

ระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
AUTOMATIC TELEPHONE GRADE INFORMATION SYSTEM



โดย
นายไพโรจน์ ชาญรัตน์
นายไพโรจน์ ธารังธัญวงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 37133
วัน, เดือน, ปี: 4 ก.ย. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
AUTOMATIC TELEPHONE GRADE INFORMATION SYSTEM



โดย

นายไพโรสัณฑ์ ชาธิรัตน์ 39014378

นายไพโรจน์ ชำรงชัยวงศ์ 39014379

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. สมยศ จุณณะปิยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2542

ภาควิชาโทรคมนาคม

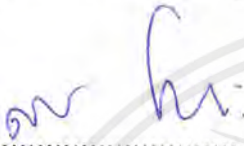
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC TELEPHONE GRADE INFORMATION SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายไพโรจน์ ชาติรัตน์ 39014378
2. นายไพโรจน์ ชำรงชัยวงศ์ 39014379


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ. สมยศ จุณณะปิยะ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC TELEPHONE GRADE INFORMATION
SYSTEM

โดย นายไพโรจน์ ชาติรัตน์ 39014378

นายไพโรจน์ ชำรงชัยวงศ์ 39014379

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. สมยศ จุณณะปิยะ

บทคัดย่อ

โครงการระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนในส่วนแรกเป็นส่วนของฮาร์ดแวร์ โดยจะประกอบวงจรที่จำเป็นในการทำงานต่างๆบนการ์ด ซึ่งสามารถนำไปประกอบเข้ากับเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์ได้ทันที อีกส่วนเป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานต่างๆ ฐานข้อมูลของเสียงที่ใช้ และการแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์

ABSTRACT

This project, Automatic Telephone Grade Information System, can be divided into two parts. One is hardware that composed all necessarily circuits in one card, which can connect with computer's mainboard easily. The other part is the program that control all circuit parts, file database, and monitor display.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	2
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	2
2.1.1 ระบบโทรศัพท์แบบหมุน	3
2.1.2 ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม	4
2.2 สัญญาณการติดต่อระหว่างเครื่องรับกับชุมสายโทรศัพท์	4
2.2.1 สัญญาณที่ส่งจากเครื่องรับโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์	4
2.2.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์	4
2.3 รายละเอียดเกี่ยวกับบัสของพีซีตามมาตรฐานของไอบีเอ็ม/พีซี (IBM/PC)	5
2.4 การจัดแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำและพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต (I/O PORT)	7
2.4.1 การอ้างแอดเดรสของพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต	7
2.4.2 การใช้งานแอดเดรสในพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต ของไอบีเอ็ม/พีซี	8
2.5 เทคนิคการใช้ 8255 เป็นพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต	10
2.6 ไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (Integrated DTMF Receiver)	11
2.6.1 ภาคกรองสัญญาณความถี่ (Filter Section)	12
2.6.2 ภาคถอดรหัส (Decoder Section)	12
2.6.3 ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)	13
2.6.4 ภาคขยายสัญญาณดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Input)	14
2.6.5 ภาคกำเนิดความถี่	15
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	16
3.1 การทำงานโดยรวม	16
3.2 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	18
3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	19
3.4 วงจรตรวจจับการวางหู	19
3.5 การออกแบบการ์ดอินเตอร์เฟส	21
3.6 วงจรส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์	22
3.7 วงจรรวมของระบบสอบถามข้อมูลทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	23
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	24
4.1 การทดลองที่ 1 ตรวจสอบการทำงานของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	24
4.2 การทดลองที่ 2 ตรวจสอบการทำงานของวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	25
4.3 การทดลองที่ 3 ตรวจสอบการทำงานของวงจรตรวจจับการวางหู	26
4.4 การทดลองที่ 4 การทดสอบการ์ดอินเตอร์เฟส	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองที่ 5 วงจรส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สาย โทรศัพท์
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป
ภาคผนวก
กิตติกรรมประกาศ
หนังสืออ้างอิง

28

30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงโลคอลลูป	2
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของไฟกระแสดตรงและกระแสสลับ	3
รูปที่ 2.3 แสดงการหมุนหมายเลข 3	3
รูปที่ 2.4 แสดงค่าความถี่ของโทรศัพท์ชนิดคอปุ่ม	4
รูปที่ 2.5 แสดงสัญญาณของบีตของพีซีตามมาตรฐานของไอบีเอ็ม/พีซี	5
รูปที่ 2.6 แสดงผังโครงสร้างของไอซี 8255	10
รูปที่ 2.7 แสดงการจัดขาและผังวงจรภายใน ไอซี 8255	11
รูปที่ 2.8 แสดงรายละเอียดขาของไอซี MT8870	12
รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในของไอซี MT8870	12
รูปที่ 2.10 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่	13
รูปที่ 2.11 แสดงแผนภูมิเวลาของ MT8870	13
รูปที่ 2.12 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณและการกำหนดเวลาการ์ดใหม่พร้อมวิธีคำนวณ	14
รูปที่ 2.13 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต	14
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานโดยรวม	16
รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรม	17
รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	18
รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	19
รูปที่ 3.5 ไดอะแกรมของไอซีเบอร์ LM567	20
รูปที่ 3.6 วงจรตรวจจับการวางหูโทรศัพท์	20
รูปที่ 3.7 วงจรอินเตอร์เฟส	22
รูปที่ 3.8 วงจรส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์	23
รูปที่ 3.9 การ์ดวงจรระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	23
รูปที่ 4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	24
รูปที่ 4.2 อินพุตและเอาต์พุตของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	24
รูปที่ 4.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	25
รูปที่ 4.4 ลักษณะสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของ MT8870	26
รูปที่ 4.5 วงจรตรวจจับการวางหู	26
รูปที่ 4.6 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของ LM567	27
รูปที่ 4.7 วงจรทดสอบการอินเตอร์เฟส	28
รูปที่ 4.8 วงจรส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์	29
รูปที่ 4.9 แสดงอินพุตของสัญญาณรูปไซน์และเอาต์พุตที่ได้	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การแสดงแอดเดรสพอร์ตและการใช้งานของไอบีเอ็ม/พีซี	9
ตารางที่ 3.1 แสดงการดีโค้ดแอดเดรสที่พอร์ต 27CH-27FH	21
ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะการติดตั้งของ LED	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารและไมโครคอมพิวเตอร์มีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมาก และมีส่วนสำคัญในการดำรงชีวิตสมัยใหม่ทุกวันนี้ โทรศัพท์จัดเป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดหนึ่งที่มีความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะความสะดวก และรวดเร็ว เช่นเดียวกับไมโครคอมพิวเตอร์ที่กำลังเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในสำนักงาน และกำลังแทรกเข้าสู่ครัวเรือนเสมือนกับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จึงมีแนวความคิดในการเชื่อมต่อทั้งสองระบบเข้าด้วยกัน เพื่อสามารถใช้ประโยชน์จากประสิทธิภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ และโครงข่ายสื่อสารที่กว้างขวางของระบบโทรศัพท์ในการนำมาประยุกต์เพื่อเพิ่มความสะดวกหรือขยายประสิทธิภาพในการสื่อสาร ในการรวมระบบทั้งสองเข้าด้วยกันนั้น ต้องมีอุปกรณ์ซึ่งเชื่อมต่อทั้งสองระบบเข้าด้วยกัน

ระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติก็เป็นอีกแนวคิดหนึ่งในการอำนวยความสะดวกแก่การใช้งาน โดยไม่ต้องมีคนมาคอยนั่งรับโทรศัพท์และคอยตอบว่านักศึกษาคนไหนได้เกรดอะไร อีกทั้งยังสามารถทำงานได้ตลอดเวลานับว่าเป็นการอำนวยความสะดวกอย่างยิ่ง

การนำเอาระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติไปประยุกต์ใช้ในงานด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการให้ข้อมูลข่าวสารที่เป็นเสียงผ่านทางสายโทรศัพท์นั้นก็สมารถทำได้ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับตัวโปรแกรมว่าจะเขียนให้ระบบนี้ทำงานอะไรซึ่งก็แล้วแต่จุดประสงค์ของการใช้งานนั้นๆ

บทที่ 2

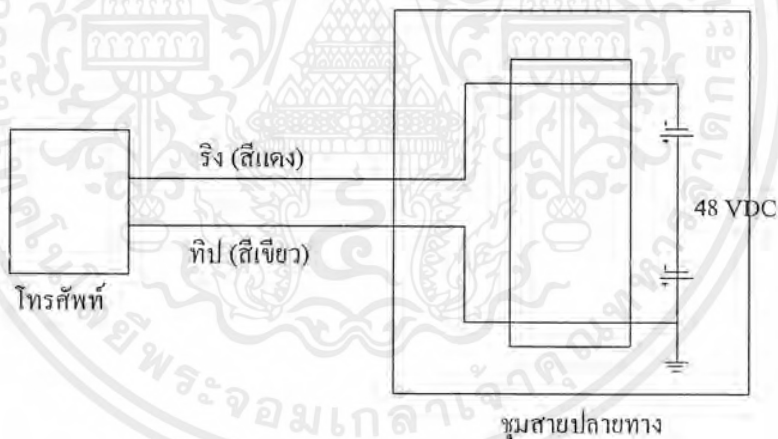
ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์

โทรศัพท์ถือกำเนิดขึ้นโดยการคิดค้นของอเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบลล์ โทรศัพท์ระบบแรกที่เกิดขึ้นคือ ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์ (pulse) การเรียกหมายเลขต่าง ๆ จะใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวกำเนิดทั้งสิ้น เช่น เลข 1 ก็คือสัญญาณพัลส์ 1 ลูก เลข 9 คือสัญญาณพัลส์ 9 ลูก เป็นต้น

ในปัจจุบัน โทรศัพท์จัดเป็นอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้สะดวกรวดเร็ว ให้ข่าวสารได้ชัดเจน รวมถึงค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนักจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยมีองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยเป็นผู้ให้บริการด้านชุมสายและจ่ายเลขหมาย เครื่องรับโทรศัพท์นั้นปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือระบบกดปุ่ม และระบบหมุน ส่วนระบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดและได้นำมาใช้กับระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติที่ทำงานนี้ก็คือระบบกดปุ่ม (DTMF)

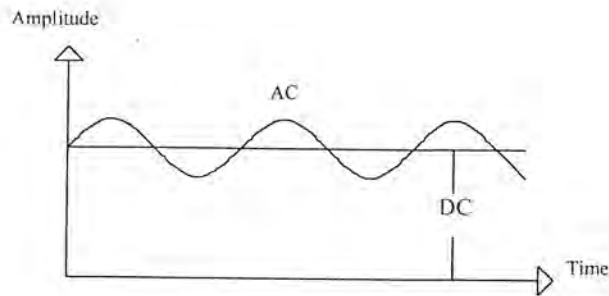
Local Loop : ความหมายของ Local Loop จากชุมสายโทรศัพท์ คือจะมีสายสัญญาณ 2 สายเชื่อมต่อจากเครื่องโทรศัพท์ไปยังชุมสายปลายทางและมีค่าอิมพีแดนซ์ของสายเองประมาณ 500-1000 โอห์ม แต่ค่าที่ใช้ทั่วไปคือ 600 โอห์ม ในชุมสายปลายทางจะมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟรวม 48 โวลต์ ให้แต่ละรูปของผู้ใช้โทรศัพท์ สลวดตัวนำสองเส้นในรูปมีชื่อว่า ทิป (Tip) และริง (ring) โดยทิปจะต่อกับกราวด์ ส่วนริงจะต่อกับสัญญาณไฟ -48 V(DC) ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงโลคอลลูป

เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์มีผลทำให้ฮุกสวิตช์ปิดลง (Hook off) จากนั้นกระแสไฟตรง DC ขนาด 20 มิลลิแอมป์ ไหลวนอยู่ในรูป ซึ่งสถานะยกหูโทรศัพท์นี้ ระดับแรงดันไฟฟ้าระหว่างริงกับทิป มีค่าลดลงเหลือประมาณ 4 โวลต์

สัญญาณเสียงพูดจากเครื่องโทรศัพท์ถูกส่งไปในทิศทางหนึ่งนในรูป โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยภายในกระแสรูป (20 mA) ซึ่งเกิดจากสัญญาณ AC ทับบนกระแสรูป DC ดังรูปที่ 2.2



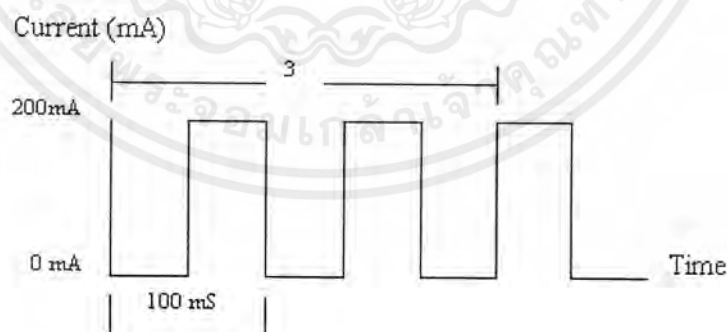
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของไฟกระแสตรงและกระแสสลับ

เครื่องโทรศัพท์จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางแห่งหนึ่งทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้ใช้ โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปในสายและในทางกลับกันก็เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากลับมาเป็นสัญญาณเสียง ส่วนประกอบหลักของเครื่องโทรศัพท์ แบ่งได้ 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนรับ-ส่งสัญญาณเสียงพูด
2. ส่วนกำเนิดสัญญาณ เลขหมายของผู้เรียก
3. ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจากชุมสาย (Ringing Tone)

2.1.1 ระบบโทรศัพท์แบบหมุน (Rotary dial)

โทรศัพท์แบบนี้ สร้างสัญญาณจากกระแสสลับโดยต่อเข้ากับอุปกรณ์สวิตช์ ทำหน้าที่ “เปิด” และ “ปิด” เข้ากับกลไกการหมุนหมายเลขในเครื่อง ทำให้กระแสพัลส์ตอบสนองเข้ากับหมายเลขที่หมุนดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงการหมุนหมายเลข 3

จากรูปช่วงพัลส์แต่ละลูกจะมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวินาที และจากการใช้มือหมุนพบว่า ช่วงเวลาการหมุนแต่ละเลขมีค่าประมาณ 0.5 – 3 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม (Touch Tone)

โทรศัพท์ชนิดนี้สร้างสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multiple Frequency) ในการส่งเลขหมายโดยการกดแต่ละเลขหมายบนหน้าปัดโทรศัพท์ จากการกดแต่ละปุ่มจะมีสองความถี่ส่งออกไปพร้อมกัน โดยความถี่แต่ละคู่ออกไปจะมีค่าประมาณ 40 มิลลิวินาที และช่วงเวลาระหว่างเลขหมายมีค่า 60 มิลลิวินาที เป็นอย่างต่ำ โทรศัพท์แบบกดปุ่มจึงทำงานเร็วกว่าแบบหมุนอยู่ประมาณ 10 เท่า

697 Hz	1	2	3
770 Hz	4	5	6
852 Hz	7	8	9
941 Hz	*	0	#
	1209 Hz	1336 Hz	1447 Hz

รูปที่ 2.4 แสดงค่าความถี่ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม

2.2 สัญญาณการติดต่อระหว่างเครื่องรับกับชุมสายโทรศัพท์

สัญญาณที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์กับชุมสายโทรศัพท์มี 2 ชนิด คือ สัญญาณ Loop Line, Open Line เรียกว่า Line Signaling และสัญญาณความถี่ต่าง ๆ เช่น การส่งเลขหมาย เป็นต้น เรียกว่า Register Signaling

2.2.1 สัญญาณที่ส่งจากเครื่องรับโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์

ก. **On Hook** หมายถึง สภาพที่ผู้เช่าวงหุโทรศัพท์หรือสภาพว่าง (Idle) ลักษณะของวงจรจะเป็น Open Loop

ข. **Off Hook** หมายถึง สภาพที่ผู้เช่าวงหุ สายจะมีสภาพ Closed Loop

ค. **Dialing** หมายถึง ผู้เช่าทำการหมุนเลขหมาย เครื่องแบบหมุนจะส่งเลขหมายออกไปเป็นพัลส์เครื่องแบบกดปุ่มจะส่งเลขหมายออกไปเป็นความถี่ผสม DTMF

2.2.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

ก. **Dialing Tone** เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่าขณะนี้อุปกรณ์ชุมสายพร้อมที่จะรับเลขหมายของเครื่องรับปลายทางจากผู้เรียกแล้วให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายได้ สัญญาณ Dial Tone นี้เป็นสัญญาณต่อเนื่อง มีความถี่ 400-425 เฮิรตซ์

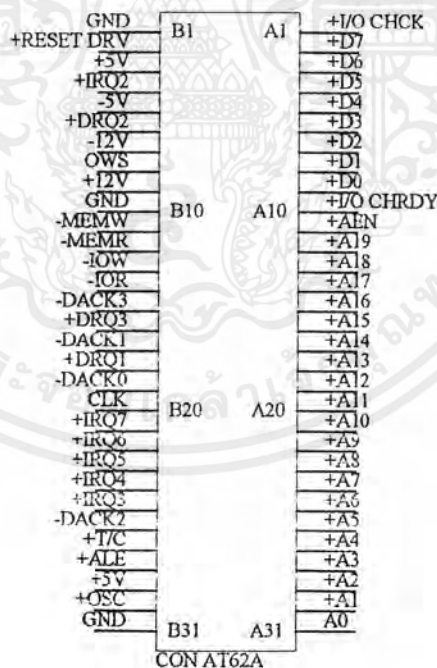
ข. **Busy Tone** เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ไม่ว่าง เช่น ถ้าผู้เช่ายกหูแล้วได้ยินเสียงนี้แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนหมายเลขไปแล้วแสดงว่าเครื่องรับปลายทางไม่ว่าง หรืออุปกรณ์สำหรับต่อออกไปยังชุมสายอื่นไม่ว่าง สัญญาณที่ชุมสายส่งมาเป็นสัญญาณขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ตามความถี่ของสัญญาณ 425 เฮิรตซ์ รูปไซน์ (Sine wave)

ค. **Ring Back Tone** เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ผู้เรียกทราบว่า การติดต่อกระทำสำเร็จแล้ว ขณะนี้ชุมสายได้ส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังผู้ถูกเรียกแล้ว สัญญาณนี้ใช้ความถี่ 425 เฮิรตซ์ รูปไซน์ โดยส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

ง. **Ringing Signal** หรือสัญญาณเรียก เป็นสัญญาณที่ส่งไปยังเครื่องผู้ถูกเรียก ซึ่งจะได้ยินเป็นเสียงกระดิ่งหรือโทนขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้ สัญญาณเป็นรูปไซน์ มีความถี่ 425 เฮิรตซ์ ค่า แรงดันประมาณ 70-90 Vrms ช่วงของการส่งเช่นเดียวกับ Ring Back Tone คือ ส่งสัญญาณ 1 วินาที หยุด 4 วินาที

จ. **Nu Tone (Number Unobtainable Tone)** เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าเลขหมายส่งมานี้ไม่มีในระบบหรือไม่อนุญาตให้เรียกเข้า

2.3 รายละเอียดเกี่ยวกับบัสของพีซีตามมาตรฐานของไอบีเอ็ม/พีซี (IBM/PC)



รูปที่ 2.5 แสดงสัญญาณของบัสของพีซีตามมาตรฐานของไอบีเอ็ม/พีซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SA0 – SA9 (อินพุต / เอาต์พุต) เป็นแอดเดรสของระบบที่ใช้ติดต่อกับหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุต / เอาต์พุต สายสัญญาณนี้จะต่อกับหน่วยความจำได้ 1 MB แต่ถ้าต้องการเชื่อมขยายแอดเดรสจะต้องใช้สายแอดเดรส LA 17 – LA23 การใช้สัญญาณ SA0 – SA19 จะต้องแอดที่พินขณะที่สัญญาณ BALE เป็น “1” และจะแลตช์ไปใช้ในขณะเปลี่ยนจาก “1” ไป “0” สัญญาณ BALE เป็นสัญญาณที่มาจากไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) หรือ ดีเอ็มเอคอนโทรลเลอร์ (DMA Controller)

CLK (เอาต์พุต) เป็นสัญญาณนาฬิกา (Clock) ของระบบ ในกรณีที่ไอบีเอ็มที่จะส่งสัญญาณนี้เป็นสัญญาณขนาด 6 MHz โดยมีช่วงเวลาประมาณ 167 นาโนวินาที สัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยมมีดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) 50 เปอร์เซ็นต์ สัญญาณนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการซิงโครไนส์ (Synchronous) ระบบ มิได้มีจุดมุ่งหมายสำหรับใช้เป็นฐานเวลา

RESET DRV (เอาต์พุต) สัญญาณนี้ใช้สำหรับรีเซ็ตระบบในขณะที่เปิดเครื่อง หรือขณะที่แหล่งจ่ายไฟขาด หรือ ไฟตก สัญญาณนี้จะแอดที่พินเมื่อ ลอจิกเป็น “1”

SD0 – SD7 (อินพุต / เอาต์พุต) เป็นสัญญาณข้อมูลขนาด 8 บิต ที่ใช้ติดต่อกับหน่วยความจำไมโครโปรเซสเซอร์ และอุปกรณ์อินพุต / เอาต์พุต บิต D0 เป็นบิตที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด

BALE (เอาต์พุต) เป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับการแลตช์ (Latch) แอดเดรสของระบบ สัญญาณนี้จะมาจาก 82288 ตัวควบคุมบัสสัญญาณที่จะแลตช์แอดเดรสเมื่อเปลี่ยนจาก “1” เป็น “0” และ สัญญาณนี้จะได้รับการทำให้เป็น “1” ขณะที่กำลังทำ ดีเอ็มเอ (DMA)

I/O CHK (อินพุต) สัญญาณตรวจสอบของอินพุต / เอาต์พุต เพื่อบอกข้อมูลกับระบบ เช่นเดียวกับการตรวจสอบพาริตี (Parity) ดังนั้นถ้าอินพุต / เอาต์พุตมีข้อผิดพลาด สัญญาณนี้จะแอดที่พินเพื่อให้ส่งสัญญาณเตือนในลักษณะพาริตีเออริเออร์ (Parity Error)

I/O CHRDY (อินพุต) สัญญาณนี้จะได้รับการทำให้เป็น “0” ด้วยหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต การใช้สัญญาณนี้ก็เพื่อให้อุปกรณ์อินพุต / เอาต์พุตที่เข้าจะได้ติดต่อกับระบบด้วยการส่งสัญญาณมายัง ซีพียู (CPU) เพื่อซิงโครไนส์ระบบได้

IRQ3 – IRQ7 (อินพุต) เป็นสัญญาณอินเตอร์รัพต์ (Interrupt)

IOR (อินพุต / เอาต์พุต) เป็นสัญญาณที่ส่งมาจากซีพียู การควบคุมสัญญาณนี้มาจาก 80286 และ ดีเอ็มเอ คอนโทรลเลอร์ สัญญาณนี้แอดที่พิน “0”

SMEMR (เอาต์พุต) MEMR (อินพุต / เอาต์พุต) สัญญาณนี้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลแอดเดรสส่วนล่าง ส่วน MEMR นี้แอดที่พินกับหน่วยความจำได้หมด 16 MB

DRQ0 – DRQ3 (อินพุต) สัญญาณการขอดีเอ็มเอแชนแนล 0-3 โดยสัญญาณนี้จะมาจากอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต

AEN (เอาต์พุต) เป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับการแยกบัสแอดเดรสในการทำดีเอ็มเอ เมื่อสัญญาณนี้แอดที่พิน แสดงว่าดีเอ็มเอ คอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานแอดเดรสแทนซีพียู

REFRESH (อินพุต / เอาต์พุต) เป็นสัญญาณที่ใช้ในการแสดงสัญญาณรีเฟรชไซเคิล สัญญาณนี้ส่งมาจากไมโครโปรเซสเซอร์ผ่านทางช่องอินพุต / เอาต์พุต

T/C (เอาต์พุต) เป็นสัญญาณพัลส์เมื่อดีเอ็มเอเอนับจำนวนมาครบตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEM CS16 (อินพุต) สัญญาณนี้ส่งมาบอก ถ้าหากการถ่ายเทข้อมูลต้องการสถานะรอ

IO CS16 (อินพุต) สัญญาณนี้เป็นตัวส่งมาบอกว่าอินพุต / เอาท์พุต ต้องการสถานะรอ

OSC (เอาท์พุต) สัญญาณนาฬิกา 70 นาโนวินาที หรือ ประมาณ 14.31818 MHz

OVS (อินพุต) เป็นสัญญาณที่จะบอกซีพียูว่าการทำงานหนึ่งรอบของบัสไม่จำเป็นต้องแทรกสถานะรอ

2.4 การจัดแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำและพอร์ต อินพุต/เอาท์พุต (I/O PORT)

2.4.1. การอ้างแอดเดรสของพอร์ต อินพุต/เอาท์พุต

ในการควบคุมการตรวจสอบสถานะการทำงาน รวมทั้งการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เป็นชิพพอร์ตหรือการ์ดต่างๆ ที่ใช้ในระบบของไอบีเอ็ม/พีซีนั้น จะกระทำโดยผ่านทางพอร์ต อินพุต/เอาท์พุตของระบบด้วย และเนื่องจากการควบคุมหรือติดต่อกับพอร์ตเหล่านี้ต้องกระทำโดยการอ้างถึงแอดเดรสของพอร์ต อินพุต/เอาท์พุต เหล่านี้โดยตรง เราจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงหลักการอ้างแอดเดรสของ 8088 ในเครื่องพีซี ด้วย

สำหรับแอดเดรสของพอร์ต อินพุต/เอาท์พุต นั้นจะเป็นแอดเดรสที่สร้างขึ้นโดย 8088 ซึ่งแอดเดรสเหล่านี้เป็นแอดเดรสที่จัดไว้สำหรับพอร์ต อินพุต/เอาท์พุต โดยเฉพาะ คือแยกจากแอดเดรสของหน่วยจำโดยเด็ดขาด ส่วนการส่งข้อมูลให้กับพอร์ตเหล่านี้ต้องกระทำโดยการใช้คำสั่ง OUT ของ 8088 ส่งข้อมูลนั้นไปยังแอดเดรสของพอร์ตที่ต้องการ และสำหรับการตรวจสอบหรือการอ่านข้อมูลจากพอร์ตก็จะทำได้โดยการใช้คำสั่ง IN ของ 8088 อ่านข้อมูลจากแอดเดรสของพอร์ตที่ต้องการเช่นกัน

ภายในไมโครโปรเซสเซอร์ 8088 จะมีแอดเดรสสำหรับการใช้พอร์ต อินพุต/เอาท์พุต อยู่ทั้งสิ้น 65,536 แอดเดรส ซึ่งทำให้การอ้างแอดเดรสของพอร์ต อินพุต/เอาท์พุต ที่ทำงานร่วมกับ 80288 นั้น ต้องใช้จำนวนเส้นแอดเดรสในบัสแอดเดรสทั้งสิ้น 16 เส้น แต่สำหรับในไอบีเอ็ม/พีซี นี้ถูกออกแบบมาให้ใช้แอดเดรสเฉพาะ 10 เส้นล่าง คือ A0-A9 เท่านั้น ดังนั้นในการอ้างถึงแอดเดรสของพอร์ตของอุปกรณ์หรือชิพพอร์ตใดๆ ที่ใช้ร่วมกับไอบีเอ็ม/พีซี จึงใช้จำนวนเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้นด้วย โดยเส้นแอดเดรสที่เหลือคือ A10-A15 นั้น จะไม่ถูกนำไปใช้งานแต่แอดเดรสบนเส้นแอดเดรสเหล่านี้ยังคงเปลี่ยนแปลงตามค่าแอดเดรสของพอร์ตที่กำหนดไว้ในคำสั่ง OUT หรือ IN อยู่ด้วย เพียงแต่ไม่ได้ถูกนำมาดีโค้ด (Decode) ร่วมกัน เช่น แอดเดรส 0010H นั้นจะให้ผลเหมือนกับการส่งข้อมูลไปยังพอร์ตที่ตรงกับแอดเดรส 0410H, 0810H, 0C10H, ทั้งนี้เนื่องจากแอดเดรส 6 บิตบนไม่ถูกนำมาใช้งานจึงทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าแอดเดรสบนเส้นแอดเดรส A0-A15 นั้น ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างใดๆ ขึ้น

เนื่องจากในไอบีเอ็ม/พีซี ได้ใช้งานเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้น ดังนั้นจึงสามารถที่จะอ้างแอดเดรสของพอร์ตได้สูงสุดเพียง 1024 เท่านั้น นอกจากนี้ในกรณีที่เป็นการอ่านข้อมูลจากพอร์ตของไอบีเอ็ม/พีซี ข้อมูลที่ A9 เป็น "0" แล้ว จะทำการอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ตของอุปกรณ์หรือชิพพอร์ตต่างๆ ที่อยู่บนเมนบอร์ด ของไอบีเอ็ม/พีซี เช่น 8253-5, 8237-5, 8259A เท่านั้น แต่ถ้าข้อมูลในบิต A9 นี้เป็น "1" ก็จะทำให้การอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ตที่อยู่บนการ์ด ต่างๆ เท่านั้น

พอร์ตบนไอบีเอ็ม/พีซี ทั้ง 1024 พอร์ต ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มแรกเป็นกลุ่มของพอร์ตที่อยู่บนเมนบอร์ด และกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่จัดเตรียมไว้สำหรับพอร์ตที่อยู่บนการ์ดต่างๆ

สำหรับในกรณีของการส่งข้อมูลให้กับพอร์ตทั้ง 1024 พอร์ต เราสามารถที่จะเลือกส่งไปยังพอร์ตใดๆ ในไอบีเอ็ม/พีซี ได้ ดังนั้นการเลือกแอดเดรสสำหรับพอร์ตที่อยู่บนการ์ดจึงสามารถทำได้โดยสะดวก แต่อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึงก็คือถ้าแอดเดรสที่เราเลือกให้กับพอร์ตนี้ตรงกับค่าแอดเดรสเดิมที่มีอยู่บนบอร์ด เมื่อเราทำการส่งข้อมูลให้กับพอร์ตที่อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสนี้ ก็จะเท่ากับเป็นการส่งข้อมูลให้กับพอร์ตที่อยู่บนเมนบอร์ดและพอร์ตที่อยู่บนการ์ดด้วย ซึ่งในกรณีเช่นนี้อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดขึ้นเช่นกัน ดังนั้นในการกำหนดค่าแอดเดรสที่ถูกสร้างขึ้นบนการ์ดต่างๆ จึงควรใช้ค่าแอดเดรสที่แอดเดรสบิต A9 มีค่าเป็น "1" คือ แอดเดรส 0FE00H จนถึง 0FFFFH เท่านั้น

2.4.2 การใช้งานแอดเดรสในพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต ของไอบีเอ็ม/พีซี

จากที่กล่าวมาแล้ว พอร์ต อินพุต/เอาต์พุต ทั้ง 1024 พอร์ตในไอบีเอ็ม/พีซี ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 512 พอร์ต สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการใช้งานพอร์ตต่างๆ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามที่ได้อธิบายไว้ตามที่ผ่านมามากนี้

1. ในกลุ่มแรกนี้เป็นของพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต ที่อยู่บนเมนบอร์ดของไอบีเอ็ม/พีซี ซึ่งจะมีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง 0000H จนถึง 01FF หรือแอดเดรสที่มีบิต A9 เป็น "0" นั่นเอง

สำหรับแอดเดรสของพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตในกลุ่มนี้จะถูกใช้ในการอ้างอิงแอดเดรสของชิพพีพพอร์ต และอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ต่างๆ บนเมนบอร์ดของไอบีเอ็ม/พีซี แต่ก็มีแอดเดรสที่ยังไม่ได้ถูกใช้งานคือที่ตำแหน่ง 00C0H จนถึงแอดเดรส 01FFH ถ้าในกรณีที่ต้องการใช้งานแอดเดรสช่วงนี้ก็สามารถที่จะใช้งานแอดเดรสเหล่านี้ได้ อย่างไรก็ตามแอดเดรสเหล่านี้ยังคงถูกคิดไว้ให้เป็นแอดเดรสที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจากพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต บนเมนบอร์ดเท่านั้น ดังนั้นการใช้ค่าแอดเดรส 00C0H-01FFH กับพอร์ตที่สร้างขึ้นนั้น ต้องเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพียงชนิดเดียวเท่านั้น กล่าวคือ จะทำการอ่านข้อมูลที่มีค่าแอดเดรสอยู่ในช่วง 00C0H-01FFH ไม่ได้

2. ในกลุ่ม 2 นี้จะเป็นกลุ่มของพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต ที่ถูกใช้งานบนการ์ดที่เสียบใช้งานบนสล็อตต่างๆ ของไอบีเอ็ม/พีซี สำหรับแอดเดรสของพอร์ตเหล่านี้จะเริ่มจากแอดเดรส 0200H จนถึง 03FFH ก็คือแอดเดรสที่มี บิต A9 เป็น "1" นั่นเอง

สำหรับการใช้งานแอดเดรสของพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต ทั้งสองกลุ่มนี้จะแสดงได้ตามตารางที่ 2.1 อย่างไรก็ตามการใช้งานแอดเดรสในกลุ่มนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานบนการ์ดต่างๆ ร่วมกับไอบีเอ็ม/พีซี โดยการ์ดที่ถูกออกแบบผลิตขึ้นใหม่นั้นอาจจะใช้ค่าแอดเดรสต่างๆ ที่เหลืออยู่นี้ได้ ดังนั้นก่อนที่จะทำการออกแบบวงจรอินเทอร์เฟซ (Interface) ที่จำเป็นต้องใช้แอดเดรสสำหรับพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต จึงควรตรวจสอบดูก่อนว่าการ์ดต่างๆ ที่ใช้อยู่ในระบบของไอบีเอ็ม/พีซี ที่เราใช้อยู่มีการ์ดใดบ้างและการ์ดเหล่านั้นใช้งานแอดเดรสใดบ้าง จากนั้นจึงทำการออกแบบวงจรอินเทอร์เฟซโดยเลือกใช้เฉพาะแอดเดรสที่ยังไม่ถูกใช้งาน

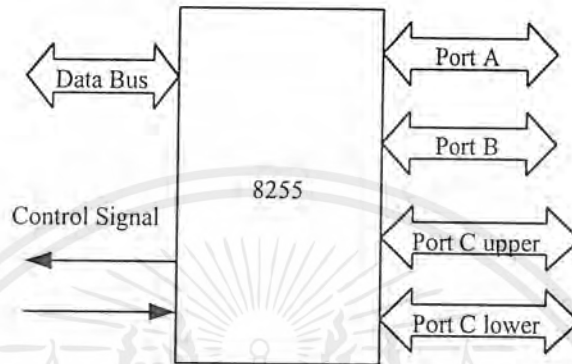
Number Port (Hex)	Type of Equipment
000 – 00F	DMA CONTROLLER 18237A – 5
020 – 03F	INTERRUPT CONTROLLER หมายเลข 18259A ตัวหลัก
040 – 05F	TM MER 8254 – 2
060 – 06F	8042 KEY BROAD
070 – 07F	CLOCKNMI – MOSRAM
080 - 09F	DMA PAGE REGESTER
0A0 – 0BF	INTERRUPT CONTROLLER 28259A
0C0 – 0DF	DMA CONTROLLER 28237A – 5
00	CLEAR MATH PROCESSOR
01	RESET MATH PROCESSOR
0F8 – 0FF	MATH PROCESSOR
1F0 – 1F8	HARD DISK
200 – 207	IO GAME
208 – 277	NOT USE
278 – 27F	PRINTER PORT NO 2
280 – 2F7	NOT USE
2F8 – 2FF	SERIAL PORT NO2
300 – 31F	PROTOTYE CARD
320 – 35F	NOT USE
360 – 36F	SPARE
370 – 377	NOT USE
378 – 37F	PRINTER PORT NO 1
380 – 38F	SDLC , BISO NC 2
390 - 3AF	NOT USE
3B0 – 3BF	MONOCHROM AND PRNTER
3C0 – 3CF	SPARE
3D0 – 3DF	COLOUR DISPLAY MONITOR
3F0 – 3F7	CONTORL DISKKET
3F8 – 3FF	SERIAL PORT NO 1

ตารางที่ 2.1 แสดงแอดเดรสพอร์ตและการใช้งานของไอบีเอ็ม/พีซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เทคนิคการใช้ 8255 เป็นพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต

การใช้งานจากไอซี 8255 นี้จะเป็นไอซีที่ประกอบด้วยพอร์ตการใช้งาน 3 พอร์ต และอีก 1 พอร์ตควบคุม ซึ่งแบ่งเป็น พอร์ต A, B, C โดยพอร์ต C แยกเป็น 2 ส่วนคือ พอร์ต C ต่ำ หรือตั้งแต่ PC0 – PC3 มีจำนวน 4 บิต และพอร์ต C บน หรือตั้งแต่ PC4 – PC7 ที่พิเศษคือ พอร์ตทุกพอร์ตเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต ก่อนที่จะใช้ 8255 เราจะส่งข้อมูลไปยังพอร์ตควบคุมก่อนว่าจะให้พอร์ตทั้ง 3 พอร์ตของ 8255 ทำหน้าที่อะไร เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ต และมีโหมดการทำงานอยู่ 3 โหมดด้วยกัน



รูปที่ 2.6 แสดงผังโครงสร้างของไอซี 8255

ขาต่าง ๆ ของ 8255 มีขาทั้งหมด 40 ขา ประกอบด้วย

D0 – D7 เป็นขาที่ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตจะต้องผ่านเข้าออกจากส่วนนี้ D0 – D7 จึงต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลจากพอร์ตผ่านทางบัสนี้

CS (สัญญาณเลือกชิป) ขานี้เป็นขาอินพุตที่จะรับสัญญาณจากภายนอกเพื่อเลือกชิป 8255 โดยเมื่อขานี้เป็น “0” จะทำให้ 8255 ต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์เขียนหรืออ่านข้อมูลจากพอร์ตได้

RD (สัญญาณการอ่าน) เป็นสัญญาณอินพุตที่ต้องส่งมาจากชิพยูเมื่อสัญญาณที่ขานี้เป็น “0” และสัญญาณ CS เป็น “0” ด้วย ไอซี 8255 จะทำตัวให้ชิพยูอ่านข้อมูลจากบัสในขณะที่เป็นพอร์ตอินพุต

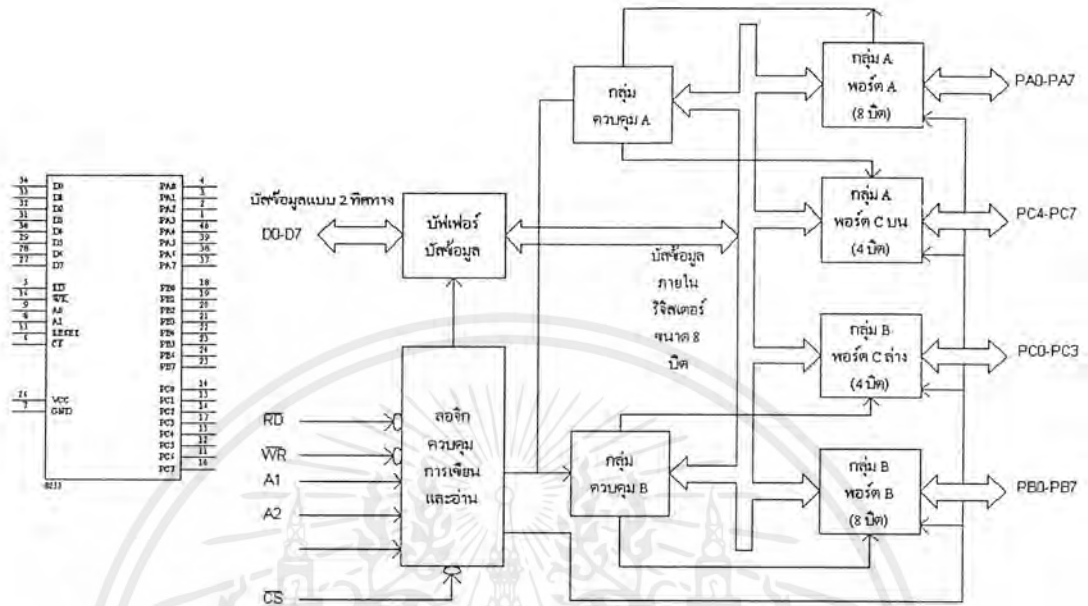
WR เป็นสัญญาณการเขียน จะแอกทีฟเมื่อสัญญาณ WR และสัญญาณ CS เป็น “0” สัญญาณนี้จะมาจากชิพยูเมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ตที่กำหนด

A0 – A1 (สัญญาณแอดเดรส) ลอจิกของสัญญาณทั้งสองจะถอดรหัสออกเป็น 4 รหัส เพื่อกำหนดรีจิสเตอร์ภายในที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของ 8255

RESET (สัญญาณรีเซต) เป็นสัญญาณที่ส่งจากภายนอกเข้ามาทำการรีเซต 8255 เพื่อเคลียร์สถานะต่าง ๆ ของ 8255 เมื่อ 8255 ได้รับการรีเซต ก็จะกลับเข้าสู่โหมดอินพุตหรือทุกพอร์ตทำเป็นพอร์ตอินพุต

PA0 – PA7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต A การเลือกพอร์ตจะเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส A0 – A1

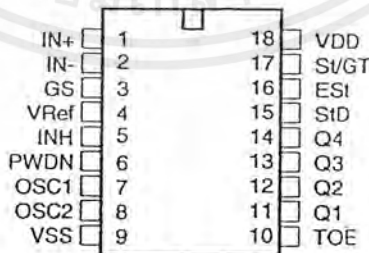
PB0 – PB7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ต B ของ 8255 ถูกเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส A0 – A1
 PC0 – PC7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ต C ของ 8255 การกำหนดพอร์ตนี้ จะได้รับการกำหนดโดยสัญญาณแอดเดรส A0 – A1 พอร์ต C นี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม PC0 – PC3 และกลุ่ม PC4 – PC7



รูปที่ 2.7 แสดงการจัดขาและผังวงจรภายในไอซี 8255

2.6 ไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (Integrated DTMF Receiver)

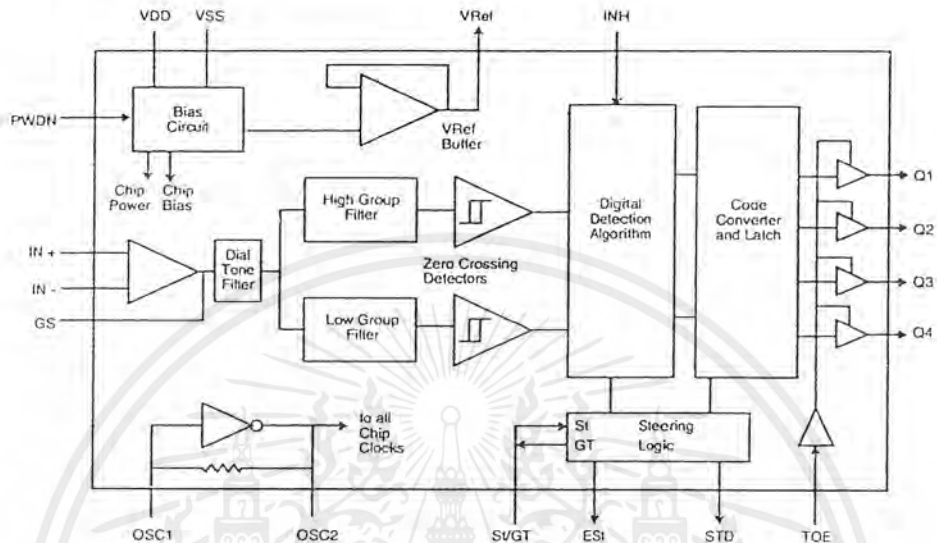
ในยุคก่อน การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์มักใช้ไอซีจำพวกเฟสล็อกลูป (Phase Lock Loop) ซึ่งมีปัญหามากมายไม่ว่าจะเป็นเรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจร ขนาดของวงจรที่ใหญ่เพราะต้องใช้ไอซีจำนวนมาก แต่ในปัจจุบันมีไอซี MT8870 ใช้เป็นไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้



18 PIN PLASTIC DIP/SOIC

รูปที่ 2.8 แสดงรายละเอียดขาของไอซี MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในของไอซี MT8870

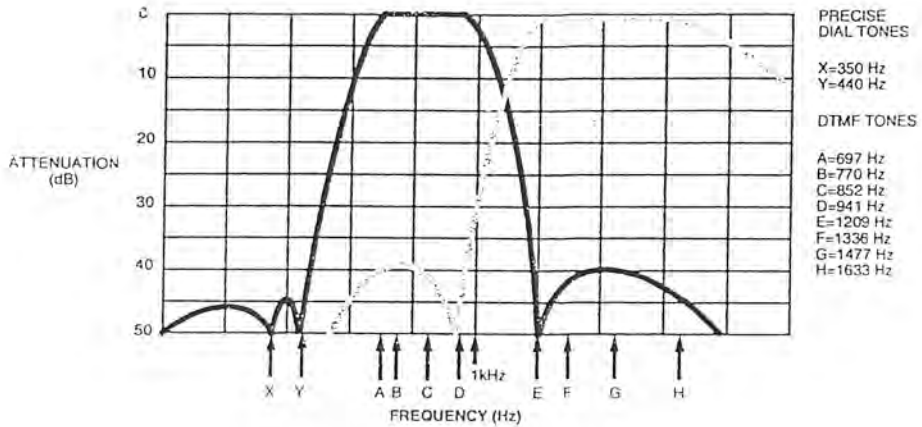
จากรูปที่ 2.9 โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO²-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ (Switch Capacitor Filter) สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเซ็ทช่วงเวลาสัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ (Op-Amp) ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ และภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

2.6.1 ภาคกรองสัญญาณความถี่ (Filter Section)

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับที่ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำ

2.6.2 ภาคถอดรหัส (Decoder Section)

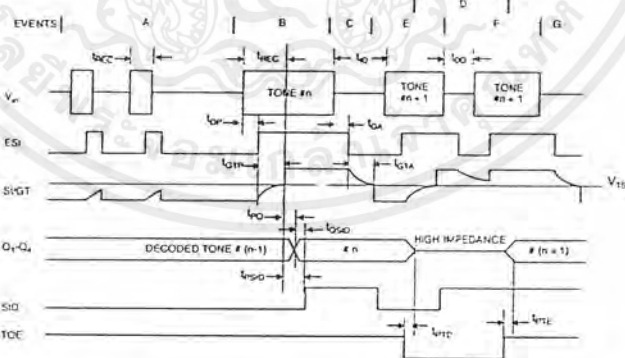
ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่ DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่ถูกต้อง สัญญาณที่เข้า ESt (Early Steering) ก็จะแอกทีฟ



รูปที่ 2.10 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

2.6.3 ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)

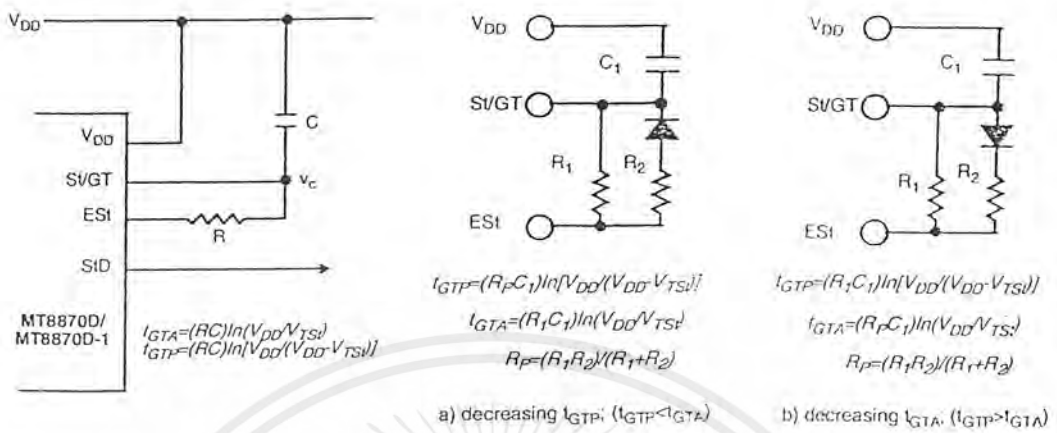
ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลากการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งค่าได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะมีสถานะเป็น “High” นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 2.12 เมื่อขา EST เป็น “High” ทำให้ Vc สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต รายละเอียดการทำงานขอให้ดูจากแผนภูมิเวลาหรือไทม์มิงไดอะแกรม (Timing Diagram) ตามรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงแผนภูมิเวลาของ MT8870

การ์ดไทม์ (Guard Time) หมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เรที่ตั้งไว้ จึงจะได้การยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้องหรือพูดได้ว่าเวลาที่ตั้งไว้โดย RC นั้นคือการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่าหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงจะสามารถแปลง

เป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณที่ความถี่เข้ามามีค่ามากกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาคำนวณคู่ได้จากรูปที่ 2.12



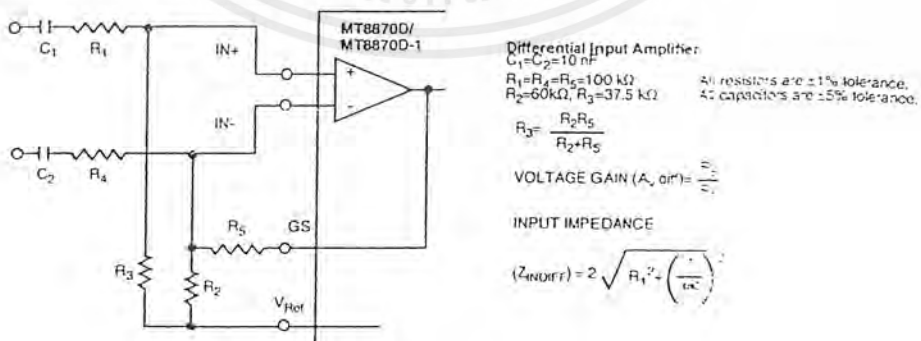
รูปที่ 2.12 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณและการกำหนดเวลาคาร์ด์ใหม่พร้อมวิธีคำนวณ

2.6.4 ภาขยายสัญญาณดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Input)

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป รูปที่ 2.13 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุตซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยาย ความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ ดังนี้

$$\text{อัตราขยาย (AVdiff)} = \frac{R_5}{R_1}$$

$$\text{อินพุตอิมพีแดนซ์ (Zindiff)} = 2 \sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

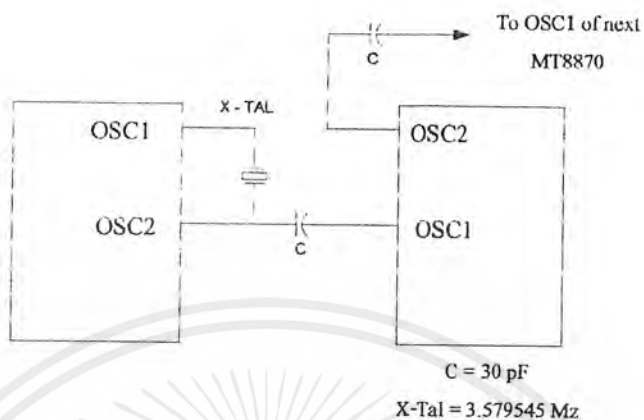


รูปที่ 2.13 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

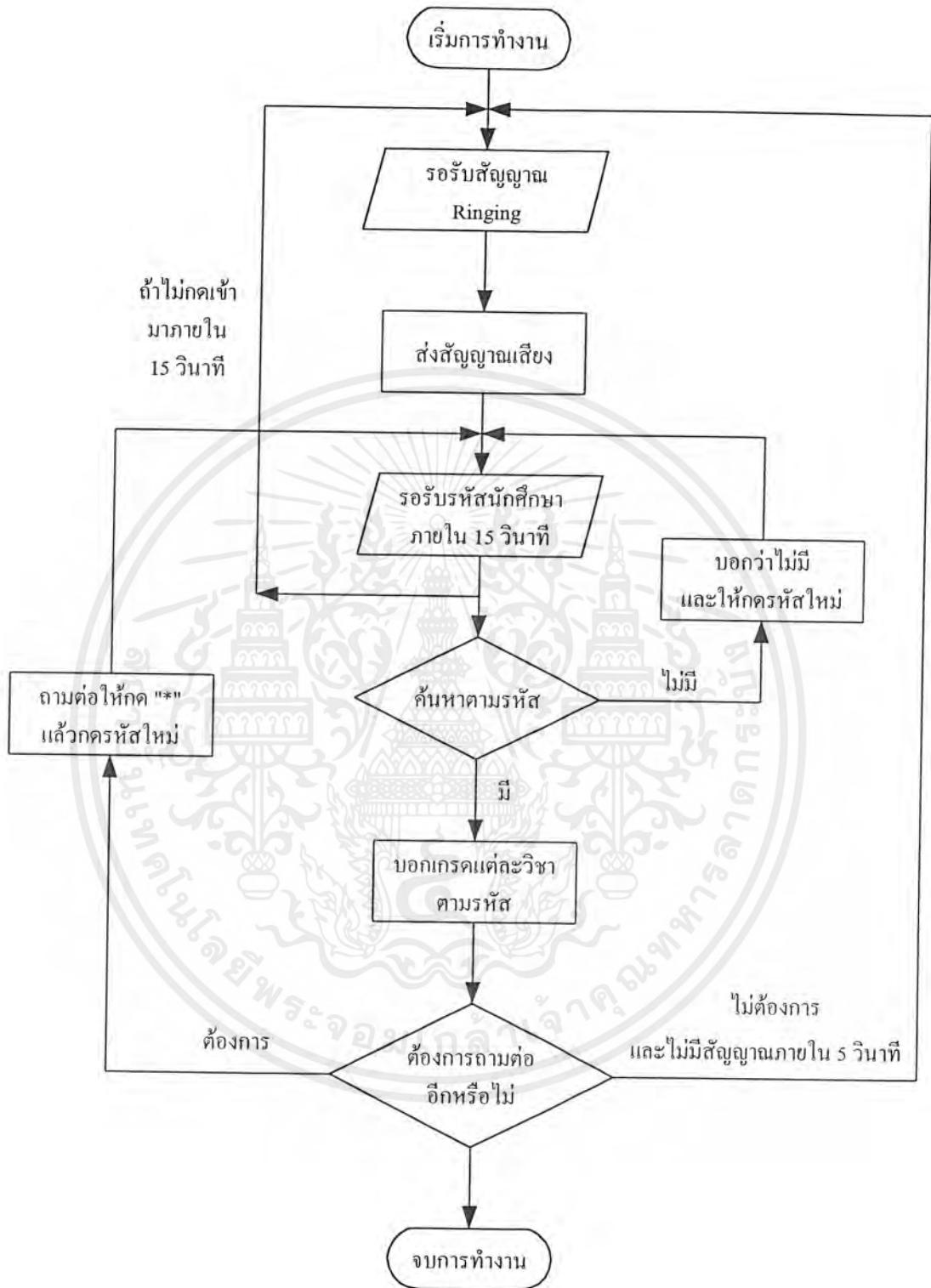
2.6.5 ภาคกำเนิดความถี่

ภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอล (Crystal) ขนาด 3.57 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที



รูปที่ 2.14 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรม

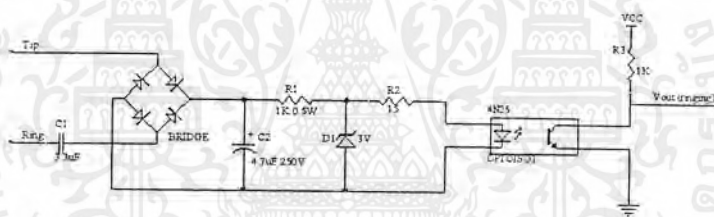
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ในขณะที่สายว่างคู่สายโทรศัพท์จะมีแรงดันประมาณ 48 โวลต์ จ่ายมาจากชุมสาย และเมื่อผู้เรียกโทรเข้ามาชุมสายจะส่งสัญญาณกระดิ่งมาซึ่งขนาดแรงดันประมาณ 100 Vpp เป็นเวลา 1 วินาที และหยุด 4 วินาที ในช่วงเวลาที่มีสัญญาณนี้จะทำให้กระดิ่งภายในเครื่องโทรศัพท์ดังบอกให้ผู้เรียกเข้ามาและเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ก็จะมี การเชื่อมต่อระหว่างคู่สายกับวงจรภายในโทรศัพท์เกิดการครบวงจร ทำให้แรงดัน 48 โวลต์ ลดลงเหลือ 5-10 โวลต์ เมื่อชุมสายรับรู้แล้วก็จะต่อคู่สายระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกเข้าด้วยกัน

จากหลักการดังกล่าวจึงต้องมีการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง ในกรณีที่ผู้เรียกเข้ามา เพื่อบอกให้คอมพิวเตอร์ว่ามีคนโทรเข้ามา ซึ่งคอมพิวเตอร์จะทำการส่งสัญญาณควบคุมเพื่อที่จะมีการติดต่อระหว่างวงจรต่างๆกับคู่สายต่อไป

ในการออกแบบ สัญญาณที่คอมพิวเตอร์จะรับรู้ได้นั้นจะต้องเป็นสถานะ “1” (ระดับสัญญาณ 5 โวลต์) หรือ “0” (ระดับสัญญาณ 0 โวลต์) เท่านั้น ดังนั้นในกรณีที่ยังไม่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาจะออกแบบวงจรให้เป็นสถานะ “1” แต่เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาจะให้เป็นสถานะ “0” ได้วงจรตาม รูปที่ 3.3

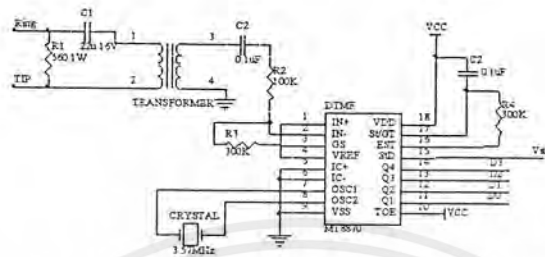


รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ตามที่เราได้รู้ว่าสัญญาณกระดิ่งมีแรงดันประมาณ 100 Vpp ที่ความถี่ 400 เฮิรตซ์ อยู่บนไฟตรง 48 โวลต์ ดังนั้นก่อนที่จะผ่านวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งจึงต้องมีตัวเก็บประจุ 0.1 ไมโครฟารัด เพื่อกรองไฟตรง 48 โวลต์ ออกจะเหลือแต่สัญญาณ ความถี่ 400 เฮิรตซ์ แรงดัน 100 Vpp ซึ่งต้องทำให้สัญญาณนี้เป็นไฟตรงที่ แรงดันประมาณ 0 โวลต์เพื่อให้คอมพิวเตอร์รับรู้ว่ามีผู้เรียกแล้ว โดยนำสัญญาณไปผ่านวงจรบริดจ์แล้วเอาตัวเก็บประจุมาค่อคร่อมเพื่อทำการชาร์จ (Charge) และดิสชาร์จ (Discharge) ผ่านตัวต้านทานเพื่อให้เรียบขึ้น ไปยังส่วนเรกูเลเตอร์ 3 โวลต์ ที่ใช้ซีเนอร์ไดโอดมาต่อคร่อมไว้และใช้ตัวต้านทาน 300 โอห์ม เพื่อจำกัดกระแส ที่จะทำให้อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง (Opto Coupler) ทำงานและทำให้ทรานซิสเตอร์ที่อยู่ ภายในอยู่ในสถานะอิ่มตัว (Saturated) ทำให้ได้ระดับสัญญาณเอาต์พุตมีสถานะเป็น “0” ตามที่ต้องการ ส่วนถ้าไม่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาเอาต์พุตที่ได้จะยังคงสถานะเป็น “1”

3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

เนื่องจากมีไอซีสำเร็จรูปที่ใช้ถอดรหัสสัญญาณ DTMF อยู่แล้วก็คือไอซีเบอร์ MT8870 ดังนั้นในการออกแบบวงจรนี้จะใช้ไอซีเบอร์นี้มาต่อเป็นวงจรตามรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

เนื่องจากก่อนที่ผู้เรียกจะทำการกดเลขหมายเข้ามาจะต้องมีการติดต่อกันระหว่างทั้งสองฝ่ายก่อน (เหมือนกรณีที่ถูกเรียกขานโทรศัพท์) ดังนั้นจึงใช้ตัวต้านทานประมาณ 600 โอห์ม ต่อคร่อมอยู่กับคู่สายโทรศัพท์เพื่อให้แรงดันที่ปกติ 48 โวลต์ ลดลงอยู่ที่ประมาณ 5-10 โวลต์ จากนั้นจะใช้ ทรานสฟอเมอร์ เป็นตัวป้องกันไม่ให้มีสัญญาณรบกวนจากคอมพิวเตอร์ผ่านเข้าไปยังคู่สายโทรศัพท์ก่อนจึงจะส่งสัญญาณ DTMF ที่ผู้เรียกกดเลขหมายเข้ามาไปแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลที่ได้เอาท์พุทขนาด 4 บิต และทำให้ขา 15 (ขา Std) จะมีสถานะเป็น “1” เมื่อสิ้นสุดการแปลงแต่ละครั้ง

3.4 วงจรตรวจจับการวางหูโทรศัพท์

เมื่อฝ่ายผู้เรียกวางหูโทรศัพท์ก่อนจะมีสัญญาณสายไม่ว่างซึ่งเป็นสัญญาณที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ดังนั้นการตรวจสอบว่าผู้เรียกวางหูโทรศัพท์หรือยังจึงใช้ไอซีเบอร์ LM567 ซึ่งเป็นวงจรเฟสล็อกคูล (Phase Lock Loop) คือสัญญาณเอาท์พุทเป็นสถานะ “0” เมื่อความถี่อินพุท มีค่าเท่ากับความถี่กลาง (f_0) โดยสามารถตั้งค่าความถี่กลางได้ และมีแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่สามารถตรวจจับความถี่ได้ตั้งแต่ 0.01 – 500 เฮิรตซ์ โดยมีไดอะแกรมตามรูปที่ 3.5

รายละเอียด หน้าทีและการออกแบบ

ขา 1 (Output Filter) เป็นขาที่ใช้ต่อตัวเก็บประจุเพื่อกรองสัญญาณที่จะส่งออกไป

ขา 2 (Loop Filter) เป็นขาที่ใช้ต่อตัวเก็บประจุเพื่อกรองสัญญาณที่จะรับเข้ามา

ขา 3 (Input) เป็นขาที่รับสัญญาณความถี่ที่รับมาเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าความถี่กลาง

ขา 4 (V+) เป็นขาไฟเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 4.75-9 โวลต์

ขา 5 (Timing Resistor) เป็นขาที่ใช้กำหนดความถี่กลางร่วมกับขา 6

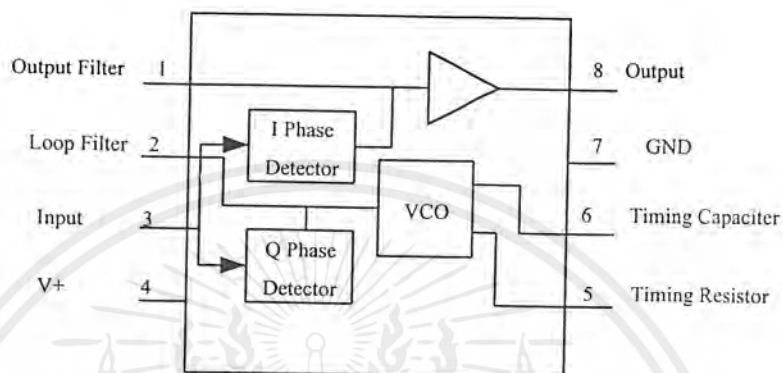
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 6 (Timing Capacitor) เป็นขาที่ใช้กำหนดความถี่กลาง โดยค่าความถี่กลางหาได้ดังนี้

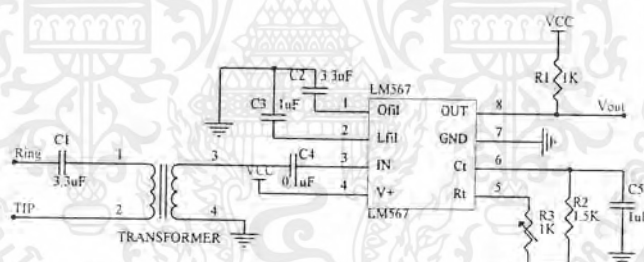
$$f_0 \approx 1/1.1RC$$

ขา 7 (Gnd) เป็นขากราวด์ของไอซี

ขา 8 (output) เป็นขาเอาต์พุตที่จะเป็นสถานะ “0” เมื่อมีสัญญาณอินพุตที่มีค่าความถี่ตรงกับค่าความถี่กลางแต่ในสภาวะปกติสถานะจะเป็น “1”



รูปที่ 3.5 โค้ดแกรมของไอซีเบอร์ LM567



รูปที่ 3.6 วงจรตรวจจับการวางหูโทรศัพท์

จากคู่สายโทรศัพท์ต้องมีตัวเก็บประจุ $0.1 \mu\text{F}$ เป็นตัวคัปปลิงก่อน และค่าความต้านทานตัวเก็บประจุต่างๆ จะหาได้ดังนี้

$$\text{ความถี่กลาง } (f_0) \approx 1/1.1RC$$

$$f_0 = 400 \text{ Hz และกำหนดค่า } C = 1 \mu\text{F จะได้ว่า } R$$

$$R \approx 1/1.1 * 400 * 1 \mu\text{F}$$

$$R \approx 2.3 \text{ K}\Omega$$

จากค่าความต้านทานที่ได้จึงใช้ตัวต้านทาน $1.5 \text{ K}\Omega$ ต่อกันกับตัวต้านทานปรับค่าได้ $1 \text{ K}\Omega$ เพื่อจะได้สามารถปรับค่าความต้านทานให้ตรงกับค่าที่คำนวณไว้แล้วได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบการ์ดอินเตอร์เฟส

เนื่องจากชิ้นงานนี้การใช้งานจะใช้ติดต่อควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผลติดต่อกับโทรศัพท์ ดังนั้นจึงเลือกใช้ไอซี 8255 เป็นอินพุต / เอาท์พุตพอร์ต เนื่องจากเป็นไอซีเบอร์ที่ใช้งานไม่ยุ่งยากเป็นที่นิยมหาซื้อได้ง่าย และนอกจากนี้ก็ต้องใช้ไอซีถอดรหัสคู่กันในการถอดรหัสสัญญาณซึ่งเลือกใช้ไอซีถอดรหัสคู่กันในการถอดรหัสสัญญาณซึ่งเลือกใช้ ไอซีเบอร์ 74LS138 ในการต่อ 8255 เข้ากับสล็อตไอเอสเอ ของคอมพิวเตอร์มีเงื่อนไขในการต่อพอร์ตออกไปใช้งานดังนี้

1. IOR และ IOW ของ ISA ต้องต่อกับขา RD และ WR ของ 8255 ตามลำดับ
2. สัญญาณ AEN = 0
3. A0 – A9 ใช้สำหรับการดีโค้ดแอดเดรส

เนื่องจากพอร์ตที่เราต้องการดีโค้ดเพื่อควบคุมการทำงานของ 8255 อยู่ที่แอดเดรส 27CH-27FH ดังนั้นเราจึงต้องทำการออกแบบวงจรอินเตอร์เฟสของเราให้ทำงานที่แอดเดรสนี้

แอดเดรส	AEN	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	8255 พอร์ต
27C	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	พอร์ต A
27D	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	พอร์ต B
27E	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	พอร์ต C
27F	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	ควบคุม

ตารางที่ 3.1 แสดงการดีโค้ดแอดเดรสที่พอร์ต 27CH – 27FH

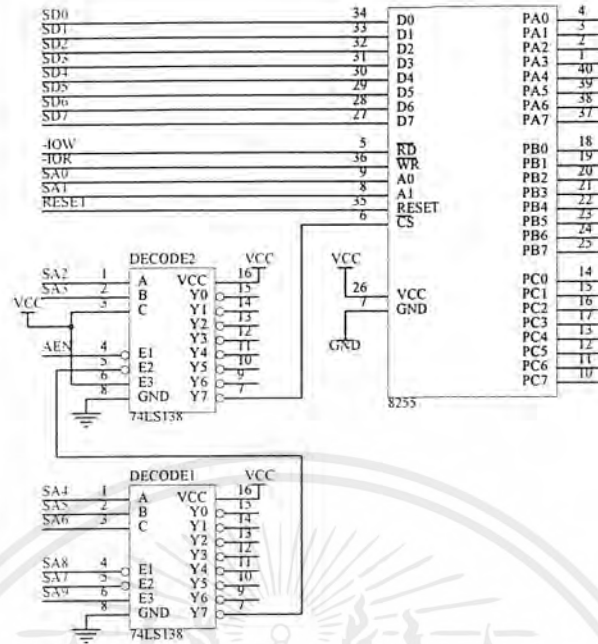
จากสัญญาณแต่ละขาตามที่ได้กำหนดตามตารางที่ 3.1 นั้นเราจะทำเขียนวงจรอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ได้ตามรูปที่ 3.7 และในการนำไปใช้งานแต่ละพอร์ตจะมีหน้าที่ต่างๆดังนี้

พอร์ต A เป็นพอร์ตอินพุต โดยที่บิต 0-3 จะรับรหัสสัญญาณ DTMF ที่แปลงเสร็จแล้ว

พอร์ต B เป็นพอร์ตอินพุต โดยที่บิต 0 เป็นบิตที่รองรับสัญญาณกระดิ่ง ส่วนบิต 7 เป็นบิตที่รองรับสัญญาณการวางหู

พอร์ต C บิต 0-3 เป็นพอร์ตอินพุต โดยที่บิต 0 จะรองรับสัญญาณ Std จาก MT8870 และบิต 4-7 เป็นพอร์ตเอาท์พุต โดยที่บิต 7 เป็นบิตควบคุมรีเลย์ตัวที่ 1 และบิต 6 เป็นบิตควบคุมรีเลย์ตัวที่ 2

ดังนั้นพอร์ตควบคุมต้องเอาท์พอร์ตด้วยค่า 93H ซึ่งจะควบคุมให้แต่ละพอร์ตของ 8255 ทำงานตามที่ได้กำหนดเอาไว้

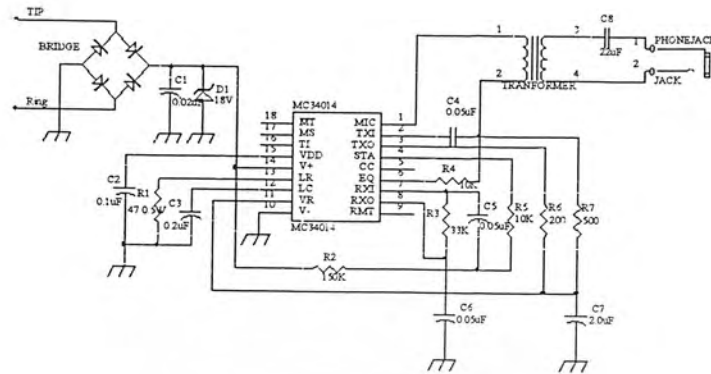


รูปที่ 3.7 วงจรอินเทอร์เฟซ

3.6 วงจรส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์

ภายในเครื่องโทรศัพท์ทั่วไปจะมีวงจรที่ทำหน้าที่ส่งเสียงที่คนพูดออกมาผ่านไปยังคู่สายโทรศัพท์ และรับสัญญาณเสียงจากสายโทรศัพท์เข้ามา ซึ่งไอซีที่ทำหน้าที่นี้คือ ไอซีเบอร์ MC34014 แต่ในวงจรที่จะออกแบบนี้ต้องการเพียงส่วนที่ส่งสัญญาณเสียงผ่านไปยังคู่สายโทรศัพท์เท่านั้น ดังนั้นไมโครโฟนที่ใช้ในเครื่องโทรศัพท์นั้นจะถูกแทนด้วยสัญญาณเสียงที่ออกจากลำโพงของชาวด์การ์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังวงจรตามรูปที่ 3.8

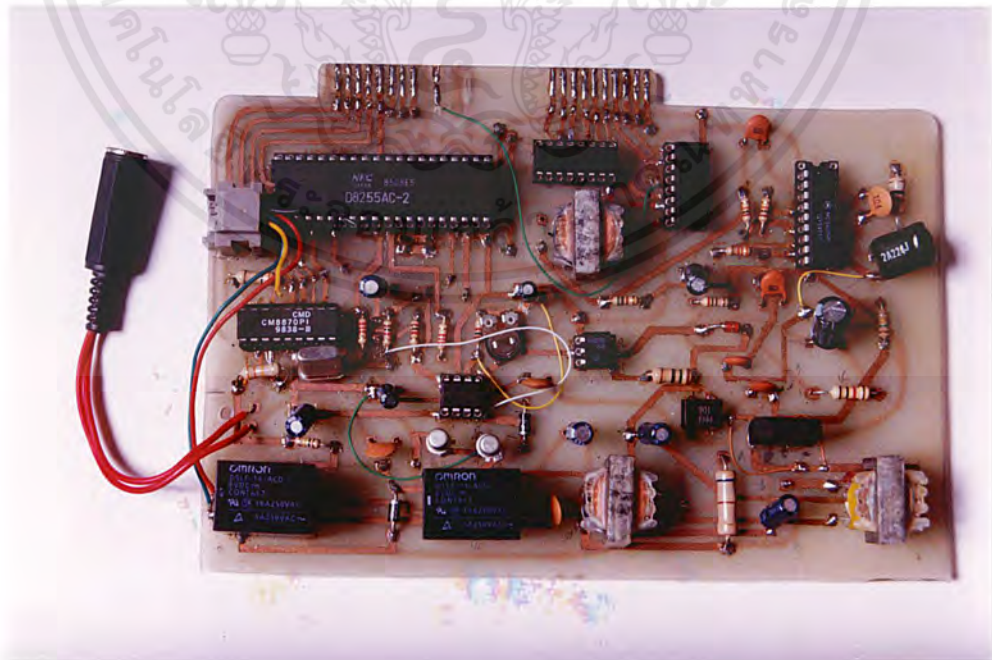
จากวงจรตามรูปที่ 3.8 วงจรนี้จะไม่ใช้ไฟเลี้ยงจากคอมพิวเตอร์เหมือนกับวงจรอื่น แต่จะใช้ไฟเลี้ยงที่ได้จากคู่สายโทรศัพท์แทนและไม่มีตัวต้านทาน 600 โอห์ม มาต่อคร่อมอยู่เหมือนกับวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เพราะว่าภายในไอซี MC34014 จะมีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ประมาณ 600 โอห์มซึ่งเมื่อต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะขงหนูและสามารถทำงานได้ทันที เนื่องจากว่าวงจรนี้ต้องต่อเข้ากับเอาต์พุตของชาวด์การ์ดของคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงใช้ทรานสฟอเมอร์กับปลั๊กระหว่างวงจรนี้กับชาวด์การ์ดเพื่อลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.8 วงจรส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์

3.7 วงจรรวมของระบบสอบตามข้อมูลทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

จากแต่ละวงจรที่ได้ออกแบบเสร็จแล้วก็จะถูกนำมารวมเข้าด้วยกันโดยใช้รีเลย์เป็นสวิตช์เลือกต่อระหว่างคู่สายโทรศัพท์กับแต่ละวงจรซึ่งจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของรีเลย์โดยผ่านวงจรอินเทอร์เฟสและรวมวงจรทั้งหมดเป็นการ์ดที่ใช้เสียบเข้ากับสล็อตไอเอสเอ ของคอมพิวเตอร์ได้ตามรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การค้วงจรระบบสอบตามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

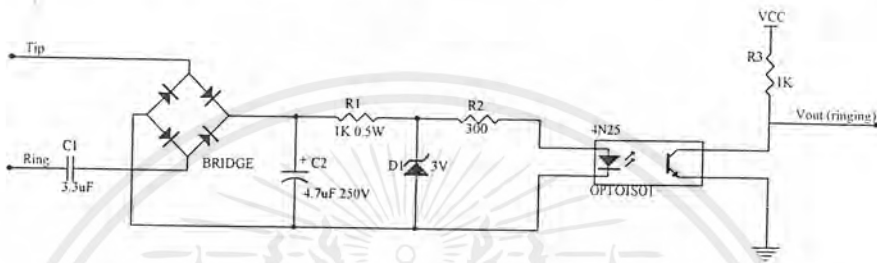
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ตรวจสอบการทำงานของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

วิธีการทดลอง

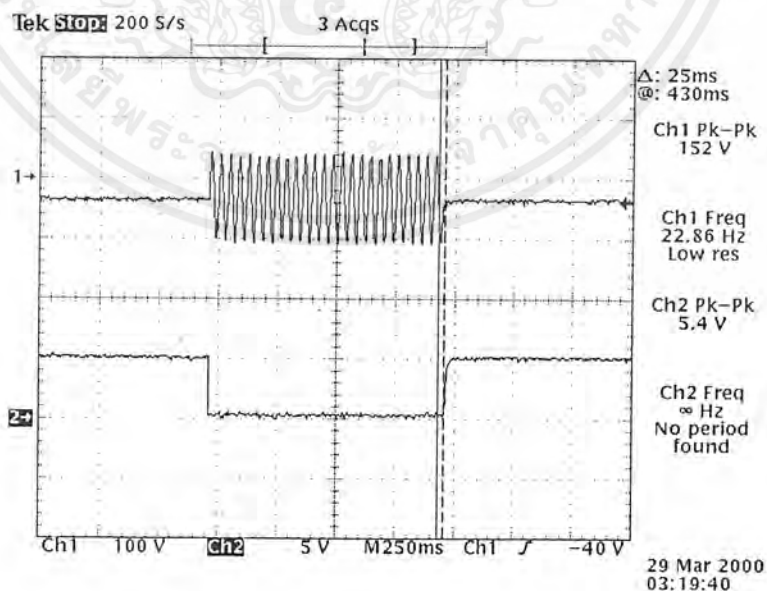
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.1 โดยมีอินพุตเป็นสัญญาณจากสายโทรศัพท์
2. ใช้โทรศัพท์จากภายนอกโทรมายังเลขหมายของเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ในการทดลอง
3. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณที่ขา 5 ของไอซี 4N25 สังเกตและบันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ผลการทดลอง

จะได้ลักษณะของสัญญาณดังรูปที่ 4.2 อธิบายได้คือ ขณะไม่มีสัญญาณกระดิ่งเอาท์พุต (Ringing) จะมีสถานะเป็น “1” (แอกทีฟ High) แรงดันประมาณ 5 โวลต์ แต่ขณะมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาจะมีสถานะเป็น “0” (แอกทีฟ Low) มีแรงดันประมาณ 0 โวลต์



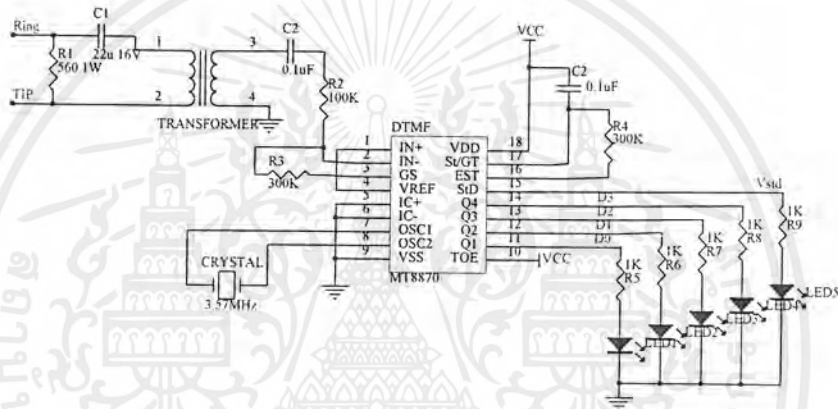
รูปที่ 4.2 อินพุตและเอาท์พุตของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 ตรวจสอบการทำงานของวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

วิธีการทดลอง

1. ใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.3 โดยใช้อินพุตเป็นสัญญาณที่ต่อแยกออกมาจากตัวเครื่องโทรศัพท์ วัตถุประสงค์โดยใช้ออสซิลโลสโคป
2. ขกหูโทรศัพท์กดปุ่มเลขหมายบนหน้าปัทม์โทรศัพท์จนครบทุกเลขหมาย สังเกตการติดดับของ LED ที่ขา 11,12,13,14 ของ MT8870 บันทึกผลการทดลอง
3. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณที่ขา 15 ของ MT8870 สังเกตลักษณะสัญญาณขณะทีกดแต่ละเลขหมายบันทึกผลการทดลอง



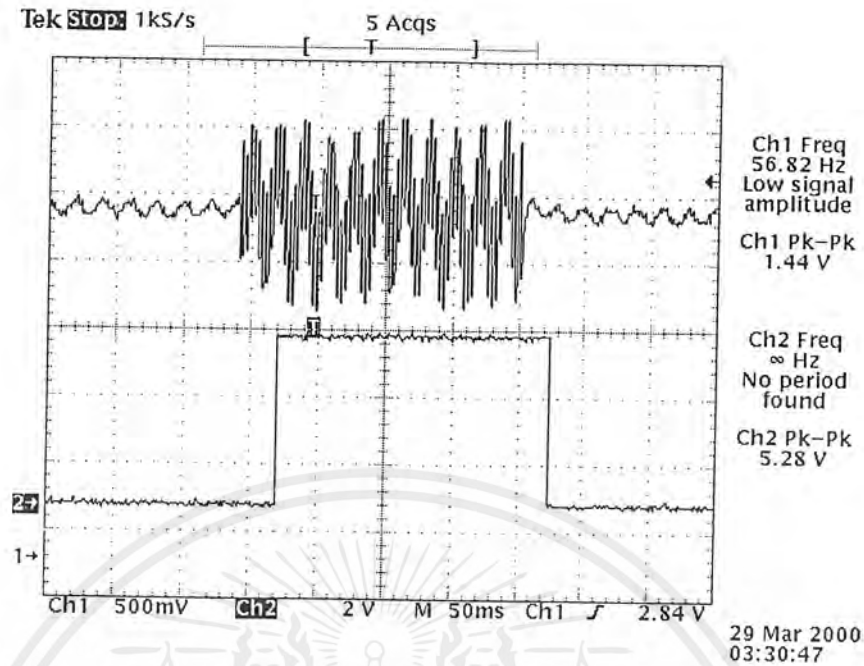
รูปที่ 4.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

ผลการทดลอง

ได้ลักษณะการติดดับของ LED เป็นไปตามตาราง 4.1 และลักษณะของสัญญาณที่ขา Std (ขา 15) ตามรูปที่ 4.4

ความถี่ต่ำ	697	697	697	770	770	770	852	852	852	941
ความถี่สูง	1209	1336	1477	1409	1336	1447	1209	1336	1447	1336
ตัวเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Std	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
D4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
D3	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
D2	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
D1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ตามตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะการติดดับของ LED ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

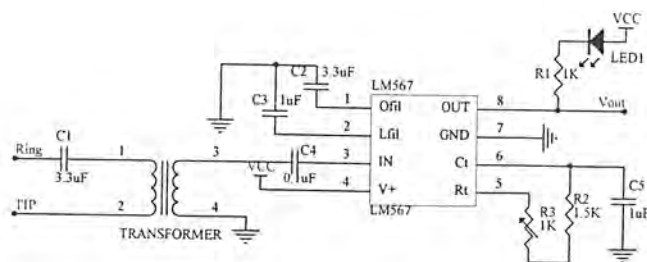


รูปที่ 4.4 ลักษณะสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของ MT8870

4.3 การทดลองที่ 3 ตรวจสอบการทำงานของวงจรตรวจจับการวางหู

วิธีการทดลอง

1. ใช้ไอซีเบอร์ LM567 ตรวจสอบตามรูปที่ 4.5 และใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณที่ขา 8 (ขา out) ของ LM567
2. ใช้สัญญาณ Busy Tone ที่แยกมาจากเครื่องโทรศัพท์เป็นอินพุต วัดสัญญาณอินพุตที่เข้ามาโดยใช้ออสซิลโลสโคป
3. สังเกตการติดดับของ LED ที่ขา 8 ของ LM567
4. ปรับค่าความต้านทานที่ขา 5 จนทำให้ LED สว่างขณะมีเสียงสัญญาณ
5. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณที่ขา 5 สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

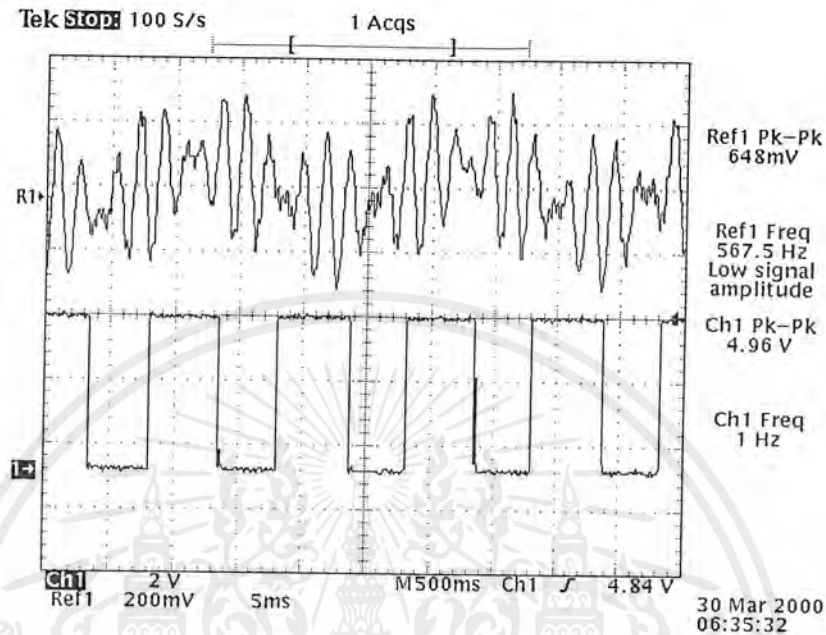


รูปที่ 4.5 วงจรตรวจจับการวางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานของนักศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

สามารถปรับค่าความต้านทานจนทำให้ LM567 ออสซิลเลตที่ความถี่ประมาณ 425 Hz ซึ่งเป็นความถี่ของสัญญาณการวางหู โทรศัพท์ โดยจะได้ลักษณะสัญญาณดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของ LM567

4.4 การทดลองที่ 4 การทดสอบการ์ดอินเตอร์เฟส

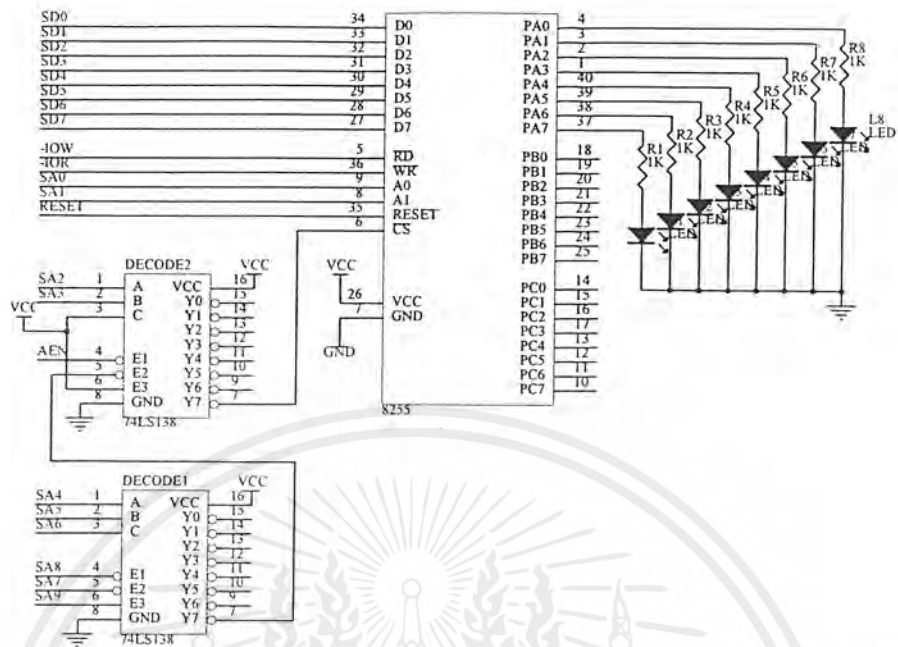
วิธีการทดลอง

1. ต้องจรรยาตามรูปที่ 4.7 เปรียบการคลงบนสล็อตไอเอสเอของคอมพิวเตอร์
2. ใช้โปรแกรมการทดสอบส่วนอินเตอร์เฟส ตามภาคผนวกบนบนคอมพิวเตอร์ สังเกตการ

ติดดับของ LED ที่ต่อไว้

ผลการทดลอง

LED จะสว่างอยู่ตรงตำแหน่งของพอร์ต A ตามค่าที่ถูกส่งออกพอร์ตออกมาแต่ละค่า ซึ่งแสดงว่าการ์ดอินเตอร์เฟสนี้สามารถนำไปใช้งานได้ เช่น ค่าที่ส่งออกมาทางพอร์ต A ของไอซี 8255 พอสังเกตที่ LED ตามที่ได้ต่อจรรยาตามการทดลองแล้วก็จะเห็นว่า LED จะสว่างที่ตำแหน่งบิต PA7, PA3 และ PA1 ส่วนบิตอื่นไม่สว่าง ซึ่งค่าที่อ่านได้ก็คือ 10001010 เท่ากับ 8AH ในระบบเลขฐานสิบหก โปรแกรมนี้สามารถกำหนดชนิดของค่าที่จะส่งออกหรืออ่านเข้ามาได้โดยมีให้เลือกเป็นระบบเลขฐานสิบและฐานสิบหก และเลือกอินพุต/เอาต์พุต เป็น Byte (8 บิต) หรือ Word (16 บิต) ได้



รูปที่ 4.7 วงจรทดสอบการอินเตอร์เฟส

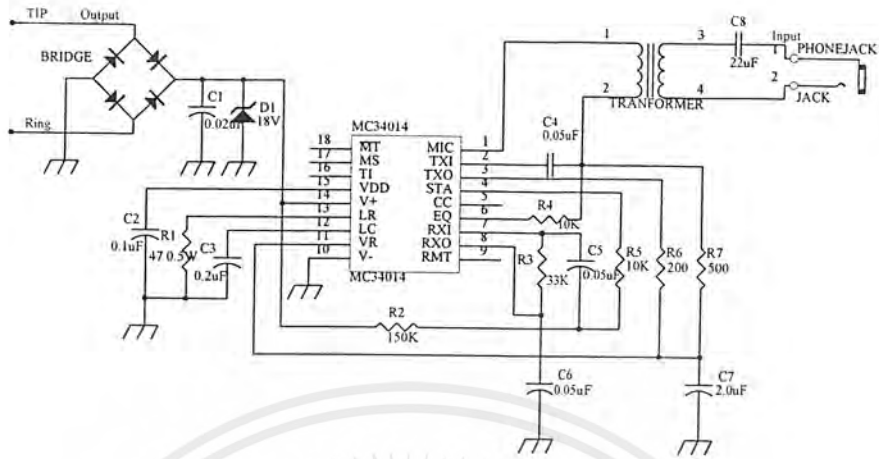
4.5 การทดลองที่ 5 วงจรส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์

วิธีการทดลอง

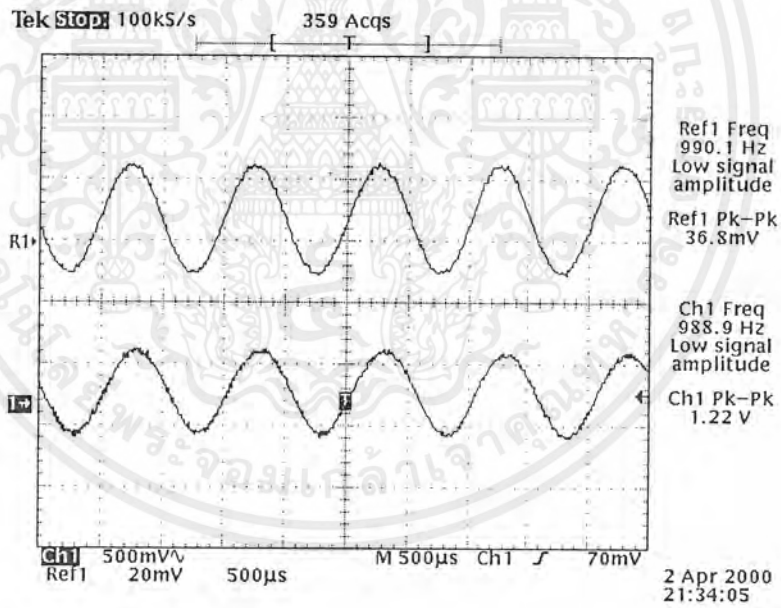
1. ใช้ไอซีเบอร์ MC34014 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.8
2. ป้อนสัญญาณรูปไซน์ที่ความถี่ 1 KHz แรงดันประมาณ 36.8 mV ที่อินพุต
3. วัดค่าสัญญาณเอาต์พุตที่คู่สายโทรศัพท์ แล้วบันทึกผลการทดลอง
4. เปลี่ยนจากสัญญาณรูปไซน์เป็นการเสียบแจ็กเข้าที่เอาต์พุตของซาวด์การ์ดของคอมพิวเตอร์
5. ทดลองเปิดเพลงจากคอมพิวเตอร์แล้วฟังเสียงเพลงจากหูโทรศัพท์ พยายามปรับความดังของเสียงเพื่อให้สามารถรับฟังเสียงจากหูโทรศัพท์ได้ชัดเจนที่สุด บันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

จากการป้อนสัญญาณรูปไซน์ เอาต์พุตที่วัดได้จะมีการขยายสัญญาณขึ้นมากกว่าเดิมตามรูปที่ 4.9 และจะมีการดีเลย์ของสัญญาณอยู่เล็กน้อย และพอเปลี่ยนอินพุตจากรูปไซน์เป็นเสียงเพลงก็สามารถรับฟังเสียงเพลงที่เปิดจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ แต่ต้องปรับความดังของเพลงจนกว่าจะสามารถฟังได้ชัดเจนที่สุด ถ้าเสียงเพลงดังมากเกินไปจะรับฟังได้ไม่ชัดเจนเนื่องจากสัญญาณจะเพี้ยนไปจากเดิม แต่ถ้าเบาเกินไปก็จะไม่ได้ยิน



รูปที่ 4.8 วงจรส่งสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์



รูปที่ 4.9 แสดงอินพุตสัญญาณรูปไซน์และเอาต์พุตที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และบทสรุป

จากผลการทดลองในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง โดยมีความสามารถระดับหนึ่งซึ่งมีข้อจำกัด ปัญหา และวิธีการแก้ไขดังต่อไปนี้

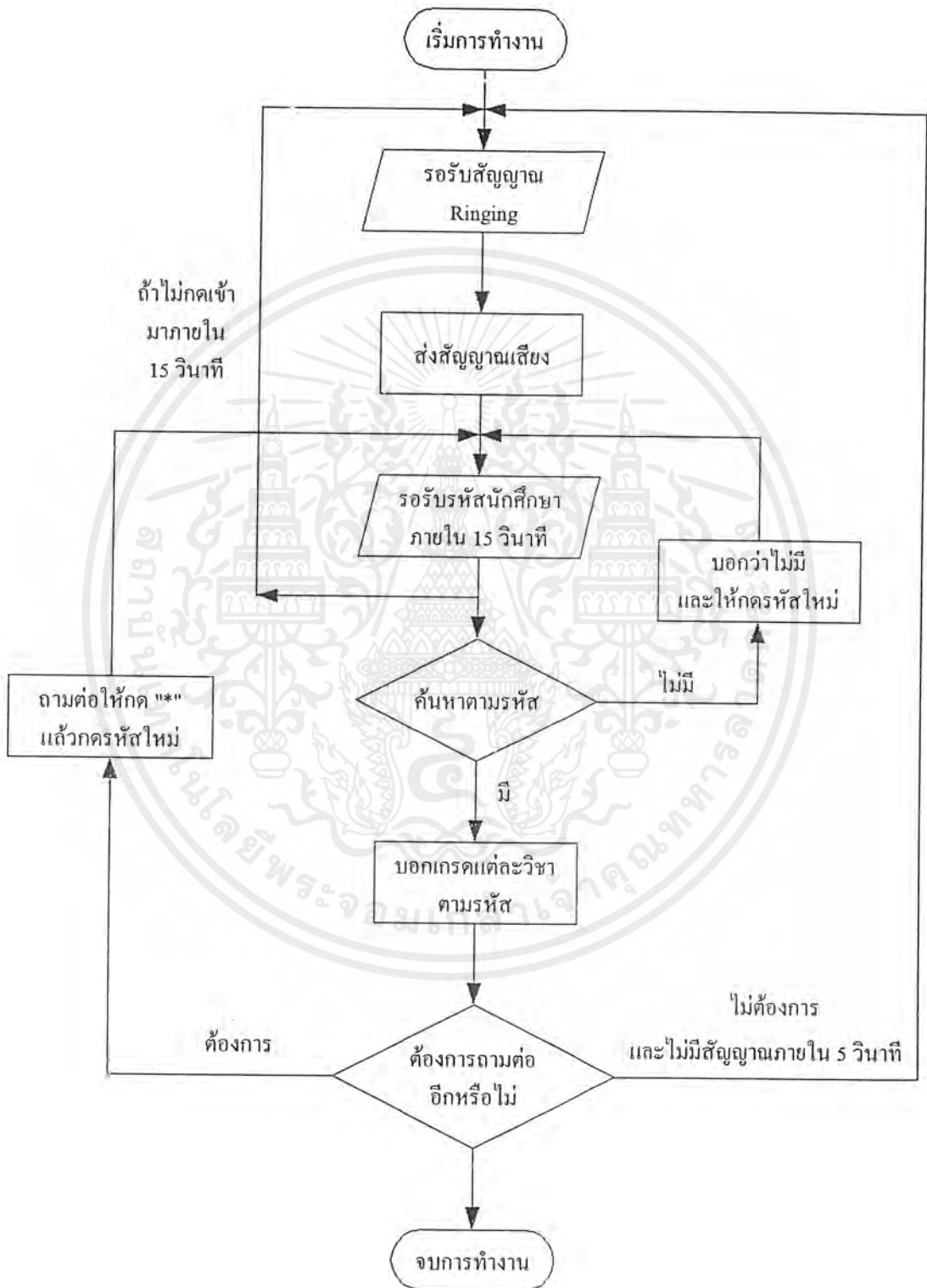
1. วงจรส่วนอินเตอร์เฟสซึ่งนำเสียงจากคอมพิวเตอร์มาเข้าสู่สายโทรศัพท์ และวงจรตรวจรหัสสัญญาณ DTMF ถูกแยกจากกันโดยสิ้นเชิงทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถตรวจรหัสเลขหมายขณะที่มีเสียงออกมาทางสายโทรศัพท์ได้
2. ลักษณะไฟล์ที่ใช้ในการเก็บเสียงในการทำงานครั้งนี้ เป็นรูปแบบ เวฟไฟล์ (file.wave) ซึ่งมีขนาดใหญ่ อาจแปลงให้เป็นไฟล์ที่มีขนาดเล็กกว่าเช่น เอ็มพีสามไฟล์ (file.MP3) แล้วทำการปรับปรุงโปรแกรมที่นำมาใช้ใหม่
3. การให้ผู้ใช้โทรศัพท์สอบถามผลการสอบอาจทำให้เกิดการสวมรอยกันได้ อาจปรับปรุงให้มีการกรหัสผ่านของนักศึกษาแต่ละคน โดยส่งรหัสผ่านทางอีเมลล์ของเจ้าคุณ (s_@kmitl.ac.th) อุปกรณ์ชิ้นนี้ทำงานได้โดยไม่ขึ้นกับซอฟต์แวร์ ถ้าสามารถเขียนโปรแกรมที่สามารถติดต่อพอร์ตเข้าออกได้ ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อีกมากมาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. ขั้นตอนการทำงานของระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติ



แผนผังแสดงการทำงานของระบบสอบถามผลการเรียนทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

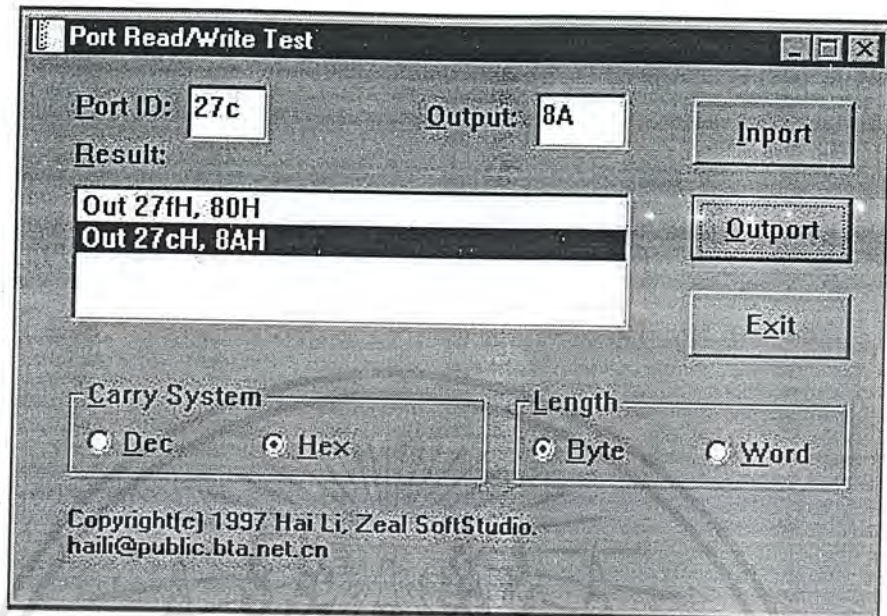
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มการทำงานโดยโปรแกรมจะเริ่มตรวจจับสัญญาณกระดิ่งว่ามีใครเรียกเข้ามาหรือยัง ถ้ามีการโทรเข้ามาก็จะส่งสัญญาณเสียงผ่านสายโทรศัพท์บอกว่า “ระบบสอบถามข้อมูลทางโทรศัพท์อัตโนมัติ กรุณากรณีสประจำตัวของท่าน” จากนั้นก็จะรอรับการกรณีสของผู้เรียกเข้ามาภายใน 15 วินาที ถ้าไม่มีการกรณีสเข้ามาหรือกรณีสไม่ครบภายในเวลานี้ก็จะกลับไปยังรอรับการเรียกครั้งใหม่ แต่ถ้ากรณีสเข้ามาครบระบบก็จะเข้าไปค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลแล้วบอกเกรคเป็นรายวิชาตามรณีสนั้นและจบการทำงานจะส่งสัญญาณเสียงออกไปว่า “ขอบคุณที่ใช้บริการถ้าท่านต้องการถามต่อกรุณา กดเครื่องหมาย * แล้วตามด้วยรณีสของท่าน” และถ้าไม่มีการกรณีสใหม่ภายใน 5 วินาที ก็จะกลับไปรอรับสัญญาณการโทรเข้าจากผู้เรียกครั้งใหม่ แต่ถ้าไม่มีข้อมูลอยู่ก็จะทำการส่งเสียงบอกว่า “ไม่มีข้อมูลที่ท่านต้องการ กรุณา กดหมายเลขใหม่อีกครั้ง” ก็จะกลับไปรอรับการกรณีสเข้ามาใหม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมการทำงานของการทำงานทดลองที่ 4 การทดสอบการ์ดอินเตอร์เฟส



รูปหน้าจอแสดงผลของการทดลองที่ 4

จากรูปข้างบนเป็นโปรแกรมทดสอบการ์ดอินเตอร์เฟสว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่โดยค่าที่เอาท์พอร์ทออกมาค่าแรก คือ 27FH นั้น เป็นค่าแอดเดรสที่พอร์ทควบคุมของไอซี 8255 ซึ่งค่าที่ส่งออกมาคือ 80H หมายถึง พอร์ตทั้ง 3 พอร์ต ของไอซี 8255 จะเป็นเอาท์พอร์ททั้งหมด ทำงานที่โหมด 0 และค่าที่เห็นลำดับถัดมาคือ ค่าที่ส่งออกมาทางพอร์ท A ของไอซี 8255 พอสั่งเกตที่ LED ตามที่ได้ต่อวงจรตามการทดลองแล้วก็จะเห็นว่า LED จะสว่างที่ตำแหน่งบิต PA7, PA3 และ PA1 ส่วนบิตอื่นไม่สว่าง ซึ่งค่าที่อ่านได้ก็คือ 10001010 เท่ากับ 8AH ในระบบเลขฐานสิบหก โปรแกรมนี้สามารถกำหนดชนิดของค่าที่จะส่งออกหรืออ่านเข้ามาได้โดยมีให้เลือกเป็นระบบเลขฐานสิบและฐานสิบหก และเลือกอินพุต/เอาท์พุต เป็น Byte (8 บิต) หรือ Word (16 บิต) ได้ โดยมีโปรแกรมการทำงานดังนี้

```

' Vbio32.dll Sample
' Copyright(c) 1997 Hai Li, Zeal SoftStudio
' e-mail: haili@public.bta.net.cn
' http://members.tripod.com/~zealsoft
'
Option Explicit
Private Declare Sub Outport Lib "Vbio32.dll" (ByVal portid%, ByVal
nbyte%)
Private Declare Sub OutportW Lib "Vbio32.dll" (ByVal portid%, ByVal
nbyte%)
Private Declare Function Inport Lib "Vbio32.dll" (ByVal portid%) As
Integer
Private Declare Function InportW Lib "Vbio32.dll" (ByVal portid%) As
Integer

Private Sub btnExit_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub btnRead_Click()
    Dim innum As Integer, portid As Integer
    If optHex.Value Then
        portid = Val("&H" + Text1.Text)
    Else
        portid = Val(Text1.Text)
    End If
    If optByte.Value Then
        innum = Inport(portid)
    Else
        innum = InportW(portid)
    End If
    List1.AddItem "In " & Text1.Text & IIf(optHex.Value, "H", "") &
", " & IIf(optHex.Value, Hex(innum) & "H", innum)
    List1.ListIndex = List1.ListCount - 1
End Sub

Private Sub btnWrite_Click()
    Dim outnum As Integer, portid As Integer

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If optHex.Value Then
    portid = Val("&H" + Text1.Text)
    outnum = Val("&H" + Text2.Text)
Else
    portid = Val(Text1.Text)
    outnum = Val(Text2.Text)
End If
If optByte.Value Then
    Outport portid, outnum
Else
    OutportW portid, outnum
End If
List1.AddItem "Out " & Text1.Text & IIf(optHex.Value, "H", "") &
", " & Text2.Text & IIf(optHex.Value, "H", "")
List1.ListIndex = List1.ListCount - 1
End Sub

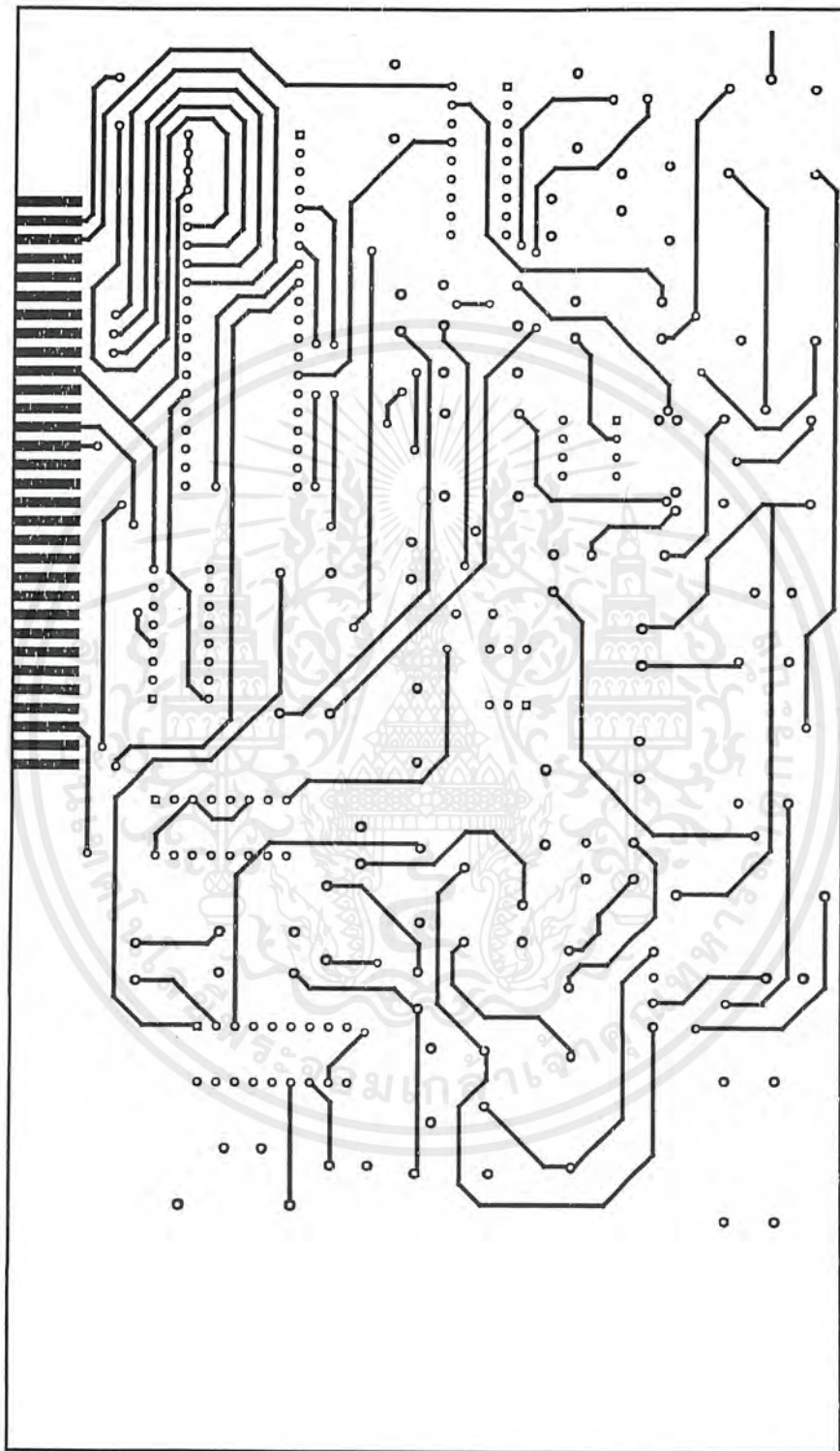
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลายปรี้นวงจรค้ำนหล้ง

เอกสาร์น้เป็นเอกสาร์ท้สงวนไว้ส้ห้การใช้งำนเพื่อกำรศีกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อี กทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34014

Specifications and Applications Information

TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

The MC34014 is a Telephone Speech Network integrated circuit which incorporates adjustable transmit, receive, and sidetone functions, a dc loop interface circuit, tone dialer interface, and a regulated output voltage for a pulse/tone dialer. Also included is an equalization circuit which compensates gains for line length variations. The conversion from 2-to-4 wire is accomplished with a supply voltage as low as 1.5 volts. The MC34014 is packaged in a standard 18-pin (0.3" wide) plastic DIP and a 20-pin SOIC package.

- Transmit, Receive, and Sidetone Gains Set by External Resistors
- Loop Length Equalization for Transmit, Receive, and Sidetone Functions
- Operates Down to 1.5 volts (V+) in Speech Mode
- Provides Regulated Voltage for CMOS Dialer
- Speech Amplifiers Muted During Pulse and Tone Dialing
- DTMF Output Level Adjustable with a Single Resistor
- Compatible with 2-Terminal Electret Microphones
- Compatible with Receiver Impedances of 150 Ω and Higher

TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT

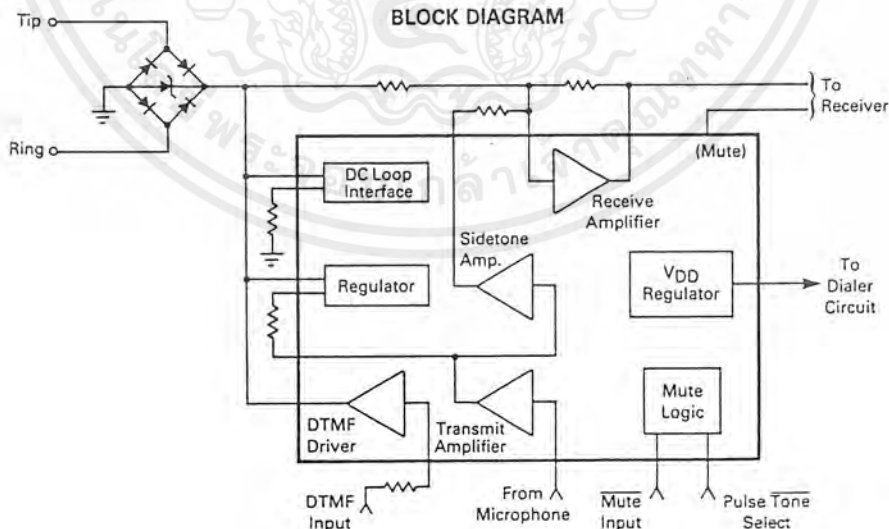


P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

DW SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751D
SC-20L



BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

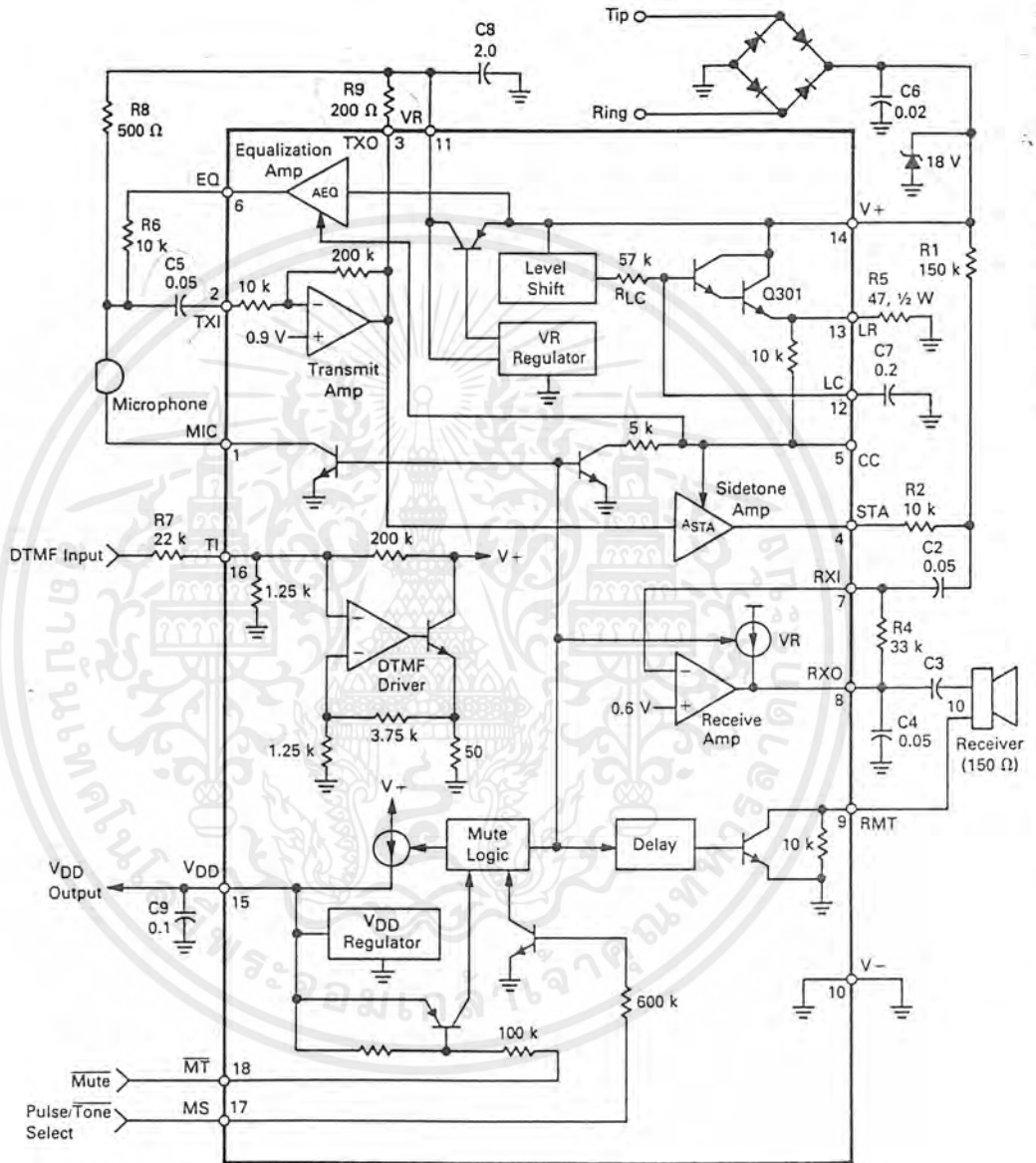
PIN DESCRIPTION (See Figure 1)

Pin # SOIC	Pin # DIP	Name	Description
1	1	MIC	Microphone negative supply. Bias current from the electret microphone is returned to V- through this pin, through an open collector NPN transistor whose base is controlled by an internal mute signal. During dialing, the transistor is off, disabling the microphone.
2	2	TXI	Transmit amplifier input. Input impedance is 10 k Ω . Signals from the microphone are input through capacitor C5 to TXI.
3	3	TXO	Transmit amplifier output. The ac signal current from this output flows through the V _R series pass transistor via R9 to drive the line at V+. Increasing R9 will decrease the signal at V+. The output is biased at ≈ 0.65 V to allow for maximum swing of ac signals. The closed loop gain from TXI to TXO is internally set at 26 dB.
4	4	STA	Sidetone amplifier output. Input to this amplifier is TXO. The signal at STA cancels the sidetone signals in the receive amplifier. The signal level at STA increases with loop length.
5	5	CC	Compensation Capacitor. A capacitor from CC to ground will compensate the loop length equalization circuit when additional stability is required. In most applications, CC remains open.
7	6	EQ	Equalization amplifier output. A portion of the V- signal is present on this pin to provide negative feedback around the transmit amplifier. The feedback decreases with increasing loop length, causing the ac impedance of the circuit to increase.
8	7	RXI	Receive amplifier input. Input impedance is >100 k Ω . Signals from the line and sidetone amplifier are summed at RXI.
9	8	RXO	Receive Amplifier output. RXO is biased by a 2.5 mA current source. Feedback maintains the dc bias voltage at ≈ 0.65 V. Increasing R4 (between RXO and RXI) will increase the receive gain. C4 stabilizes the amplifier. C3 couples the signals to the receiver. The 2.5 mA current source is reduced to 0.4 mA when dialing.
10	9	RMT	Receiver Mute. The ac receiver current is returned to V- through an open collector NPN transistor and a parallel 10 k Ω resistor. The base of the NPN is controlled by an internal mute signal. During dialing the transistor is off, leaving the 10 k Ω resistor in series with the receiver.

Pin # SOIC	Pin # DIP	Name	Description
11	10	V-	Negative supply. The most negative input connected to Tip and Ring through the polarity guard diode bridge.
12	11	VR	Regulated voltage output. The VR voltage is regulated at 1.2 V and biases the microphone and the speech circuits. An internal series pass PNP transistor allows for regulation with a line voltage as low as 1.5 V. Capacitor C8 stabilizes the regulator.
13	12	LC	DC load capacitor. An external capacitor C7 and an internal resistor form a low pass filter between V+ and LR to prevent ac signals from being loaded by the dc load resistor R5. Forcing LC to V- will turn off the dc load current and increase the V+ voltage.
14	13	LR	DC load resistor. Resistor R5 from LR to V- determines the dc resistance of the telephone, and removes power dissipation from the chip. The LR pin is biased 2.8 volts below the V- voltage (4.5 volts in the tone dialing mode).
15	14	V+	Positive supply. V+ is the positive line voltage (from Tip & Ring) through the polarity guard bridge. All sections of the MC34014 are powered by V+.
17	15	VDD	VDD regulator. VDD is the output of a shunt type regulator with a nominal voltage of 3.3 V. The nominal output current is increased from 550 μ A to 2 mA when dialing. Capacitor C9 stabilizes the regulator and sustains the VDD voltage during pulse dialing.
18	16	TI	Tone input. The DTMF signal from a dialer circuit is input at TI through an external resistor R7. The current at TI is amplified to drive the line at V-. Increasing R7 will reduce the DTMF output levels. The input impedance at TI is nominally 1.25 k Ω .
19	17	MS	Mode select. This pin is connected through an internal 600 k Ω resistor to the base of an NPN transistor. A Logic "1" (>2.0 V) selects the pulse dialing mode. A Logic "0" (<0.3 V) selects the tone dialing mode.
20	18	MT	Mute input. MT is connected through an internal 100 k Ω resistor to the base of a PNP transistor, with the emitter at VDD. A Logic "0" (<1.0 V) will mute the network for either pulse or tone dialing. A Logic "1" ($>VDD - 0.3$ V) puts the MC34014 into the speech mode.

2

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT



NOTE: Pin numbers are for 18 pin DIP.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Voltages referred to V-, T_A = 25°C) (See Note 1.)

Parameter	Value	Units
V+ Voltage	-1.0, +18	Vdc
V _{DD} (externally applied, V+ = 0)	-1.0, +6	Vdc
V _{LR}	-1.0, V+ - 3.0	Vdc
MT, MS Inputs	-1.0, V _{DD} + 1.0	Vdc
Storage Temperature	-65, +150	°C

NOTE 1: Devices should not be operated at these values. The "Recommended Operating Conditions" provide conditions for actual device operation.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Parameter	Value	Units
V+ Voltage (Speech Mode) (Tone Dialing Mode)	+1.5 to +15 +3.3 to +15	Vdc
I _{TXO} (Instantaneous)	0 to 10	mA
Ambient Temperature	-20 to +60	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Refer to Figure 1) (T_A = 25°C)

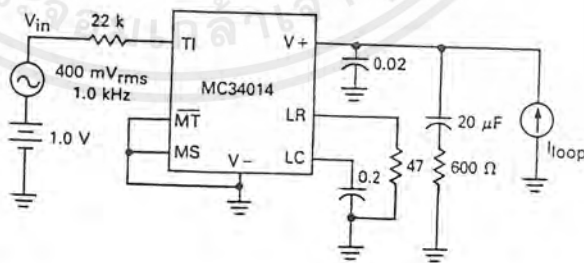
Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
LINE INTERFACE					
V+ Voltage	V+				Vdc
I _{loop} = 20 mA (Speech/Pulse Mode)		2.6	3.2	3.8	
I _{loop} = 30 mA (Speech/Pulse Mode)		3.0	3.7	4.4	
I _{loop} = 120 mA (Speech/Pulse Mode)		7.0	8.2	9.5	
I _{loop} = 20 mA (Tone Mode)		4.1	4.9	5.7	
I _{loop} = 30 mA (Tone Mode)		4.6	5.4	6.2	
V+ Current (Pin 12 Grounded)	I+				mA
V- = 1.7 V (Speech Mode)		4.0	6.6	8.5	
V- = 12 V (Speech/Pulse Modes)		5.5	8.4	12.5	
V- = 12 V (Tone Mode)		6.0	8.8	14.0	
LR Level Shift (V+ - V _{LR}) (Speech/Pulse Mode) (Tone Mode)	ΔV _{LR}	—	2.7 4.3	—	Vdc
LC Terminal Resistance	R _{LC}	36	57	94	kΩ
VOLTAGE REGULATORS					
VR Voltage (V+ = 1.7 V)	VR	1.1	1.2	1.3	Vdc
Load Regulation (0 mA < I _R < 6.0 mA)	ΔV _R LD	—	20	—	mV
Line Regulation (2.0 V < V+ < 6.5 V)	ΔV _R LN	—	25	—	mV
V _{DD} Voltage (V+ = 4.5 V)	V _{DD}	3.0	3.3	3.8	Vdc
Load Regulation (0 < I _{DD} < 1.6 mA) (Dialing Mode)	ΔV _{DD} LD	—	0.25	—	Vdc
Line Regulation (All Modes) (4.0 V < V+ < 9.0 V)	ΔV _{DD} LN	—	50	—	mV
Max. Output Current (Speech Mode)	I _{DDSP}	375	550	1000	μA
Max. Output Current (Dialing Mode)	I _{DDDL}	1.6	2.0	3.6	mA
V _{DD} Leakage Current (V+ = 0, V _{DD} = 3.0 V)	I _{DDLK}	—	—	1.5	μA
SPEECH AMPLIFIERS					
Transmit Amplifier					
Gain (TXI to TXO)	ATXO	—	20	—	V/V
TXO Bias Voltage (Speech/Pulse Mode)	V _{TXOSP}	0.45	0.52	0.60	x V _R
TXO Bias Voltage (Tone Mode Mode)	V _{TXODL}	VR - 25	VR - 5.0	—	mV
TXO High Voltage (Speech/Pulse Mode)	V _{TXOH}	VR - 25	VR - 5.0	—	mV
TXO Low Voltage (Speech/Pulse Mode)	V _{TXOL}	—	125	250	mV
TXI Input Resistance	R _{TXI}	—	10	—	kΩ
Receive Amplifier					
RXO Bias Voltage (All Modes)	V _{RXO}	0.45	0.52	0.60	x V _R
RXO Source Current (Speech Mode)	I _{RXOSP}	1.5	2.0	—	mA
RXO Source Current (Pulse/Tone Mode)	I _{RXODL}	200	400	—	μA
RXO High Voltage (All Modes)	V _{RXOH}	VR - 100	VR - 50	—	mV
RXO Low Voltage (All Modes)	V _{RXOL}	—	50	150	mV

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — (continued) (T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
MICROPHONE, RECEIVER CONTROLS					
MIC Saturation Voltage (Speech Mode, I = 500 μA)	V _{OLMIC}	—	50	125	mV
MIC Leakage Current (Dialing Mode, Pin 1 = 3.0 V)	I _{MICLK}	—	0	5.0	μA
RMT Resistance (Speech Mode) (Dialing Mode)	R _{RMTSP} R _{RMTDL}	— 5.0	8.0 10	15 18	Ω kΩ
RMT Delay (Dialing to Speech)	t _{RMT}	2.0	4.0	20	ms
DIALING INTERFACE					
MT Input Resistance	R _{MT}	58	100	—	kΩ
MT Input High Voltage	V _{IHMT}	V _{DD} - 0.3	—	—	V _d c
MT Input Low Voltage	V _{ILMT}	—	—	1.0	V _d c
MS Input Resistance	R _{MS}	280	600	—	kΩ
MS Input High Voltage	V _{IHMS}	2.0	—	—	V _d c
MS Input Low Voltage	V _{ILMS}	—	—	0.3	V _d c
TI Input Resistance	R _{TI}	—	1.25	—	kΩ
DTMF Gain (See Figure 2) (V + /V _{in})	A _{DTMF}	3.2	4.8	6.2	dB
SIDETONE AMPLIFIER					
Gain (TXO to STA) (Speech Mode) @ V _{LR} = 0.5 V (Speech Mode) @ V _{LR} = 2.5 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 0.2 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 1.0 V	A _{STA}	— — — —	-15 -21 -15 -21	— — — —	dB
STA Bias Voltage (All Modes)	V _{STA}	0.65	0.8	0.9	x V _R
EQUALIZATION AMPLIFIER					
Gain (V+ to EQ) (Speech Mode) @ V _{LR} = 0.5 V (Speech Mode) @ V _{LR} = 2.5 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 0.2 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 1.0 V	A _{EQ}	— — — —	-12 -2.5 -12 -2.5	— — — —	dB
EQ Bias Voltage (Speech Mode) @ V _{LR} = 0.5 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 0.5 V (Speech, Pulse) @ V _{LR} = 2.5 V	V _{EQ}	— — —	0.66 1.3 3.3	— — —	V _d c

NOTE: Typical values are not tested or guaranteed.

FIGURE 2 — DTMF DRIVER TEST



SYSTEM SPECIFICATIONS (T_A = 25°C) (See Figures 1-4)

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Tip-Ring Voltage (including polarity guard bridge drop of 1.4 V) (Speech Mode) I _{loop} = 5.0 mA I _{loop} = 10 mA I _{loop} = 20 mA I _{loop} = 40 mA I _{loop} = 60 mA	—	2.4 3.9 4.6 5.6 6.6	—	Vdc
Transmit Gain from V _S to V+ (Figure 3) (I _{loop} = 20 mA) Gain change as I _{loop} is increased to 60 mA Distortion Output noise	28 -6.0 — —	30 -4.5 2.0 11	31 -3.6 — —	dB dB % dBrc
Receive V _{RXO} -V _S (f = 1.0 kHz, I _{loop} = 20 mA) (See Figure 4) Receive gain change as I _{loop} is increased to 60 mA Distortion	-16 -5.0 —	-15 -3.0 2.0	-13 -2.0 —	dB dB %
Sidetone Level V _{RXO} -V- (Figure 3)				dB
		I _{loop} = 20 mA I _{loop} = 60 mA	— —	— —
Sidetone Cancellation $\left[\frac{V_{RXO}}{V-} \right]$ (Figure 4) dB - $\left[\frac{V_{RXO}}{V+} \right]$ (Figure 3) dB I _{loop} = 20 mA	20	26	—	dB
DTMF Driver V- V _{i;n} (Figure 2)	3.2	4.8	6.2	dB
AC impedance Speech mode (incl. C _G , See Figure 4) Z _{ac} = (600)V+ / (V _S - V-) Tone mode (including C _G)		I _{loop} = 20 mA I _{loop} = 60 mA 20 mA < I _{loop} < 60 mA	— — —	750 300 1650
				Ω

NOTE: Typicals are not tested or guaranteed.

FIGURE 3 — TRANSMIT AND SIDETONE LEVEL TEST

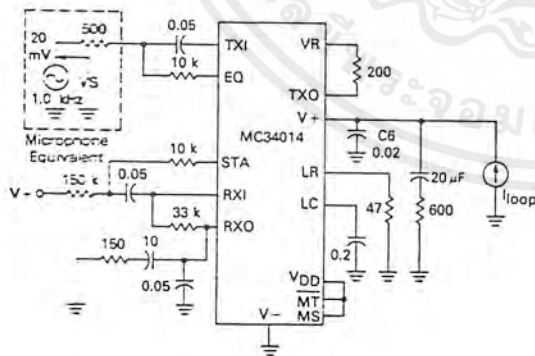
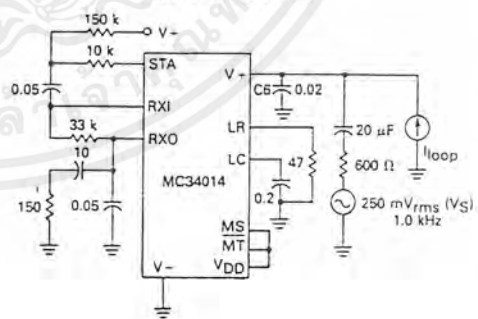


FIGURE 4 — AC IMPEDANCE, RECEIVE AND SIDETONE CANCELLATION TEST



LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

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

Features

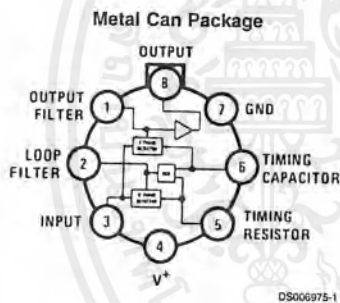
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%

- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

Applications

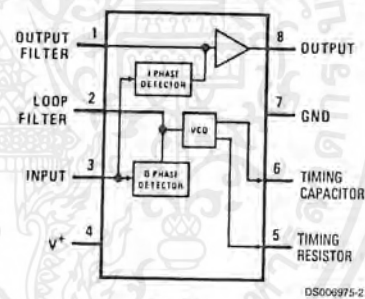
- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

Connection Diagrams



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

Dual-In-Line and Small Outline Packages



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

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

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

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 2)	1100 mW
V_B	15V
V_3	-10V
V_3	$V_4 + 0.5V$
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Operating Temperature Range

LM567H	-55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0°C to +70°C

Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

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

Electrical Characteristics

AC Test Circuit, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 5V$

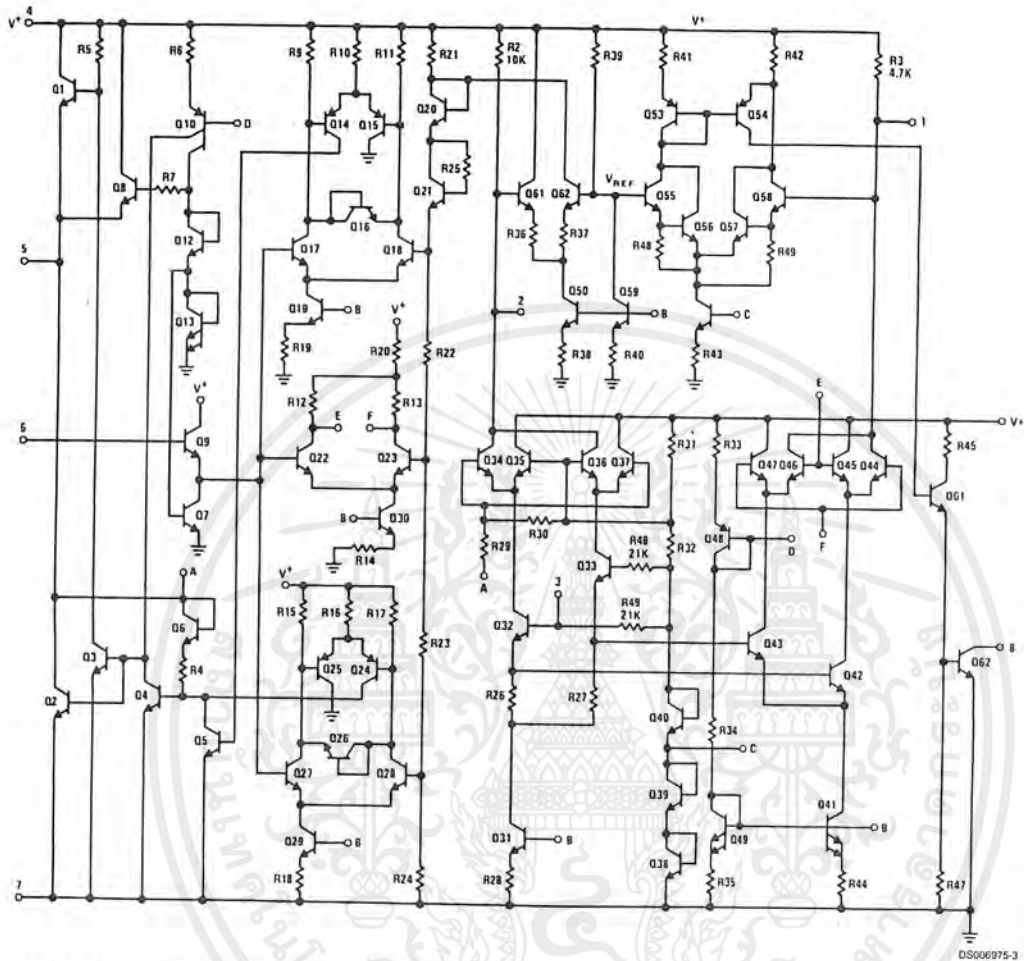
Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	$R_L = 20k$		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	$R_L = 20k$		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		k Ω
Smallest Detectable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

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

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

Note 3: Refer to RET567X drawing for specifications of military LM567H version.

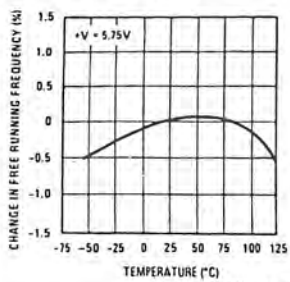
Schematic Diagram



DS006975-3

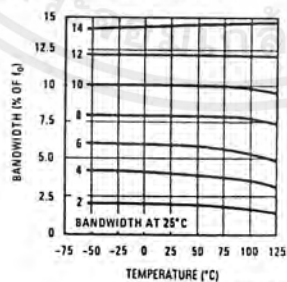
Typical Performance Characteristics

Typical Frequency Drift



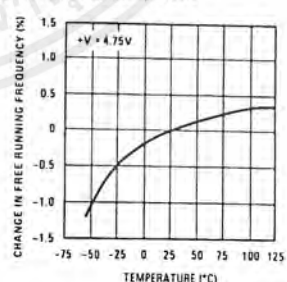
DS006975-10

Typical Bandwidth Variation



DS006975-11

Typical Frequency Drift

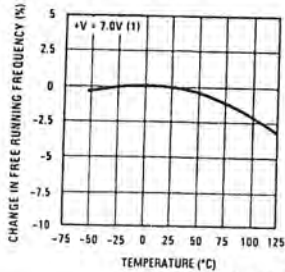


DS006975-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

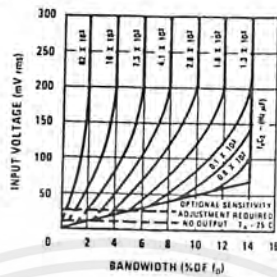
Typical Performance Characteristics (Continued)

Typical Frequency Drift



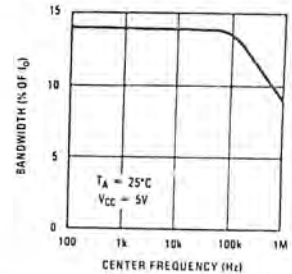
DS006975-13

Bandwidth vs Input Signal Amplitude



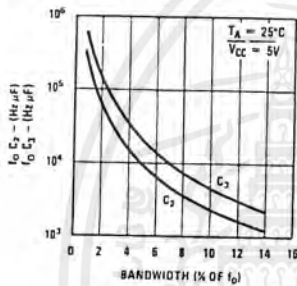
DS006975-14

Largest Detection Bandwidth



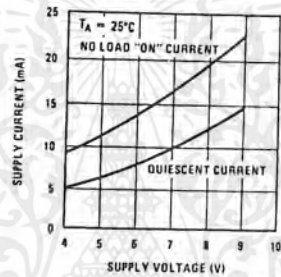
DS006975-15

Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



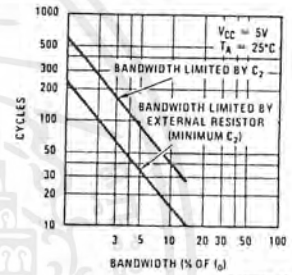
DS006975-16

Typical Supply Current vs Supply Voltage



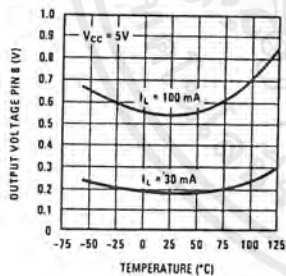
DS006975-17

Greatest Number of Cycles Before Output



DS006975-18

Typical Output Voltage vs Temperature



DS006975-19

4N25, 4N26, 4N27, 4N28 OPTOCOUPERS

SOOS035 D2493 SEPTEMBER 1978 - REVISED MARCH 1983

COMPATIBLE WITH STANDARD TTL INTEGRATED CIRCUITS

- Gallium Arsenide Diode Infrared Source Optically Coupled to a Silicon N-P-N Phototransistor
- High Direct-Current Transfer Ratio
- High-Voltage Electrical Isolation . . . 2.5-kV, 1.5-kV, or 0.5-kV Rating
- Plastic Dual-In-Line Package
- High-Speed Switching . . . $t_r = 2 \mu s$, $t_f = 2 \mu s$ Typical

mechanical data

The package consists of a gallium arsenide infrared-emitting diode and an n-p-n silicon phototransistor mounted on a 6-lead frame encapsulated within an electrically nonconductive plastic compound. The case will withstand soldering temperature with no deformation and device performance characteristics remain stable when operated in high-humidity conditions. Unit weight is approximately 0.52 grams.

FALLS WITHIN JEDEC MO-001 AM DIMENSIONS
ALL LINEAR DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS AND PARENTHEMICALLY IN INCHES

NOTES:

- a. Leads are within 0.127 (0.005) radius of true position (T P) with maximum material condition and unit installed.
- b. Pin 1 identified by index dot.
- c. Terminal connections:

1. Anode	↔	Infrared-emitting diode
2. Cathode	↔	
3. No internal connection	↔	
4. Emitter	↔	Phototransistor
5. Collector	↔	
6. Base	↔	

absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

*Peak Input-to-Output Voltage:	4N25	± 2.5 kV
	4N26, 4N27	± 1.5 kV
	4N28	± 0.5 kV
*Collector-Base Voltage		70 V
*Collector-Emitter Voltage (See Note 1)		30 V
*Emitter-Collector Voltage		7 V
*Emitter-Base Voltage		7 V
*Input-Diode Reverse Voltage		3 V
*Input-Diode Continuous Forward Current at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 2)		80 mA
*Input-Diode Peak Forward Current ($t_W = 300 \mu s$, duty cycle = 2%)		3 A
*Continuous Power Dissipation at (or below) 25°C Free-Air Temperature:		
Infrared-Emitting Diode (See Note 3)		50 mW
Phototransistor (See Note 3)		150 mW
Total, Infrared-Emitting Diode plus Phototransistor (See Note 4)		250 mW
*Storage Temperature Range		-55°C to 150°C
*Lead Temperature 1,6 mm (1/16 inch) from Case for 10 Seconds		260°C

*JEDEC registered data. This data sheet contains all applicable JEDEC-registered data in effect at the time of publication.

- NOTES:**
1. This value applies when the base-emitter diode is open-circuited.
 2. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 1.33 mA/°C.
 3. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 2 mW/°C.
 4. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 3.33 mW/°C.

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

Copyright © 1983, Texas Instruments Incorporated

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N26, 4N27, 4N28
OPTOCOUPERS

electrical characteristics at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	4N25, 4N26			4N27, 4N28			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
*V _{(BR)CBO} Collector-Base Breakdown Voltage	I _C = 100 μA, I _E = 0, I _F = 0	70			70			V
*V _{(BR)CEO} Collector-Emitter Breakdown Voltage	I _C = 1 mA, I _B = 0, I _F = 0	30			30			V
*V _{(BR)ECO} Emitter-Collector Breakdown Voltage	I _E = 100 μA, I _B = 0, I _F = 0	7			7			V
*I _R Input Diode Static Reverse Current	V _R = 3 V			100			100	μA
*I _{C(on)} On-State Collector Current (Phototransistor Operation)	V _{CE} = 10 V, I _B = 0, I _F = 10 mA	2	5		1	3		mA
I _{C(on)} On-State Collector Current (Photodiode Operation)	V _{CB} = 10 V, I _E = 0, I _F = 10 mA		20			20		μA
*I _{C(off)} Off-State Collector Current (Phototransistor Operation)	V _{CE} = 10 V, I _B = 0, I _F = 0		1	50		1	50	nA
*I _{C(off)} Off-State Collector current (Photodiode Operation)	V _{CB} = 10 V, I _E = 0, I _F = 0		0.1	20		0.1	20	nA
*V _F Input Diode Static Forward Voltage	I _F = 10 mA		1.25	1.5		1.25	1.5	V
*V _{CE(sat)} Collector-Emitter Saturation Voltage	I _C = 2 mA, I _B = 0, I _F = 50 mA		0.25	0.5		0.25	0.5	V
r _{IO} Input-to-Output Internal resistance	V _{in-out} = 2.5 kV for 4N25, = 1.5 kV for 4N26, 4N27, = 0.5 kV for 4N28. See Note 5	10 ¹¹	10 ¹²		10 ¹¹	10 ¹²		Ω
C _{IO} Input-to-Output Capacitance	V _{in-out} = 0, f = 1 MHz. See Note 5		1			1		pF

*JEDEC registered data

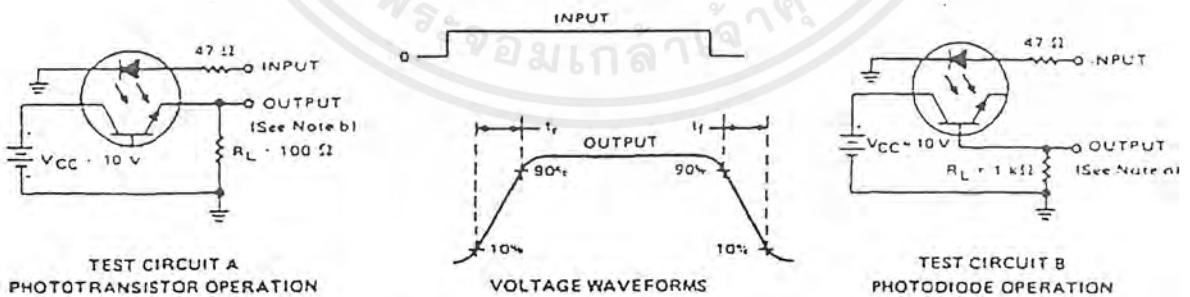
NOTE 5: These parameters are measured between both input diode leads shorted together and all the phototransistor leads shorted together

switching characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TYP	UNIT
t _r Rise Time	Phototransistor Operation V _{CC} = 10 V, I _B = 0, I _{C(on)} = 2 mA, R _L = 100 Ω. See Test Circuit A of Figure 1	2	μs
t _f Fall Time		2	
t _r Rise Time	Photodiode Operation V _{CC} = 10 V, I _E = 0, I _{C(on)} = 20 μA, R _L = 1 kΩ. See Test Circuit B of Figure 1	1	μs
t _f Fall Time		1	

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

Adjust amplitude of input pulse for:
I_{C(on)} = 2 mA (Test Circuit A) or
I_{C(on)} = 20 μA (Test Circuit B)



NOTES a. The input waveform is supplied by a generator with the following characteristics: Z_{OUT} = 50 Ω, t_r < 15 ns, duty cycle ≈ 1%, f_w = 100 μs.
b. The output waveform is monitored on an oscilloscope with the following characteristics: t_r < 12 ns, R_{in} > 1 MΩ, C_{in} < 20 pF.

FIGURE 1 - SWITCHING TIMES

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ สมยศ จุณณะปิยะ (อาจารย์ที่ปรึกษา) ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำและช่วยเหลือเมื่อประสบกับปัญหาเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอบคุณนายภาณุวัฒน์ เกรียงไกรวุฒิ เพื่อนที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำงานอย่างมากตลอดจนเพื่อนคนอื่นๆที่คอยให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจให้เสมอมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิสัย “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์” โดยบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) พ.ศ. 2538
2. ธานีินทร์ ฉาวรสารนวงศ์ และ ทินกร คุ้ม “การอินเทอร์เฟซ IBM/PC” โดยสำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ พ.ศ. 2535
3. ยืน ภู่วรรณ “เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ IBM PC” โดยบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) พ.ศ. 2537
4. สัจจะ จรัสรุ่งรวีร์ “คู่มือการสร้างแอปพลิเคชันด้วย Visual Basic 6 Basic ฉบับสมบูรณ์” โดยบริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด พ.ศ. 2542
5. <http://members.tripod.com/~zealsoft> “Vbio32.dll Sample” Copyright(c) 1997 Hai Li, Zeal SoftStudio
6. Michael Halvorson เรียบเรียงโดย สุทธา ศรีวิริยาจารย์ “Microsoft Visual Basic Professional 6.0 Step by Step” โดยบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) พ.ศ. 2542
7. Student M. Asser ,Vincent J. Stigliano ,Richard F, Bahrenburg, “Microcomputer Theory And Servicing”, 2nd ed., Merrill Pub.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้