เท่ากับ Z_n 19

รูปที่ 2.18 แสดงการกำหนดค่า Gain โดยการต่อ RTX 20

รูปที่ 2.19 แสดงพอร์ทเอาท์พุทขนาด 8 บิท 21

รูปที่ 2.20 แสดงพอร์ทอินพุท / เอาท์พุทขนาด 4 บิท 22

รูปที่ 2.21 แสดงพอร์ทอินพุทขนาด 5 บิท 22

รูปที่ 3.1 แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกกับ MH 88632 24

รูปที่ 3.2 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF 25

รูปที่ 3.3 แสดงรูปการต่อวงจรแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอล 26

รูปที่ 3.4 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสัญญาณของขา 16 27

รูปที่ 3.5 แสดงวงจรบัฟเฟอร์และวงจรขยายสัญญาณ 28

รูปที่ 3.6 แสดงวงจรภาคขับ (drive) 29

รูปที่ 3.7 แสดงการต่อวงจรดีเทคสัญญาณ busy 30

รูปที่ 3.8 แสดงวงจร Power Supply 30

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 แสดงค่าที่ port 37AH เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา 31
รูปที่ 4.2 แสดงค่าที่ port 37AH เมื่อไม่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา 32
รูปที่ 4.3 แสดงรูปสัญญาณ busy เทียบกับสัญญาณที่ได้จากวงจร LM 567 32
รูปที่ 4.4 แสดงค่าที่ port 37AH เมื่อมีสัญญาณ busy 33
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณ DTMF ของแป้นกดหมายเลข 2 33
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณ DTMF ของแป้นกดหมายเลข 5 34
รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณ DTMF ของแป้นกดหมายเลข 10 34
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างไฟล์เสียงที่ใช้บันทึกกับไฟล์เสียงที่ทำการอ่านออกมา 35
รูปที่ 4.9 แสดงรูปสถานะเริ่มต้นของโปรแกรม 36
รูปที่ 4.10 แสดงการเลือกระบบทดสอบตัวเอง (selftest) โดยกดคีย์ S 36
รูปที่ 4.11 แสดงผลการเลือกกดแป้นกดหมายเลข 5 เพื่อแสดงไฟล์เสียง 37
รูปที่ 4.12 แสดงสถานะเมื่อทำการแสดงไฟล์เสียงเสร็จสิ้นจะทำการเซตสถานะเป็นการวางหู 37
รูปที่ 4.13 แสดงสถานะเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาและทำการเซตสถานะเป็นการยกหู 38
รูปที่ 4.14 แสดงสถานะเมื่อมีการกดแป้นเลือกไฟล์เสียงหมายเลข 5 38
รูปที่ 4.15 แสดงสถานะเมื่อแสดงไฟล์เสียงเสร็จสิ้นจะทำการเซตสถานะให้เป็นการวางหู 39
รูปที่ 4.16 แสดงสถานะเมื่ออีกฝ่ายทำการวางหูจะเช็คว่ามีสัญญาณ busy หยุดเล่นไฟล์เสียง และวางหู 39
รูปที่ 4.17 แสดงสถานะเริ่มต้นของโปรแกรม 40
รูปที่ 4.18 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกกดปุ่มรายละเอียด 40
รูปที่ 4.19 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกกดปุ่มวิธีใช้ 41
รูปที่ 4.20 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกกดปุ่มรายละเอียด 41
รูปที่ 4.21 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกกดปุ่มตกลงจากสถานะเริ่มต้น 42
รูปที่ 4.22 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกปุ่มทดสอบซึ่งเป็นระบบทดสอบตัวเอง 42
รูปที่ 4.23 แสดงสถานะเมื่อกดแป้นกดหมายเลข 4 บนแป้นกดเพื่อเลือกเล่นไฟล์เสียง 43
รูปที่ 4.24 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกกดปุ่มใช้งานเพื่อรอรับสัญญาณเรียกจากคู่สาย 43
รูปที่ 4.25 แสดงสถานะเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจากคู่สายจะทำการเซตสถานะเป็นการยกหู 44
รูปที่ 4.26 แสดงสถานะเมื่อทำการเช็คสัญญาณ DTMF จากแป้นกดซึ่งในที่นี้เลือกกดหมายเลข 1 เพื่อเล่นไฟล์เสียง 44
รูปที่ 4.27 แสดงสถานะเมื่อทำการเล่นไฟล์เสียงเสร็จสิ้นจะทำการเซตสถานะเป็นการวางหูและรอรับสัญญาณเรียกจากคู่สายครั้งต่อไป 45
รูปที่ 4.28 แสดงสถานะเมื่อทำการกดหมายเลข 6 เพื่อทำการฝากข้อความ 45
รูปที่ 4.29 แสดงสถานะเมื่อทำการบันทึกการฝากข้อความเสร็จเรียบร้อย 46
รูปที่ 4.30 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกหมายเลข 5 ซึ่งเป็นการเล่นไฟล์เสียงที่บันทึกการฝาก 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อความไว้

รูปที่ 4.31 แสดงสถานะเมื่อทำการเช็คพบสัญญาณ busy ในกรณีที่อีกฝ่ายทำการวางหู 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบริการข่าวสารทางโทรศัพท์

INFORMATION SERVICE BY TELEPHONE

โดย นายทวีศักดิ์ ตุลยเดชานภา 36014161
นางสาววรรณวิสา เพ็ชรนิล 36014375

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ปราโมทย์ วาดเขียน

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอการสร้างเครื่องบริการข่าวสารทางโทรศัพท์ (Information Service By Telephone) เพื่อการบริการข้อมูลแก่ผู้ต้องการทางโทรศัพท์ หลักการทำงานคือ ใช้ Sound Card เปลี่ยนข้อมูลที่เป็นอนาลอก (analog) ให้เป็นดิจิตอล (digital) แล้วเก็บอยู่ในรูปไฟล์ ในฮาร์ดดิสก์ของคอมพิวเตอร์ และใช้ซอฟแวร์ควบคุมโดยใช้สัญญาณ DTMF จากโทรศัพท์เป็นรหัสเข้าถึงข่าวสารแต่ละข่าวสาร ในส่วนฮาร์ดแวร์ของโครงงานนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์ตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติและอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (BCD) ก่อนจะต่อเข้าพอร์ทเพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ต่อไป

ABSTRACT

This thesis present about " Information Service By Telephone " for person who want to know some information by telephone . We use sound card to converse message from analog to digital as files then store in hard disk of computer . The information is selected by DTMF signal from telephone as the access code to enter each message . In the part of hardware has a telephone answer machine and DTMF decoder circuit for converse signal from DTMF to digital BCD code and send this signal to a port that interfacing with computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าได้เข้ามามีบทบาทกับมนุษย์เป็นอย่างมากในการดำเนินชีวิตประจำวัน ในทุกวันนี้สังคมเราได้วิวัฒนาการตามเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีทางด้านโทรคมนาคมและคอมพิวเตอร์ได้มีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานของเราเป็นอย่างมาก จะเห็นได้จากที่ในอดีตเราใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในลักษณะ STAND ALONE หรือเฉพาะงานใดงานหนึ่งแต่ในปัจจุบันเราสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ติดต่อสื่อสารข้อมูลต่าง ๆ กับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น หรือใช้ในการค้นหาหรือตรวจสอบข้อมูลที่ต้องการ เช่น อัตราแลกเปลี่ยน ข้อมูลทางธุรกิจ โดยสามารถรับส่งข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ได้ เช่น สายโทรศัพท์ เส้นใยนำแสง และอื่น ๆ อีกมาก

สำหรับสื่อที่ใกล้ตัวเรามากที่สุดก็คือโทรศัพท์ ในปัจจุบันได้มีบริการเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางสายโทรศัพท์กันอย่างมากมาย บางบริการได้ทำเป็นธุรกิจคือ บริการวิทยุติดตามตัว (เพจเจอร์) ซึ่งเป็นบริการที่ส่งข้อความให้ผู้ใช้ได้ตลอดเวลา โดยทั้งรับอัตโนมัติ หรือให้ศูนย์บริการบันทึกข้อความแล้วส่งข้อความไปยังหมายเลขเครื่องที่เราบอกอีกที บางบริษัทอาจจะมีบริการพิเศษโดยให้พนักงานคอยรับโทรศัพท์เพื่อบริการข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ให้ลูกค้าได้รับรู้หรือคอยประสานงานต่าง ๆ ให้กับพนักงานคนอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในบริษัทได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ

จากบริการต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วหลายอย่าง จึงเป็นแนวคิดที่นำมาสู่โครงงานนี้ คือ เครื่องบริการข่าวสารทางโทรศัพท์ (INFORMATION SERVICE BY TELEPHONE) ซึ่งเป็นการให้บริการข่าวสารที่ผู้ให้บริการกับผู้ใช้บริการไม่จำเป็นที่จะต้องพบปะกันโดยตรงเพียงแค่กดโทรศัพท์เข้ามาก็สามารถทราบข้อมูลที่ต้องการได้ทันที

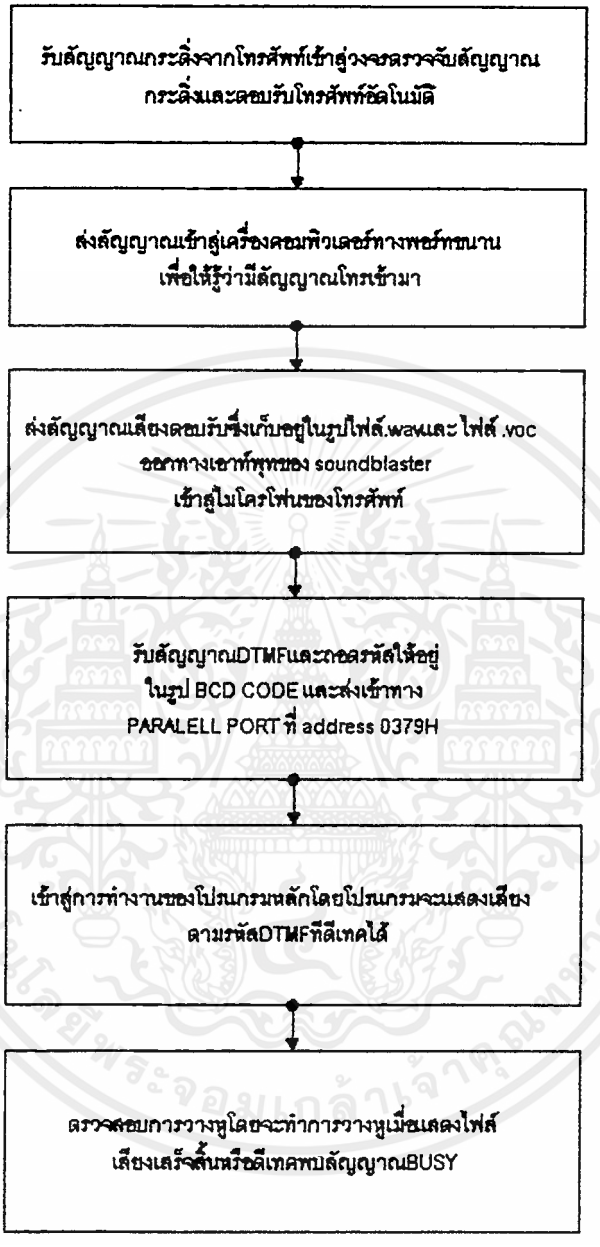
สำหรับโครงงานนี้จะบันทึกข้อความต่าง ๆ ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะทำการรับสายเมื่อมีคนโทรเข้ามา จากนั้นจะส่งข้อมูลที่ได้จากการถอดรหัส DTMF เข้าทาง PARALLEL PRINTER PORT ของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการถอดรหัส(Decode)นั้นจะใช้โปรแกรมที่เขียนด้วย Delphi และภาษา Pascal เพื่อทำการควบคุมและทำงานตามรหัสที่รับเข้ามา โดยการส่งข้อมูลออกไปจะใช้ซาวด์การ์ด(sound card) เป็นตัวควบคุมสัญญาณเสียงทั้งหมด ซึ่งข้อความที่อ่านนั้นจะเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะเก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์ประเภท . WAV สำหรับใช้ใน Delphi และ .VOC สำหรับใช้ใน Pascal

ประโยชน์ของเครื่องนี้ที่เห็นได้ชัดคือ เพียงแค่ติดตั้งโครงงานนี้จะเปรียบเสมือนมีศูนย์บริการข่าวสารสำหรับผู้ที่ต้องการทราบข้อมูลโดยที่ไม่จำเป็นต้องพบปะกันโดยตรง เพียงแค่หมุนโทรศัพท์มายังหมายเลขที่โครงงานนี้ตั้งอยู่ ก็สามารถทราบข้อมูลที่ต้องการได้ทันทีซึ่งเป็นการประหยัดเวลาในการเดินทาง ในสภาวะที่การจราจรติดขัดดังเช่นปัจจุบันหรือผู้ใช้บริการอยู่ห่างไกลจากแหล่งข่าวสารมากไม่สามารถเดินทางมาได้ นอกจากนี้ยังสามารถให้บริการได้ตลอด 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ให้เหมาะสมกับงานประเภทอื่นได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

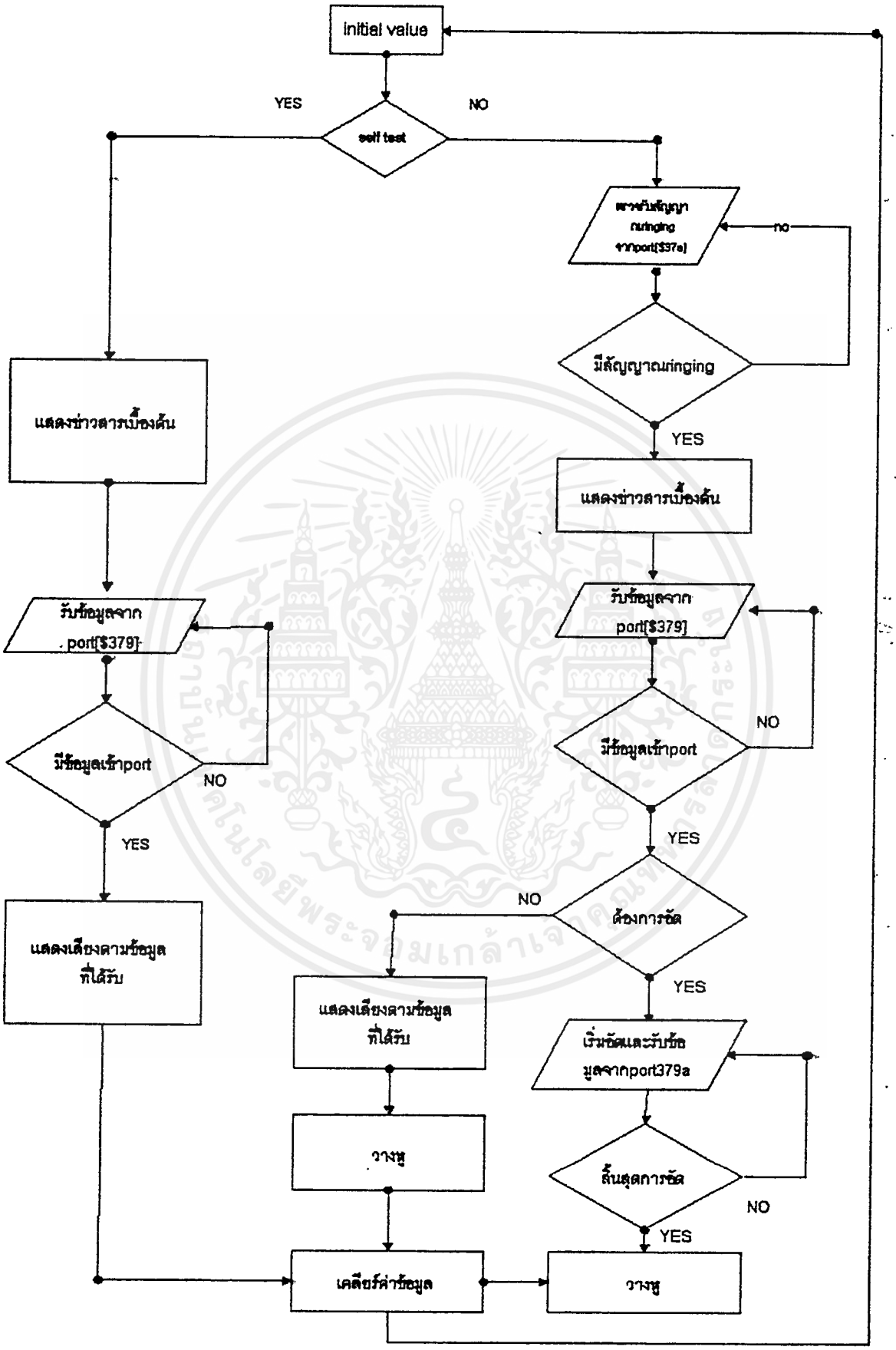
2.1หลักการทำงาน



รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของวงจร

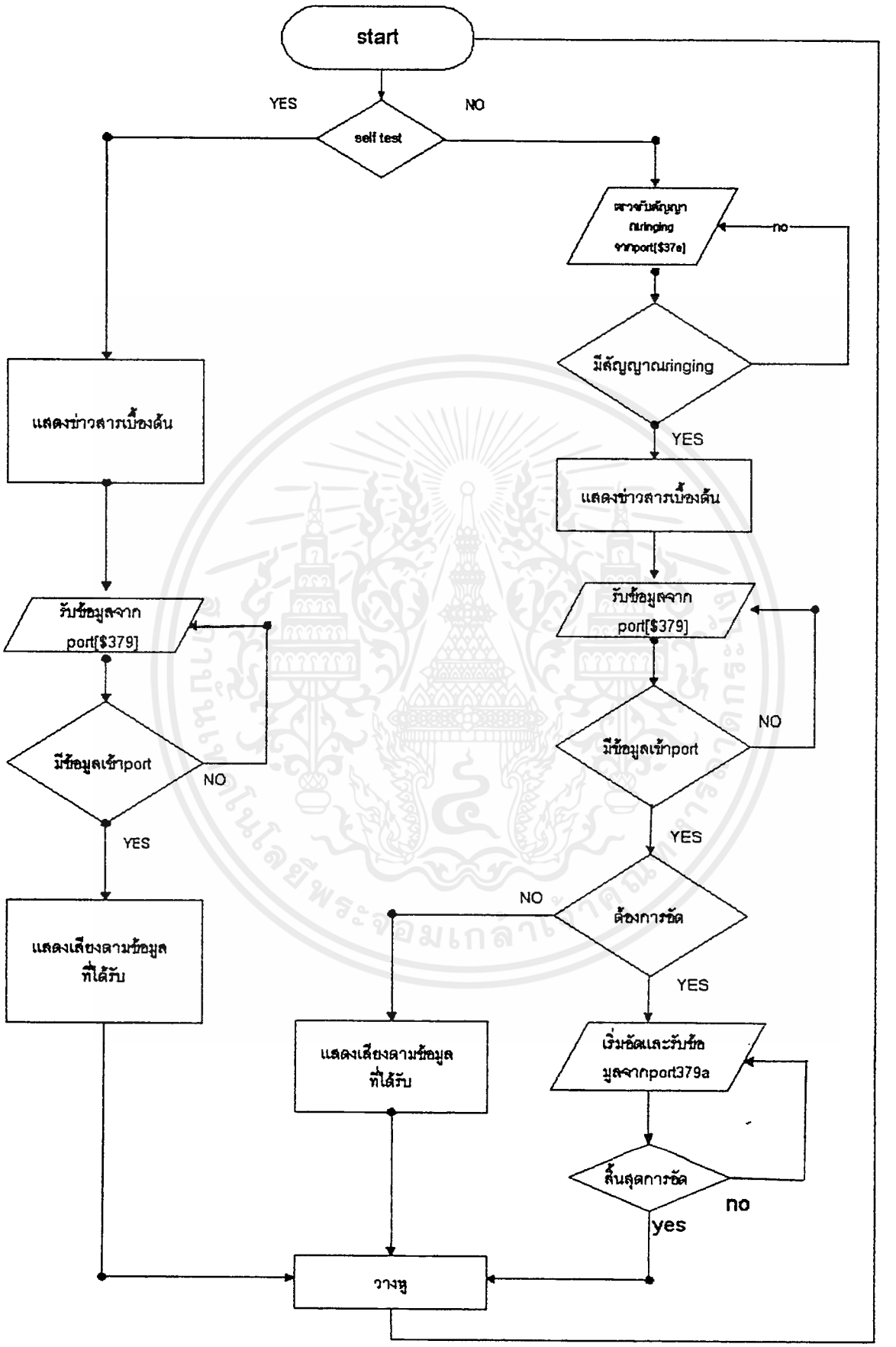
หลังจากที่วงจรได้รับสัญญาณกระดิ่งและตอบรับเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะเข้าสู่การทำงานของโปรแกรม โดยโปรแกรมจะทำหน้าที่ตรวจสอบจากสัญญาณ DTMF ที่ได้มาว่าเป็นสัญญาณ DTMF ของหมายเลขอะไร หลังจากนั้นก็จะทำการอ่านไฟล์ที่บันทึกไว้ในฮาร์ดดิสก์ ตามรหัสของสัญญาณ DTMF นั้น ซึ่งจะควบคุมโดยซาวด์การ์ด และส่งสัญญาณเสียงผ่านเข้าไปทางลำโพงของโทรศัพท์ โดยการทำงานของโปรแกรมสามารถแสดงเป็นแผนภูมิการไหล(flow chart) ดังรูปที่ 2.2 ,2.3 และ 2.4 และแสดงภาพรวมของโครงงานทั้งหมดในรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



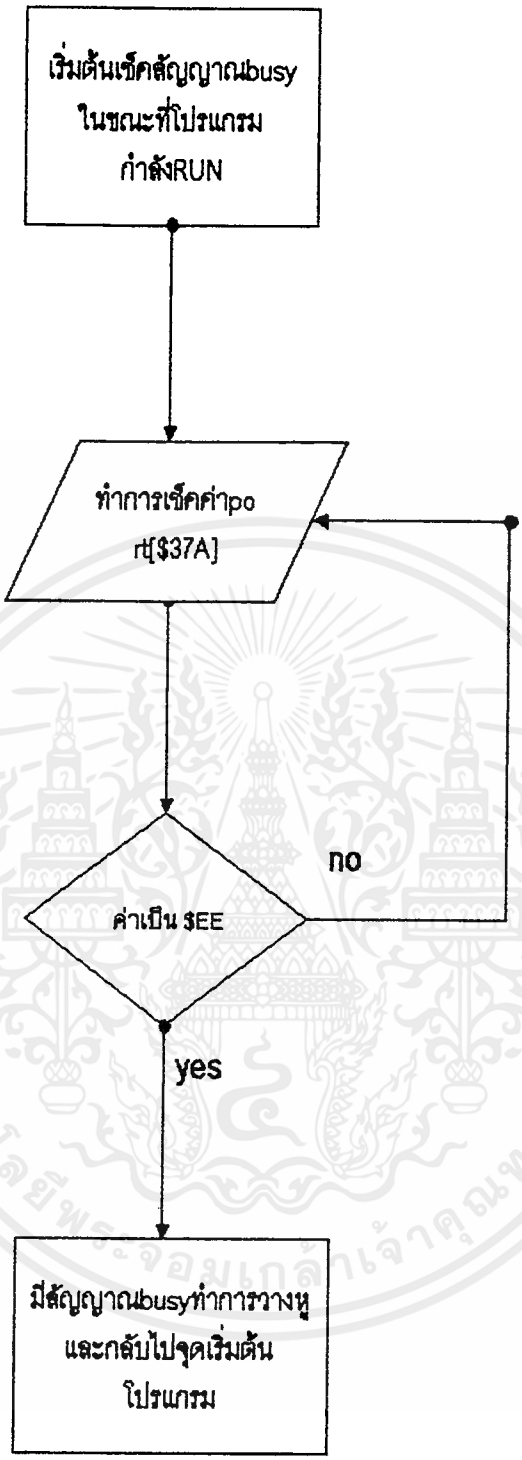
รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานของโปรแกรม Delphi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



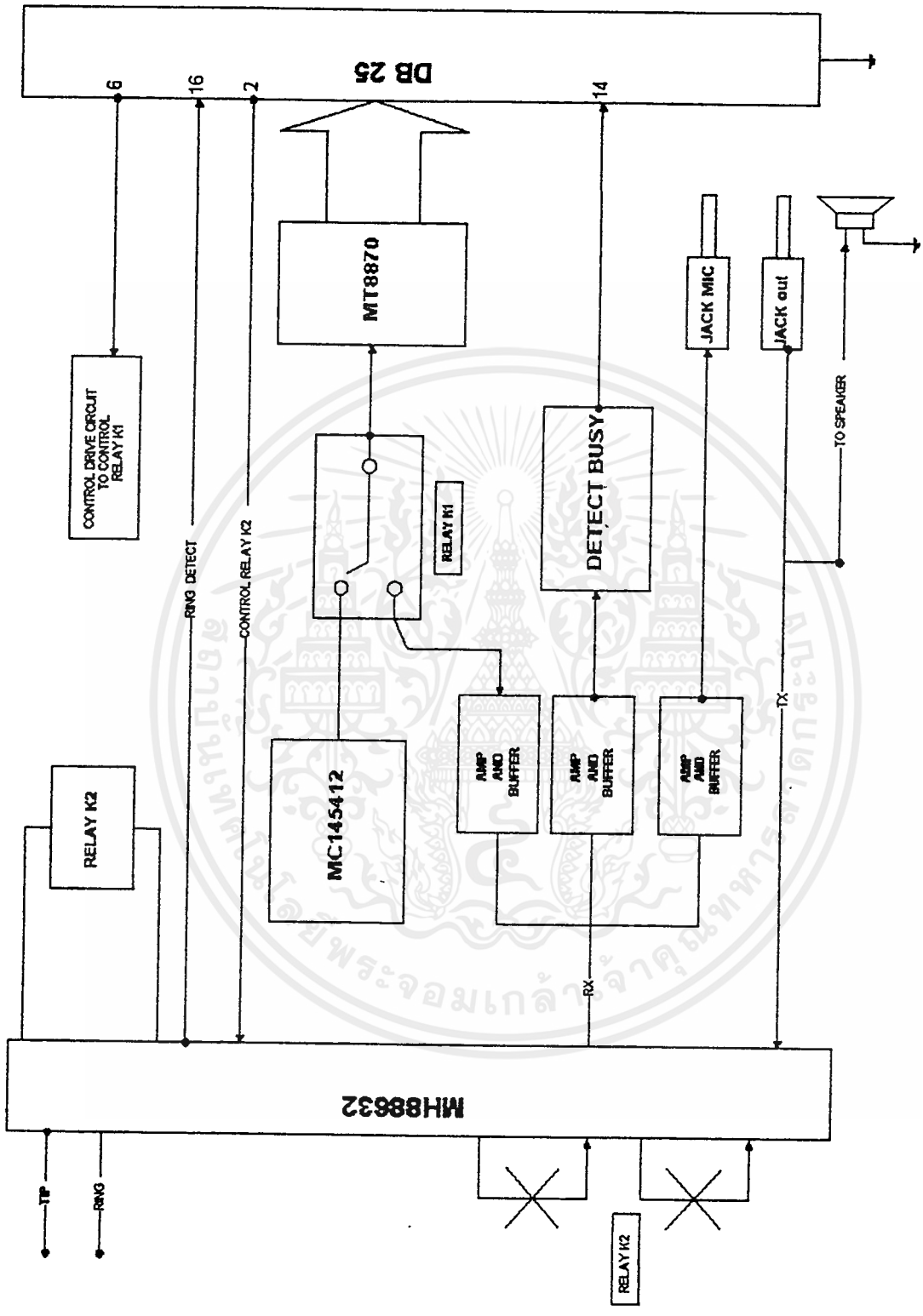
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมภาษา Pascal



รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของโปรแกรมตรวจเช็คสัญญาณ busy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงภาพรวมของโครงงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)

โทรศัพท์โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ

1) แบบกดปุ่ม (จะส่งสัญญาณออกเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน)

2) แบบหมุน (จะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์)

ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

1) เครื่องส่ง (TRANSMITTER)

2) เครื่องรับ (RECEIVER)

3) กระดิ่ง (RINGING)

4) สวิทช์ฮุค (HOOK SWITCH)

5) ส่วนสำหรับกดหมายเลขหรือหมุนหมายเลข

ส่วนของเครื่องส่งกับเครื่องรับจะเรียกรวมกันว่าปากพูดหูฟัง (HANDSET) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานเสียงที่เกิดจากการพูดให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียงอีกครั้ง

โทรศัพท์จะเชื่อมต่อชุมสายด้วยสาย 2 เส้น คือ T (TIP) และ R (RING) เมื่อผู้ใช้ยกหูขึ้นแหล่งจ่ายไฟตรงของชุมสายซึ่งมีค่าประมาณ 48 โวลท์ ก็จะถูกต่อกับวงจรของโทรศัพท์โดยการฮุคสวิทช์ ในส่วนเชื่อมต่อกับหูฟังกับสายโทรศัพท์จะต้องมีหม้อแปลงอัตโนมัติเพื่อให้การรับส่งมีประสิทธิภาพ

เมื่อมีการติดต่อระหว่างเครื่องกับชุมสายแล้ว ก็จะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์สวิทช์ชิ่งเพื่อบอกให้รู้ว่าขณะนี้คู่สายไม่ว่างแล้ว การหมุนเลขหมายโทรศัพท์ก็คือการส่งสัญญาณพัลส์ (PULSE TRAIN) ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ เช่น ถ้ามีการส่ง 1 พัลส์หมายถึงเลข 0

สำหรับโทรศัพท์ที่ใช้ระบบกดปุ่มนั้นจะเป็นการส่งสัญญาณที่มีความถี่ที่ แตกต่างกันออกไปสำหรับเลขหมายที่มีอยู่ 10 ตัว ความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียงเพียงแต่ว่าเป็นสัญญาณเสียงที่เกิดจากการมอดดูเลทความถี่ 2 ความถี่ คือ ความถี่สูงและความถี่ต่ำ

2.3 สัญญาณของโทรศัพท์

สัญญาณที่ปรากฏในสายส่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1) สัญญาณเสียงที่พูดคุยกัน จัดเป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งจะมีความสำคัญมากในโครงงานนี้เนื่องจากจะต้องนำสัญญาณนี้มาเก็บไว้ โดยแปลงให้เป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น . WAV ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไปในตอนหลัง สัญญาณนี้โดยทั่วไปจะมีแบนด์วิดธ์ตั้งแต่ 100 Hz ถึง 6 kHz แต่เสียงพูดที่คนสามารถฟังและจับใจความได้ จะอยู่ในช่วง 200 - 4000 Hz เท่านั้นวงจรกรองความถี่จึงถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันสัญญาณที่ไม่ต้องการผ่านเข้ามาในระบบโดยจะยอมให้ความถี่ในย่านที่มีชื่อว่า VOICE CHANNEL หรือ VF CHANNEL แต่อย่างไรก็ตามแบนด์วิดธ์ของเสียงพูดจริงจะอยู่ในช่วง 30 - 3000 Hz เท่านั้นไม่มีการใช้เต็มย่านความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สัญญาณที่ใช้ควบคุมระบบสวิทช์ชิ่ง (ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียกนั้นเอง)รวมทั้งสัญญาณอื่น ๆ อีกเช่น

- **DIALING TONE** เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายพร้อมรับโค้ดการหมุนหรือกดปุ่มหมายเลขจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งหมายเลขได้ สัญญาณนี้เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz มอดดูเลท ด้วย 50 Hz ผู้ใช้จะได้ยินเสียงนี้ตอนยกหูโทรศัพท์ซึ่งขณะนี้แรงดันไฟ 48 โวลท์ของโทรศัพท์จะถูกเหนี่ยวนำให้เหลือ 12 โวลท์

- **BUSY TONE** เป็นสัญญาณที่ส่งออกมาเพื่อบอกว่าอุปกรณ์นั้นไม่ว่าง ในกรณีที่ผู้เรียกอยู่ต่างชุมสายสัญญาณที่ส่งจะมาเป็นช่วง ๆ คือ ส่ง 0.5 วินาทีหยุด 0.5 วินาที

- **RINGING TONE** เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากหมุนเลขหมายครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่าการต่อทำได้สำเร็จขณะนี้ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้ถูกเรียก สัญญาณจะมีความถี่ 425 Hz โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

- **RINGING SIGNAL** เป็นสัญญาณที่ส่งไปยังผู้เช่า ฝ่ายผู้ถูกเรียกจะได้ยินเป็นเสียงสัญญาณกระดิ่งหรือโทนขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้ สัญญาณนี้จะเป็นสัญญาณซายน์ขนาด 425 Hz จะมีแรงดันประมาณ 80 - 90 โวลท์ ช่วงเวลาการส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที

- **สัญญาณ DTMF** การติดต่อกันโดยใช้โทรศัพท์ระบบกดปุ่ม จะใช้สัญญาณ DTMF หรือ DUAL TONE MULTI FREQUENCY

กล่าวโดยสรุปแล้วระบบการใช้งานโทรศัพท์ในปัจจุบันมีดังนี้ คือ จากการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ว่าจะมีสาย 2 เส้นที่เรียกว่า สาย TIP และสาย RING ซึ่งจะเดินสายมาจากชุมสาย (CENTRAL OFFICE ย่อว่า CO)

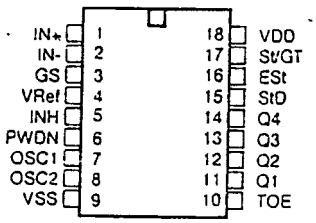
เมื่อโทรศัพท์อยู่ในสภาวะวางหู จะมีแรงดันในสายประมาณ 48 โวลท์ดีซี เรียกว่าแรงดันแบตเตอรี่ตกคร่อมขั้ว TIP กับ RING โดยที่แหล่งไฟแบตเตอรี่นี้จะมีการจำกัดกระแสไว้ค่าหนึ่ง เมื่อยกหูแรงดันแบตเตอรี่จะลดลง การลดลงของแรงดันจะถูกตรวจสอบจากชุมสาย หรือ CO ซึ่งจะรับว่าขณะนี้มีผู้ต้องการโทรออก ก็จะส่งสัญญาณ DIALING TONE มาให้และรอผู้ใช้หมุนหมายเลขหรือกดปุ่มตามระบบโทนเพื่อกำหนดเลขหมายปลายทาง

ส่วนปลายทาง ทางศูนย์ CO จะส่งสัญญาณกริ่งแจ้งให้ทราบ สัญญาณกริ่งมีลักษณะเป็นไฟกระแสสลับที่มากับไฟตรง ในโทรศัพท์สภาวะวางหูจะมีการรับเฉพาะสัญญาณไฟสลับผ่านทางคาปาซิเตอร์ก่อนที่จะมาสั่งกริ่งโทรศัพท์ให้ทำงาน ดังนั้นเมื่อเครื่องปลายทางรับสาย ทางศูนย์ CO จะรับทราบจากการลดลงของแรงดันแบตเตอรี่ จึงหยุดสัญญาณกริ่งแล้วทำการต่อสายเข้ากับต้นทางให้พูดคุยกันต่อไป

หากว่าต้นทางเลิกการพูดคุย (วางหูไป) ศูนย์ชุมสาย CO (ในสหรัฐ) ส่วนใหญ่จะส่งแรงดันกลับขั้วหรือแรงดัน 0 โวลท์ ไปยังเครื่องปลายทาง (หากว่ายังยกหูอยู่) เป็นช่วงสั้น ๆ ประมาณ 1/8 วินาที นอกจากนี้ศูนย์ CO ส่วนมากยังส่งสัญญาณ DIALING TONE เป็นช่วงสั้น ๆ ด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 MT8870 ไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (Integrated DTMF Receiver)



18 PIN CERDIP/PLASTIC DIP/SOIC

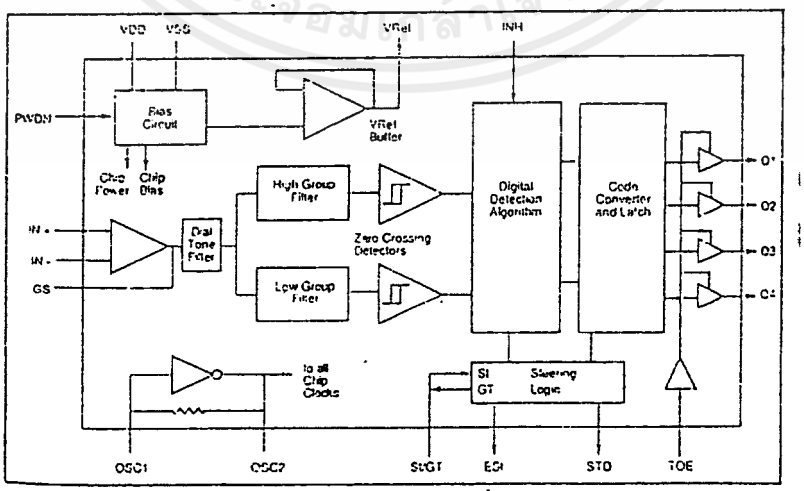
รูปที่ 2.6 แสดงรายละเอียดขา MT 8870

2.4.1 คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Receive)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (guard time)
- เป็นไอซีคุณภาพดี

2.4.2 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างขึ้นโดยเทคโนโลยี ISO^{2}CMOS ในส่วนวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและกรองความถี่ต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับ และถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐาน 2 ขนาด 4 บิท และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุทเป็นวงจรแลทช์ 3 สถานะ



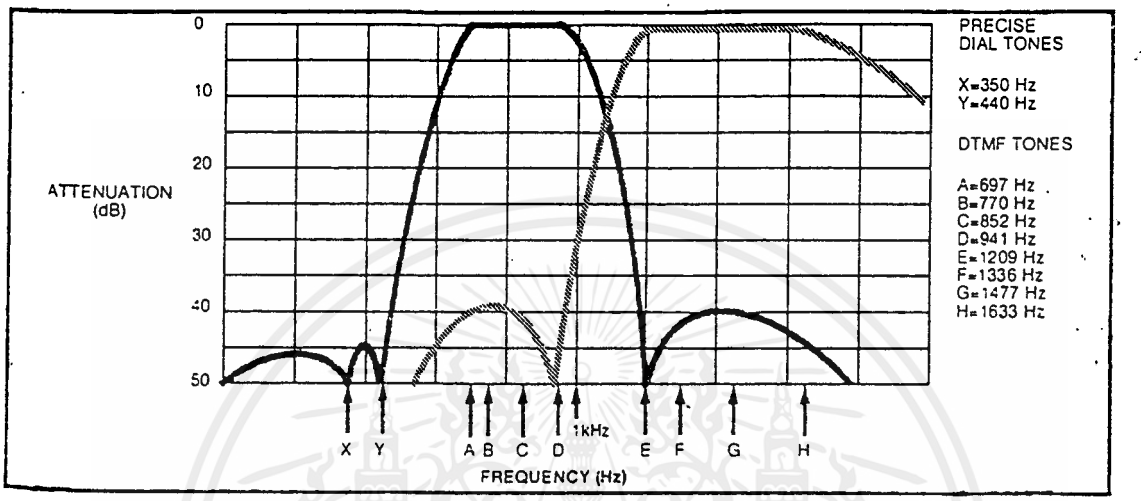
รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ฟังก์ชั่นการทำงานภายในของ MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

ภาคกรองสัญญาณความถี่ (filter section)

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (six order switched capacitor and pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่ 2.8 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

ภาคถอดรหัส (decoder section)

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่า เป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบความถี่นั้นว่าถูกต้องสัญญาณที่ขา Est (early steering) ก็จะแอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้นแสดงในตารางที่ 2.1

F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0

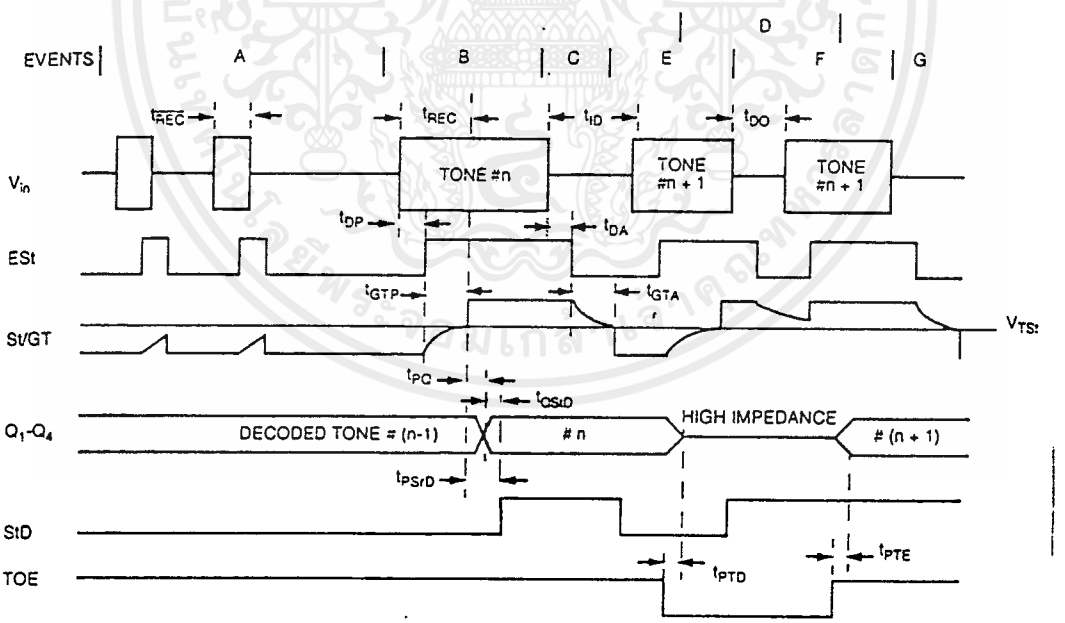
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
-	ANY	L	H	Z	Z	Z	Z

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลานานเท่าไรสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น High ทำให้ V_c สูงขึ้นตัวเก็บประจุ C จะคายประจุ ทำให้แรงดัน V_c สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิทดังแสดงได้ดังแผนภูมิเวลา (timing diagram) ในรูปที่2.9



รูปที่ 2.9 แสดงแผนภูมิเวลาของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงาน

A - ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาท์พุทไม่เปลี่ยน

B - ความถี่ #n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และแลตช์ไว้ที่เอาท์พุท

C - จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังคงแลตช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D - เอาท์พุทเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์

E - ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบ คาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้

F - ความถี่ #n+1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาท์พุทยังแลตช์อยู่

G - จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

อธิบายศัพท์ที่ใช้

V_{in} - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา

ESt - Early Steering output ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง

St / Gt - Steering input / Guard Time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก

Q_1- Q_4 - เอาท์พุท BCD ขนาด 4 บิท

StD - Delayed Steering output ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไป มีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

TOE - Tone Output Enable (input) ใช้ควบคุม Q_1 - Q_4 ให้เป็น High Impedance

t_{REC} - คาบเวลานานที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง

t_{REC} - คาบเวลาสั้นที่สุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง

t_{ID} - เวลาสั้นที่สุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ

t_{DO} - เวลานานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

t_{DP} - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{DA} - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{GTP} - การ์ดไทม์ ของการปรากฏความถี่ DTMF

t_{GTA} - การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

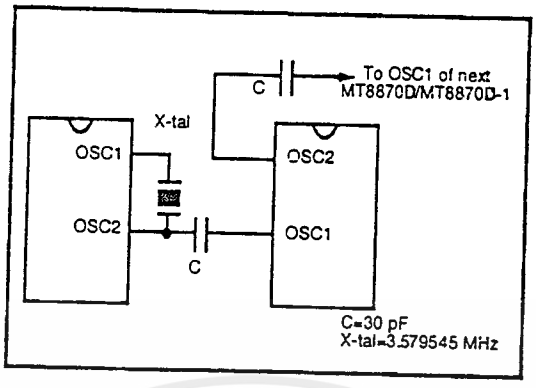
ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเข้าไปด้วย ซึ่งวงจรที่นำมาต่อนี้แล้วแต่ความต้องการ

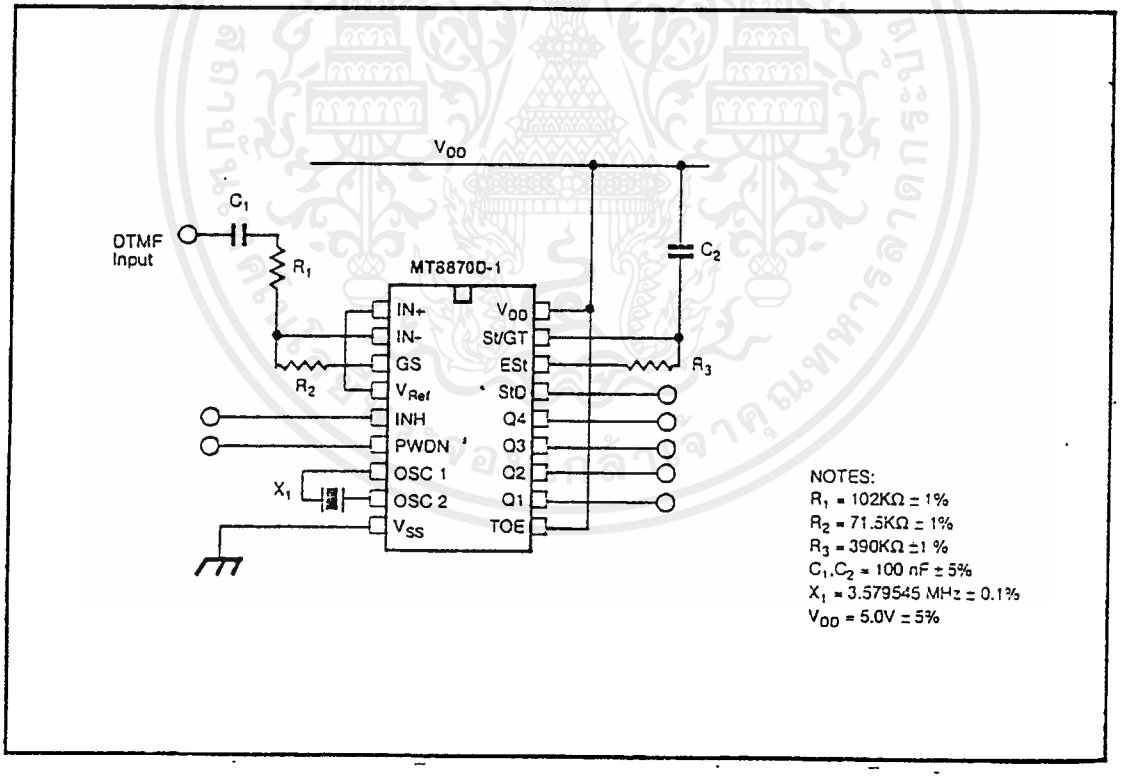
ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHzก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

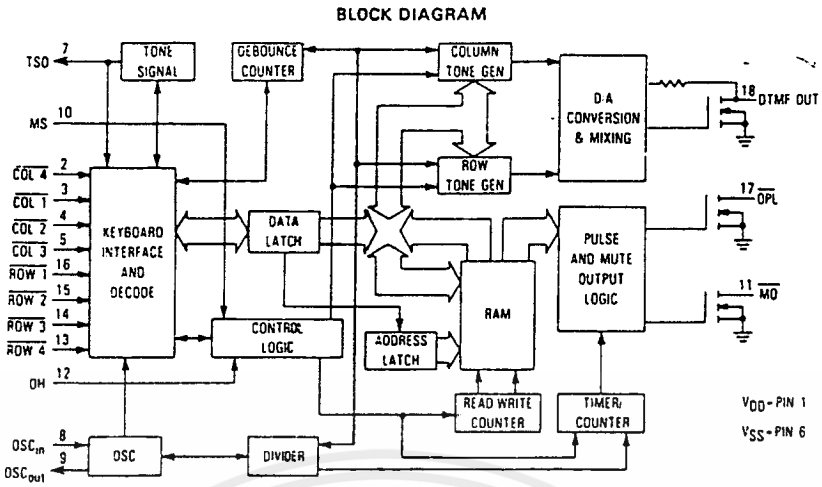


รูปที่ 2.11 แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของ MT8870

2.5 MC145412 IC วงจรส่งรหัสเลขหมาย

ในการทำโครงงานในครั้งนี้ ได้นำเอา IC เบอร์ MC145412 มาใช้เป็นวงจรส่งรหัสเลขหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ IC MC 145412

2.5.1 ข้อมูลทั่วไป

ไอซี MC145412 สามารถที่จะทำงานได้ทั้งการส่งแบบพัลซ์และแบบโทน โดยการเลือกที่ขา MS มีหน่วยความจำ 10 ช่อง แต่ละช่องมี 18 หลักมีการ redial เลขหมายสุดท้ายที่ได้โทรออก เมื่อให้พลังงานแก่ไอซีจะมีการใช้เวลา 64 ms ในการตรวจสอบออสซิเลเตอร์และแบบของแป้นกด หากขา COL_4 มีอิมพีแดนซ์เป็น 1 จะเป็นการบอกให้ไอซีรู้ว่าใช้แป้นกดแบบ 3*4 หากขา COL_4 มีอิมพีแดนซ์เป็น 0 จะเป็นการบอกให้ไอซีรู้ว่าใช้แป้นกดแบบ 4*4

การส่งสัญญาณหมายเลข ออสซิเลเตอร์จะทำงานหลังจากการกดปุ่มแรก 32 ms ภายในเวลา 32 ms นี้ จะไม่มีการทำงานของ RAM และวงจรภายในไอซีทั้งหมด หลังจากนั้น ขา MS จะถูกตรวจสอบโหมดการทำงาน (ว่าเป็น 10 pps , 20 pps หรือ DTMF) หลังจากนั้น การกดปุ่มใด 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 ที่น้อยที่สุดส่งออกมาคือ 60 ms จากนั้นจะส่งออกมาเรื่อย ๆ ทีละ 32 ms จนกว่าจะยกมือขึ้นจากแป้น ขา DTMF OUT ได้ถูกออกแบบมาให้สามารถไปขับทรานซิสเตอร์แบบ PNP ได้ ซึ่งทรานซิสเตอร์นี้สามารถนำไปมอดูเลทแรงดัน tip กับ ring ที่ความถี่ DTMF ได้

ถ้าปุ่มแรกที่กดเป็นปุ่ม redial หรือ recall ไอซีก็จะดึงข้อมูลตามที่ต้องการออกมาจากหน่วยความจำ

ไอซี MC415412 สามารถที่จะต่อกับแหล่งจ่ายไฟภายนอกได้ แหล่งจ่ายไฟนี้ใช้สำหรับการเก็บรักษาหน่วยความจำ และการโปรแกรมในขณะที่ยังไม่ได้ยกหูโทรศัพท์ หากมีส่วนนี้ในวงจรและทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่มในขณะที่ยังไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ ออสซิเลเตอร์ก็จะเริ่มทำงาน เลขหมายที่ถูกกดก็จะถูกเก็บไว้ใน LNR เช่นเดียวกันกับการโปรแกรมขณะยกหูโทรศัพท์

2.5.2 คุณสมบัติของขาต่าง ๆ ของ MC 145412

- V_{DD} , V_{SS} (ขา 1 และ ขา 6) - POWER SUPPLY

กระแสไฟฟ้าตรงจะถูกป้อนเข้ามายัง 2 ขานี้ โดยที่ขา 1 จะเป็นค่าบวก มีค่าตั้งแต่ 1.7 - 5.5 โวลท์ ส่วนขา 6 นิยมต่อลงกราวน์

- MS (ขา 10) - MODE SELECT

เป็นขาที่ใช้เลือกโหมดการทำงานของไอซีว่าจะเป็นการส่งสัญญาณแบบไหน ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ขาและโหมดการทำงานแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

MS	Dialing Mode
V_{DD}	20 pps Pulse Dialing
Open	10 pps Pulse Dialing
V_{SS}	DTMF Dialing

ตารางที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ขา MS และโหมดการทำงาน

- OH (ขา 12) - ON HOOK

ป้อนแรงดัน V_{DD} หรือปล่อยลอยไว้ เป็นการเลือกการทำงานของไอซีให้อยู่ในโหมด ON HOOK หากต่อกับ V_{SS} เป็นการเลือกโหมด OFF - HOOK

- TSO (ขา 7) - TONE SIGNAL OUTPUT

TSO กำเนิดสัญญาณความถี่ 500 Hz หลังจากที่มีการกดหมายเลข เพื่อให้ทราบว่ามีการกดหมายเลขยกเว้นเมื่อมีการกำเนิดสัญญาณ DTMF

- DTMF OUT (ขา 18) - DUAL TONE MULTIFREQUENCY OUTPUT

เมื่อขา MS ถูกกำหนดแรงดันเป็น V_{SS} ขา DTMF ตามแถวและแนวของ key pad ที่ถูกกด ขานี้มีค่าเป็น high impedance ในโหมดพัลซ์และการโปรแกรมในขณะ ON - HOOK

- OPL (ขา 17) - OUTPULSING

กำเนิดสัญญาณพัลซ์ 10 pps เมื่อขา MS ถูกปล่อยลอย หรือกำเนิดสัญญาณพัลซ์ 20 pps เมื่อขา MS ถูกป้อนด้วยแรงดัน V_{DD} มีอัตราการเปิด - ปิดเป็น 60 /40 ในโหมด DTMF เอาท์พุทเป็น high impedance ในระหว่างการโปรแกรมขณะ on - hook จะไม่มีเอาท์พุทออกมา

- MO (ขา 11) - MUTE OUTPUT

ขานี้จะเปลี่ยนสถานะเป็น 0 เมื่อขา OPL ทำงาน หรือระหว่างกดปุ่ม off - hook หรือการหมุนเบอร์โทรศัพท์จากหน่วยความจำในโหมด DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- KEYBOARD INPUTS (ขา 2,3,4,5,13,14,15,16)

การกดปุ่มที่ใช้ได้ คือ การที่แถวหนึ่งแถวถูกต่อเข้ากับแนวหนึ่งแนว หรือ แถวหนึ่งแถวและแนวหนึ่งแนวถูกต่อเข้ากับกราวน์ การต่อขา 2 เข้ากับ V_{DD} เป็นการบอกให้ IC รู้ว่ามีการใช้แป้นกดแบบ 3*4 การเลือกแบบของแป้นกดจะถูกเลือกเมื่อมีการป้อนแรงดันให้ IC

- OSC_{in} , OSC_{out}

วงจรกำเนิดความถี่สัญญาณภายในชิปต้องการคริสตัลขนาด 3.579545 MHz เพื่อการอ้างอิงความถี่คริสตัลถูกไบแอสโดยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุภายใน

2.5.3 การใช้งาน MC 145412

- การส่งเลขหมายโดยการกดแป้น

สามารถทำได้โดยการกดเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องการได้เลย

- การเก็บหมายเลขได้ในหน่วยความจำ

ทำได้โดยการกดเลขหมายที่ต้องการแล้วตามด้วย [*] และ [A] โดยที่ A คือ หมายเลขของช่องหน่วยความจำ

- การส่งหมายเลขจากหน่วยความจำ

ทำได้โดยการกด [*] แล้วตามด้วย [A] โดยที่ A คือ หมายเลขของช่องหน่วยความจำ

- การส่งหมายเลขสุดท้ายที่โทรออกจากหน่วยความจำ

ทำได้โดยการกด [*] แล้วตามด้วย [0]

- การเปลี่ยนระบบการส่งจากพัลซ์เป็นโทนหรือโทนเป็นพัลซ์

ในระหว่างการส่งสัญญาณออกไป สามารถกดปุ่ม MS เพื่อที่จะเปลี่ยนระบบการส่งได้เลย หากแต่ว่าเลขหมายหลังจากที่เปลี่ยนระบบการส่งจะไม่สามารถเข้าไปเก็บใน LNR

- การส่งสัญญาณ * และ # (สามารถทำได้เฉพาะในการทำงานแบบโทนเท่านั้น)

สามารถทำได้โดยการกดปุ่มที่ต้องการส่งซ้ำ 2 ครั้ง เช่น [*][*] หรือ [#][#]

- การเรียกซ้ำอัตโนมัติ

การโทรออกจากหน่วยความจำไม่ว่าจะเป็นการโทรจากช่องเก็บหมายเลขไว้ หรือการโทรจากเลขหมายสุดท้ายที่โทรออก จะเป็นการเรียกซ้ำอัตโนมัติ คือ เป็นการเรียกซ้ำต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะมีคนรับสาย เพื่อประโยชน์ในกรณีที่ต้องการติดต่อให้เร็วที่สุดแต่คู่สายยังไม่ว่างและไม่ต้องการที่จะเรียกซ้ำครั้งแล้วครั้งเล่า หากไม่ต้องการที่จะให้เครื่องเรียกซ้ำอัตโนมัติ ก็สามารถทำได้ด้วยการวาง hand set เข้าที่เดิม

2.6 MH 88632

ไอซีเบอร์ MH 88632 (Central Office Trunk Interface) เป็นไอซีสำเร็จรูปที่บริษัท MITEL ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เชื่อมต่อระหว่างสายโทรศัพท์กับอุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อยก็สามารถใช้งานเป็นเสมือนโทรศัพท์เครื่องหนึ่งได้ เนื่องจากภายในไอซีมีส่วนวงจรที่จำเป็นในโทรศัพท์ ได้แก่

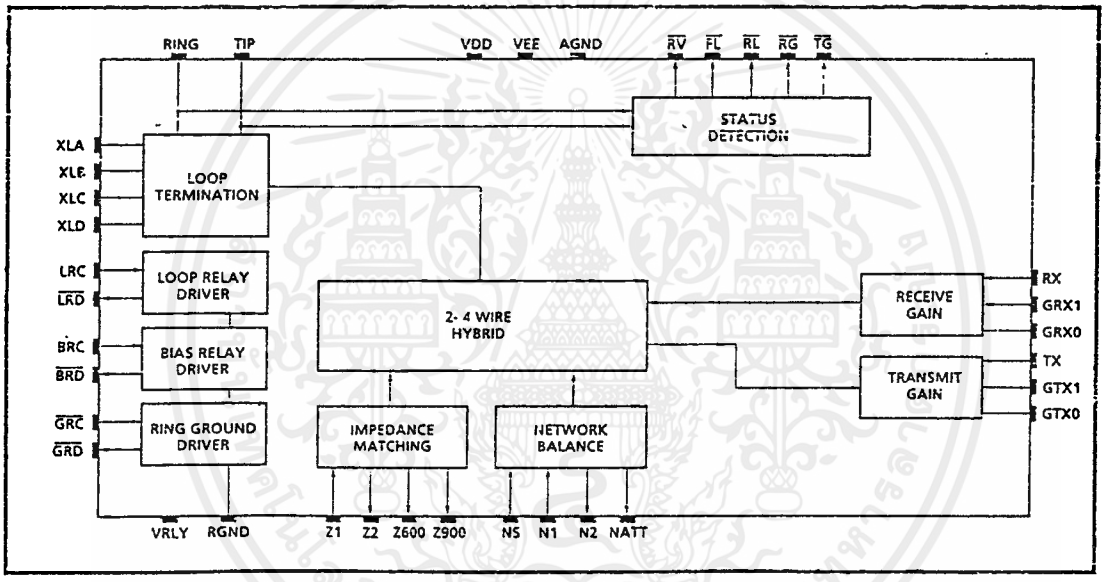
- Loop Termination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- 2 -4 Wire Hybrid
- Impedance matching
- Receive Gain และ Transmit Gain
- Network Balance

อีกทั้งยังสามารถออกแบบให้ตรงตามการใช้งานที่ต้องการได้ เช่น ในส่วนของการขยายภาครับและภาคส่ง, Line Impedance และ Network Balance ไอซีนี้เป็นไอซีขนาด 40 ขา (ซึ่งรายละเอียดแต่ละขาดูได้ในภาคผนวก)



รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างภายในของ MH 88632

2.6.1 DC Loop Termination

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

2.6.2 Hybrid

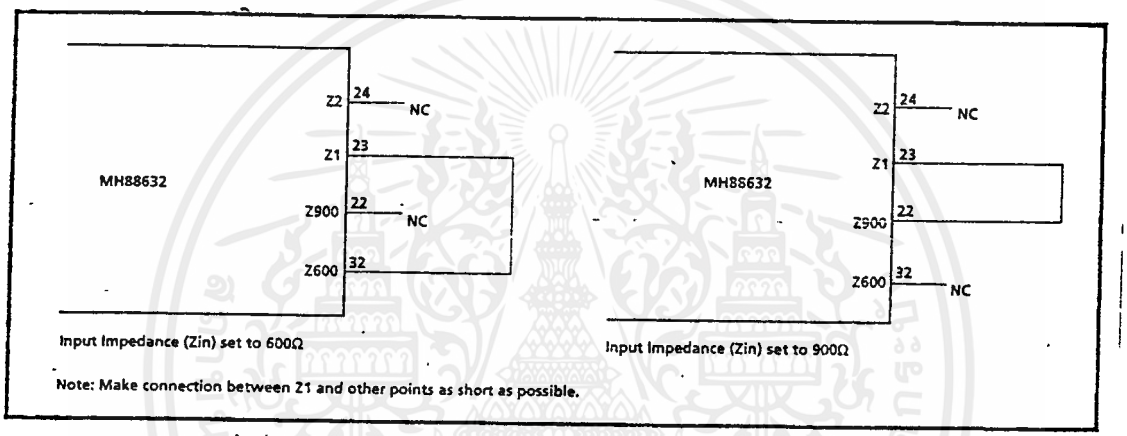
เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างสายโทรศัพท์ Tip กับ Ring (2 เส้น) กับภาครับและภาคส่ง ไอซีนี้สามารถที่จะต่อกับโทรศัพท์ได้โดยตรง ทำหน้าที่ในการแยกสัญญาณโทรศัพท์ของคู่สายภายนอกจากชุมสายโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณที่รับและส่งแยกออกจากกัน (จาก 2 สายเป็น 4 สาย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

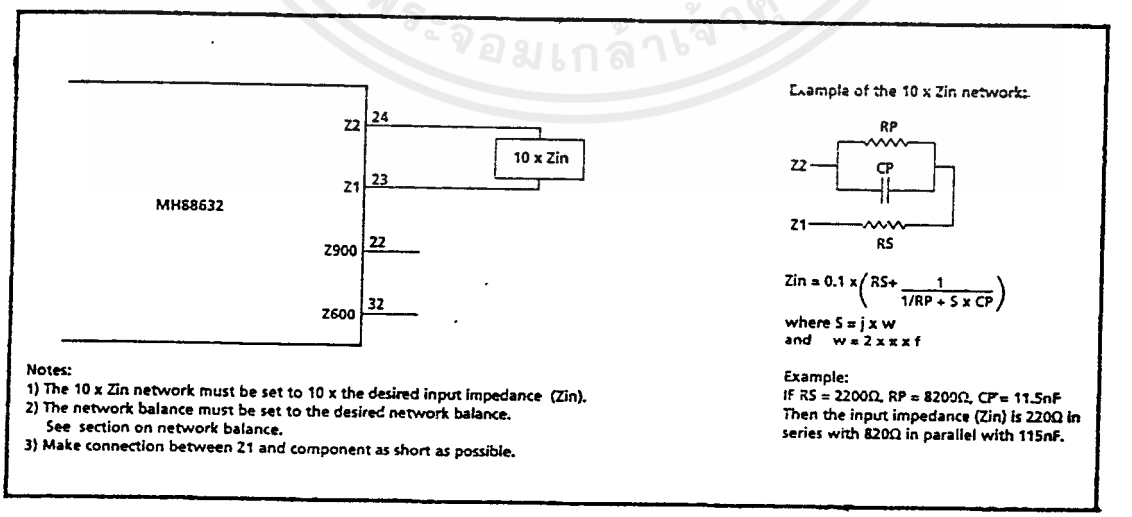
27867

2.6.3 Line Impedance

ค่าความต้านทานของสาย TIP - RING (Z_{IN}) สำหรับ MH 88632 สามารถปรับค่าได้ว่าจะใช้ 600 โอห์ม, 900 โอห์ม หรือว่าจะปรับแต่งแต่ความต้องการของผู้ใช้ก็ได้ ซึ่งการปรับค่านี้ทำได้โดยการเชื่อมต่อขา Z1 กับขาของค่าความต้านทานที่เราต้องการ เช่น ต้องการให้มีความต้านทาน 600 โอห์ม ก็เชื่อมต่อขา Z1 กับขา Z600 หรือต้องการความต้านทาน 900 โอห์ม ก็เชื่อมต่อขา Z1 กับขา Z900 แต่ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการค่าอื่นจะต้องคำนวณจากสูตรการหา Z_{in} เพื่อหาค่าตัวความต้านทาน และตัวเก็บประจุที่เราต้องใช้ต่อเพิ่มเติม ระหว่างขา Z1 และ Z2 ตัวอย่างการเชื่อมต่อขาไอซีและสูตรการหาค่า Z_{in} แสดงในรูปที่ 2.14 และรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.14 แสดงการปรับค่า Input Impedance เป็น 600 โอห์มหรือ 900 โอห์ม

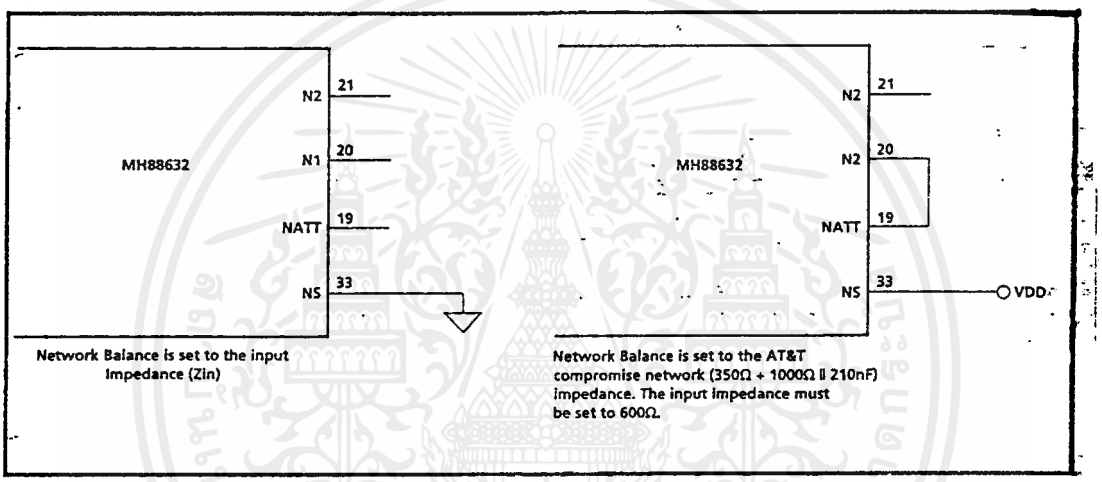


รูปที่ 2.15 แสดงการปรับค่า Input Impedance ค่าต่าง ๆ นอกจาก 600 โอห์มและ 900 โอห์ม

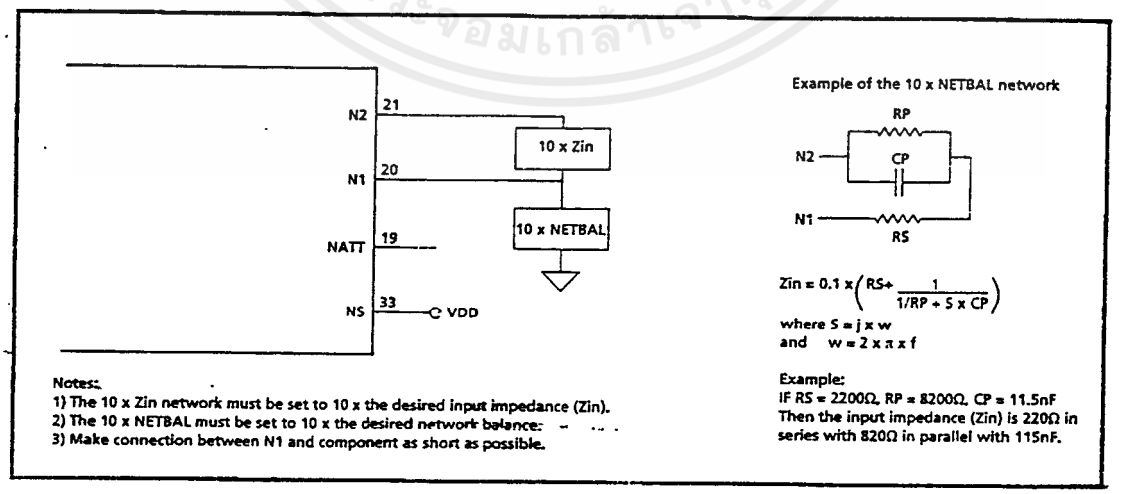
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 Network Balance

ส่วนวงจรสมดุล NETWORK ของไอซี MH88632 ซึ่งจะใช้ขา NS , N1 , N2 และ NATT เป็นขาในการปรับใช้งานตามความต้องการโดยที่จะต้องคำนึงถึงค่า Z_{in} ที่ต้องการ ขา NS ขานี้เมื่อมีลอจิก 0 จะเป็นวงจรสมมูลภายใน (Internal Balance Equivalent) ขึ้นอยู่กับค่า Z_{in} แต่ถ้าขานี้มีลอจิกเป็น 1 จะเป็นวงจรสมดุลภายนอก (External Balance) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อระหว่างขา NATT , N1 และ N2 ขา NATT เมื่อเชื่อมต่อกับ N1 จะมีค่า Network Balance Impedance แบบ AT&T ซึ่งมีค่าความต้านทานภายในเป็น 600 โอห์ม ขานี้จะใช้งานได้เมื่อขา NS มีลอจิกเป็น 1 เท่านั้น ขา N1 , N2 ขึ้นอยู่กับการต่ออุปกรณ์ภายนอกเช่นเดียวกับที่ต่อที่ขา Z1 และ Z2 แสดงการเชื่อมต่อขาดังกล่าวในรูปที่ 2.16 และรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 แสดงการปรับ Network Balance เมื่อ NETBAL เท่ากับ Z_{in}

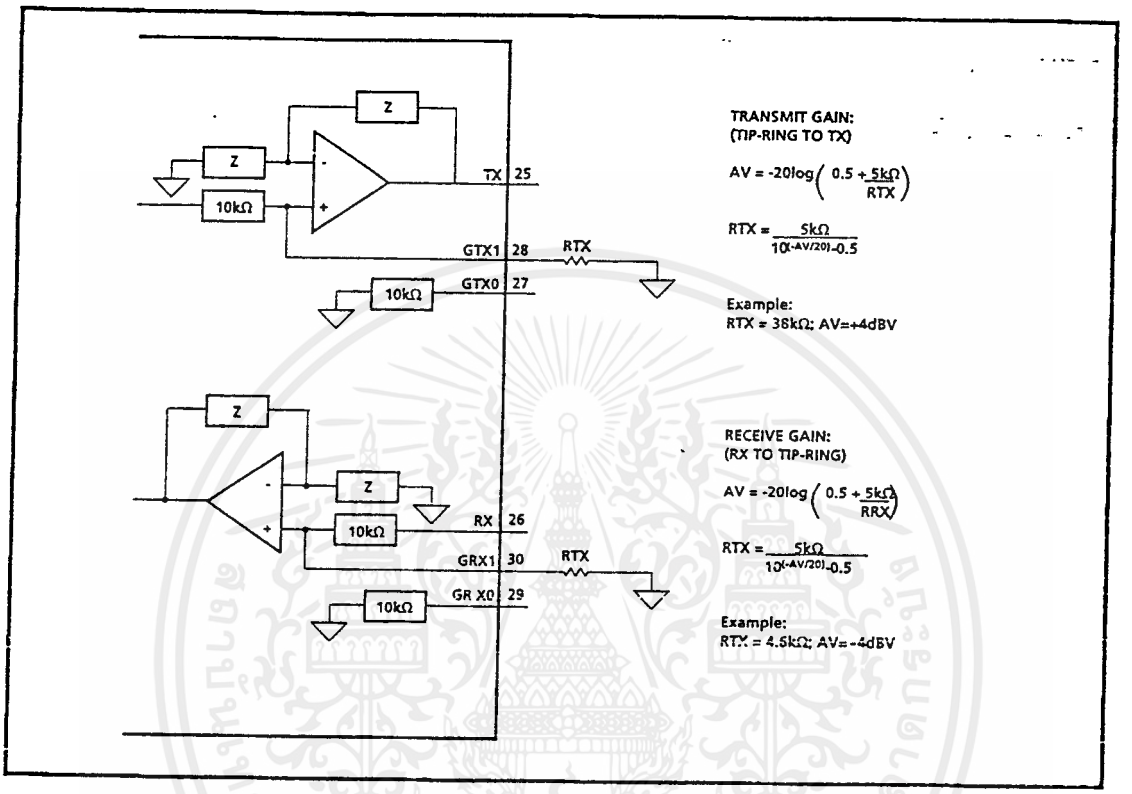


รูปที่ 2.17 แสดงการปรับ Network Balance เมื่อ NETBAL ไม่เท่ากับ Z_{in}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 Transmit and Receive Gain

Transmit Gain อัตราขยายระหว่าง ขา Tip - Ring กับขา Tx ส่วน Receive Gain คือ อัตราขยายระหว่างขา Rx กับขา Tip - Ring ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ตามต้องการโดยต่อตัวความต้านทานภายนอกเข้าไปที่ขา GTX1 และ GRX1 อัตราขยายจะหาได้จากสูตรที่แสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงการกำหนดค่า Gain โดยการต่อ RTX

MH 88632 มีช่วงขยายตั้งแต่ - 12 dB ถึง .+ 6 dB ในกรณีที่ไม่ต้องการขยายก็ทำการต่อขา GTX1 กับ GTX0 และ GRX1 กับ GRX0 ซึ่งก็คือมีค่า 0 dB ค่าตัวความต้านทานที่ใช้ในอัตราขยายต่าง ๆ จะเป็นดังตารางที่ 2.3

Transmit Gain (dB)	RTX Resistor Value (ohm)	Receive Gain (dB)	RTX Resistor Value (ohm)
6.0	No Resistor	+ 6.0	No Resistor
4.0	38.3k	0.0	GRX0 to GRX1
3.7	32.4k	- 3.0	5.49k
0.0	GTX0 to GTX1	- 3.7	4.87k
- 3.0	5.49k	- 4.0	4.64k
- 6.0	3.32k	- 6.0	3.32k
- 12.0	1.43k	- 12.0	1.43k

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าความต้านทานที่ใช้ในอัตราขยายต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การอินเตอร์เฟสกับเครื่องคอมพิวเตอร์

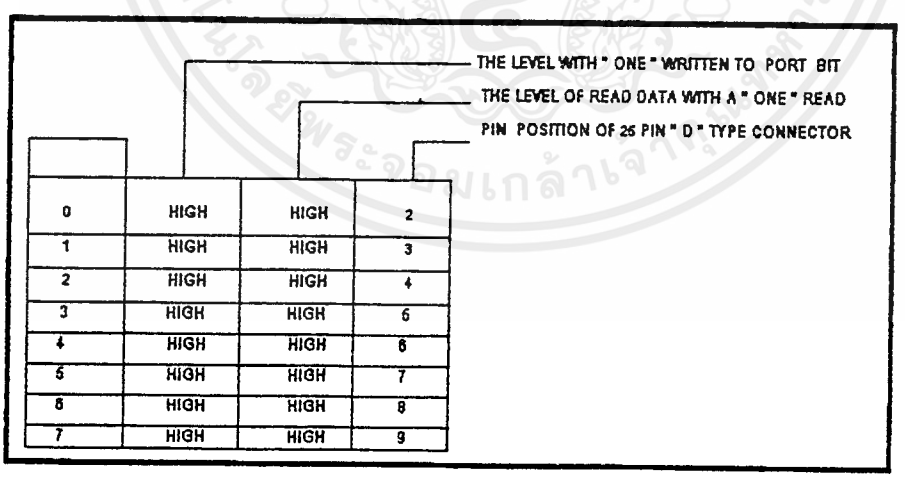
สัญญาณที่ได้จากเอาท์พุท ของ DTMF จะเป็นสัญญาณไบนารี่ขนาด 4 บิท ซึ่งมีลอจิกไฮ (LOGIC HIGH) ที่แรงดัน 5 โวลท์ ซึ่งจะถูกต่อเข้ากับพอร์ทขนานในการ์ด PARALLEL PRINTER PORT ของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ IBM PC

2.7.1 การอินเตอร์เฟสกับการ์ด PARALLEL PRINTER PORT

PARALLEL PRINTER PORT สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับสัญญาณอินพุท และ เอาท์พุท แบบดิจิตอล เพื่อใช้ในการอินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์อื่น การ์ดนี้มีรีจิสเตอร์อยู่หลายแบบได้แก่ รีจิสเตอร์เอาท์พุทขนาด 8 บิท ซึ่งสามารถอ่านข้อมูลที่อ่านข้อมูลที่ส่งออกไปกลับเข้ามาตรวจสอบได้ , รีจิสเตอร์เอาท์พุทขนาด 4 บิท ซึ่งสามารถอ่านข้อมูลกลับมาตรวจสอบได้ และใช้เป็นรีจิสเตอร์อินพุทได้ , รีจิสเตอร์อินพุทขนาด 5 บิท และสุดท้ายรีจิสเตอร์เอาท์พุทขนาด 1 บิทซึ่งสามารถใช้สั่งให้สัญญาณอินเทอร์รัพระดับที่ 7 ได้ นอกจากนี้ค่าแอดเดรสของรีจิสเตอร์แต่ละตัวในการ์ด PARALLEL PRINTER PORT จะมีแอดเดรสอยู่ 2 ค่า (ซึ่งสามารถกำหนดได้ที่ตัวการ์ด)

- พอร์ทเอาท์พุทขนาด 8 บิท

รีจิสเตอร์เอาท์พุทขนาด 8 บิทบนการ์ด PARALLEL PRINTER PORT มีค่าพอร์ทแอดเดรสเท่ากับ 0378H หรือ 0278H (ในกรณีที่แก้ไขการ์ดแล้ว) เอาท์พุทของรีจิสเตอร์ตัวนี้จะถูกต่อเข้ากับขาต่าง ๆ ของคอนเน็คเตอร์ DB - 25 ที่ขา 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 ดังแสดงในรูปที่ 2.17 ซึ่งสามารถส่งข้อมูลมาที่ขาของคอนเน็คเตอร์นี้โดยตรง โดยการใช้คำสั่ง OUT เขียนข้อมูลมาที่พอร์ทแอดเดรสนี้ข้อมูลที่ส่งมาที่พอร์ทแอดเดรสนี้จะมีค่าเหมือนเดิมคือ ถ้าส่ง 1 มาที่บิทใด ๆ ของพอร์ทนี้ข้อมูลที่ขาของคอนเน็คเตอร์จะมีระดับสัญญาณแบบ TTL เป็นลอจิก HIGH



0	HIGH	HIGH	2
1	HIGH	HIGH	3
2	HIGH	HIGH	4
3	HIGH	HIGH	5
4	HIGH	HIGH	6
5	HIGH	HIGH	7
6	HIGH	HIGH	8
7	HIGH	HIGH	9

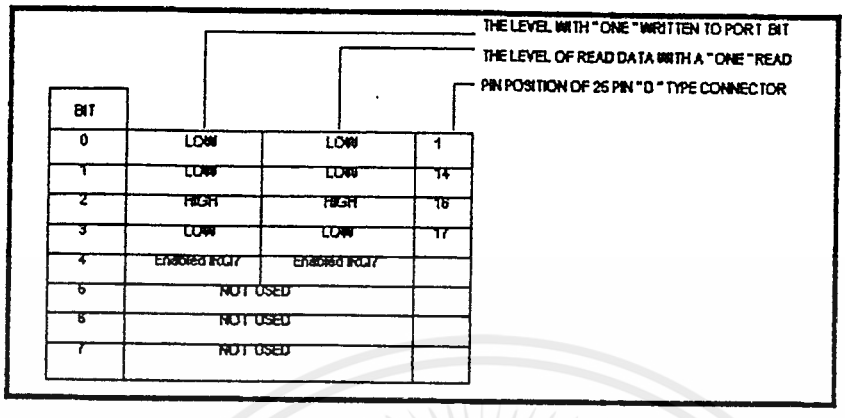
รูปที่ 2.19 แสดงพอร์ทเอาท์พุทขนาด 8 บิท

- พอร์ทอินพุท / เอาท์พุทขนาด 4 บิท

รีจิสเตอร์ขนาด 5 บิทมีค่าพอร์ทแอดเดรสเท่ากับ 037AH หรือ 02AH (ในกรณีที่แก้ไขการ์ดแล้ว) บิทเอาท์พุท 4 บิทจะถูกต่อเข้ากับคอนเน็คเตอร์แบบ DB - 25 ที่ขา 1 , 14 , 16 , 17 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิทที่เหลืออีก 4 บิทจะใช้ในการอีนาเบิลและดิสเอเบิล การขอทำการอินเทอร์รัพท์ระดับที่ 7 ดังแสดงใน รูปที่ 2.20

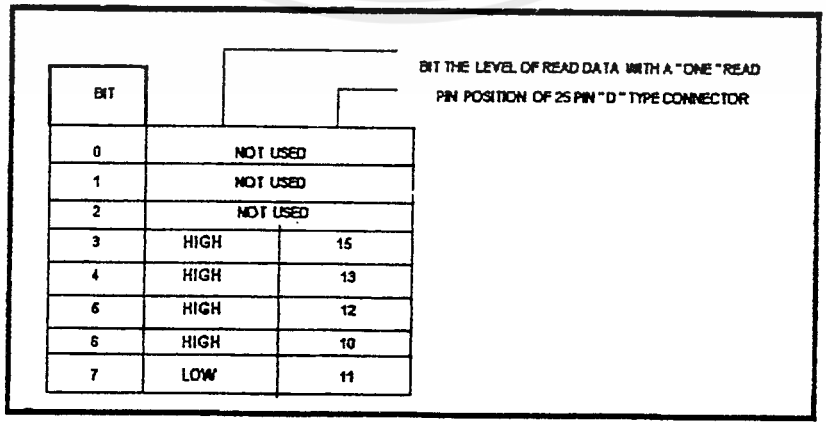


รูปที่ 2.20 แสดงพอร์ทอินพุท / เอาท์พุทขนาด 4 บิท

เอาท์พุทของรีจิสเตอร์เอาท์พุทที่ส่งออกไปที่คอนเน็คเตอร์สามารถอ่านกลับเข้ามาได้โดยใช้คำสั่ง IN กับพอร์ทแอดเดรสเดียวกัน สำหรับพอร์ทนี้สัญญาณเอาท์พุทจะต่างไปจากพอร์ทอื่นคือ ในบิทที่ 0 , 1 , 3 สัญญาณเอาท์พุทจะถูก COMPLEMENT จากสัญญาณเดิม โดยการอาศัยการ IN เราสามารถอ่านข้อมูลที่ปรากฏที่ขาต่าง ๆ และบิท IRQ กลับเข้ามาได้ ในกรณีที่วงจรภายนอกไม่ได้ขับสัญญาณใด ๆ กับขาเหล่านี้ ข้อมูลที่อ่านกลับเข้ามาจะเหมือนกับข้อมูลที่ส่งออกไป เนื่องจากบิทเอาท์พุททั้ง 4 บิทที่ถูกต่อเข้ากับขาของคอนเน็คเตอร์เป็นแบบ OPEN - COLLECTOR ดังนั้นเราสามารถใช้เป็นอินพุทได้ ถ้าเอาท์พุทรีจิสเตอร์ถูกกำหนดให้ส่งระดับสัญญาณ TTL เป็น HIGH ที่สามารถควบคุมระดับแรงดันที่บิทเหล่านี้ได้ เมื่อใช้คำสั่ง IN เราจะทราบข้อมูลของวงจรภายนอกจากบิทเหล่านี้

- พอร์ทอินพุทขนาด 5 บิท

รีจิสเตอร์อินพุทขนาด 5 บิทที่พอร์ทนี้มีค่าแอดเดรสเท่ากับ 0379H และ 0279H (ในกรณีที่แก้ไขการ์ดแล้ว) สำหรับลักษณะสัญญาณและขากำกับบิทต่าง ๆ แสดงไว้ในรูปที่ 2.21 เราใช้พอร์ทนี้ในการอ่าน REALTIME STATUS ของอุปกรณ์เพื่อส่งไปให้ตัวประมวณผล (PROCESSOR)



รูปที่ 2.21 แสดงพอร์ทอินพุทขนาด 5 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 THE AUDIORACK

เป็นโปรแกรมที่ช่วยขยายขอบเขตการใช้งานในฟังก์ชั่นเสียงของคอมพิวเตอร์โดยจะมีส่วนประกอบของเครื่องที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการที่จะควบคุมในส่วนของการเริ่มต้นการทำงานในที่แห่งเดียวนั่นคือ ผู้ใช้สามารถจะเล่นแผ่นซีดี , เวฟไฟล์ (wave files) ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของไฟล์ .WAV หรือ .AUD และไฟล์ MIDI ได้ โดยการใช้หลักของ multi - source mixer ผู้ใช้สามารถผสมการใช้งานต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยอาศัย line in และไมโครโฟนซึ่งจะต่ออยู่กับอุปกรณ์ใดก็ได้ หลังจากนั้นก็สามารถทำการบันทึกไว้ในรูปของเวฟไฟล์และสามารถตกแต่งเสียงในส่วนของออดิโอเรคคอร์ดเดอร์ (Audio Recorder)

ในส่วนของ AudioRack จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

- The Command Center
- The Digital Audio Player
- The Midi Player
- The Compact Disk Player
- The Mixer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

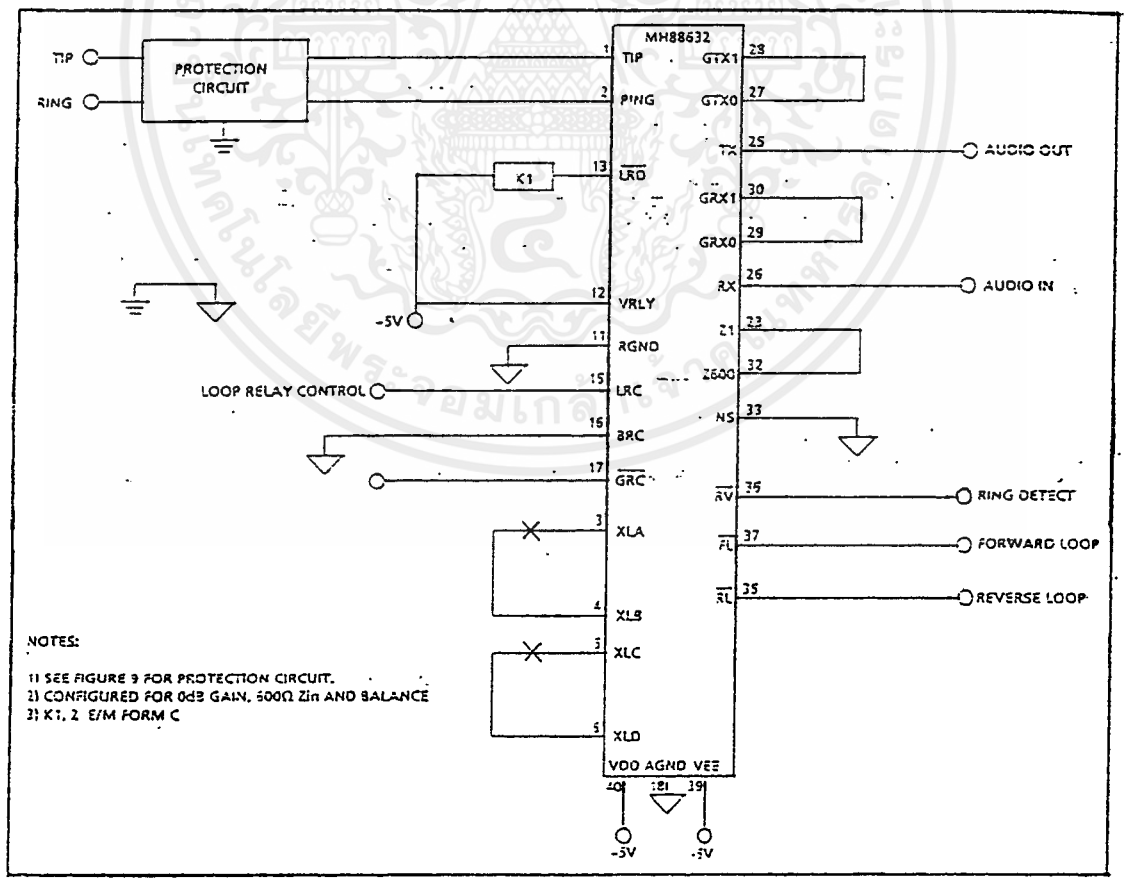
3.1 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและตอบรับโทรศัพท์และ 2 - 4 HYBRID CONVERSION

ในโครงงานนี้ใช้ CO - TRUNK MH88632 มาเป็นส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและตอบรับโทรศัพท์รวมทั้งเป็นวงจร 2 - 4 HYBRID CONVERSION โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับ MH 88632 ดังแสดงได้ดังรูปที่ 3.1 และมีลำดับการดำเนินการดังนี้

1. เมื่อมีสัญญาณ Ringing เข้ามาที่ขา Tip และ Ring แล้ว สัญญาณที่ออกที่ขา 36 $\overline{RV}$ (Ring Detect) จะเปลี่ยนสถานะจาก 1 ไปเป็น 0 และสัญญาณจากขานี้จะเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยผ่านคอนเนคเตอร์ชนิด DB - 25

2. เมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับการเปลี่ยนแปลงนี้คอมพิวเตอร์จะทำการส่งสัญญาณ High เข้าขาที่ 15 LRC (Loop Relay Control) เมื่อขาที่ 15 เปลี่ยนสถานะจาก 0 เป็น 1 แล้ว สถานะของขา 13 $\overline{LRD}$ (Loop Relay Drive) จะเปลี่ยนสถานะจาก 1 ไปเป็น 0 ซึ่งจะทำให้รีเลย์ K1 ถูกกระตุ้น

3. เมื่อรีเลย์ K1 ถูกกระตุ้นแล้วจะทำการต่อโหลดโทรศัพท์โดย ขา 3 กับขา 4 , ขา 5 กับขา 6 จะเชื่อมต่อกัน จากนั้นเราสามารถส่งสัญญาณเสียงออกมาทาง TX และรับสัญญาณ DTMF จากขา RX



รูปที่ 3.1 แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกกับ MH 88632

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

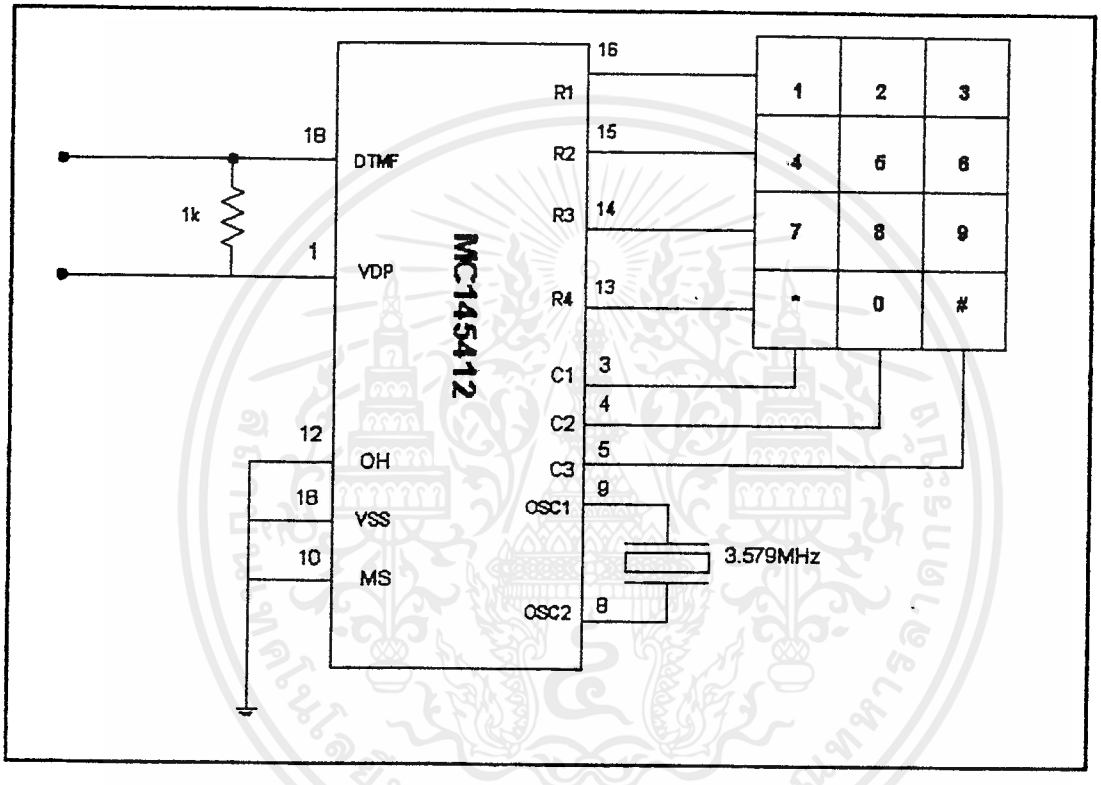
3.2 ส่วนกำเนิดสัญญาณ DTMF

1. วงจรภาคนี้เราใช้ไอซีเบอร์ MC 145412 ซึ่งเป็นไอซีที่ผลิตความถี่ออกมาครั้งละ 2 ความถี่

2. ต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับไอซี

3. ต่อวงจรดังรูปแล้วทำการป้อนแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ให้กับไอซี

4. ทำการทดลองกดปุ่มทั้ง 12 ปุ่มว่ามีสัญญาณ DTMF ออกมาโดยใช้สโคปจับภาพของสัญญาณที่ออกมาที่ขาเอาท์พุท ซึ่งในการใช้งานจริง ๆ สัญญาณ DTMF นี้เราจะใช้สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF

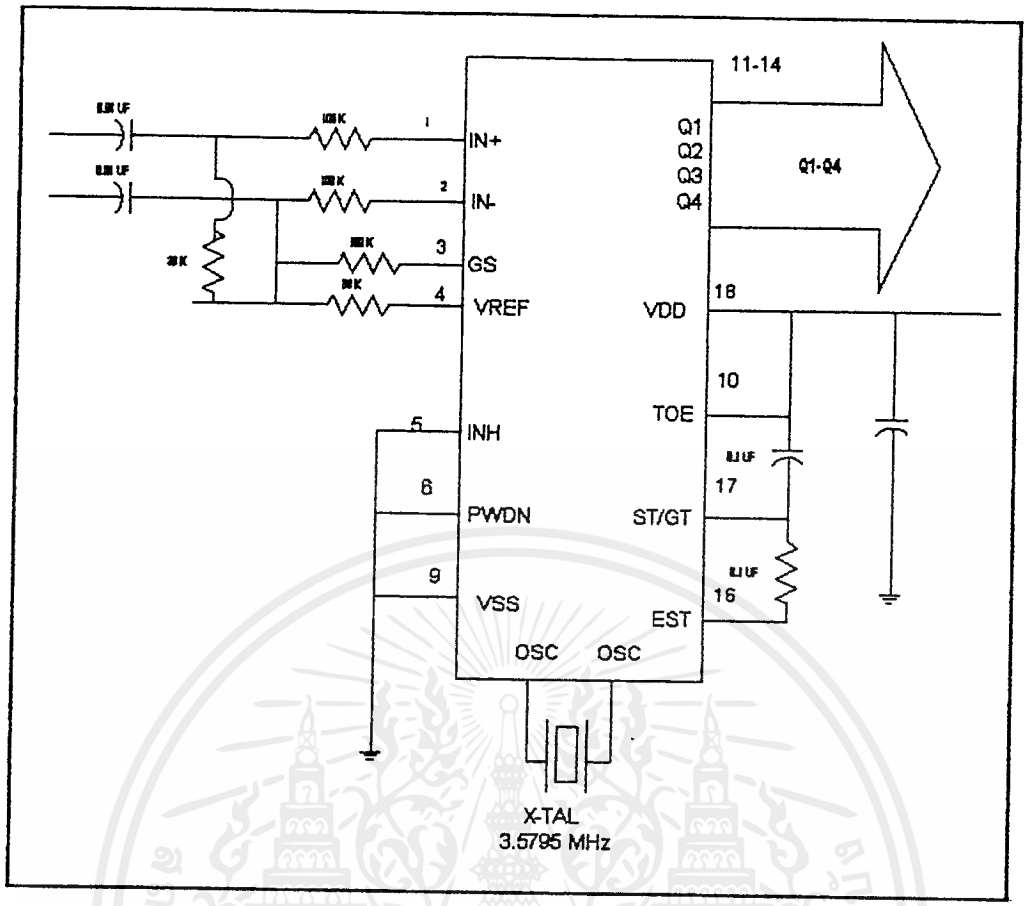
3.3 ส่วนแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอล

1. การแปลงสัญญาณ DTMF ให้เป็นดิจิตอลโดยใช้ไอซี MT 8870 เป็นตัวรับสัญญาณ DTMF แล้วถอดรหัสเอาท์พุทเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท

2. ทำการต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับไอซี

3. นำวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF มาต่อเข้าที่อินพุทของวงจรแล้วทำการกดปุ่มต่าง ๆ ทั้ง 12 ปุ่ม แล้วบันทึกผลการทดลองที่เอาท์พุทไบนารี่ 4 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงรูปการต่อวงจรแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณ ดิจิตอล

3.4 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเอาท์พุทของ DTMF กับเครื่องคอมพิวเตอร์

1. นำสายสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 11 , 12 , 13 , 14 ของ DTMF ดีโค้ดเดอร์ ต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่านคอนเน็คเตอร์แบบ DB - 25 ที่ขา 10 , 11 , 12 , 13 และขาที่ 15 ป้อนด้วยไฟบวกผ่าน PARALLEL PRINTER PORT ของเครื่องคอมพิวเตอร์

2. เขียนโปรแกรม Test Port โดยใช้ Delphi และ Pascal จากนั้นทำการ watch ดูค่าที่ port [$379] ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร รายละเอียดโปรแกรมดังแสดงในภาคผนวก และผลการรันโปรแกรมดังแสดงไว้ในบทที่ 4

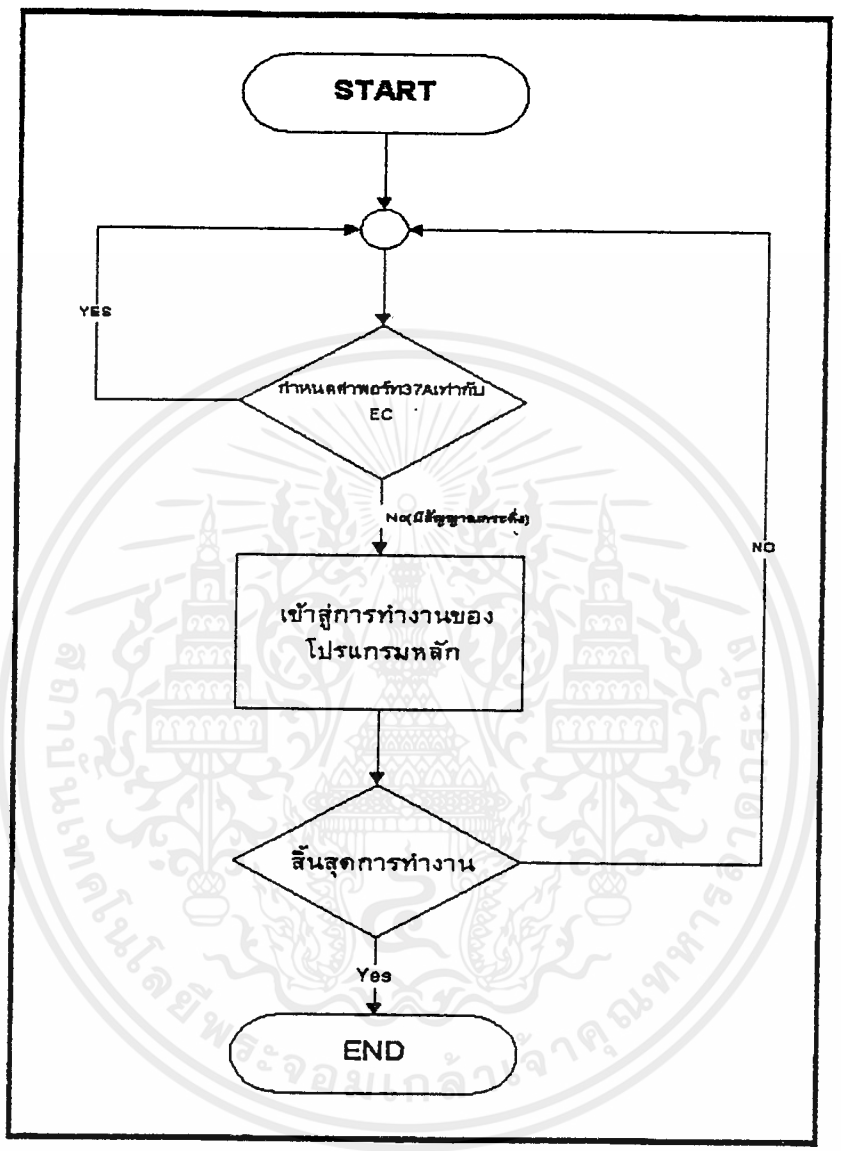
3.5 การส่งสัญญาณให้คอมพิวเตอร์เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา และวางหูโทรศัพท์

1. จากวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา ขา $\overline{RV}$ (Ring Detect) จะเปลี่ยนสถานะจาก 1 ไปเป็น 0 โดยขานี้จะต่อเข้ากับคอนเน็คเตอร์แบบ DB - 25 ที่ขา 16 โดยผ่าน PARALLEL PRINTER PORT ที่ขานี้มีค่าแอดเดรสพอร์ท ที่ 037AH

2. จากนั้นทดลองเขียนโปรแกรม Test Port โดยใช้ Delphi และ Pascal จากนั้นทำการ watch ดูค่าที่ port[$37A] รายละเอียดโปรแกรมดังแสดงในภาคผนวก และผลการรันโปรแกรมได้แสดงไว้ในบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ยังไม่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา ค่าที่ได้จะเป็น ECH และเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา ค่าที่ได้จะเป็น E8H แทน จากค่าทั้งสองนี้จึงสามารถเขียนโปรแกรมตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ขาดังกล่าวได้ โดยมีแผนภูมิการทำงานดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสัญญาณของขา 16

สำหรับการวางหู คอมพิวเตอร์จะทำการส่งสัญญาณสถานะต่ำไปยังขาที่ 15 LRC (Loop Relay Control) เมื่อขา 15 เปลี่ยนสถานะจาก 0 ไปเป็น 1 แล้ว รีเลย์ K1 จะทำการสับสวิทช์ปลดโหลดโทรศัพท์ ทำให้มีผลเสมือนการวางหูโทรศัพท์นั่นเอง

3.6 การควบคุมการอ่านและบันทึกไฟล์ (.WAV และ .VOC)

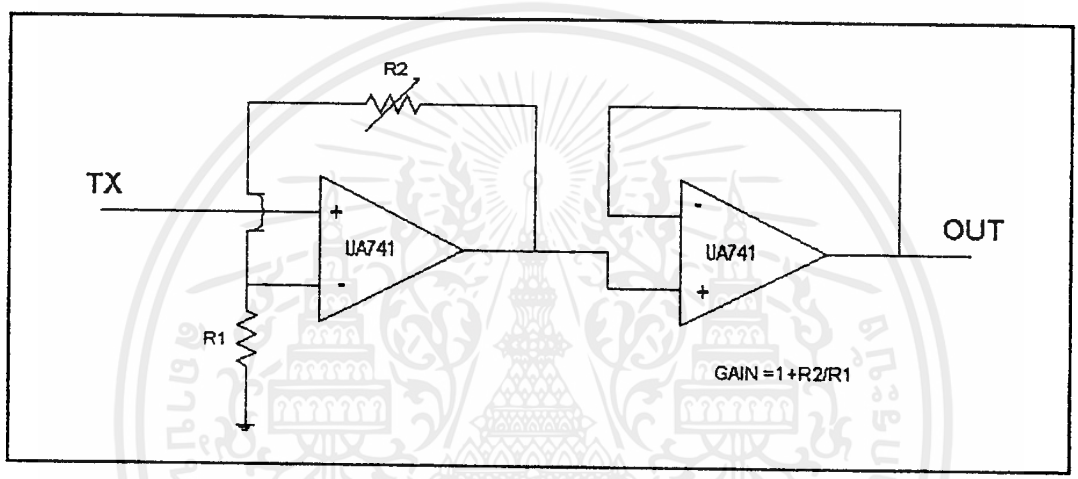
ในการบันทึกไฟล์นั้นในโครงงานนี้จะใช้ AUDIORACK 32 ในการบันทึกเสียงให้เก็บอยู่ในรูปของไฟล์ .WAV สำหรับ Delphi เก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์โดยอัดเสียงผ่านทางไมโครโฟนส่วนการอ่านไฟล์เสียงนี้ออกมานั้นจะใช้โปรแกรมควบคุมในส่วนนี้ดังแสดงในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมภาษา Pascal การควบคุมการอ่านไฟล์เสียงจะใช้ยูนิต SBVOX, SBSAMPLE และ XMS3 เป็นตัวควบคุมดังแสดงโปรแกรมส่วนนี้ไว้ในส่วนของภาคผนวก

3.7 บัฟเฟอร์และวงจรขยายสัญญาณ

เนื่องจากสัญญาณที่ออกจาก CO- Trunk หรือ MH-88632 ที่ขาที่ 25 (Tx) จะต่อเข้ากับ DTMF Decoder และ Sound Blaster ในส่วนของ MIC ทำให้เกิดกระแสแยกไหลจึงจำเป็นต้องสร้างวงจรบัฟเฟอร์และวงจรขยาย Non-Inverting เพื่อทำการขยายสัญญาณเสียงให้มีแอมปลิจูดสูงขึ้น โดยมีค่าอัตราขยายของวงจรขยายเท่ากับ $1+\frac{R2}{R1}$



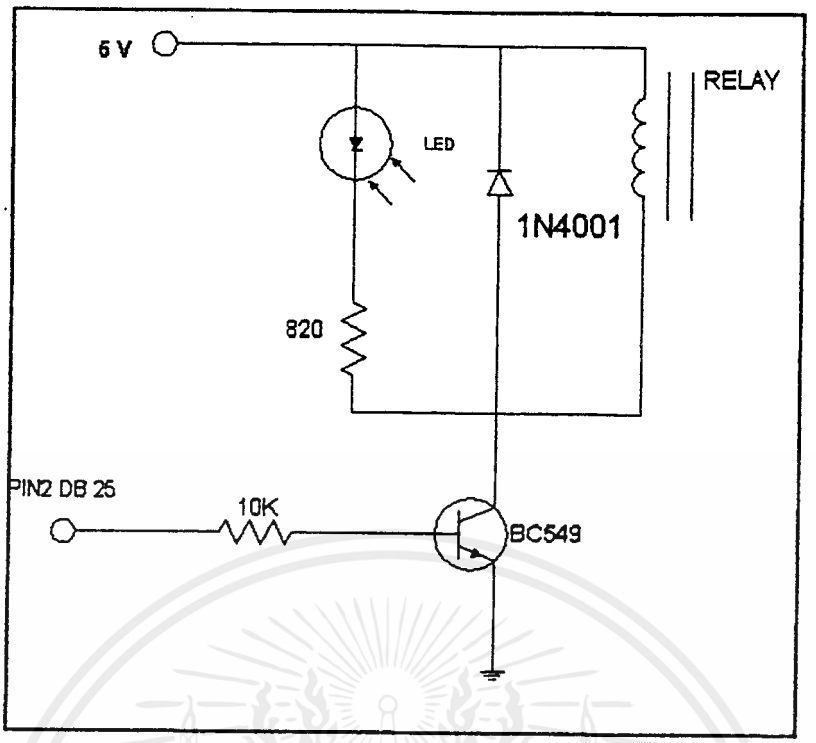
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรบัฟเฟอร์และวงจรขยายสัญญาณ

3.8 ภาควงจรขับ (Drive)

ในการเลือกระบบทดสอบและระบบการใช้งานจริง เราใช้สัญญาณจากคอมพิวเตอร์ซึ่งจะส่งผ่าน parallel printer port ขา 6 เพื่อทำการควบคุมการเลือกระบบต่าง ๆ ในการควบคุมสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ต้องผ่านวงจรขับก่อนเพื่อจะนำไปขับให้ รีเลย์ทำงานซึ่งเป็นการควบคุมการเลือกระบบต่อไป

เมื่อคอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณ 1 ออกมาที่ขา 6 รีเลย์จะทำการสับสวิทช์ซึ่งจะส่งผลให้วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ต่อเข้ากับ MC145412 ในวงจร ซึ่งกรณีนี้จะเป็นระบบทดสอบตัวเอง (self test) แต่เมื่อขา 6 ของคอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณ 0 ออกมารีเลย์จะทำการปลดสวิทช์ซึ่งจะส่งผลให้วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ต่อเข้ากับวงจรขยายที่ต่อกับขา 25 ของ CO - trunk เพื่อทำการดีเทคสัญญาณ DTMF จากคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



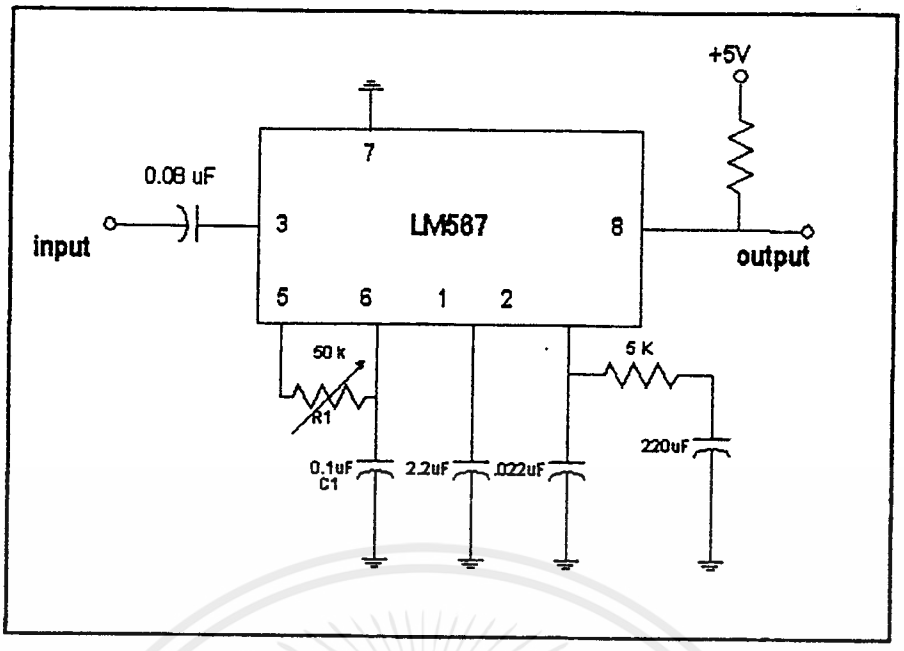
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรภาคขับ (drive)

3.9 ส่วนดีเทคสัญญาณ busy

เราใช้ IC Tone Decoder LM 567 ทำการดีเทคสัญญาณ busy ที่มีลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณความถี่ 425 ส่งมาเป็นช่วง ๆ คือส่ง 0.5 วินาทีหยุด 0.5 วินาที โดยสัญญาณ busy ที่ใช้จะนำมาจากคู่สายผ่านวงจรขยายและวงจรบัฟเฟอร์ จากนั้นจึงป้อนสัญญาณนี้เข้าสู่ LM 567เพื่อทำการดีเทคสัญญาณ โดยลักษณะเอาท์พุทจะเป็นรูปพัลส์ที่แสดงค่า 1 ในช่วงหยุดของสัญญาณ และจะแสดงค่า 0 ในช่วงส่งของสัญญาณ ในการกำหนดค่าความถี่ที่จะทำการดีเทคสัญญาณของ LM 567 ซึ่งในที่นี้ก็คือความถี่ของสัญญาณ busy 425 Hz ทำได้โดยการปรับเปลี่ยนค่า R_1 , C_1 ตามสูตร

$$f_o = \frac{1}{(1.1)R_1C_1}$$

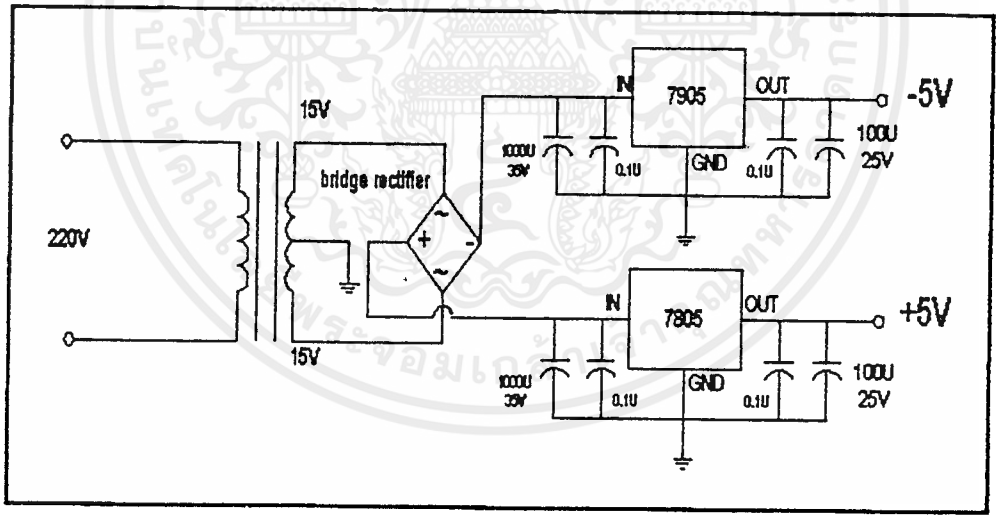
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงการต่อวงจรดีเทคสัญญาณ busy

3.10 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

แหล่งจ่ายไฟของโครงงานนี้ใช้หม้อแปลงขนาด 220 V / 12-0-12 V และใช้ไอซีเบอร์ 7805 และ 7905 เพื่อแปลงโวลท์ให้เป็น 5V และ - 5V ตามลำดับ



รูปที่ 3.8 แสดงวงจร Power Supply

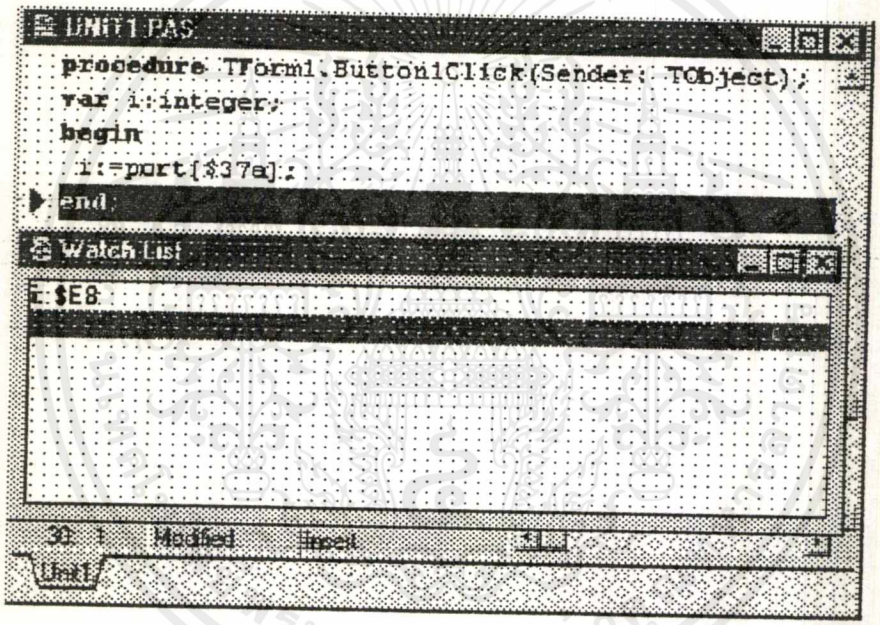
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (ringing) และตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

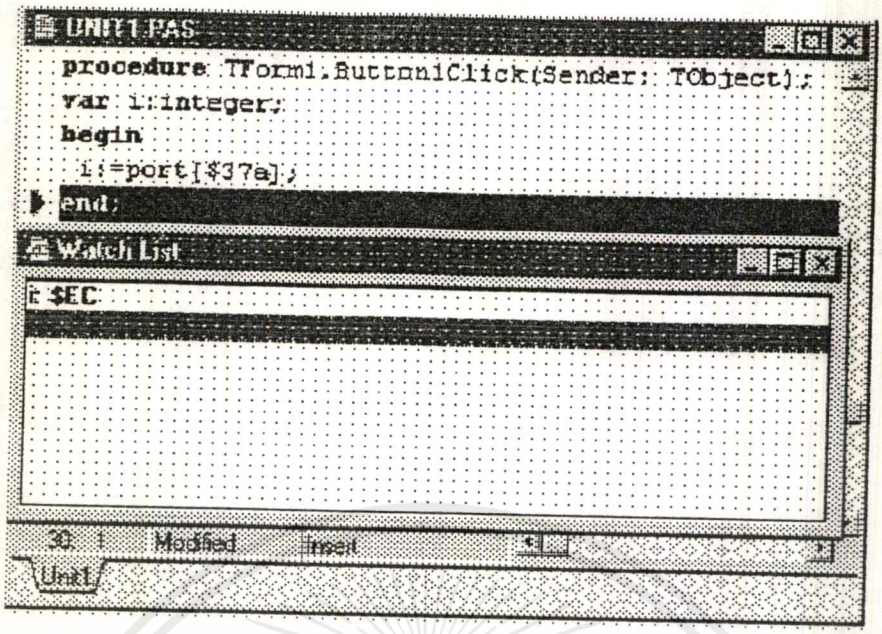
เราต้องทำการตรวจหาค่าอินพุทที่เข้า port 37AH ในขณะที่มีและไม่มีสัญญาณกระดิ่งว่ามีค่าเป็นเท่าใด โดยทำการรันโปรแกรมดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.5 เพื่อหาค่าที่พอร์ท

จากนั้นทำการโทรศัพท์เข้ามายังหมายเลขที่โครงงานนี้ติดตั้งอยู่ จากนั้นทำการรันทีละขั้นตอน (Trace)ดูค่า i ในโปรแกรมว่ามีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาและไม่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาจะมีค่าเท่าใด โดยผลการทดสอบโปรแกรมในทั้ง 2 กรณีเป็นดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 แสดงค่าที่ port 37A H เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

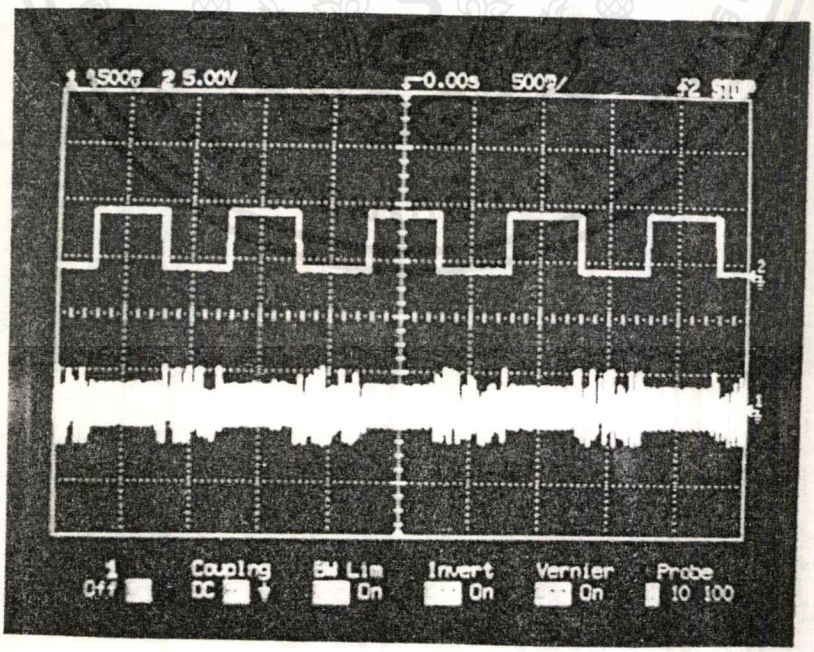


รูปที่ 4.2 แสดงค่าที่ port 37AH เมื่อไม่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา

เมื่อเราทราบค่าของ port 37AH ในขณะมีสัญญาณกระดิ่งและไม่มีสัญญาณกระดิ่งว่ามีค่าเป็นเท่าใด แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมการทำงานของโปรแกรมต่อไป

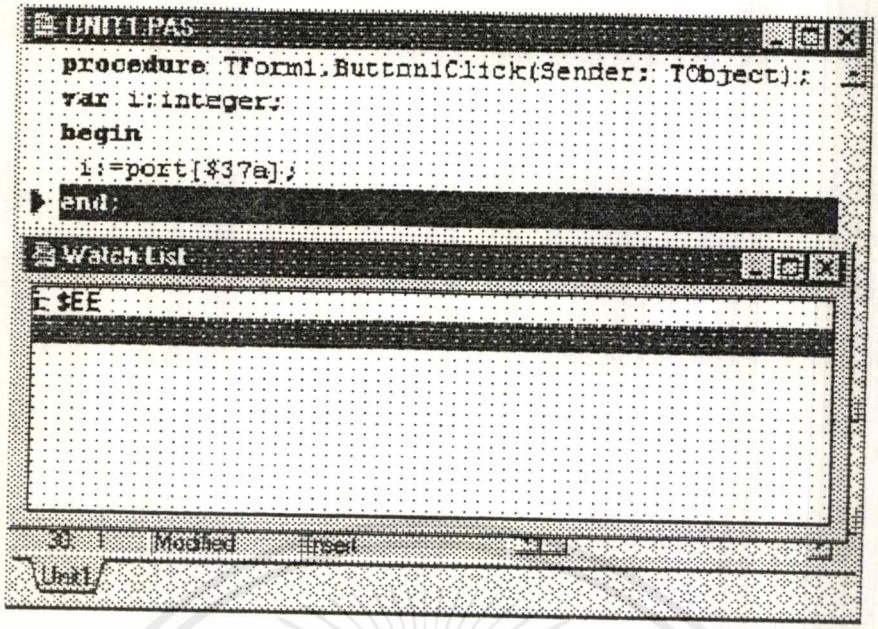
4.2 ส่วนดีเทคสัญญาณ Busy

เมื่อมีสัญญาณ busy เข้ามาทางคู่สาย วงจรส่วนดีเทคสัญญาณ busy จะทำการดีเทคสัญญาณ busy ได้รูปสัญญาณดังรูป



รูปที่ 4.3 แสดงรูปสัญญาณ busy เทียบกับสัญญาณที่ได้จากวงจร LM 567

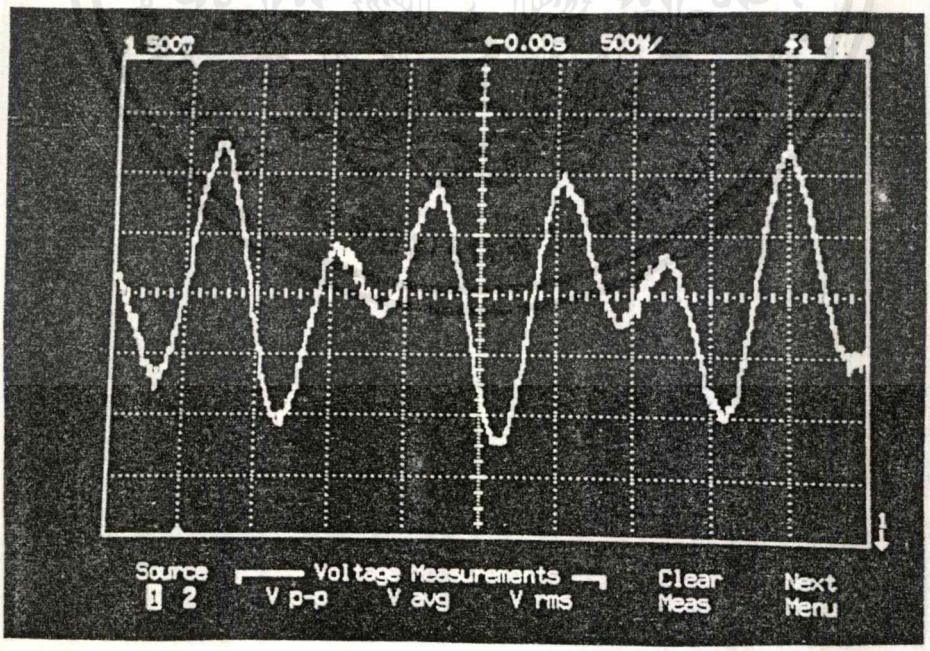
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงค่าที่ port 37AH เมื่อมีสัญญาณ busy

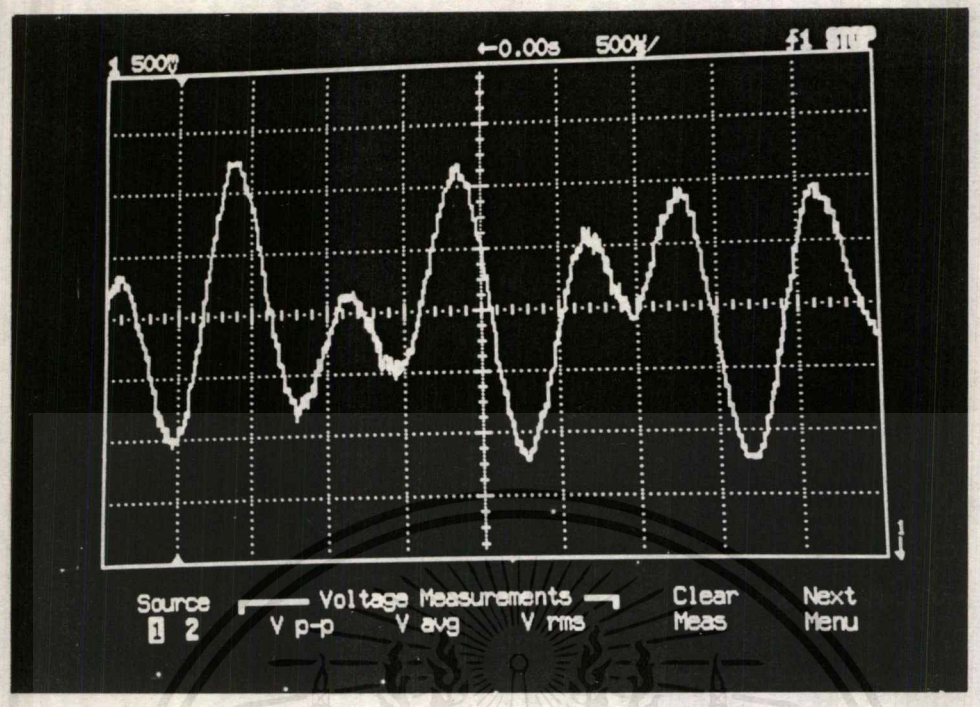
4.3 ผลการทดลองของวงจรสร้างสัญญาณ DTMF

ในส่วนนี้วงจรสามารถสร้างสัญญาณ DTMF ได้ตามที่ต้องการโดยแสดงรูปของสัญญาณตัวอย่างที่สร้างได้ดังรูปที่ 4.5 , รูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7

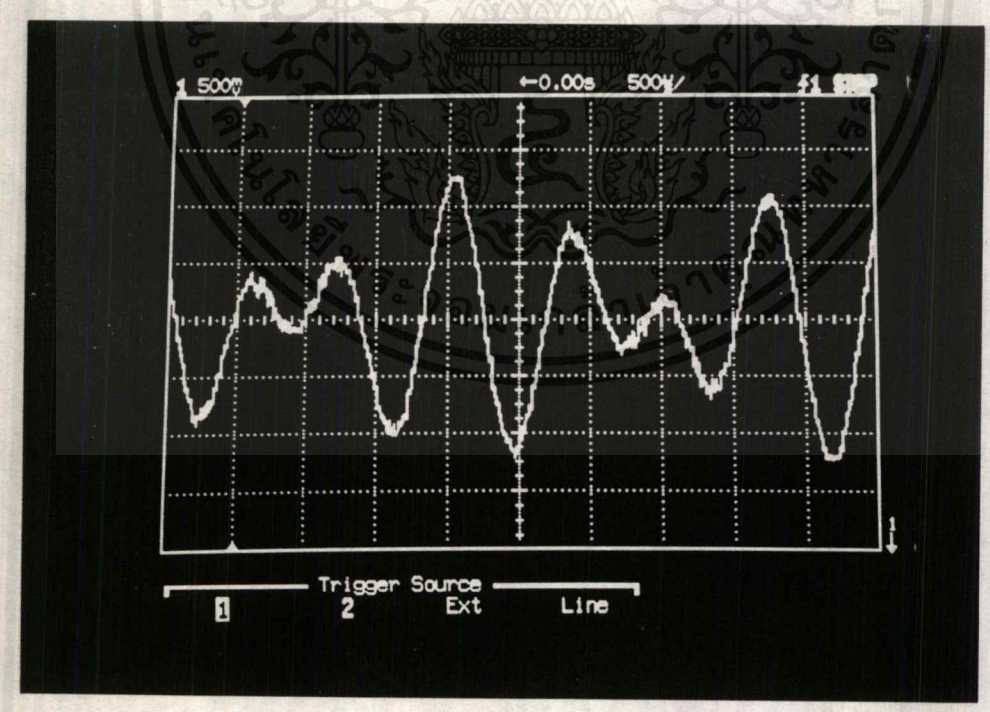


รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณ DTMF ของแป้นกดหมายเลข 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณ DTMF ของแป้นกดหมายเลข 5



รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณ DTMF ของแป้นกดหมายเลข 0

4.4 ผลการทดลองของวงจรแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอล

ผลการแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอล ได้ผลดังตารางที่ 4.1

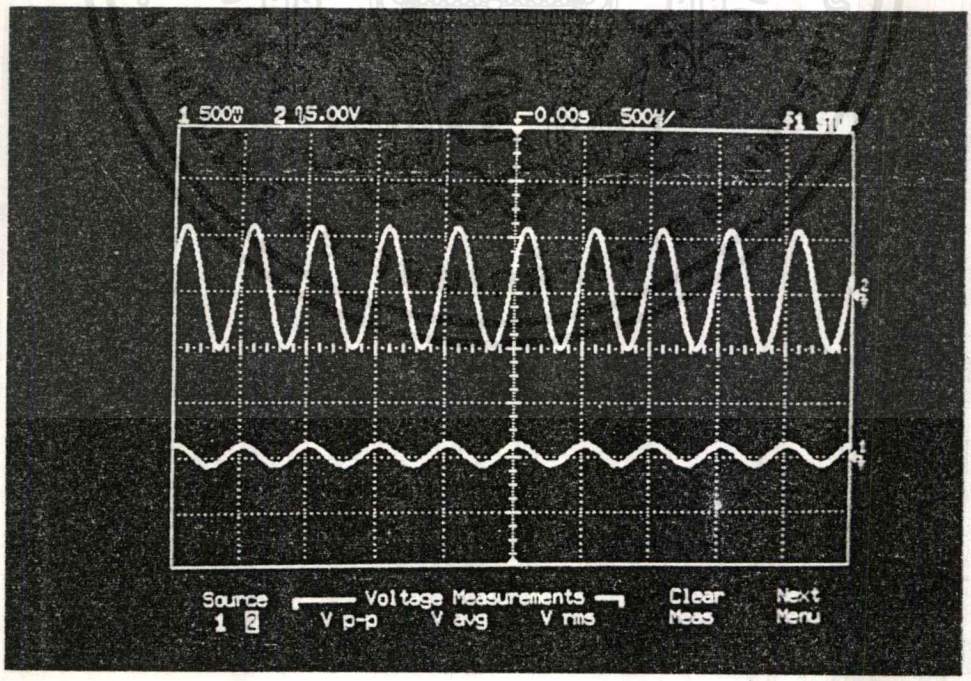
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข	Q4	Q3	Q2	Q1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
*	1	0	1	1
#	1	1	0	0

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า BCD CODE ที่ได้จากการถอดรหัสของสัญญาณ DTMF

4.5 การทดลองโปรแกรมเสียง

ในส่วนนี้เป็นการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์ (function generator) กับสัญญาณเสียงที่อัดจากฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์แล้วเก็บบันทึกไว้ในฮาร์ดดิสก์ของคอมพิวเตอร์ได้ผลดังรูปที่ 4.8



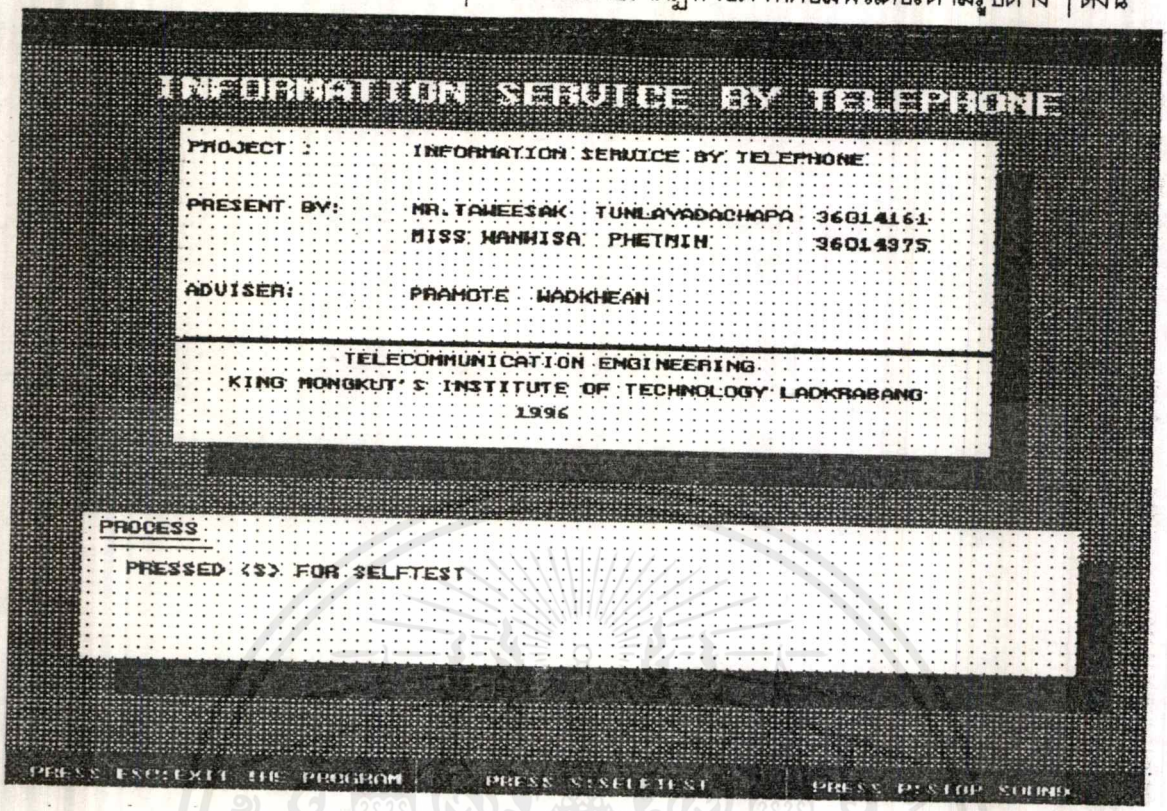
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างไฟล์เสียงที่ใช้บันทึกกับไฟล์เสียงที่ทำการอ่านออกมา

4.6 แสดงผลการรับโปรแกรมด้วยภาษา Pascal และ Delphi

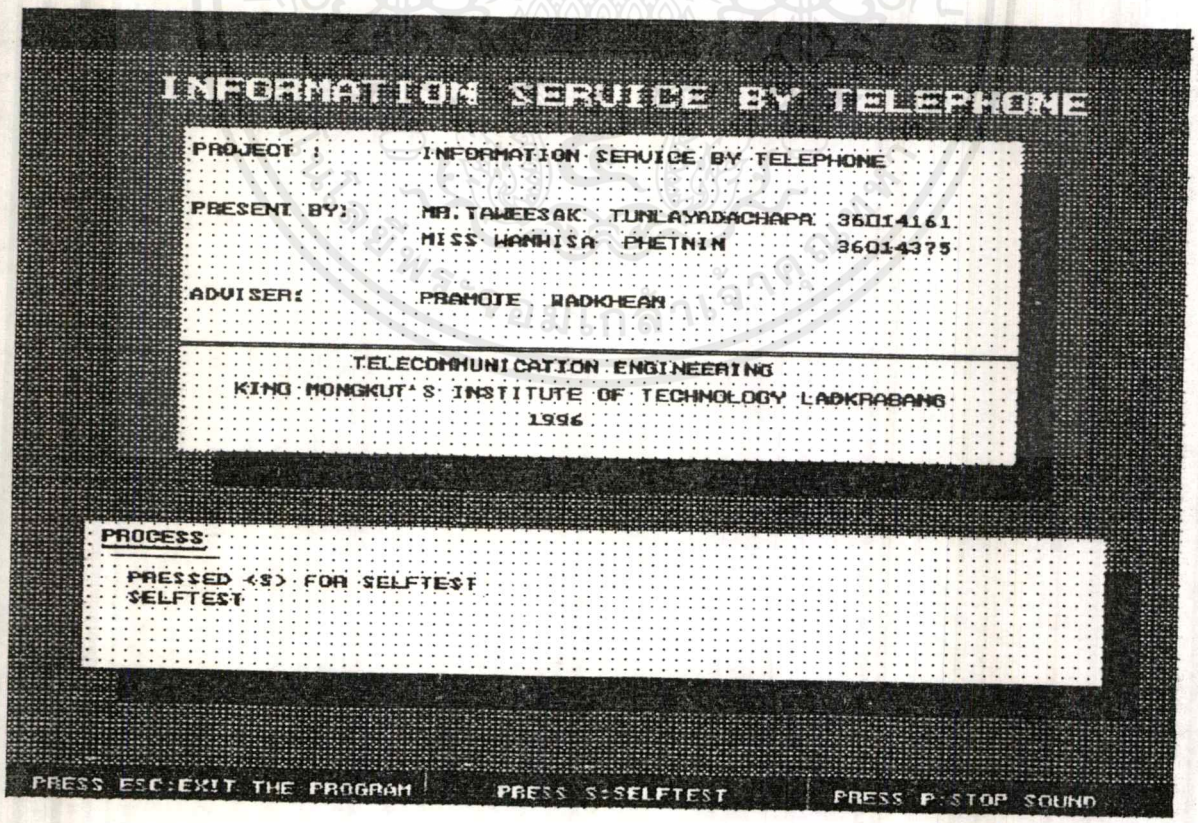
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษา Pascal

เมื่อทำการรันโปรแกรมตามขั้นตอนต่าง ๆ จะได้ผลดังปรากฏที่จอภาพคอมพิวเตอร์ตามรูปต่าง ๆ ดังนี้

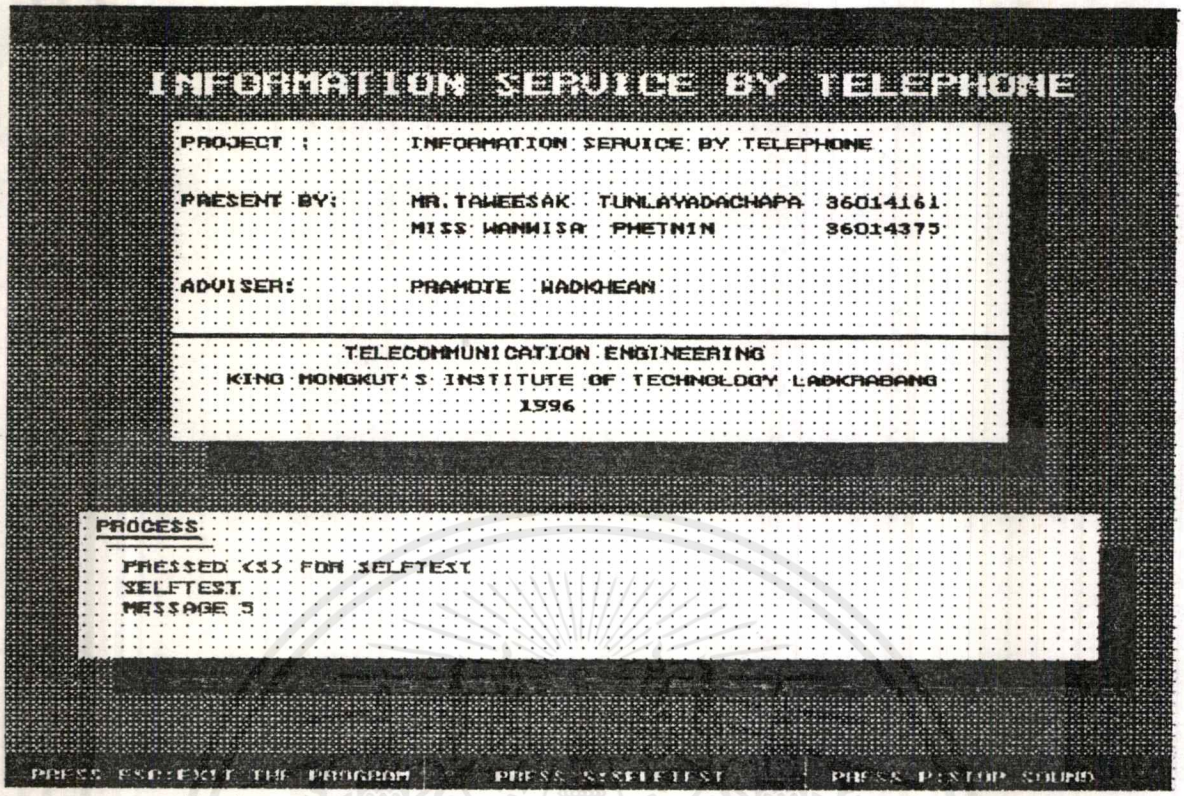


รูปที่ 4.9 แสดงรูปสถานะเริ่มต้นของโปรแกรม

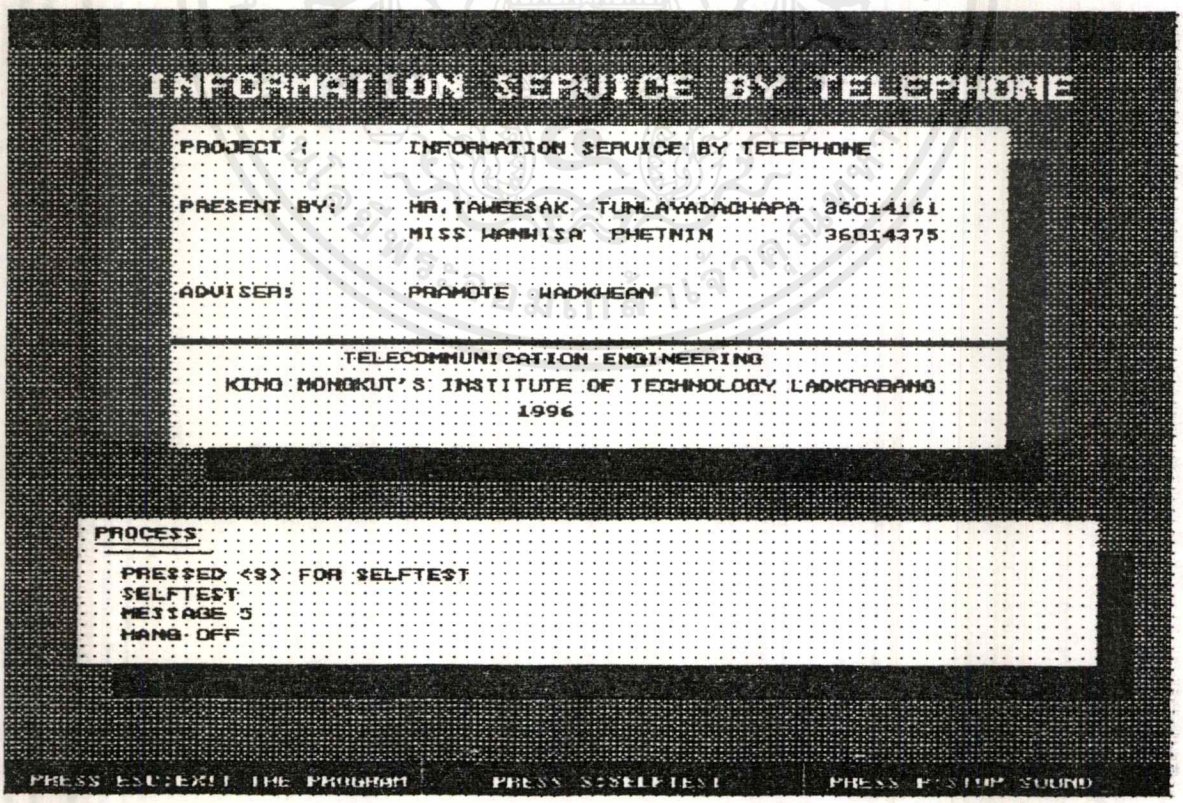


รูปที่ 4.10 แสดงการเลือกระบบทดสอบตัวเอง (selftest) โดยกดคีย์ S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

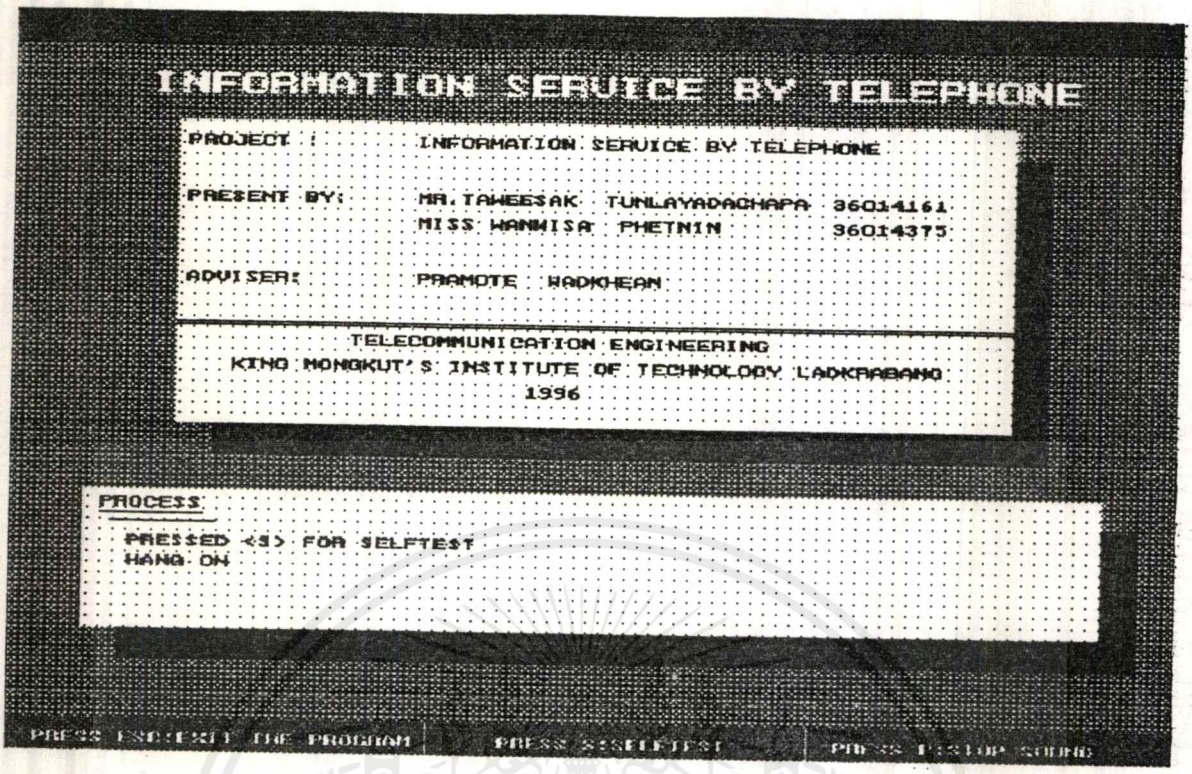


รูปที่ 4.11 แสดงผลการเลือกกดแป้นกดหมายเลข 5เพื่อแสดงไฟล์เสียง

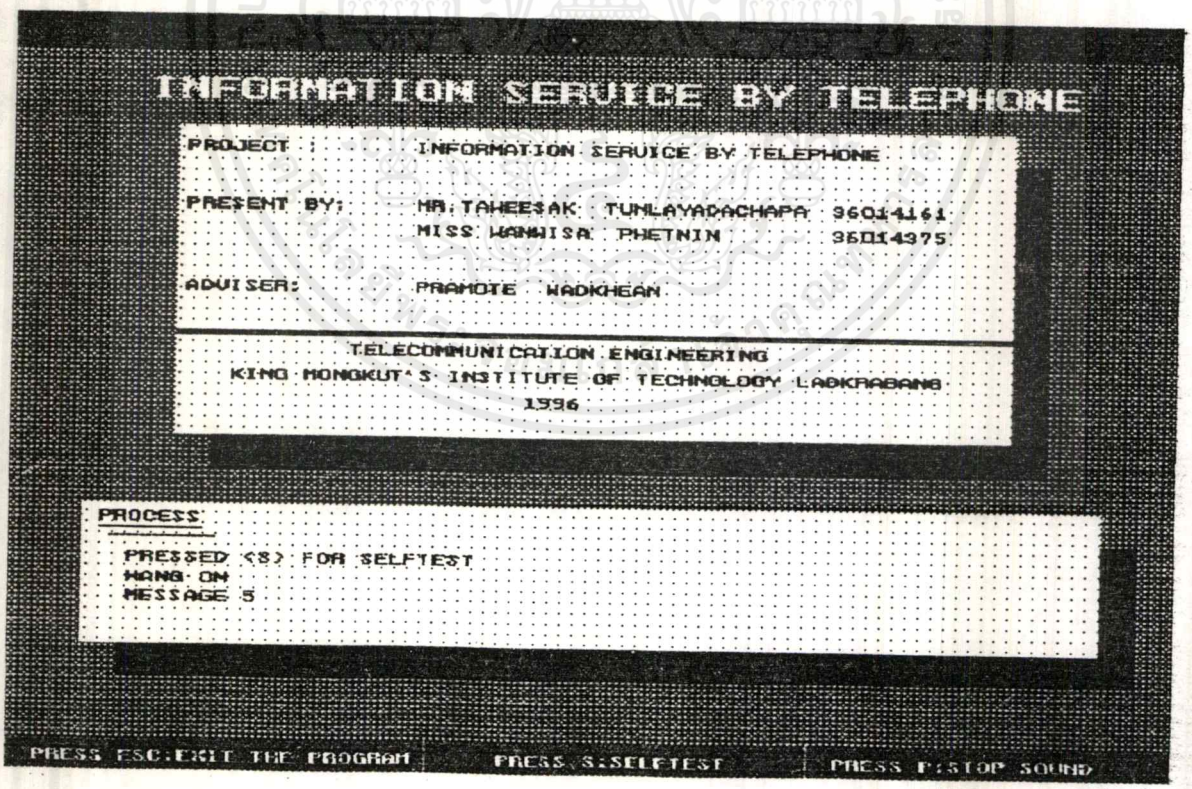


รูปที่ 4.12 แสดงสถานะเมื่อทำการแสดงไฟล์เสียงเสร็จสิ้นจะทำการเซตสถานะเป็นการวางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

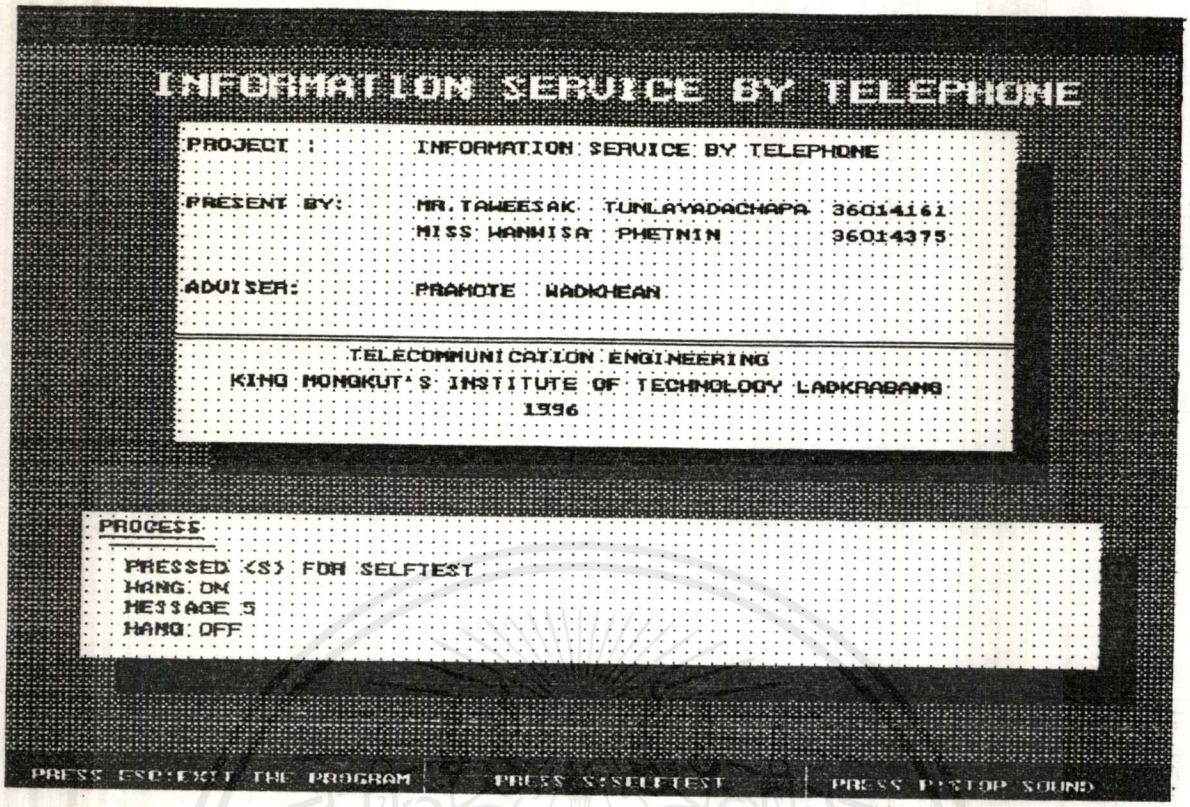


รูปที่ 4.13 แสดงสถานะเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาและทำการเซตสถานะเป็นการยกหู

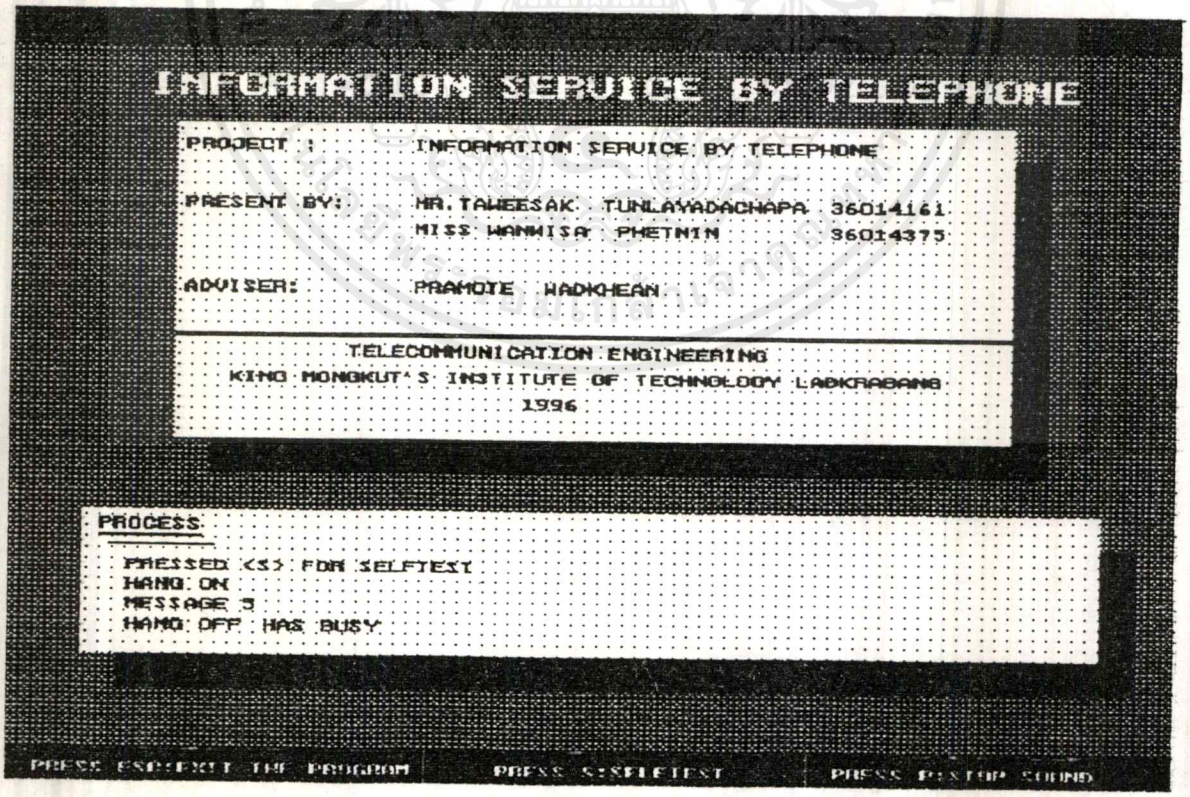


รูปที่ 4.14 แสดงสถานะเมื่อมีการกดแป้นเลือกไฟล์เสียงหมายเลข 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 แสดงสถานะเมื่อแสดงไฟล์เสียงเสร็จสิ้นจะทำการเซตสถานะให้เป็นการวางหู

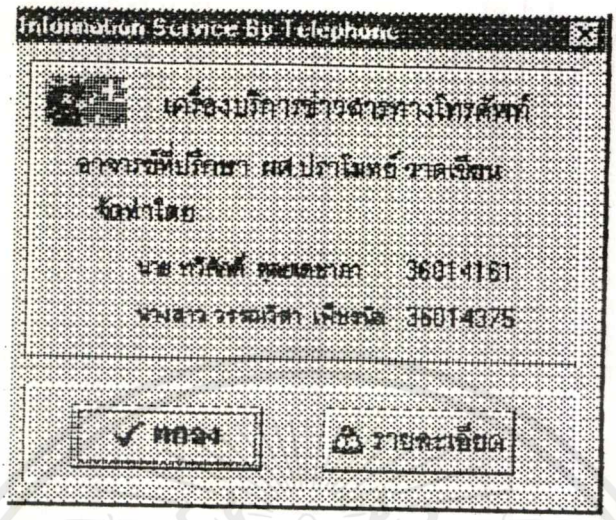


รูปที่ 4.16 แสดงสถานะเมื่อมีอีกฝ่ายทำการวางหูจะเช็คว่ามีสัญญาณ busy หยุดเล่นไฟล์เสียงและวางหู

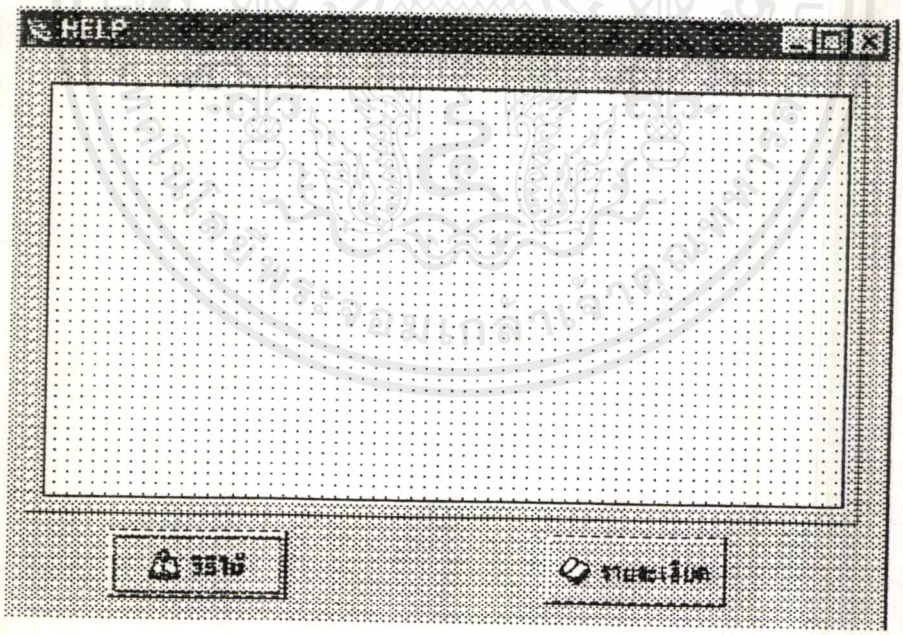
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Delphi

เมื่อทำการรันโปรแกรม Delphi ตามขั้นตอนต่าง ๆ จะได้ผลปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ตามรูปต่าง ๆ ดังนี้

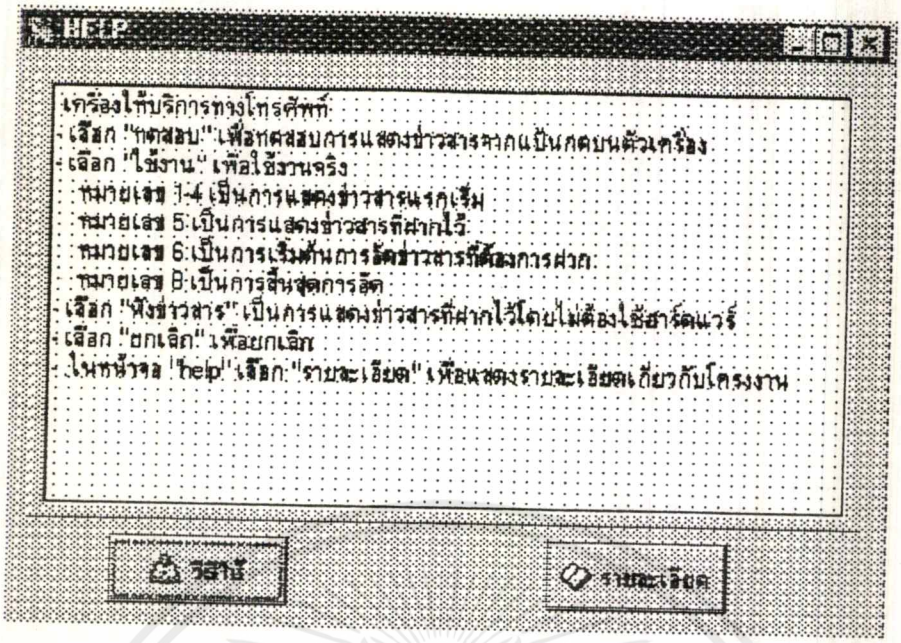


รูปที่ 4.17 แสดงสภาวะเริ่มต้นของโปรแกรม

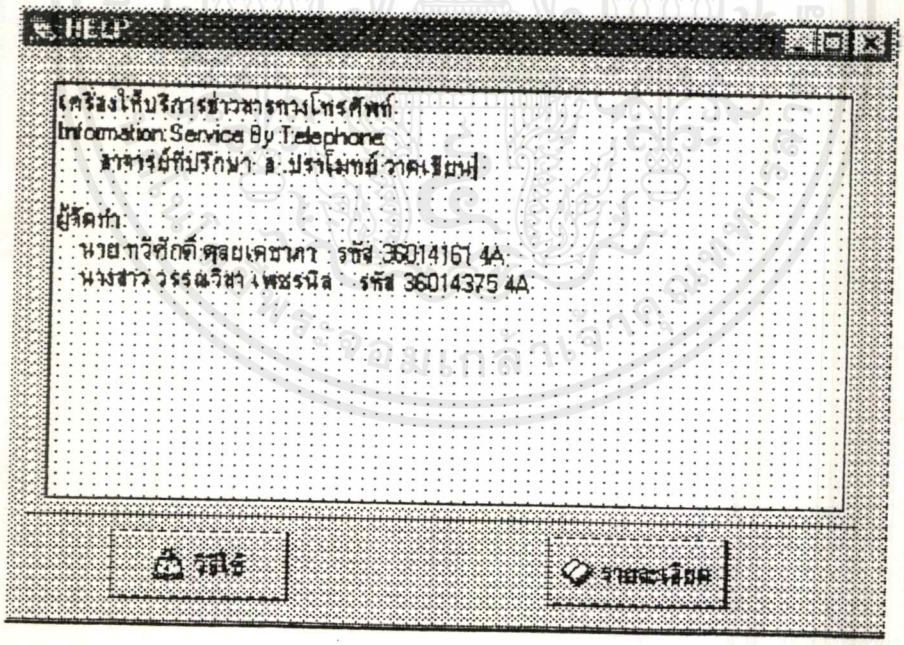


รูปที่ 4.18 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกกดปุ่มรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

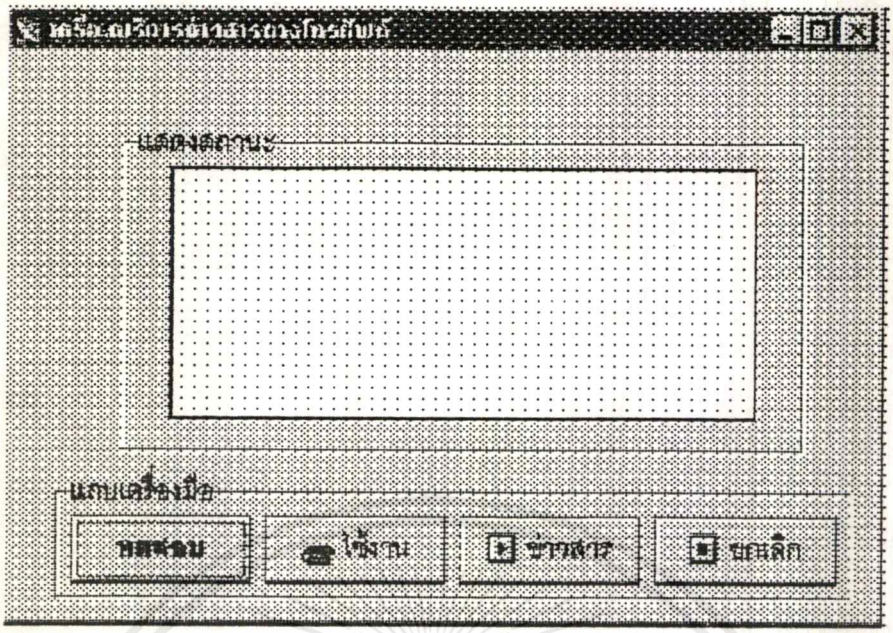


รูปที่ 4.19 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกกดปุ่มวิธีใช้

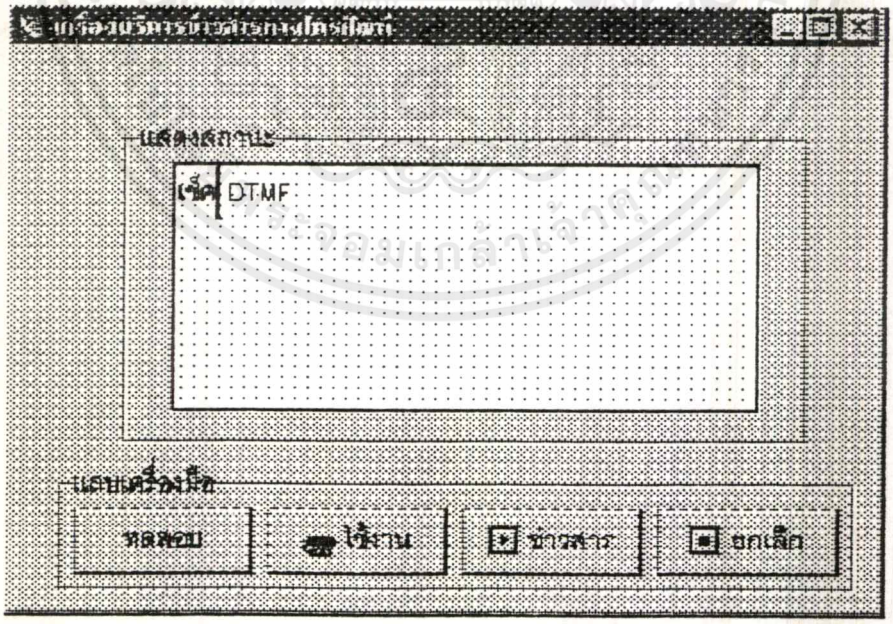


รูปที่ 4.20 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกกดปุ่มรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

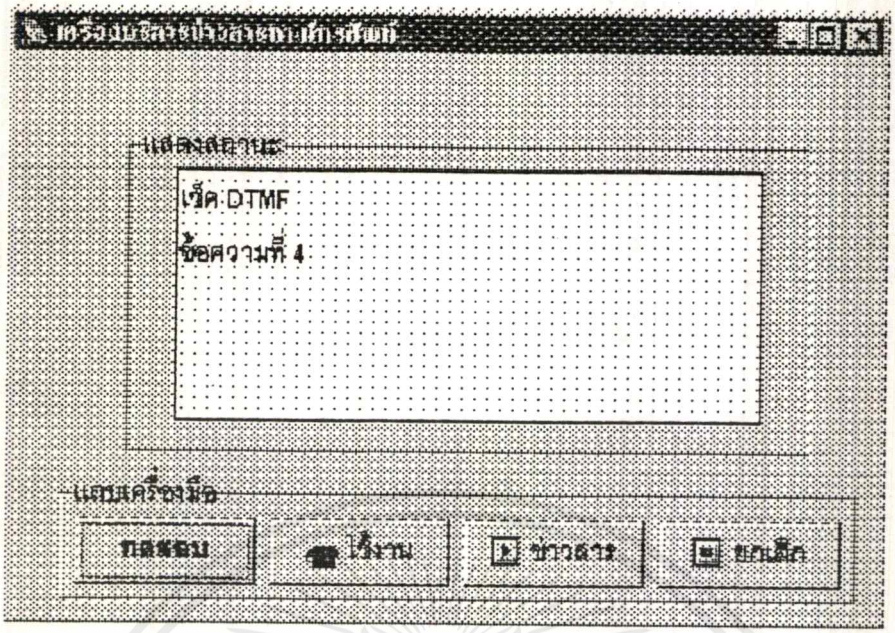


รูปที่ 4.21 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกปุ่มตกลงจากสถานะเริ่มต้น

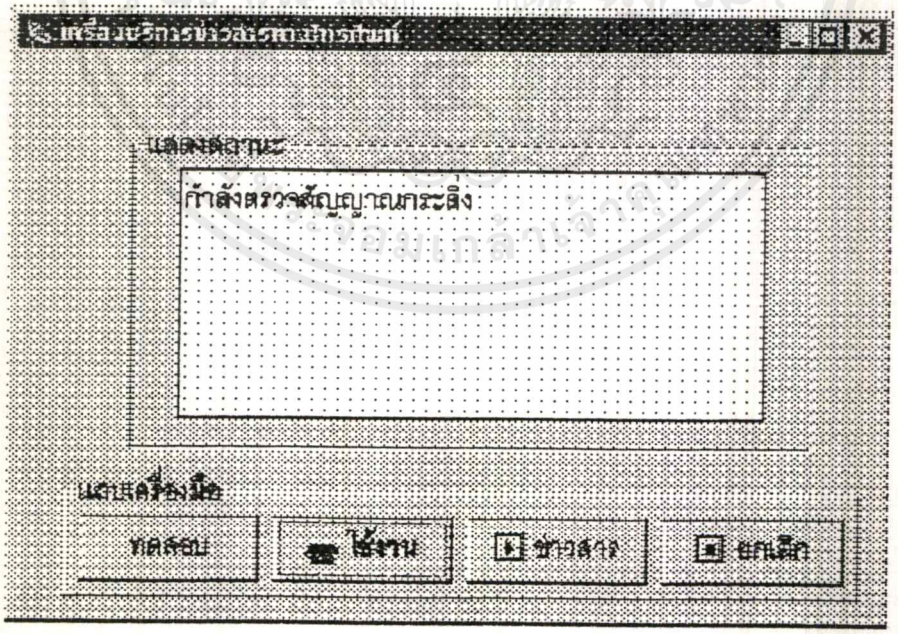


รูปที่ 4.22 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกปุ่มทดสอบซึ่งเป็นระบบทดสอบตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

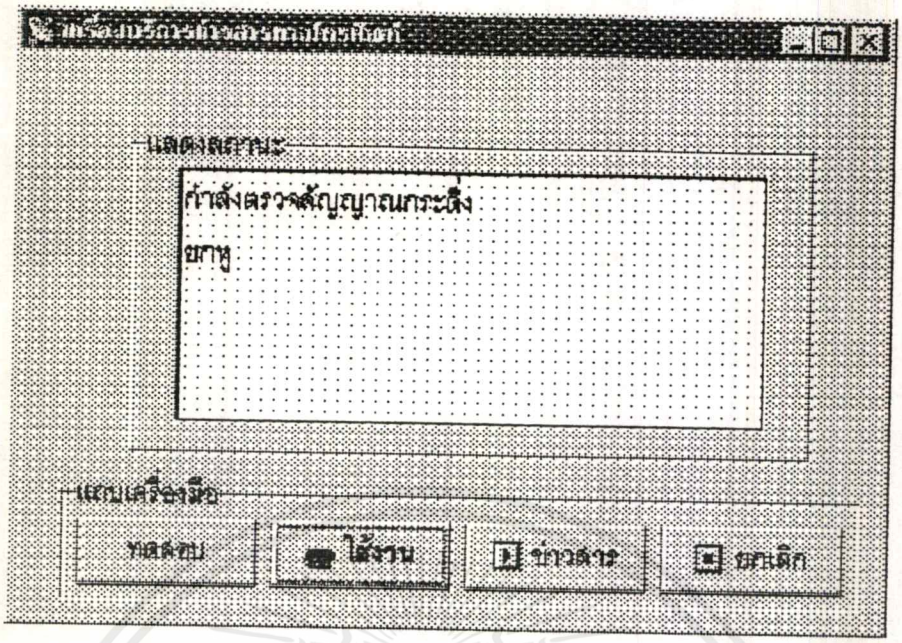


รูปที่ 4.23 แสดงสถานะเมื่อกดเป้นกดหมายเลข 4 บนเป้นกดเพื่อเลือกเล่นไฟล์เสียง

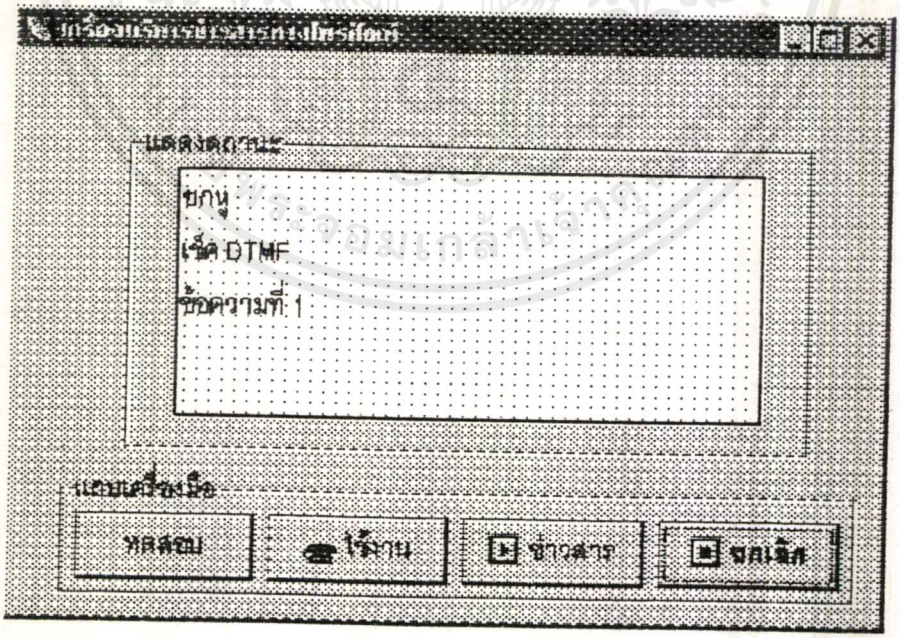


รูปที่ 4.24 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกกดปุ่มใช้งานเพื่อรอรับสัญญาณเรียกจากคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

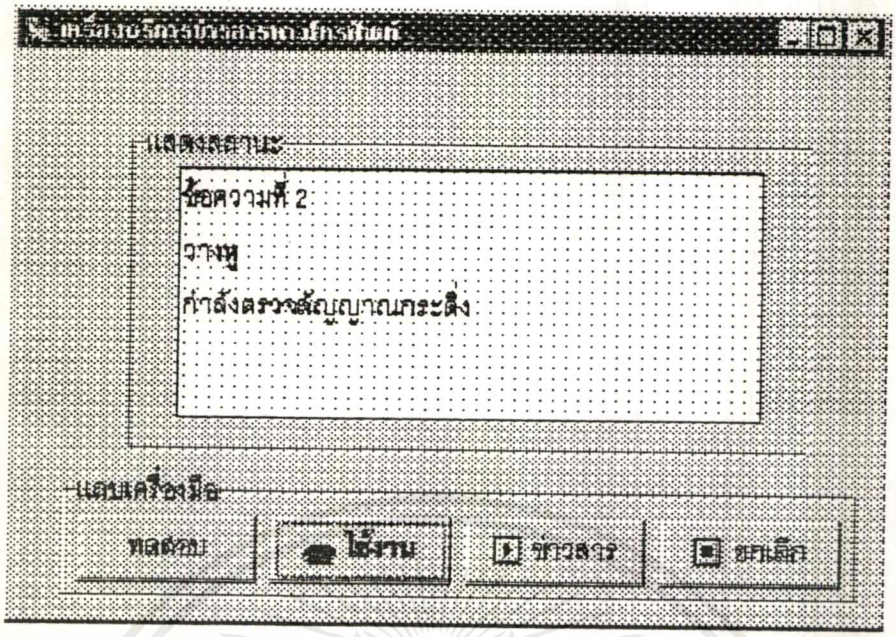


รูปที่ 4.25 แสดงสถานะเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจากคู่สายจะทำการเซตสถานะเป็นการยกหู

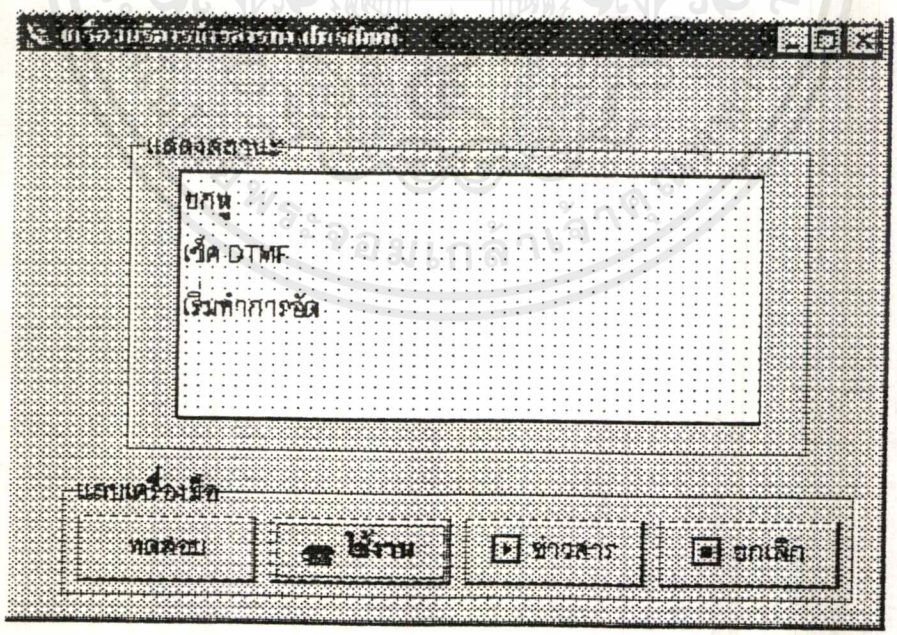


รูปที่ 4.26 แสดงสถานะเมื่อทำการเช็คสัญญาณ DTMF จากแป้นกดซึ่งในที่นี้เลือกกดหมายเลข 1เพื่อเล่นไฟล์เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

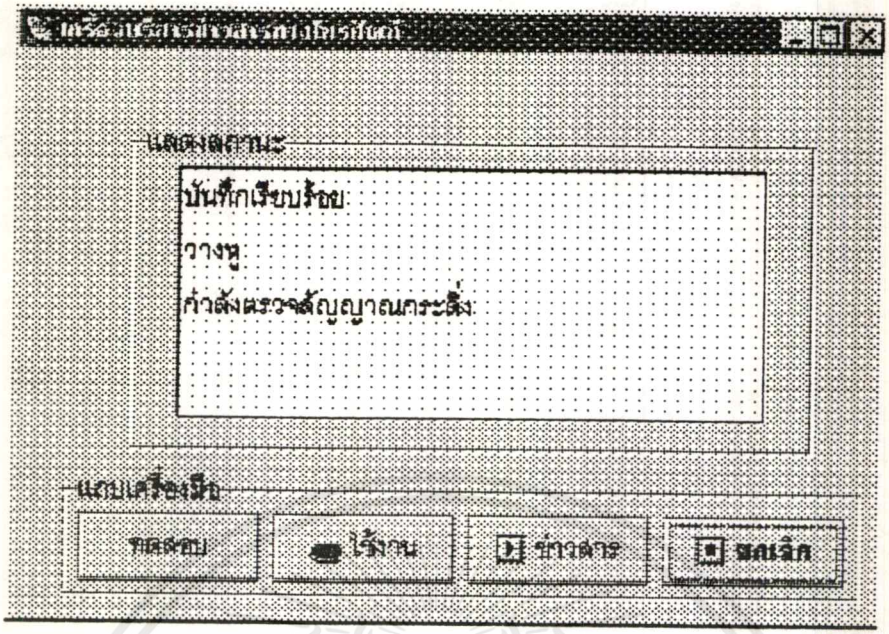


รูปที่ 4.27 แสดงสถานะเมื่อทำการเล่นไฟล์เสียงเสร็จสิ้นจะทำการ set สถานะเป็นการวางหูและรอรับสัญญาณเรียกจากคู่สายครั้งต่อไป

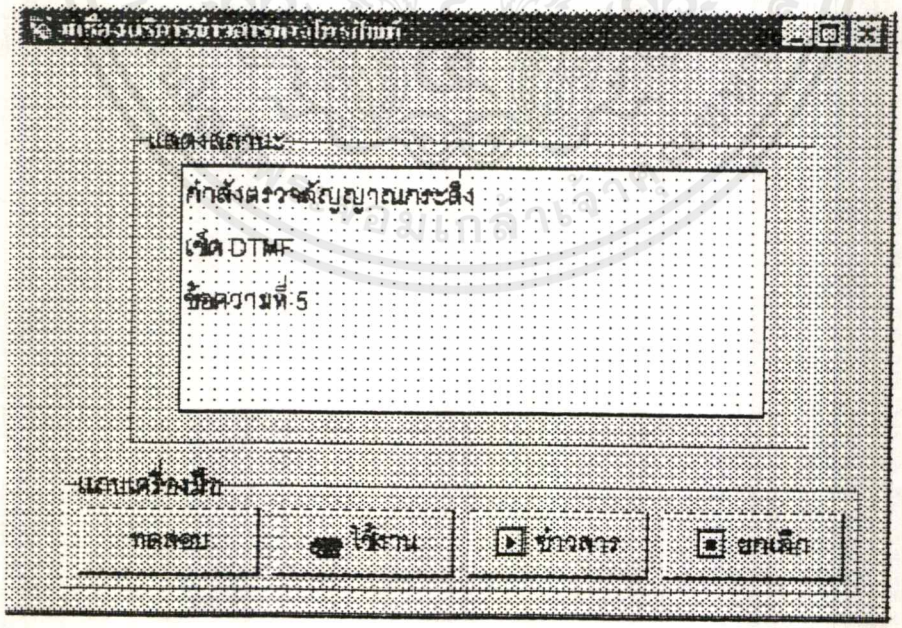


รูปที่ 4.28 แสดงสถานะเมื่อทำการกดหมายเลข 6 เพื่อทำการฝากข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

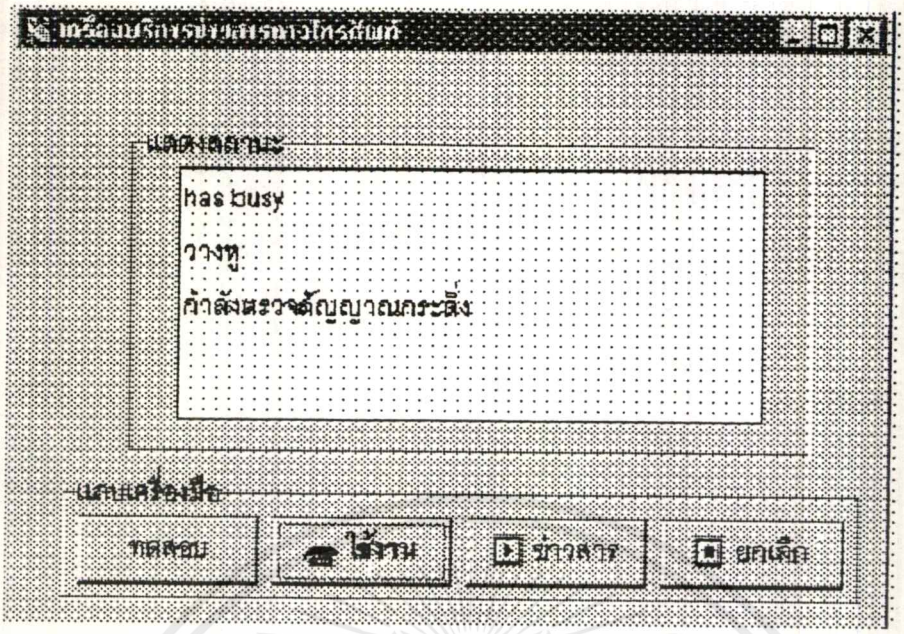


รูปที่ 4.29 แสดงสถานะเมื่อทำการบันทึกการฝากข้อความเสร็จเรียบร้อย



รูปที่ 4.30 แสดงสถานะเมื่อทำการเลือกหมายเลข 5 ซึ่งเป็นการเล่นไฟล์เสียงที่บันทึกการฝากข้อความไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 แสดงสถานะเมื่อทำการเช็คพบสัญญาณ busy ในกรณีที่ อีกฝ่ายทำการวางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในโครงงานเรื่อง เครื่องบริการข่าวสารทางโทรศัพท์ (INFORMATION SERVICE BY TELEPHONE) นี้สามารถแบ่งส่วนหลัก ๆ ออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และส่วนของโปรแกรมควบคุมโครงงาน โดยหลังจากที่โครงงานได้รับสัญญาณกระดิ่งจะส่งสัญญาณนี้ไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านทาง PARALLEL PRINTER PORT เพื่อให้คอมพิวเตอร์รับรู้และควบคุมให้โปรแกรมต่าง ๆ ทำงาน

ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะมีส่วนของวงจรสร้างและถอดรหัสสัญญาณ DTMF และส่วนของ CO - TRUNK ซึ่งจะใช้เป็นส่วนรับสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามาจากคู่สายโทรศัพท์และควบคุมการวางหู โดยสัญญาณที่รับได้นี้จะส่งผ่านไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปควบคุมยังโปรแกรมส่วนต่าง ๆ

หลังจากที่ทดลองสั่งให้โครงงานนี้ทำงาน โดยลองกดปุ่มต่าง ๆ บนแป้นกดแล้วทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF นั้นเป็นไบนารี่ 4 บิทส่งไปยังคอมพิวเตอร์ และลองหมุนโทรศัพท์เข้ามายังหมายเลขที่โครงงานนี้ติดตั้งอยู่ ผลปรากฏว่า

- สามารถสร้างและถอดรหัสสัญญาณ DTMF และส่งเป็นสัญญาณไบนารี่ขนาด 4 บิทเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทาง PARALLEL PRINTER PORT ได้
- โครงงานสามารถตอบรับสัญญาณกระดิ่งได้โดยอัตโนมัติและสามารถตรวจสอบการวางหูได้
- โปรแกรมสามารถรับสัญญาณไบนารี่ขนาด 4 บิทจาก PARALLEL PRINTER PORT แล้วสามารถแสดงผลโดยกดหมายเลขใดบนแป้นกดก็จะแสดงไฟล์เสียงของหมายเลขนั้นออกมาได้
- สามารถเก็บบันทึกเสียงให้อยู่ในรูปของไฟล์ .WAV สำหรับใช้ในโปรแกรม Delphi และไฟล์ .VOC สำหรับใช้ในโปรแกรมภาษา Pascal และใช้โปรแกรมควบคุมให้ทำการอ่านไฟล์เสียงที่เก็บบันทึกไว้ในฮาร์ดดิสก์นี้ผ่านออกทาง sound blaster ได้
- ในส่วนของวงจรดีเทคสัญญาณ busy สามารถทำการดีเทคสัญญาณ busy ได้เมื่ออีกฝ่ายทำการวางหูในขณะทำการเล่นไฟล์เสียงและทำการส่งสัญญาณที่ดีเทคได้ไปยังโปรแกรมเพื่อทำการควบคุมให้หยุดทำการเล่นไฟล์เสียงและกลับไปรอรับสัญญาณเรียกจากคู่สายหรือทำการเลือกระบบทดสอบตัวเอง (selftest)
- ในส่วนของโปรแกรม Delphi สามารถทำการอัดข้อความเมื่อมีการเลือกปุ่มทำการบันทึกข้อความได้

เนื่องจากโครงงานนี้มีค่อนข้างมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน เพราะควบคุมการทำงานต่าง ๆ ผ่านโปรแกรม จึงสามารถประยุกต์ใช้ในลักษณะงานที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์ที่ต้องการการรับอัตโนมัติ , ส่งสัญญาณเสียงออกไป และรับสัญญาณเสียงเข้ามา เช่น งานบริการสอบถามข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ , บริการ Voice Mail ฯลฯ ซึ่งสามารถทำได้เพียงแต่เขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ โดยอาศัยโพรซีเดอร์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโครงงานนี้มาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานนี้ยังสามารถพัฒนาต่อได้อีกมากทั้งในส่วนเกี่ยวกับจำนวนของผู้ใช้งาน ซึ่งอาจพัฒนาในลักษณะการเก็บข้อมูลแบบฐานข้อมูล (DATABASE)หรือปรับปรุงในส่วนของความเป็นมาตรฐานกับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ IBM PC ทุกเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของโครงงานนี้ทั้งหมดมี source code ของโปรแกรมแสดงได้ดังนี้

```
{$M 16384, 0, 333000} {Save some of the heap for the DOS
shell}
Program InfByTel; {program information service by telephone}
Uses Crt,
     Dos,
     Graph,
     SBVox,
     xms3,
     sbsample;
Const InterruptNum  = 5;      {/ YOU WILL PROBABLY HAVE}
      BaseIOAddress = $220;   {\ TO CHANGE THESE CONSTS}
      max_time      = 25;
      dt            = 2500;
{$IFNDEF LinkDriver}
      DriverPath    = ''; {'' if the driver is in the current
directory}
{$ENDIF}
Var
        VOCFileName : string;
        SoundSize   : LongInt;
        Header      : PVOCHeader;
        Result      : integer;
        Sound       : PSound;
        Ch          : char;
        VersionWord : word;
        busy_int    : pointer;
        e           : integer;
        temp        : array[0..29*1024-1]of byte;
        cnt         : integer;
        up          : boolean;
        max_cnt     : word;
        old_exit    : pointer;
        cnt_time    : byte;
        handle      : array[1..max_time]of word;
        mv          : tmoveparams;
        last_cnt    : byte;
        fi          : file;
        dtmf        : integer;
        vocname     : string;
   procedure my_exit;
   begin
      for cnt:=1 to max_time do begin
         XMSfree(handle[cnt]);
      end;
      exitproc:=old_exit;
   end;

   procedure get_xms;
   begin
      old_exit:=exitproc;
      exitproc:=addr(my_exit);
      if xmsinstalled then
         xmsinit
      else begin
         writeln('Extended Memory System (such as
"HIMEM.SYS") hasn''t installed on this PC.');
         halt;
      end;
      for cnt:=1 to max_time do begin
         if xmsAllocate(handle[cnt],50) then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else begin
           writeln('Not enougth XMS memory.');
           halt;
        end;
     end;
  end;

  procedure dlay(cnt:word);
  var       x,y             :integer;
  begin
     for x:=0 to cnt do begin
     end;
  end;

  procedure xms2tmp(frame:byte);
  var       x,y:byte;
  begin
     with mv do begin
        length:=29*1024;
        sourcehandle:=handle[frame];
        sourceoffset:=0;
        desthandle:=0;
        destoffset:=longint(addr(temp));
     end;
     XMSmove(addr(mv));
  end;

  procedure tmp2xms(frame:byte);
  begin
     with mv do begin
        length:=29*1024;
        sourcehandle:=0;
        sourceoffset:=longint(addr(temp));
        desthandle  :=handle[frame];
        destoffset  :=0;
     end;
     XMSmove(addr(mv));
  end;
  procedure play_npj(filename:string);
  var       cnt1          :integer;
  begin
     assign(fi,filename);
     reset(fi,1);
     {read file to xms memory (sound card-->temp--->xms)}
     last_cnt:=0;
     while not(eof(fi)) do begin
        last_cnt:=last_cnt+1;
        blockread(fi,temp,sizeof(temp));
        tmp2xms(cnt);
     end;
     close(fi);
     {play file to sound card (xms--->temp---->sound card)}
     for cnt_time:=1 to last_cnt do begin
        xms2tmp(cnt_time);
        for cnt:=0 to 29*1024-1 do begin
           OutputSample(temp[cnt]);
           dlay(dt);
        end;
     end;
  end;

  procedure save_npj(filename:string);
  var       cnt1          :integer;
  begin
     assign(fi,filename);
     rewrite(fi,1);
     for cnt:=1 to last_cnt do begin
        xms2tmp(cnt);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          blockwrite(fi,temp,sizeOf(temp));
       end;
       close(fi);
   end;
procedure playvoc(DefaultVOC:string);{play file.voc}
var  p,y,r :integer;
begin
    WriteLn;WriteLn;
    VOCFileName := DefaultVOC;
   {$IFNDEF LinkDriver}
        Result := LoadDriver(DriverPath + 'CT-VOICE.DRV');
           {$ELSE}
        Result := LoadDrvSuccess;
   {$ENDIF}
        if Result <> LoadDrvSuccess then Halt(255);
        VersionWord := GetDriverVersion;
        SetInterrupt(InterruptNum);
        SetBaseIOAddress(BaseIOAddress);
        Result := InitSB;
        if Result <> 0 then Halt(255);
        InitStatusWord;
        Header := nil; Sound := nil;
        SoundSize := LoadVOCfile(VOCFileName, Header, Sound);
        if SoundSize = 0
            then
                begin
                    OutTextXY(52,305,'Error loading VOC
file');
                    Halt;
                end;
        TurnSpeakerOn;
        PlaySound(Sound);
        repeat
        until (StatusWord = SoundCompleted)
        or (keypressed) or (port[$378] = 0) ;
        TurnSpeakerOff;
        Dispose(Header);
        FreeSoundBuffer(Sound, SoundSize);
   {$IFDEF LinkDriver}
        ShutDownDriver;
   {$ELSE}
        UnloadDriver;
   {$ENDIF}
end;{end playvoc}
procedure  Ringcheck;
var n           : integer;
    ring        : integer;
begin
    OutTextXY(65,340,'PRESSED <S> FOR SELFTEST ');
    port[$378]:=0;
    ring:=port[$37a];
    n:=0;
       repeat
            ring:=port[$37a];
            case ring of
                    $EC  : n:=n;
                    $E8  : n:=n+1;
            end; {end case}
       until( n=1) or (keypressed);
   if keypressed then
      begin
         ch:=upcase(readkey);
         case ch of
              'S' : begin
                      port[$378]:=16;
                      OutTextXY(65,353,'SELFTEST');
                      playvoc('answer.voc');
                    end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                char(27): halt;
            end;{end case}
        end;
    if n=1 then
                begin
                  port[$378]:=1;
                  OutTextXY(65,353,'HANG ON');
                  playvoc('answer.voc');
                end;
end;{end prodedure}
function DefaultVOC:string;
var j         :integer;
    select    :string;
    message   :boolean;
    code      :string;
begin
    message:=false;
    dtmf:=port[$379];
    j:=dtmf;
    repeat
    dtmf:=port[$379];
    if j<>dtmf then
    begin
      if dtmf=159 then
                    begin
                      message:=true;
                      code:='s5.voc';
                      OutTextXY(65,365,'MESSAGE 1');
                    end;
     if dtmf=175 then
                    begin
                      message:=true;
                      code:='answer.voc';
                      OutTextXY(65,365,'MESSAGE 2');
                    end;
     if dtmf=15  then
                    begin
                      message:=true;
                      code:='answer.voc';
                      OutTextXY(65,365,'MESSAGE 4');
                    end;
     if dtmf=31  then
                    begin
                      message:=true;
                      code:='select.voc';
                      OutTextXY(65,365,'MESSAGE 5');
                    end;
     if dtmf=47  then
                    begin
                      message:=true;
                      code:='answer.voc';
                      OutTextXY(65,365,'MESSAGE 6');
                    end;
     if dtmf=63  then
                    begin
                      message:=true;
                      code:='answer.voc';
                      OutTextXY(65,365,'MESSAGE 7');
                    end;
     if dtmf=207 then
                    begin
                      message:=true;
                      code:='answer.voc';
                      OutTextXY(65,365,'MESSAGE 8');
                    end;
     if dtmf=239 then
                    begin
                      message:=true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        code:='answer.voc';
                        OutTextXY(65,365,'MESSAGE 10');
                      end;
     if dtmf=255 then
                      begin
                        message:=true;
                        code:='answer.voc';
                        OutTextXY(65,365,'MESSAGE 11');
                      end;
     if dtmf=79  then
                      begin
                        message:=true;
                        code:='answer.voc';
                        OutTextXY(65,365,'MESSAGE 12');
                      end;
     if dtmf=191 then
                      begin
  clrscr;
  get_xms;
  if resetDsp then begin
     writeln('Sound Card is reset.');
     turnSpeakerOn;
     writeln('Begin recording.');
     cnt_time:=0;
     repeat
        cnt_time:=cnt_time+1;
        for cnt:=0 to 29*1024-1 do begin
           temp[cnt]:=getSample;
           dlay(dt);
        end;
        tmp2xms(cnt_time);
     until ((cnt_time=max_time)or(keypressed));
     ch:=readkey;
     last_cnt:=cnt_time;
     writeln('End recording.');
     {--------save file-------}
     save_npj('test.npj');
     for cnt:=1 to max_time do begin
        xmsFree(handle[cnt]);
     end;
     turnSpeakerOff;
  end
  else begin
     writeln('Can''t reset Sound Card.');
  end;
  exitproc:=old_exit;
  message:=true;
                      end;
     if dtmf=223 then
                      begin
  clrscr;
  get_xms;
  if resetDsp then begin
     writeln('Sound Card is reset.');
     turnSpeakerOn;
     {--------play file-------}
     play_npj('test.npj');
     for cnt:=1 to max_time do begin
        xmsFree(handle[cnt]);
     end;
     turnSpeakerOff;
  end
  else begin
     writeln('Can''t reset Sound Card.');
  end;
  exitproc:=old_exit;
  message:=true;
                    end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      j:=dtmf;
      end;
      until message = true;
          DefaultVOC:=code;
end;{end function}
procedure OpenGraph;
var Gd,Gm,GrError:integer;
begin
   Gd := Detect;
   InitGraph(Gd,Gm,' ');
end;
procedure Windo(xi,yi,xii,yii,i,j:integer);
begin
    SetFillStyle(1,i);
    Bar(xi,yi,xii,yii);
    SetColor(j);
    Rectangle(xi,yi,xii,yii);
    SetFillStyle(1,0);
    Bar(xi+20,yii+1,xii+20,yii+21);
    Bar(xii+1,yi+20,xii+20,yii+21);
    SetFillStyle(1,1);
end;{end opengraph}
procedure Display;
begin
   SetFillStyle(1,8);
   Bar(1,1,GetMaxX,GetMaxY);
   SetFillStyle(1,1);
   Bar(1,1,GetMaxX,22);
   SetTextStyle(DefaultFont, HorizDir, 2);
   SetTextJustify(LeftText, TopText);
   SetColor(10);
   Highvideo;
   OutTextXY(75,40,'INFORMATION SERVICE BY TELEPHONE');
   Bar(1,GetMaxY-20,GetMaxX,GetMaxY);
   SetTextStyle(DefaultFont,HorizDir,1);
   SetColor(10);
   OuttextXY(15,GetMaxY-11,'PRESS ESC:EXIT THE PROGRAM');
   Line(230,GetMaxY-20,230,GetMaxY);
   OutTextXY(270,GetMaxY-11,'PRESS S:SELFTEST');
   Line(440,GetMaxY-20,440,GetMaxY);
   OutTextXY(455,GetMaxY-11,'PRESS P:STOP SOUND');
   Windo(90,70,GetMaxX-90,265,9,15);
   SetColor(13);
   OutTextXY(95,80,'PROJECT :');
   OutTextXY(220,80,'INFORMATION SERVICE BY TELEPHONE');
   OutTextXY(95,116,'PRESENT BY:');
   OutTextXY(221,116,'MR.TAWEESAK  TUNLAYADACHAPAR');
   OutTextXY(221,132,'MISS WANWISA  PHETNIN');
   OutTextXY(450,116,'36014161');
   OutTextXY(450,132,'36014375');
   OuttextXY(95,168,'ADVISER:');
   OuttextXY(221,168,'PRAMOTE  WADKHEAN');
   SetColor(15);
   Line(90,200,GetMaxX-90,200);
   Line(90,202,GetMaxX-90,202);
   SetColor(13);
   OutTextXY(185,208,'TELECOMMUNICATION ENGINEERING');
   OutTextXY(120,224,'KING MONGKUT''S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG');
   OutTextXY(282,240,'1996');
   SetColor(15);
   Windo(40,310,GetMaxX-40,GetMaxY-80,9,15);
   SetColor(13);
   OutTextXY(50,315,'PROCESS');
   Line(50,325,105,325);
   SetColor(1);
   Line(55,330,112,330);
end;{end display}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure busysignal;interrupt;
var  y        : integer;
     busycheck : boolean;
begin
     y:=port[$37a];
     if y=$EE then
     begin
       case e of
          0,1,2,3,4,5,6,7,8 :  begin
                                 e:=e+1;
                                 if e=6 then
                                          begin
                                            port[$378]:=0;
                                            stopsound;
outtextxy(140,378,'HAS BUSY');
                                          end
                               end;
       end;
     end
     else
end;

BEGIN {main}
     GetIntVec($1C,busy_int);
     SetIntVec($1C,Addr(busysignal));
     repeat
     inline($fa); {cli : disable interrupts}
     e:=0;
     OpenGraph;
     Display;
     RingCheck;
     inline($fb); {sti : enable interrupts}
     vocname:=DefaultVOC;
     if (dtmf in [159,175,15,31,47,63,207,239,255,79]) then
begin
        playvoc(vocname);
     end;
     port[$378]:=0;
     outtextXY(65,378,'HANG OFF');
     {read ESC key for exit program}
     delay(2000);
     CloseGraph;

   until (keypressed);
     SetIntVec($1C,busy_int);
END.{end program}
```

ตัวอย่างโปรแกรมหลักควบคุมโครงงานนี้ทั้งหมดด้วย Delphi

Source Code ของฟอร์มของไดอะลอกบล็อก

```
unit Unit1;

interface

uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls,
StdCtrls,
  Buttons, ExtCtrls,unit2,help, MPlayer;

type
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  TAboutBox = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    ProgramIcon: TImage;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    MediaPlayer1: TMediaPlayer;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    GroupBox1: TGroupBox;
    BitBtn2: TBitBtn;
    BitBtn1: TBitBtn;

    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  AboutBox: TAboutBox;

implementation

{$R *.DFM}

procedure TAboutBox.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
 mediaplayer1.play;
 help.form3.show;
end;

procedure TAboutBox.BitBtn2Click(Sender: TObject);
begin
 mediaplayer1.play;
 unit2.form1.show;
end;

end.
```

Source Code ของฟอร์มที่ 1(ส่วนหลักของโปรแกรม)

```
unit Unit2;

interface

uses
  SysUtils, WinTypes, WinProcs, Messages, Classes, Graphics,
Controls,
  Forms, Dialogs, ExtCtrls, StdCtrls, Buttons, MPlayer;

type
  TForm1 = class(TForm)
    GroupBox2: TGroupBox;
    MediaPlayer1: TMediaPlayer;
    MediaPlayer2: TMediaPlayer;
    MediaPlayer3: TMediaPlayer;
    GroupBox1: TGroupBox;
    selftest: TBitBtn;
    opperate: TBitBtn;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    play: TBitBtn;
    cancle: TBitBtn;
    Memo1: TMemo;
    Timer1: TTimer;
    Timer3: TTimer;
    Timer4: TTimer;
    Timer5: TTimer;
    Timer2: TTimer;
    Timer6: TTimer;
    Timer7: TTimer;
    procedure selftestClick(Sender: TObject);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure cancleClick(Sender: TObject);
    procedure opperateClick(Sender: TObject);
    procedure Timer3Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
    procedure playClick(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure Timer4Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer5Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer6Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer7Timer(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
    procedure ringcheck;
    procedure dtmfcheck;
    procedure sound(filename:pchar);
    procedure showsound;
    procedure sounduse;
    procedure hangon;
    procedure hangoff;
    procedure abort;
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.DFM}
var ringstatus:boolean;
    number    :integer;
    select    :integer;
    I         :integer;


procedure tform1.ringcheck;
var data:integer;
begin
  data:=port[$37a];
  case data of
  $e8:
  begin
  ringstatus:=true;
  end;
   $ea:
  begin
  ringstatus:=true;
  end;
  end;{case}
end;

procedure tform1.dtmfcheck;
var first,behind:integer;
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    memo1.lines.add('เช็ค DTMF');
    first:=port[$379];
    behind:=first;
    repeat
     first:=port[$379];
     if first<> behind then
     begin
      if first=159 then number:=1;
      if first=175 then number:=2;
      if first=191 then number:=3;
      if first=15  then number:=4;
      if first=31  then number:=5;
      if first=47  then number:=6;
      if first=63  then number:=7;
      if first=207 then number:=8;
      if first=223 then number:=9;
      if first=255 then number:=10;
      if first=239 then number:=11;
      if first=79  then number:=12;
      if first=127 then number:=13;
     end;
   until first<>behind;
end;

procedure tform1.showsound;
begin
   case number of
   1:begin
      sound('\sound\song1.wav');
      memo1.lines.add('ข้อความที่ 1');
      end;
   2:begin
      sound('\sound\song2.wav');
      memo1.lines.add(' ข้อความที่ 2');
      end;
   3:begin
      sound('\sound\song3.wav');
      memo1.lines.add('ข้อความที่ 3');
      end;
   4:begin
      sound('\sound\song4.wav');
      memo1.lines.add('ข้อความที่ 4');
      end;
   5:begin
      mediaplayer3.rewind;
      mediaplayer3.play;
      memo1.lines.add('ข้อความที่ 5');
      end;
   else
      begin
      sound('\sound\foul.wav');
      memo1.lines.add('ท่านกดปุ่มที่ไม่มีข้อมูล');
      end;
   end;{of case}
end;

procedure tform1.sounduse;
begin
   case number of
    1:begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    sound('\sound\song1.wav');
    memo1.lines.add('ข้อความที่ 1');
    end;
  2:begin
    sound('\sound\song2.wav');
    memo1.lines.add('ข้อความที่ 2');
    end;
  3:begin
    sound('\sound\song3.wav');
    memo1.lines.add('ข้อความที่ 3');
    end;
  4:begin
    sound('\sound\song4.wav');
    memo1.lines.add('ข้อความที่ 4');
    end;
  5:begin
    mediaplayer3.rewind;
    mediaplayer3.play;
    memo1.lines.add('ข้อความที่ 5');
    end;
  else
   if number=6 then
   begin
    memo1.lines.add('เริ่มทำการอัด');
    mediaplayer3.startrecording;
   end
   else
    begin
    sound('\sound\foul.wav');
    memo1.lines.add('ท่านกดปุ่มที่ไม่มีข้อมูล');
    end;
  end;{of case}
end;

procedure tform1.sound(filename:pchar);
var windir:pchar;
begin
  MediaPlayer1.Visible := False;
  GetMem(WinDir, 144);
  GetWindowsDirectory(WinDir, 144);
  StrCat(WinDir, filename);
  MediaPlayer1.FileName := StrPas(WinDir);
  MediaPlayer1.Open;
  FreeMem(WinDir, 144);
  mediaplayer1.play;
end;

procedure tform1.hangon;
begin
 if ringstatus=true then
 begin
 port[$378]:=1;
 Memo1.lines.add('ยกหู');
 end;
end;

procedure tform1.hangoff;
begin
port[$378]:=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ringstatus:=false;
memo1.lines.add('วางหู');
end;

procedure tform1.abort;
begin
ringstatus:=false;
port[$378]:=0;
mediaplayer1.stop;
mediaplayer1.rewind;
mediaplayer2.stop;
mediaplayer2.rewind;
mediaplayer3.stop;
mediaplayer3.rewind;
timer1.enabled:=false;
timer2.enabled:=false;
timer3.enabled:=false;
timer4.enabled:=false;
timer5.enabled:=false;
timer6.enabled:=false;
select:=0;
end;
procedure TForm1.selftestClick(Sender: TObject);
begin
abort;
mediaplayer2.play;
select:=1;
timer1.enabled:=true;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  case select of
  1:begin
    if mediaplayer2.position=10438 then
    begin
    port[$378]:=16;
    dtmfcheck;
    showsound;
    timer1.enabled:=false;
    end;
   end;
  2:begin
    if ringstatus=false then ringcheck
    else
     begin
     hangon;
     mediaplayer2.play;
     timer2.enabled:=true;
     timer1.enabled:=false;
     end;
    end;
end;
end;

procedure TForm1.cancleClick(Sender: TObject);
begin
sound('\chimes.wav');
abort;
end;

procedure TForm1.opperateClick(Sender: TObject);
begin
abort;
memo1.lines.add('กำลังตรวจสัญญาณกระดิ่ง');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
select:=2;
timer1.enabled:=true;
end;

procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
begin
   if mediaplayer2.position=10438 then
   begin
    dtmfcheck;
    sounduse;
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=true;
    timer4.enabled:=true;
   end;
end;

procedure TForm1.Timer3Timer(Sender: TObject);
var check:integer;
begin
   case number of
   1,2,3,4,5:begin
    if mediaplayer1.position=84693 then
    begin
    hangoff;
    timer3.enabled:=false;
    ringstatus:=false;
    select:=2;
    memo1.lines.add('กำลังตรวจสัญญาณกระดิ่ง');
    timer1.enabled:=true;
    end;
    end;
   6:begin
    check:=port[$379];
    if check=207 then
      begin
       mediaplayer3.stop;
       mediaplayer3.save;
       memo1.lines.add('บันทึกเรียบร้อย');
       hangoff;
       timer3.enabled:=false;
       ringstatus:=false;
       select:=2;
       memo1.lines.add('กำลังตรวจสัญญาณกระดิ่ง');
       timer1.enabled:=true;
      end;
      end;
    else begin
    if mediaplayer1.position=2313 then
    begin
    hangoff;
    timer3.enabled:=false;
    ringstatus:=false;
    select:=2;
    memo1.lines.add('กำลังตรวจสัญญาณกระดิ่ง');
    timer1.enabled:=true;
    end;
    end;
end;
end;

procedure TForm1.playClick(Sender: TObject);
begin
mediaplayer3.rewind;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
mediaplayer3.play
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
memo1.clear;
end;

procedure TForm1.Timer4Timer(Sender: TObject);
begin
   timer4.interval:=1;
   i:=port[$37a];
   if i<> $ee then
   else
   begin
   timer4.enabled:=false;
   timer5.enabled:=true;
   end;
end;

procedure TForm1.Timer5Timer(Sender: TObject);
begin
    timer5.interval:=1998;
    i:=i;
    timer5.interval:=1;
    i:=port[$37a];
    if i<>$ee then begin
    timer5.enabled:=false;
    timer4.enabled:=true;
    end
    else
    begin
    timer5.enabled:=false;
    timer6.enabled:=true;
    end;
end;

procedure TForm1.Timer6Timer(Sender: TObject);
begin
     timer6.interval:=1998;
    i:=i;
    timer6.interval:=1;
    i:=port[$37a];
    if i<>$ee then begin
    timer6.enabled:=false;
    timer4.enabled:=true;
    end
    else
    begin
    timer6.enabled:=false;
    timer7.enabled:=true;
  end;

end;

procedure TForm1.Timer7Timer(Sender: TObject);
begin
  timer7.interval:=1996;
     i:=i;
     timer7.interval:=1;
     i:=port[$37a];
     if i<> $ee then begin
     timer7.enabled:=false;
     timer4.enabled:=true;
     end
     else
     begin
     timer7.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer4.enabled:=false;
    memo1.lines.add('has busy');
    hangoff;
    mediaplayer1.stop;
    mediaplayer3.stop;
    timer3.enabled:=false;
    ringstatus:=false;
    select:=2;
    memo1.lines.add('กำลังตรวจสัญญาณกระดิ่ง');
    timer1.enabled:=true;
end;
end;
end.
```

Source Code ของฟอร์มที่ 2 (ส่วนของ help)

```
unit Help;

interface

uses
  SysUtils, WinTypes, WinProcs, Messages, Classes, Graphics,
Controls,
  Forms, Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, Buttons;

type
  TForm3 = class(TForm)
    BitBtn1: TBitBtn;
    BitBtn2: TBitBtn;
    Panel1: TPanel;
    Memo1: TMemo;
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form3: TForm3;

implementation

{$R *.DFM}

procedure TForm3.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
memo1.clear;
memo1.lines.add(' เครื่องให้บริการทางโทรศัพท์ ');

memo1.lines.add('- เลือก "ทดสอบ" เพื่อทดสอบการแสดงข่าวสารจากแป้นกดบนตัวเครื่อง' );

memo1.lines.add('- เลือก "ใช้งาน" เพื่อใช้งานจริง' );

memo1.lines.add('   หมายเลข 1-4 เป็นการแสดงข่าวสารแรกเริ่ม' );

memo1.lines.add('   หมายเลข 5 เป็นการแสดงข่าวสารที่ฝากไว้' );
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
memo1.lines.add('   หมายเลข 6 เป็นการเริ่มต้นการอัดข่าวสารที่ต้องการฝาก' );
memo1.lines.add('   หมายเลข 8 เป็นการสิ้นสุดการอัด' );
memo1.lines.add('- เลือก "ฟังข่าวสาร" เป็นการแสดงข่าวสารที่ฝากไว้โดยไม่ต้องใช้ฮาร์ดแวร์' );
memo1.lines.add('- เลือก "ยกเลิก" เพื่อยกเลิก' );
memo1.lines.add('- .ในหน้าจอ "help" เลือก "รายละเอียด" เพื่อแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโครง
งาน' );
end;

procedure TForm3.FormCreate(Sender: TObject);
begin
memo1.clear;
end;

procedure TForm3.BitBtn2Click(Sender: TObject);
begin
   memo1.lines.clear;
   memo1.lines.add('เครื่องให้บริการข่าวสารทางโทรศัพท์' );
   memo1.lines.add('Information Service By Telephone' );
   memo1.lines.add('     อาจารย์ที่ปรึกษา  อ .ปราโมทย์ วาดเขียน' );
   memo1.lines.add('' );
   memo1.lines.add('ผู้จัดทำ' );
   memo1.lines.add('   นาย ทวีศักดิ์ ตุลยเดชานภา   รหัส 36014161 4A' );
   memo1.lines.add('   นางสาว วรรณวิสา เพ็ชรนิล    รหัส 36014375 4A' );
   end;
end.
```

Project Source ของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของโครงงาน

```
Program Project;
uses
  Forms,
  Unit1 in 'UNIT1.PAS' {AboutBox},
  Unit2 in 'UNIT2.PAS' {Form1},
  Help in 'HELP.PAS' {Form3};

{$R *.RES}

begin
  Application.CreateForm(TAboutBox, AboutBox);
  Application.CreateForm(TForm1, Form1);
  Application.CreateForm(TForm3, Form3);
  Application.Run;
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MH88632
Central Office Interface Circuit
Preliminary Information

ISSUE 4 January 1994

9

Features

- Loop start and ground start capabilities
- Transformerless 2-4 wire conversion
- Programmable transmit/receive gain with 0dB defaults
- Programmable input impedance with 600Ω and 900Ω defaults
- Programmable network balance with 600Ω, 900Ω, and AT&T compromise defaults
- One loop start & two ground start relay drivers
- Line state detection outputs: forward loop, reverse loop, ring ground, tip ground, ringing voltage
- + 5V operation
- On-hook audio reception (to accommodate ANI)

Applications

Interface to Central Office for:

- PBX
- Key Telephone System
- Channel bank
- Voice Mail
- Terminal Equipment
- Digital Loop Carrier

Ordering Information

MH88632 40-Pin SIL Package

0°C to 70°C

Description

The Mitel MH88632 Central Office Trunk Interface circuit provides a complete audio and signalling link between audio switching equipment and a central office. The functions provided by the MH88632 include 2-4 Wire Hybrid conversion, programmable transmit and receive gains, programmable line impedance and programmable network balance. The device is fabricated using thick film hybrid technology which incorporates various technologies for optimum circuit design and very high reliability.

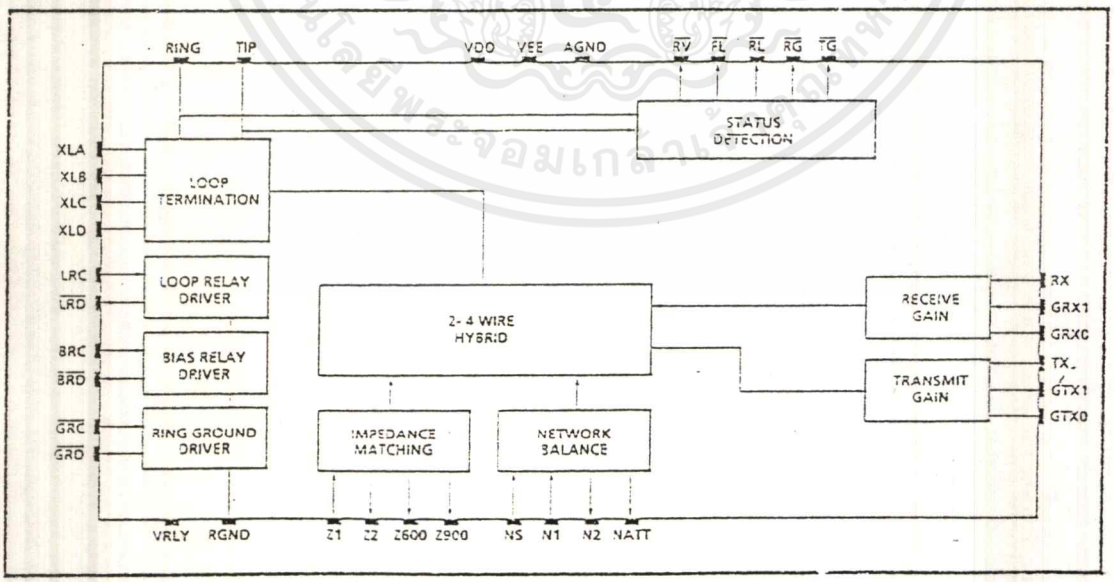


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

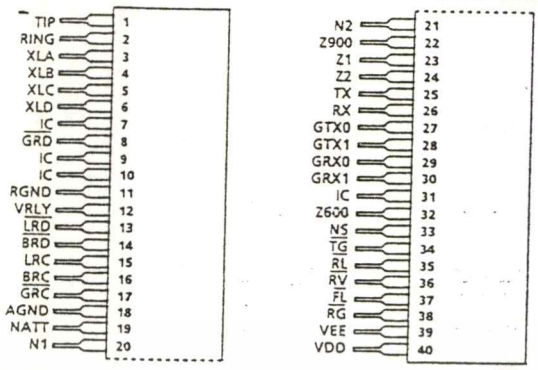


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin	Name	Description
1	TIP	**Tip Lead.** Connects to the "Tip" or "Ring" lead of the central office.
2	RING	**Ring Lead.** Connects to the "Ring" or "Tip" lead of the central office.
3	XLA	**Loop Relay Contact A.** Connects to XLB through the loop relay (K1) contacts when the relay is activated. Activates internal active termination circuitry.
4	XLB	**Loop Relay Contact B.** See XLA for description.
5	XLC	**Loop Relay Contact C.** Connects to XLD through the loop relay (KI) contacts when the relay is activated. Activates internal active termination circuitry.
6	XLD	**Loop Relay Contact D.** See XLC for description.
7	IC	**Internal Connection.** This pin is internally connected and must be left open.
8	$\overline{GRD}$	**Ground Ring Lead Relay Drive (Output).** Connects to the Ground Ring Lead Relay coil, used for Ground Start applications. A logic low activates the relay. An internal clamp diode from VRLY to GRD is provided.
9	IC	**Internal Connection.** This pin is internally connected and must be left open.
10	IC	**Internal Connection.** This pin is internally connected and must be left open.
11	RGND	**Relay Ground.** Return path for relay supply voltage.
12	VRLY	**Relay Positive Supply Voltage.** Normally +5V. Connects to the relay coil and the relay supply voltage.
13	$\overline{LRD}$	**Loop Relay Drive (Output).** Connects to the Loop Relay coil. A logic low activates the relay. An internal clamp diode from VRLY to LRD is provided.
14	$\overline{BRD}$	**Bias Relay Drive (Output).** Connects to the Bias Relay coil, used for Ground Start applications only. A logic low activates the relay. An internal clamp diode from VRLY to BRD is provided.
15	LRC	**Loop Relay Control (Input).** A logic high activates the Loop Relay Drive output (LRD). The Loop Relay activates internal circuitry which provides a DC termination across TIP and RING. Used for line seizure and dial pulsing.
16	BRC	**Bias Relay Control (Input).** A logic high activates the Bias Relay Drive output (BRD), used for Ground Start applications only. This input should be connected to logic high when not used.
17	$\overline{GRC}$	**Ground Ring Lead Relay Control (Input).** A logic low activates the Ground Ring Lead Relay Drive output (GRD), used for Ground Start applications only. This input should be connected to logic high when not used.
18	AGND	**Analog Ground.** 4-Wire ground. Normally connected to System Ground.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin	Name	Description
19	NATT	**Network Balance AT+T Node.** Connects to N1 for a network balance impedance of AT&T compromise (350Ω+ 1kΩ ‖ 210nF); the device's input impedance must be set to 600Ω. This node is active only when NS is at logic high. This node should be left open circuit when not used.
20	N1	**Network Balance Node 1 (Input).** 0.1 times the impedance between pins N1 and N2 must match the device's input impedance, while 0.1 times the impedance between pins N1 and AGND is the device's network balance impedance. This node is active only when NS is at logic high. This node may be terminated when not used (i.e. NS at logic low).
21	N2	**Network Balance Node 2 (Output).** See N1 for description.
22	Z900	**Line Impedance 900Ω Node.** Connects to Z1 for a line impedance of 900Ω. This node should be left open circuit when not used.
23	Z1	**Line Impedance Node 1 (Input).** 0.1 times the times the impedance between pins Z1 and Z2 is the device's line impedance. This node must always be connected.
24	Z2	**Line Impedance Node 2 (Output).** 0.1 times the times the impedance between pins Z1 and Z2 is the device's line impedance. This node should be left open circuit when not used.
25	TX	**Transmit (Output).** 4-Wire ground (AGND) referenced audio output.
26.	RX	**Receive (Input).** 4-Wire ground (AGND) referenced audio input.
27	GTX0	**Transmit Gain Node 0.** Connects to GTX1 for 0dB transmit gain.
28	GTX1	**Transmit Gain Node 1.** Connects to a resistor to AGND for transmit gain adjustment.
29	GRX0	**Receive Gain Node 0.** Connects to GRX1 for 0dB gain.
30	GRX1	**Receive Gain Node 1.** Connects to a resistor to AGND for receive gain adjustment.
31	IC	**Internal Connection.** This pin is internally connected and must be left open.
32	Z600	**Line Impedance 600Ω Node (Output).** Connects to Z1 for a line impedance of 600Ω. This pin should be left open circuit when not used.
33	NS	**Network Balance Setting (Input).** The logic level at NS selects the network balance impedance. A logic 0 enables an internal balance equivalent to the input impedance (Zin). While a logic 1 enables an external balance of 0.1 times the impedance between pins N1 and AGND balanced to 0.1 times the impedance between pins N1 and N2. The impedance between N1 and N2 must be equivalent to 10x the input impedance (Zin).
34	$\overline{TG}$	**Tip Lead Ground Detect (Output).** A logic low indicates that the Tip lead is at ground (AGND) potential.
35	$\overline{RL}$	**Reverse Loop Detect (Output).** In the on-hook state, a logic low output indicates that reverse loop battery is present. In the off-hook state, a logic low output indicates that reverse loop current is present. Reverse loop refers to the Tip lead negative with respect to the Ring lead.
36	$\overline{RV}$	**Ring Voltage Detect (Output).** A logic low indicates that ringing voltage is across the Tip and Ring leads. Note that this output toggles at the ringing cadence and not at the ringing frequency.
37	$\overline{FL}$	**Forward Loop Detect (Output).** In the on hook state, a logic low output indicates that forward loop battery is present. In the off hook state, a logic low output indicates that forward loop current is present. Forward loop refers to the Ring lead negative with respect to the Tip lead.
38	$\overline{RG}$	**Ring Lead Ground Detect (Output).** A logic low indicates that the Ring lead is at ground (AGND) potential.
39	VEE	**Negative Supply Voltage.** - 5V.
40	VDD	**Positive Supply Voltage.** + 5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MH88632 is a COIC (Central Office Interface Circuit) used to interface to Central Office 2-Wire Analog Trunks. The COIC provides both Loop Start and Ground Start interface capabilities.

Approvals

FCC Part 68, DOC CS-03, UL 1459 and CAN/CSA-22.2 No. 225-M90 are all system (i.e., connectors, power supply, cabinet, etc.) requirements. Since the MH88632 is a component and not a system, it cannot be approved as a stand alone part by these standards bodies. However, when installed into a properly designed system, the MH88632 has been designed to meet the CO Trunk Interface requirements of FCC, DOC, UL and CSA; and thus enabling the complete system to be approved by these standards bodies.

To meet the regulatory high voltage requirements, an external protection circuit is required. The protection circuit shown in Figure 9 is matched to the MH88632 and ensures that they meet the high voltage requirements of FCC, DOC, CSA and UL when installed in a properly designed system.

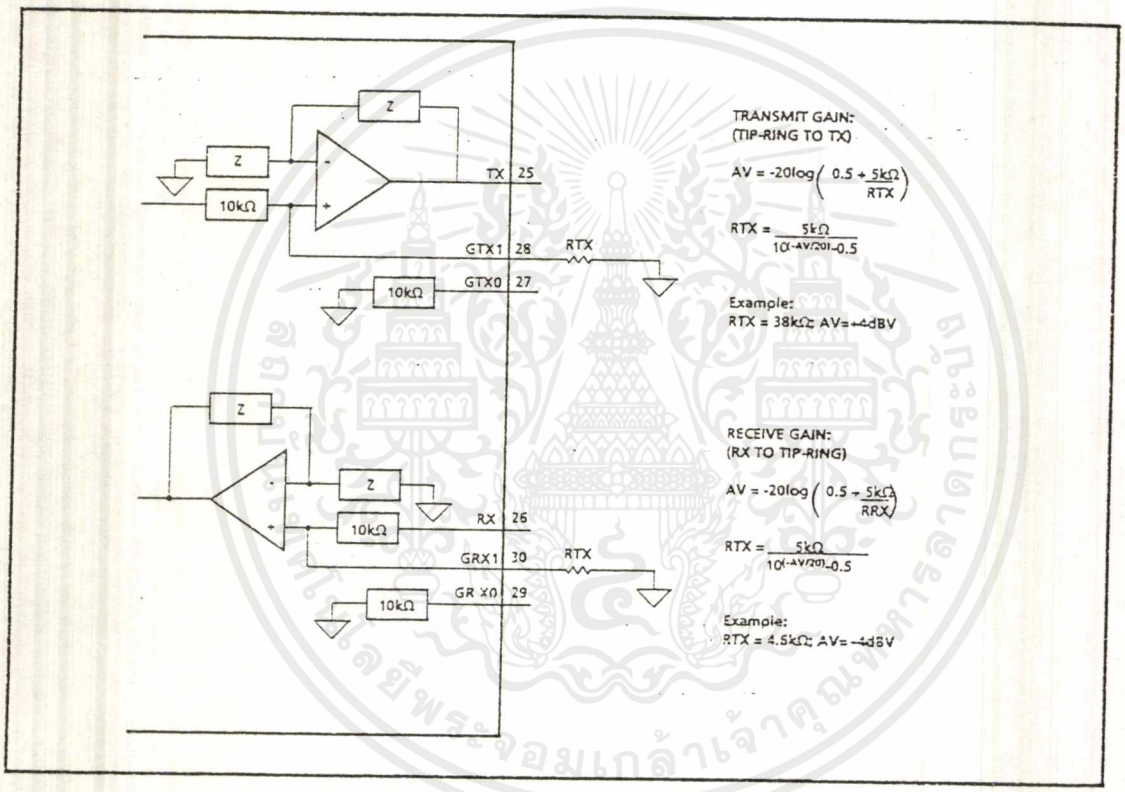


Figure 3 - Gain Programming with External Components

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

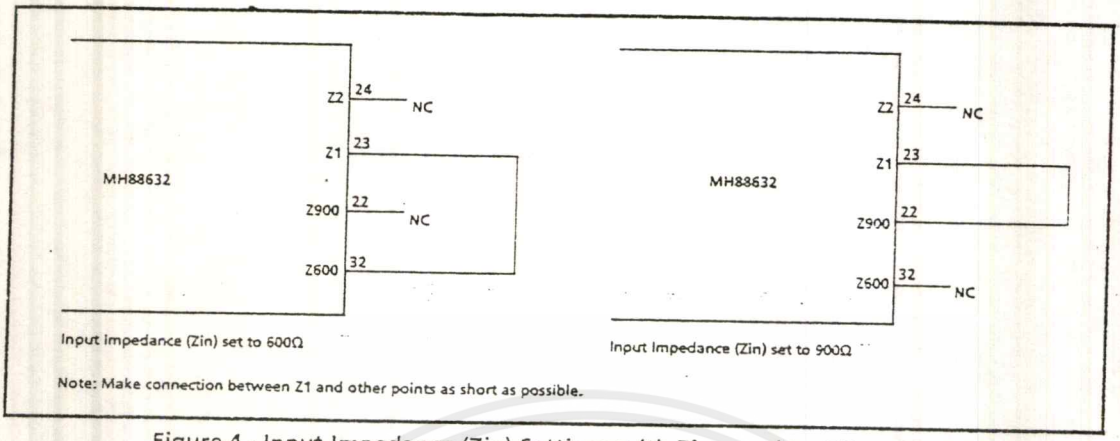


Figure 4 - Input Impedance (Zin) Settings with Zin equal to 600 or 900Ω

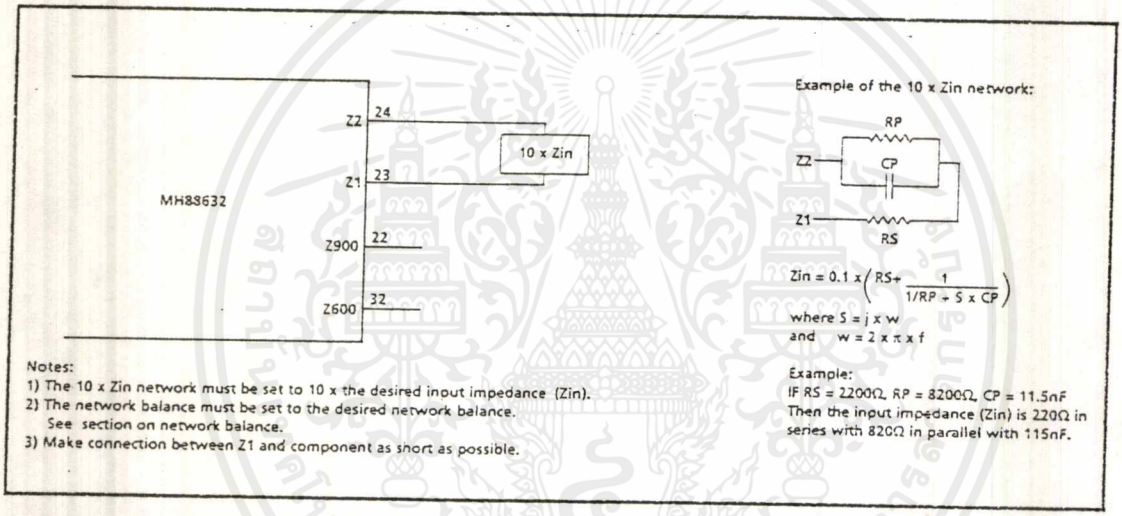


Figure 5 - Input Impedance (Zin) Settings with Zin not equal to 600 or 900Ω

Products are designed in accordance with meeting the above requirements; however, full conformance to these standards is dependent upon the application in which the hybrid is being used, and therefore, approvals are the responsibility of the customer and Mitel will not have tested the product to meet the above standards.

DC Loop Termination

The DC loop termination circuitry provides the loop with an active DC load termination when a logic low is applied to the LRC (Loop Start Relay Control) input. The termination is similar to a DC resistance between 200Ω and 275Ω. An external relay is used to activate internal circuitry which switches the termination in and out of the loop. This is used for both seizing the line as well as generating dial pulses.

Supervision Features

The supervision circuitry provides the signalling status outputs. The system controlling the COIC monitors these logic outputs. The supervision circuitry is capable of detecting ringing voltage, both forward and reverse loop battery and loop current, and both grounded tip lead and grounded ring lead.

a) Supervision Features $\overline{RV}$ (Ring Voltage Detect Output)

The $\overline{RV}$ (Ringing Voltage Detect) output provides a logic low when ringing voltage is detected. This detector includes a ringing filter which ensures that the output toggles at the ringing cadence and not at the ringing frequency. Typically, this output goes low 50ms after ringing voltage is applied and remains low for 50ms after ringing voltage is removed.

b) Supervision Features $\overline{FL}$ & $\overline{RL}$ (Forward Loop and Reverse Loop Detect Output)

The $\overline{FL}$ (Forward Loop Detect) output provides a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

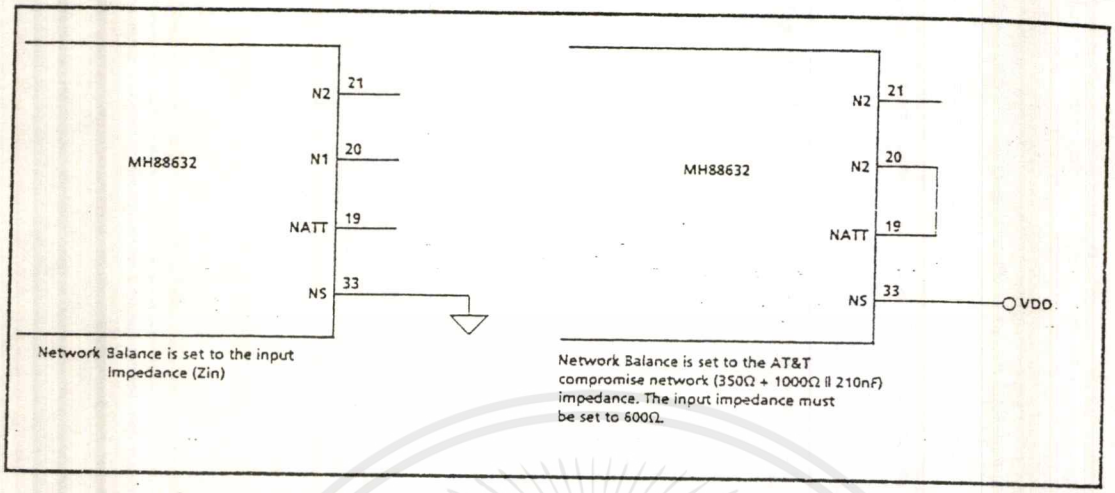


Figure 6 - Network Balance Setting with NETBAL equal to Zin or AT&T

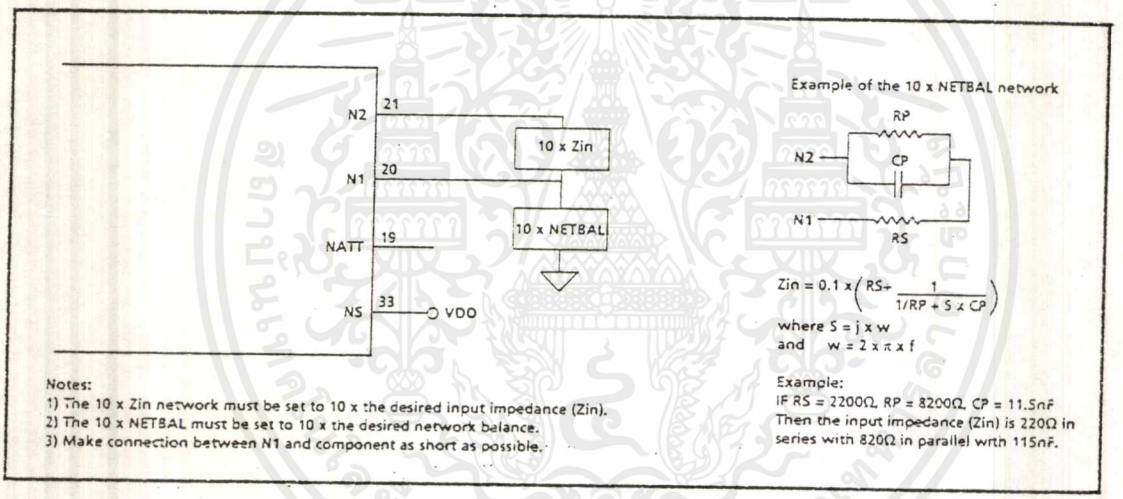


Figure 7 - Network Balance Setting with NETBAL not equal to Zin or AT&T

logic low when either forward loop battery or forward loop current is detected (ring lead voltage negative with respect to tip lead). The $\overline{RL}$ (Reverse Loop Detect) output provides a logic low when either reverse loop battery or reverse loop current is detected (tip lead voltage negative with respect to ring lead).

See Table 5 for Loop Battery and Current Status Outputs.

c) Supervision Features $\overline{TG}$ & $\overline{RG}$ (Tip Ground and Ring Ground Detect Output)

The $\overline{TG}$ (Tip Lead Ground Detect) output provides a logic low when the tip lead is at ground (AGND) potential. The $\overline{RG}$ (Ring Lead Ground Detect) output provides a logic low when the Ring lead is at ground (AGND) potential.

See Table 6 for Loop Ground Status Outputs.

Ground Start Signalling Features

For Ground Start signalling, relay K2 and resistors R1 and R2, and relay K3 and resistor R3 are required (See Figure 8). Activation of K2 is controlled by the logic signal at the BRC (Bias Relay Control) input while activation of K3 is controlled by the logic signal at the GRC (Ground Relay Control) input.

K2 is used to engage the bias resistors while K3 is used to ground the ring lead; this is used in ground start applications for signalling to the central office.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Ground Start Signalling Protocol

Refer to Figure 8 for the Typical LS-GS Application Circuit.

In the iule state, the system (eg., PBX control card) provides a logic high to the BRC input. This activates the COIC's second internal relay driver which activates relay K2. Both contacts of relay K2 close, which connect the -48VDC supply to TIP (tip lead) and RING (ring lead) through bias resistors R1 and R2.

Depending on which Ground Start protocol is used, initiating a Ground Start call to the central office can be performed by the following sequence of events.

The system provides a logic low to the GRC input. This activates the COIC's third internal relay driver which activates relay K3. The contacts of relay K3 close, which connects the ring lead to ground through a current limiting resistor R3.

The central office recognizes the ring ground condition and responds by grounding the tip lead.

The COIC senses the grounded TIP and switches the TG (Tip Lead Ground Detect) output to a logic low. The system then applies a logic high to the LRC (Loop Relay Control) input. This activates the COIC's first internal relay driver which activates relay K1. Both contacts of relay K1 close, which activates the COIC's internal circuitry resulting in an active line termination across TIP and RING. The system then provides a logic low to the BRC input. This deactivates the COIC's second internal relay driver which deactivates relay K2. Both contacts of relay K2 open, which disconnect the bias from TIP and RING. The system then provides a logic high to the GRC input. This deactivates the COIC's third internal relay driver which deactivates relay K3. The contact of relay K3 opens, which disconnects the grounded ring lead. The voice link is now established.

Receiving a Ground Start call from the central office is performed similarly. The central office can signal the COIC by either grounding the tip lead or by grounding the ring lead.

Hybrid

The 2-4 Wire Hybrid circuit separates the balanced full duplex signal at TIP and RING of the telephone line into receive and transmit ground referenced signals at RX (Receive) and TX (Transmit) of the COIC. The Hybrid also prevents the input signal at RX from appearing at TX. The degree to which the Hybrid minimizes the contribution of the RX signal at the TX output is specified as transhybrid loss. For maximizing transhybrid loss, see the **Network Balance section.**

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

Line Impedance

The MH88632's TIP-RING impedance (Zin) can be set to 600Ω, 900Ω or to a user selectable value. Thus, Zin can be set to any international requirement. The connection to Z1 determines the input impedance. With Z1 connected to Z600, the line impedance is set to 600Ω. With Z1 connected to Z900, the line impedance is set to 900Ω. A user defined impedance can be selected which is 0.1 times the impedance between Z1 and Z2. For example, with 2200Ω in series with 11.5nF in parallel with 8200Ω, all between Z1 and Z2, the devices line impedance will be 220Ω in series with 115nF in parallel with 820Ω. See Table 3 and Figures 4 & 5.

Stability

The part will be stable with an AC load over the range 0.5 Zin <Load < 2 x Zin.

The range of loads that can be simulated by the MH88632 is extensive including those which are purely resistive and complex in nature. For loads with a low or zero series resistance additional measures need to be taken to maintain stability which involves simulating with a larger series resistance and adjusting other components accordingly.

Examples:

Sweden: Load is 900Ω in a parallel with 30nF. This is synthesised on the MH88632 by 1.5kΩ in series with a parallel combination of 3nF and 7.4kΩ.

Norway: Load is 120Ω in series with a parallel combination of 820Ω and 110nF. This is synthesised on the MH88632 by 1.5kΩ in series with a parallel combination of 12nF and 7.8kΩ.

Italy: Load is 750Ω in parallel with 18nF. This is synthesised on the MH88632 by 1.5kΩ in series with a parallel combination of 2nF and 6kΩ.

Network Balance

Transhybrid loss is maximized when the line termination impedance and COIC network balance are matched. The MH88632's network balance impedance can be set to Zin, AT&T (350Ω+1kΩ // 210nF) or to a user selectable value. Thus, the network balance impedance can be set to any international requirement. A logic level control input NS selects the balance mode. With NS at logic low, an internal network balance impedance is matched to the line impedance (Zin). With NS at logic high, a user defined network balance impedance is selected which is 0.1 times the impedance between N1 and AGND. For example, with 2200Ω in series with 11.5nF in parallel with 8200Ω, all between N1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and AGND, and NS at logic high, the devices network balance impedance is 220Ω in series with 115nF in parallel with 820Ω; the impedance between N1 and N2 must be equivalent to 10 times the input impedance (Zin). In addition, with NS at logic high, an AT&T network balance impedance can be selected by connecting NATT to N1; in this case, no additional network is required between N1 and N2. See Table 4 and Figures 6 & 7.

TIP-RING Drive Circuit
The audio input ground referenced signal at RX is converted to a balanced output signal at TIP and RING. The TIP-RING Drive Circuit is optimized for good 2-Wire longitudinal balance.

TIP-RING Receive Circuit
The differential audio signal at TIP and RING is converted to a ground referenced audio signal at the TX output. This circuit operates with or without loop current; signal reception with no loop current is required for on-hook reception enabling the detection of ANI (Automatic Number Identification) signals.

Programmable Transmit and Receive Gain
Transmit Gain (TIP-RING to TX) and Receive Gain (RX to TIP-RING) are programmed by connecting external resistors (RRX and RTX) from GRX1 to AGND and from GTX1 to AGND as indicated in Figure 3 and Tables 1 and 2. The programmable gain range is from -12dB to +6dB; this wide range will accommodate any loss plan. Alternatively, the default Receive Gain of 0dB and Transmit Gain of 0dB can

Absolute Maximum Ratings* - Voltages are with respect to AGND.

	Parameter	Sym	Min	Max	Units
1	DC Supply Voltages	V_{DD}	-0.3	7	V
		V_{EE}	0.3	-7	V
2	DC Ring Relay Voltage	V_{RLY}	-0.3	20	V
3	Storage Temperature	T_S	-55	+125	°C

* 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 Voltages	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
		V_{EE}	-4.75	-5.0	--5.25	V	
2	DC Ring Relay Voltage	V_{VRLY}		5.0	15	V	
3	Operating Temperature	T_{OP}	0		70	°C	

* Typical figures are at 25°C with nominal ±5V supplies and are for design use only.

DC Electrical Characteristics†

		Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Test Conditions
1		Supply Current	I_{DD}			13	mA	
			I_{EE}			13	mA	
2		Power Consumption	PC			137	mW	
3	$\overline{FL}$, $\overline{RL}$, $\overline{RG}$, $\overline{TG}$, $\overline{RV}$	Low Level Output Voltage	V_{OL}			0.5	V	I_{OL} = 4mA
		High Level Output Voltage	V_{OH}	2.4			V	I_{OH} = 0.5mA
4	$\overline{LRD}$, $\overline{ERD}$, $\overline{GRD}$	Sink Current, Relay to V_{DD}	I_{OL}	100			mA	V_{OL} = 0.35V
		Clamp Diode Current	I_{CD}	510			mA	
5	NS, LRC, ERC, $\overline{GRC}$	Low Level Input Voltage	V_{IL}			0.8	V	
		High Level Input Voltage	V_{IH}	2.0			V	
6		High Level Input Current	I_{IH}		1		µA	V_{IH}= 5.0V
		Low Level Input Current	I_{IL}		1		µA	

† DC Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
* Typical figures are at 25°C with nominal ±5V supplies and are for design use only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

be obtained by connecting GRX0 to GRX1 and GTX0 to GTX1. In addition, a Receive Gain of +6dB and Transmit Gain of +6dB can be obtained by not connecting resistors RRX and RTX. For correct gain programming, the MH88632's TIP-RING impedance (Zin) must match the line termination impedance. For optimum performance, resistor RRX should be physically located as close as possible to the GRX1 input pin.

ANI (Automatic Number Identification)

ANI provides the called party with calling party telephone number identification. The central office utilizes the voice path of a regular loop-start telephone line when the COIC (subscriber's terminal) is in the on-hook state. The central office sends the ANI information (data transmission typically of an FSK signal of 1200Hz and 2200Hz) typically 600ms after the first ringing burst.

- The COIC outputs this FSK signal at the TX output.

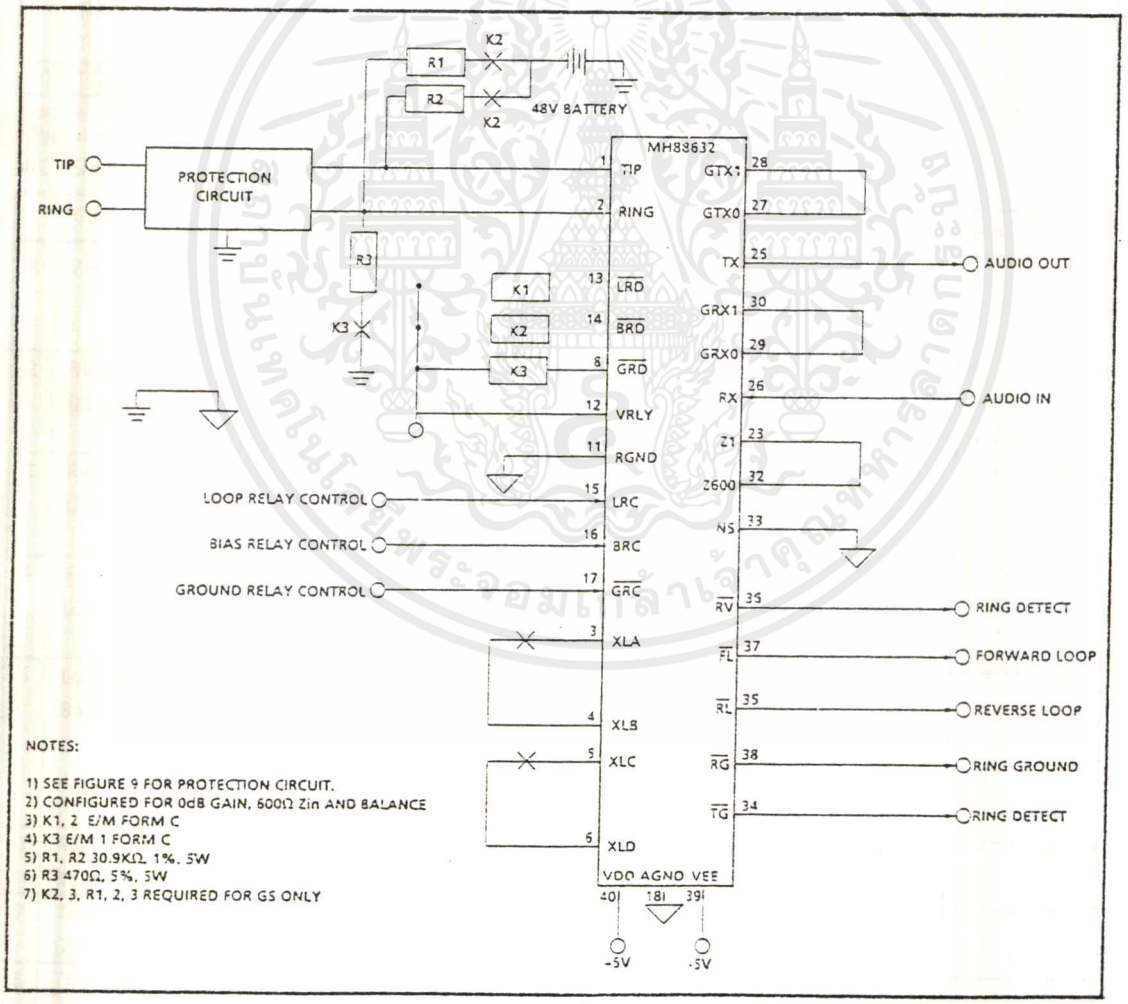


Figure 8 - Typical LS-GS Application Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics†

	Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Test Conditions
10	Transhybrid Loss	THL	18			dB	200-3400 Hz
	(Zin = 600Ω ,Ref = Net = AT&T)		21			dB	500-2500 Hz
11	Input Impedance at RX			10		kΩ	
12	Output Impedance at TX			5		Ω	
13	Transmit Gain, (TX/2-Wire):						Input 0.5V
	Default Gain (0dB) ②③		-0.2		0.2	dB	1 kHz
	Programmable Range		-12		6	dB	1 kHz
	Frequency Response Gain ②④		-1.3		-0.1	dB	200 Hz
	(relative to gain at 1 kHz)		-0.3		0.1	dB	300 Hz
			-0.3		0.1	dB	3000 Hz
			-0.7		0.1	dB	3400 Hz
14	Receive Gain, (2-Wire/RX):						Input 0.5V
	Default Gain (0dB) ②③		-0.2		0.2	dB	1 kHz
	Programmable Range		-12		6	dB	1 kHz
	Frequency Response Gain ②④		-1.3		-0.1	dB	200 Hz
	(relative to gain at 1 kHz)		-0.3		0.1	dB	300 Hz
			-0.3		0.1	dB	3000 Hz
			-0.7		0.1	dB	3400 Hz
15	Signal Output Overload Level						%THD ≤5%
	at 2-Wire		4.0			dBm	Ref 600Ω
	at TX		4.0			dBm	Ref 600Ω
16	Total Harmonic Distortion	THD					Input 0.5V, 1 kHz
	at 2-Wire			1.0		%	
	at TX			1.0		%	
17	Idle Channel Noise	Nc					
	at 2-Wire				13	dBrnC	
	at TX				13		
18	Power Supply Rejection Ratio	PSRR					RippleO.1V, 1 kHz
	at 2-Wire and TX V_{DD}		20	30		dB	
	V_{EE}		20	30		dB	
19	On-Hook Transmit Gain,						Input 0.5V
	(TX/2-Wire):						
	Default Gain (0dB)		-1		1	dB	1 kHz
	Programmable Range		-12		6	dB	1 kHz
	On-Hook Frequency Response		-3		1	dB	200 Hz
	Gain (relative to gain at 1kHz)		-1		1	dB	3400 Hz

† AC Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
* Typical figures are at 25°C with nominal ± 5V supplies and are for design aid only.
‡ Impedance set by external network or 600Ω or 900Ω default.
② External network for test purposes consists of 2200Ω + 820Ω ‖ 11.5nF between pins Z1 and Z2, the equivalent Zin has 1/10th the impedance and is equivalent to 220Ω + 820Ω ‖ 115nF.
③ Test condition uses a Zin value of 600Ω, 900Ω and the above external network.
④ Test condition uses both the off-hook state (LRC = +5VDC) and the on-hook state (LRC =AGND).

NOTES:
Test conditions use a transmit and receive gain set to OdB default and a Zin value of 6coΩ unless otherwise stated.
Test conditions use the off-hook state (LRC = + 5VDC) unless otherwise stated.
"Ref" indicates reference impedance which is equivalent to the termination impedance.
"Net" indicates network balance impedance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tables 1 & 2: Transmit and Receive Gain Programming

Transmit Gain (dB)	RTX Resistor Value (Ω)	Notes
+6.0	No Resistor	
+4.0	38.3k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel A-law codec (ie MT8965)
+3.7	32.4k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel μ-law codec (ie MT8964)
0.0	GTX0 to GTX1	
-3.0	5.49k	
-6.0	3.32k	
-12.0	1.43k	
Receive Gain (dB)	**RRX 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 (ie MT8965)
-4.0	4.64k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel μ-law codec (ie MT8964)
-6.0	3.32k	
-12.0	1.43k	

Note 1: See Figures 3 and 4 for additional details.
Note 2: Overall gain refers to the receive path of PCM to 2-Wire, and transmit path of 2-Wire to PCM.

Table 3: 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 1: NA indicates high impedance (10kΩ) connection to this pin does not affect the resulting network balance.
Note 2: See Figures 4 and 5 for Application Circuits.

Table 4: Network Balance Settings

NS (Input)	N2	N1	NATT	Resulting network balance (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

Note 1: NA indicates high impedance (10kΩ) connection to this pin does not affect the resulting network balance.
Note 2: Low indicates Logic Low.
Note 3: See Figures 6 and 7 for Application Circuits.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5: Loop Battery and Current Status Outputs

Loop Status	Loop Condition	LRC (Input)	$\overline{FL}$ (Output)	$\overline{RL}$ (Output)
Forward Battery	VT-VR >40V	Low	Low	High
Forward Current	VT-VR >3.4V	High	Low	High
Reverse Battery	VR-VT >40V	Low	High	Low
Forward Current	VR-VT >3.4V	High	High	Low
No Battery	|VT-VR| <30V	Low	High	High
No Current	|VT-VR| <1.0V	High	High	High
Not Valid	No Condition	High or Low	Low	Low

Note 1: VT - VR = Differential voltage from TIP to RING VR - VT = Differential voltage from RING to TIP.
Note 2: Low indicates logic Low. High indicates logic High.
Note 3: See Figures 8 & 10 for Application Circuits.

Table 6: Loop Ground Status Outputs

Loop Status	Loop Condition	$\overline{RG}$ (Output)	$\overline{TG}$ (Output)
Ring and Tip Open	VT-VG <-14V VR-VG <-14V	High	High
Ring Ground and Tip Open	VR-VG >-12V VT-VG <-14V	Low	High
Tip Ground and Ring Open	VT-VG >-12V VR-VG <-14V	High	Low
Ring and Tip Ground	VR-VG >-12V VT-VG >-12V	Low	Low

Note 1: VT - VG = Differential voltage from TIP to AGND VR - VG = Differential voltage from RING to AGND.
NOTE 2: A > - 8 indicates that "A" is less negative than "-8". A < - 8 indicates that "A" is more negative than "-8".
Note 2: Low indicates logic Low. High indicates logic High.
Note 3: See Figures 8 for Application Circuits.

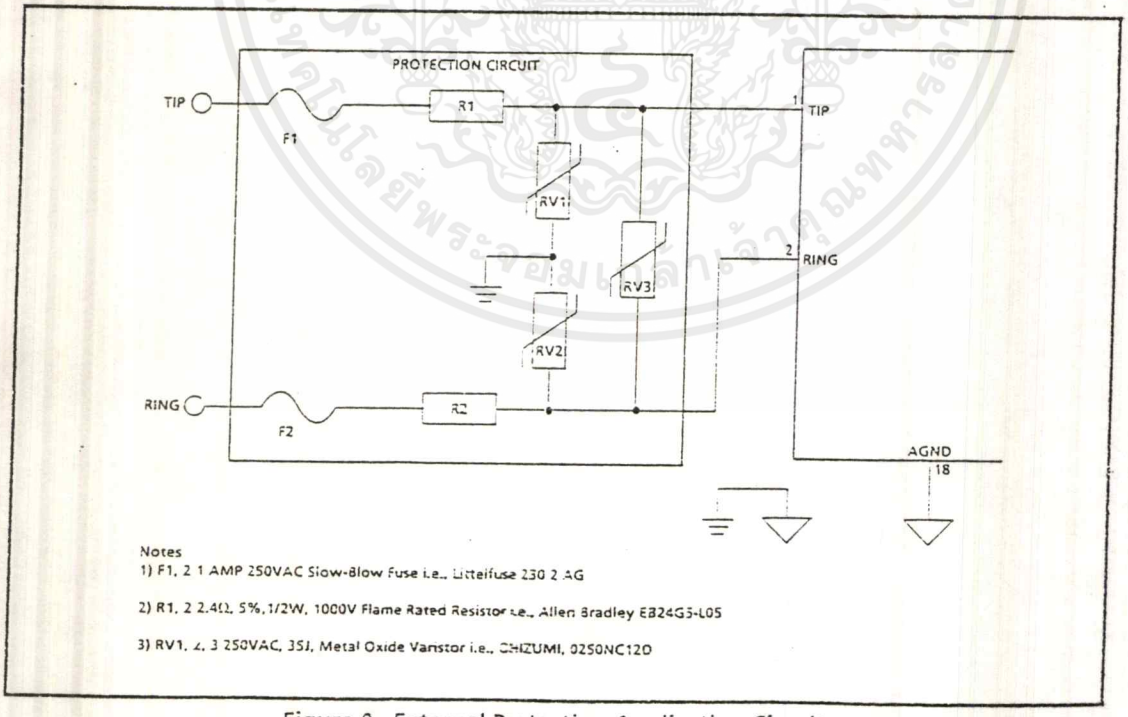


Figure 9 - External Protection Application Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

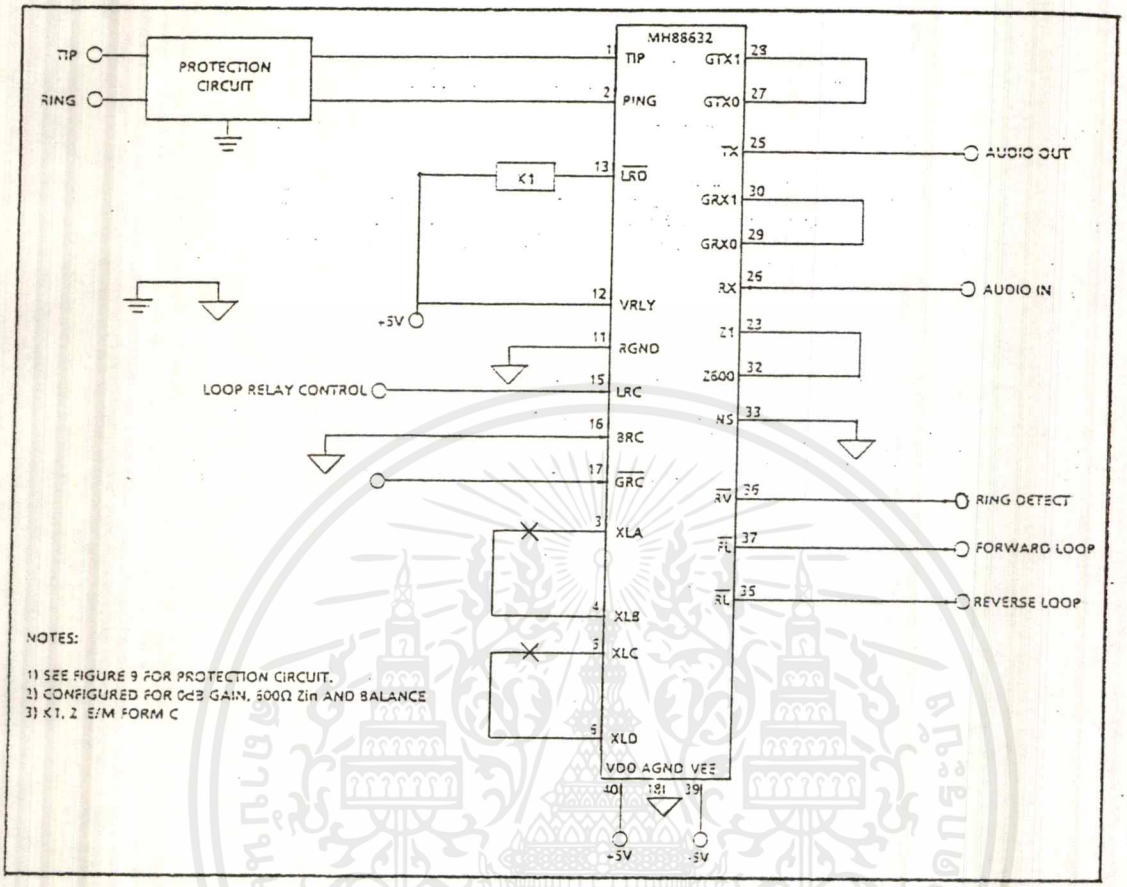


Figure 10 - Typical LS Application Circuit

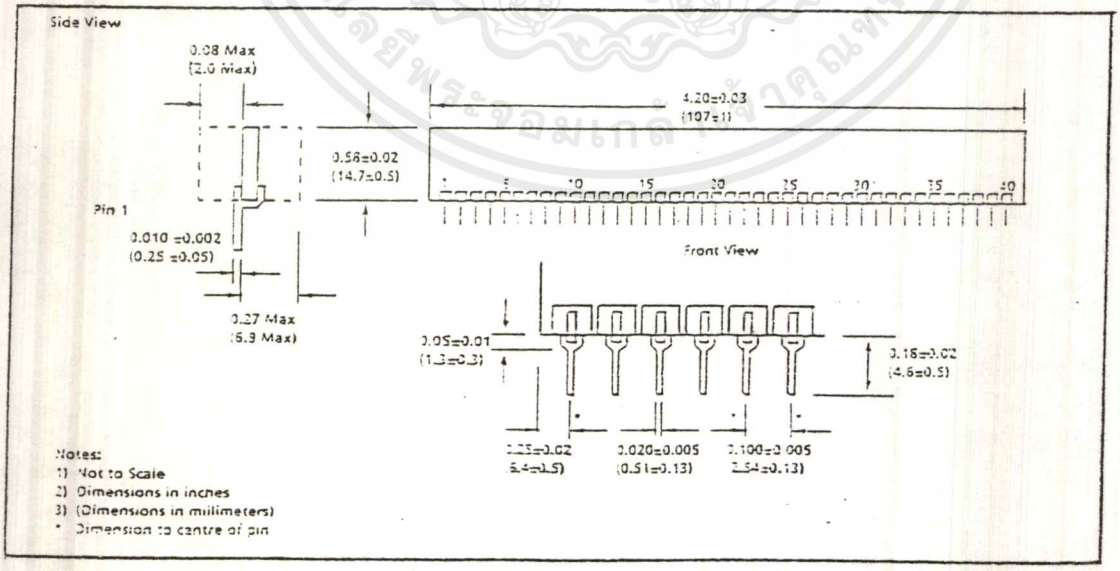


Figure 11 - Mechanical Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผศ . ปราโมทย์ วาดเขียน อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

ผศ . สมยศ จุณณะปิยะ ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับรายละเอียดของพอร์ทของคอมพิวเตอร์

คุณทรงชัย เปรมประสบโชค ที่ช่วยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมด้วย Delphi และภาษา Pascal รวมทั้งเอื้อเฟื้อโปรแกรมต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์กับโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] จิติ หนูแก้ว " เทคนิคการเชื่อมต่อ IBM PC " บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

[2] " วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ " คอลัมน์ไอซีน่าสน ตอน MT 8870 บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

[3] Andrew Wozniewicz with Namir Shammar " Teach Yourself Borland Delphi in 21 days " SAMS Publishing

[4] " Delphi User ' s Guide " Borland International , Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้