สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเชื่อมต่อโทรศัพท์กับPC แบบINTERACTIVE

TELEPHONE-PC INTERACTIVE SYSTEM

โดย

นาย กฤษฎา งานฉมัง

นาย คมเพชร สุสังข์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42270
วัน, เดือน, ปี 16 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อโทรศัพท์กับPC แบบInteractive

Telephone-PC Interactive System

โดย

นาย กฤษฎา งานฉมัง

นาย คมเพชร สุสังข์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิติพล ชิตสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับ PC แบบ Interactive

ผู้จัดทำ

1. นาย กฤษฎา งานฉมัง รหัส 40010016
2. นาย คมเพชร สุสังข์ รหัส 40010102

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. กิตติพล ชิตสกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับPC แบบ INTERACTIVE

กฤษฎา งานฉมัง
คมเพชร สุสังข์
ดร. กิติพล ชิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

โครงงานในปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการศึกษาและออกแบบวงจรสำหรับการเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อที่สามารถจะความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการใช้งานร่วมกับโทรศัพท์ให้ได้รับความสะดวกในการใช้งานยิ่งขึ้น เช่น สามารถรับฟังข้อมูลข่าวสารต่างๆที่จัดเตรียมไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้รับข้อมูลจะสามารถเลือกที่จะฟังข้อมูลที่ต้องการได้โดยการเลือกจากการกดแป้นโทรศัพท์ โดยโครงงานนี้ประกอบไปด้วยสองส่วน ได้แก่ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ และส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาบนภาษาเดลไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEPHONE-PC INTERACTIVE SYSTEM

Krisda Nganchamung
Komphet Susang
Dr. Kittipol Chitsakul (Advisor)
2nd Semester, Educational Year
2000

Abstract

The purpose of this project is to study and design the interface between a PC and a telephone system to utilize the performance of PC in some automatic operations of telephone. For example , we can retrieve message from the computer via voice. This project is composed of two sections. The first section is hardware, and the second is software developed by Delphi.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำงาน และรายงานชิ้นจะ ไม่มีทางสำเร็จได้เลย ถ้าไม่ได้คำปรึกษาและการแนะนำจาก ท่านอาจารย์ ดร. กิติพล ชิตสกุล และความช่วยเหลือทั้งจากพี่ ๆและ เพื่อนๆ ภาคอิเล็กทรอนิกส์ใน ทุกๆด้าน และอีกหลายๆคนที่ไม่ได้กล่าวถึง

ผู้จัดทำ ขอขอบคุณด้วยความจริงใจต่อทุกคนมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
Abstract	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญรูป	v
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์	2
2.2 วงจรการป้องกันไฟจากสายโทรศัพท์	19
2.3 วงจรควบคุมเสียงพูดและเชื่อมต่อส่วนส่งหมายเลข	20
2.4 วงจรส่งรหัสเลขหมาย	32
2.5 MT8870 DTMF Decoder	35
2.6 อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	41
บทที่ 3 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์	47
3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ Slot มาตรฐานของ IBM PC	47
3.2 การจัดแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำและI/O	49
บทที่ 4 เคลไฟสำหรับการติดต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	57
บทที่ 5 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์	60
5.1 ส่วนควบคุมการติดต่อทางโทรศัพท์	60
5.2 ส่วนการถอดรหัส DTMF (DTMF Decoder)	63
5.3 ส่วนของการควบคุม (8255 I/O Port)	65
5.4 ส่วนวงจรส่งสัญญาณหมายเลข (Dialer)	68
5.5 ส่วนวงจรเสียงพูด (Speech Network)	68
บทที่ 6 การทดลองและผลการทดลอง	71
บทที่ 7 บทสรุป	76
ภาคผนวก	77
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงวงจรภายในเครื่องต่อโทรศัพท์และเชื่อมต่อกับชุมสาย	2
2.2 แสดงฮุกสวิทช์	3
2.3 บล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์	6
2.4 (ก) แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลส์อย่างง่ายๆ	7
2.4 (ข) แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนเลข “4”	8
2.5 แป้นหมายเลขและค่าความถี่ต่างๆ	9
2.6 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แบบแยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF	10
2.7 บล็อกไดอะแกรมของระบบ DTMF	12
2.8 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ	12
2.9 วงจรที่สามารถทำงานได้ทั้งในโหมดการทำงานแบบ Pulse และ DTMF	14
2.10 โครงสร้างของไอซีเบอร์ UM 91210	15
2.11 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว	17
2.12 เปียซโซทรานสดิวเซอร์	17
2.13 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่	18
2.14 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่	18
2.15 แสดงการป้องกันแรงดันค่าสูงๆ	20
2.16 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ MC34114	21
2.17 แสดงอุปกรณ์ที่ต่อภายนอกของMC34114	21
2.18 วงจรสมมูลของการอินเทอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์	22
2.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Vr,Ir,Vcc	22
2.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายของสัญญาณAGC และแรงดันที่ขา9	23
2.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Vdd และ Idd	24
2.22 วงจรส่วนอินพุทของ MC34114	24
2.23 ผังและอุปกรณ์ภายนอกของ MC34114	25
2.24 แสดงบล็อกไดอะแกรม MC34014	29
2.25 แสดงวงจรทดสอบ MC34014	31
2.26 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซี MC145412	32
2.27 แสดงขาต่าง ๆ ของ ไอซี MC145412	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.28 ลักษณะสัญญาณ DTMF ที่ได้จากโทรศัพท์ 35
2.29 แสดงลายละเอียดของขา ไอซี MT8870 35
2.30 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่ 36
2.31 โครงสร้างภายในของ MT8870 36
2.32 แสดงการต่อวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง 39
2.33 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่ 39
2.34 แสดงวงจรใช้งานของ MT8870 40
2.35 ขาเบสของตัวเชื่อมโยงทางแสงเบอร์ 4N26 ใช้ต่อเพื่อ 41
เพิ่มความเร็วของการสวิทชิ่ง
2.36 จังหวะการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำ 43
2.37 จังหวะการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบรับการกระตุ้นซ้ำ 44
2.38 แสดงการใช้TTL เบอร์ 74121 เป็นโมโนสเตเบิ้ล 45
2.39 แสดงการใช้TTL เบอร์ 74122 เป็นโมโนสเตเบิ้ล 46
3.1 การใช้งานแอดเดรสบิทต่างๆ ในการอ้างแอดเดรสของพอร์ตใน IBM/PC 51
3.2 การใช้งานแอดเดรสของพอร์ตบน IBM/PC 52
3.3 การใช้งานแอดเดรสต่างๆ สำหรับพอร์ต I/O ของ IBM/PC 53
3.4 การใช้งานแอดเดรสสำหรับพอร์ต I/O บนการ์ดต่างๆ 53
3.5 ตัวอย่างวงจรดีโค้ดแอดเดรสแบบฟิกซ์ 54
5.1 แสดงวงจรตรวจจับการยกหู 61
5.2 แสดงวงจรตรวจสัญญาณกระดิ่ง 62
5.3 วงจรตรวจสัญญาณ Dial Tone 63
5.4 แสดงรายระเอียดขาของ MT8870 64
5.5 แสดงวงจรถอดรหัส DTMF 64
5.6 แสดงผังโครงสร้างของไอซี 8255 65
5.7 แสดงผังวงจรภายในและการจัดขาของไอซี 8255 66
5.8 แสดงการต่อ8255 กับการ์ด ISA 67
5.9 แสดงวงจรสร้างสัญญาณความถี่ดีทีเอ็มเอฟ 68
5.10 แสดงวงจรโทรศัพท์สำเร็จระบบโทน 69
5.11 แสดงวงจรรวม 70
6.1 แสดงสัญญาณการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง 72
6.2 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณที่จับได้ที่อินพุทเทียบกับเอาท์พุท 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 แสดงสัญญาณที่ได้จากการตรวจจับวงจรกระดิ่ง 73
6.4 แสดงสัญญาณ DTMF ที่หมายเลข1,3 และ 5 74
6.5 แสดงสัญญาณการตรวจจับการวางหู 75
6.6 แสดงสัญญาณอินพุท และเอาท์พุทของLM567 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารต่าง ๆ มีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมากและมีส่วนสำคัญในการดำรงชีวิตของคนเราทุกวันนี้ โทรศัพท์จัดเป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องด้วยความสะดวกและรวดเร็ว ประกอบกับปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีส่วนร่วมในชีวิตประจำวันของคนมากขึ้นทุกวันไม่ว่าจะเป็นที่สำนักงานหรือภายในที่อยู่อาศัย ดังนั้นจึงมีความคิดว่าน่าจะใช้ประโยชน์มากขึ้นจากอุปกรณ์ทั้งสองชนิด หากนำมาใช้งานร่วมกัน ทำให้เกิดโครงงานระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมา

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้ต้องการนำสมรรถนะของไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมาใช้กับระบบโทรศัพท์โดยไม่ไปรบกวนการทำงานของระบบเดิมที่ใช้งานปกติ จึงจำเป็นต้องมีวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์กับคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของการ์ดอินเตอร์เฟส ซึ่งจะทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของโทรศัพท์ โดยในการศึกษาเบื้องต้นจะพัฒนาในส่วนฮาร์ดแวร์ของการอินเตอร์เฟส และซอฟท์แวร์ที่ใช้เป็นระบบการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติผ่านทางสายโทรศัพท์(Audio Text) ซึ่งระบบนี้กำลังเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน

1.2 โครงร่างของรายงาน

รายงานฉบับนี้เป็นการรายงานผลจากการศึกษาและทดลองตลอดสองภาคการศึกษา เพื่อออกแบบสร้างระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมา ตามแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเนื้อหานั้นจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ แยกเป็นบท ๆ ไปดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมา ของโครงงาน

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ในโครงงานนี้

บทที่ 3 กล่าวถึง ระบบไมโครคอมพิวเตอร์

บทที่ 4 กล่าวถึง เคลไฟสำหรับการติดต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 5 กล่าวถึง การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์ของส่วนอินเตอร์เฟส

บทที่ 6 การทดสอบและผลการทดสอบสมรรถนะของระบบที่ได้สร้างขึ้นมา

บทที่ 7 เป็นการสรุปงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

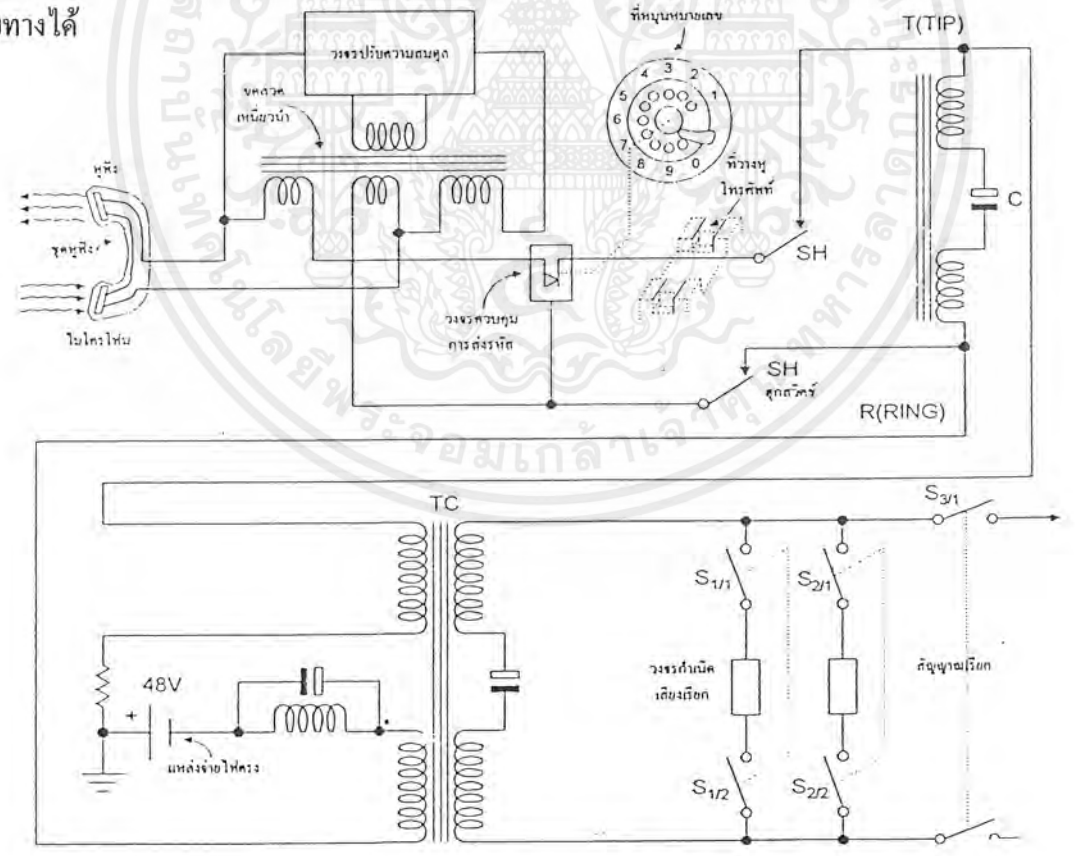
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์

โทรศัพท์ถือกำเนิดขึ้นโดยการคิดค้นของอเล็กซานเดอร์ เกรเฮมเบลล์ โทรศัพท์ระบบแรกที่เกิดขึ้นคือ ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์ (Pulse) การเรียกหมายเลขต่าง ๆ จะใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวกำเนิดทั้งสิ้น เช่น เลข 1 ก็คือสัญญาณพัลส์ 1 ลูก เลข 9 คือสัญญาณพัลส์ 9 ลูกเป็นต้น

ในปัจจุบัน โทรศัพท์จัดเป็นอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้สะดวกรวดเร็ว ให้ข่าวสารได้ชัดเจน รวมถึงค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนักจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยมีองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยเป็นผู้ให้บริการด้านชุมสายและจ่ายเลขหมาย เครื่องรับโทรศัพท์นั้นปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือระบบกดปุ่ม และระบบหมุน ส่วนระบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดได้แก่ระบบกดปุ่ม (DTMF) ส่วนประกอบหลัก ๆ ของระบบโทรศัพท์คือ

1. เครื่องโทรศัพท์
2. สายโทรศัพท์
3. ชุมสายโทรศัพท์ ทำหน้าที่ตัดต่อคู่สายต่าง ๆ ให้ผู้เรียกต้นทางสามารถติดต่อกับปลายทางได้



รูปที่ 2.1 แสดงวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ (Signaling)

สัญญาณ คือข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย

หน้าที่ทั่ว ๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่ คือ

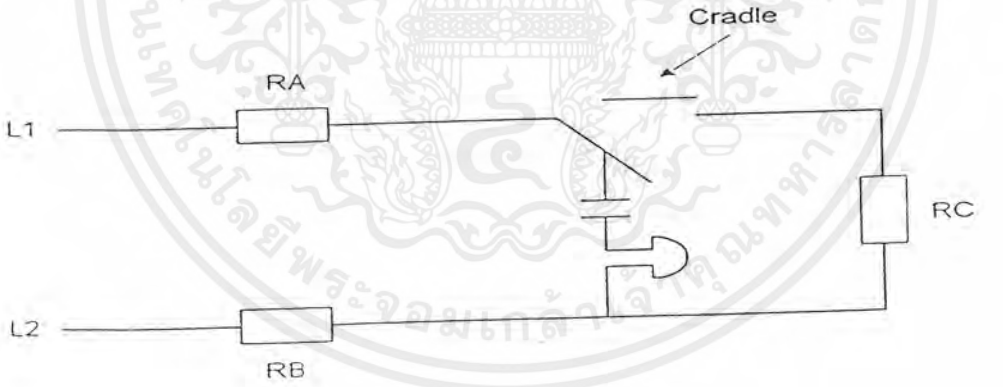
1. การเตรียมพร้อม (Alerting)
2. การส่งที่อยู่ของข่าวสาร (Transmitting address information)
3. การตรวจตรา (Supervising)
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting information signaling)

สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber Signaling)

1. สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่าไปยังชุมสาย

1.1 OFF HOOK คือ สภาพผู้เช่ายกหูโทรศัพท์สายจะมีสภาพ Closed Loop (Low Impedance)

1.2 ON HOOK คือ สภาพผู้เช่าวางหู หรือสภาพว่าง สายจะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)



RA, RB = ค่าความต้านทานของสายโทรศัพท์

RC = ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์

รูปที่ 2.2 แสดงรูป ฮุกสวิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 Dialing คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนหมายเลขเข้าเครื่องเ็ น Rotary Dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impedance จะสูง, ต่ำ สลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่ม Touch Tone สัญญาณออกจะเป็นความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย

2 สัญญาณที่ส่งจากชุมสายไปยังเครื่องรับ

2.3 สัญญาณให้หมุน (Dialing Tone) คือ สัญญาณที่บอกถึงสภาพการว่างของอุปการณ์ชุมสายและชุมสายพร้อมจะรับสัญญาณที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Tone นี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 เฮริตซ์ มอดดูเลตด้วยความถี่ 50 เฮริตซ์ ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อยกหูโทรศัพท์

2.4 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) คือสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่างแต่ถ้ายกหูแล้วได้สัญญาณนี้แสดงว่า อุปการณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้วแสดงว่าผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 เฮริตซ์ เป็นซายน์เวฟ

2.5 สัญญาณเรียกกลับ (Ringing Tone) เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากหมุนหมายเลขครบแล้วเพื่อบอกให้ทราบว่าการเชื่อมต่อกระทำได้สำเร็จแล้ว ในขณะนี้ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังผู้ถูกเรียกด้วยความถี่ 25 เฮริตซ์เป็นซายน์เวฟ โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

2.6 สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal) เป็นสัญญาณต่อเนื่อง ความถี่ของสัญญาณ 25 เฮริตซ์ ค่าแรงดัน 70 - 90 โวลท์ โดยส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก ส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

2.7 สัญญาณโทนอื่น ๆ เช่น Nu Tone (Number unobtainable Tone) บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่ เป็นต้น

3 สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย (INTER EXCHANGE SIGNALING)

สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประเภท คือ

1. Seizure (สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา
2. Address information เป็นสัญญาณบอกเลขหมายหรือประเภทของผู้เช่า
3. Answer signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B ยกหูรับ

หน้าที่หลักของสัญญาณหลังก็คือ

3.1 เริ่มต้นคิดเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่งสัญญาณคิดเงิน

3.3 ตัดวงจรจับเวลาการใช้อุปกรณ์

4. สัญญาณยกเลิกการต่อตรง (Clear Forward) จะถูกส่งเมื่อฝ่าย A วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่าง ๆ

5. สัญญาณยกเลิกการตอบกลับ (Clear Back) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทางเริ่มต้นการจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90 – 120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

4 เครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์ (Telephone Set) จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งไปในสายและในทางกลับกันก็เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า กลับมาเป็นพลังงานเสียง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

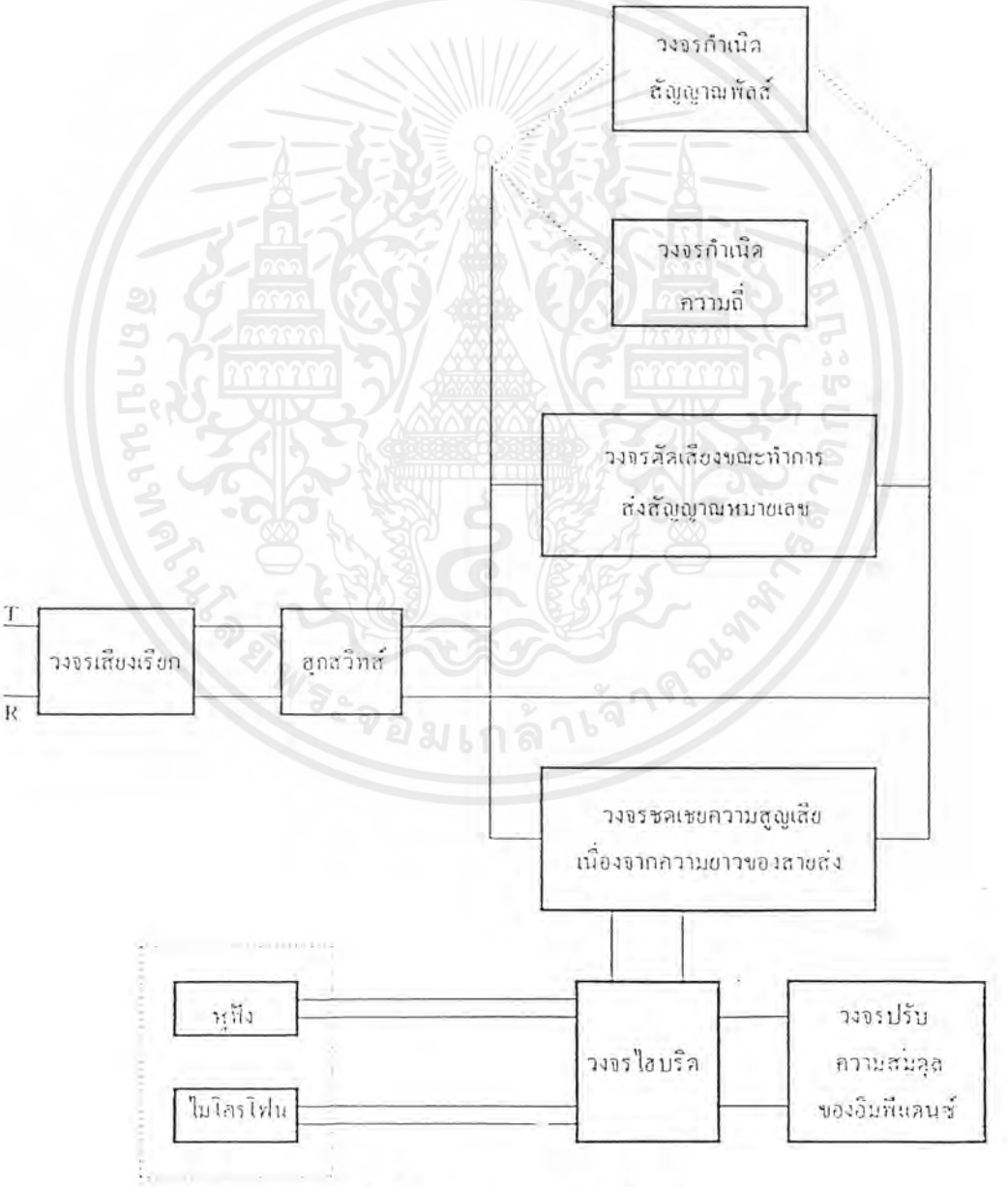
1. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น (Local – Exchange), (Hook off)
2. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ Code ที่ใช้แทนเลขหมายผู้ถูกเรียก (B Subscriber)
3. ทำหน้าที่รับเสียง โทน (Tone) ที่ต้องรับจากชุมสาย ตลอดจนสัญญาณเรียก (Ringing Tone)
4. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณยกเลิกการติดต่อเรียกไปยังชุมสาย (Hook on)

รายละเอียดของวงจรหมุนหมายเลขทั้งแบบปุ่มกดและแบบแป้นหมุนนั้น จะได้กล่าวถึงทั้งวงจรพื้นฐานและวงจรที่ได้รับการพัฒนาแล้วรวมทั้งการเปรียบเทียบข้อดีและ
ข้อเสียของระบบการส่งหมายเลขทั้ง 2 ระบบด้วยดังนี้

เริ่มด้วยจากชุมสายโทรศัพท์จะมีสายสัญญาณ 2 สายเชื่อมต่อมาที่เครื่องรับ โทรศัพท์ของเราคือ สาย T (tip) และสาย R (ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องรับ โทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสายก็คือวงจรกำเนิดเสียงเรียก (ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากู้อื่นเหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงก็คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ สุกสวิทช์ (switch hook) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังสุกสวิทช์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากสุกสวิทช์ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ จะทำหน้าที่ส่งเลขหมายไปให้ชุมสายโทรศัพท์แบบพัลส์ และวงจรกำเนิดความถี่จะทำหน้าที่ส่งเลขหมาย ไปให้ชุมสายโทรศัพท์ความถี่ผสม ที่เรียกว่า DTMF (Dial Tone Multi Frequency) เมื่อชุมสายโทรศัพท์ได้รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกปลวยทางแล้ว จะดำเนินการจัดหาเส้นทางเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อเครื่องรับโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกปลายทางให้ จากนั้นก็จะส่งสัญญาณให้ผู้เรียกได้รับรู้ (ring back tone) และส่งสัญญาณเรียก (ringing) ไปให้ผู้ถูกเรียกปลายทาง วงจรตัดเสียงขณะทำการส่งสัญญาณหมายเลขจะทำหน้าที่ตัดวงจรภาคเสียงพูด (speed part) ออกในขณะที่เครื่องรับโทรศัพท์กำลังส่งหมายเลขโทรศัพท์วงจรชดเชยความสูญเสียเนื่องจากความยาวของงสายส่ง จะทำหน้าที่ชดเชยสัญญาณที่สูญเสียไปเนื่องจากเครื่องรับโทรศัพท์และชุมสายโทรศัพท์อยู่ห่างไกลกันมาก ส่วนวงจรไฮบริด (Hybrid)จะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรเสียงพูดประกอบไปด้วย ไมโครโฟน และหูฟัง วงจรปรับความสมดุลของอิมพีแดนซ์ (Balance line) จะทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับโทรศัพท์ให้สมดุลย์กับคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งโดยปกติจะมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม



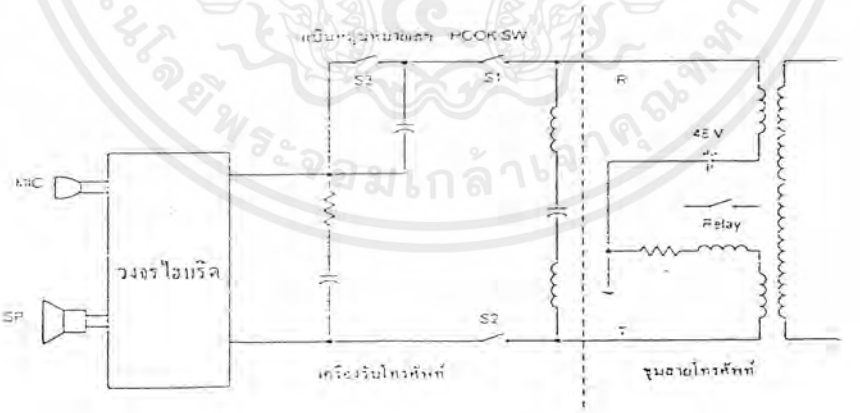
รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นกสวิทช์ก็จะปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียงกันกระแสค่าเดียวกันนี้ก็จะไหลผ่านวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ที่ชุมสายด้วย เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะทำการติดต่อกันเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้(นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยมายังชุมสาย หลังจากที่ชุมสายได้รับหมายเลขแรกที่ถูกส่งมาแแล้วชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุน ซึ่งกระบวนการตอนนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้นสามารถกระทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงถึงค่าของหมายเลขต่าง ๆ อีกวิธีหนึ่งก็คือการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่าง ๆ กันโดยค่าของตัวเลขจะถูกแทนด้วยค่าความถี่ 2 ความถี่ที่มอดูเลตกัน คราวนี้จะลองมาเปรียบเทียบถึงลักษณะการใช้งานของแต่ละแบบกัน

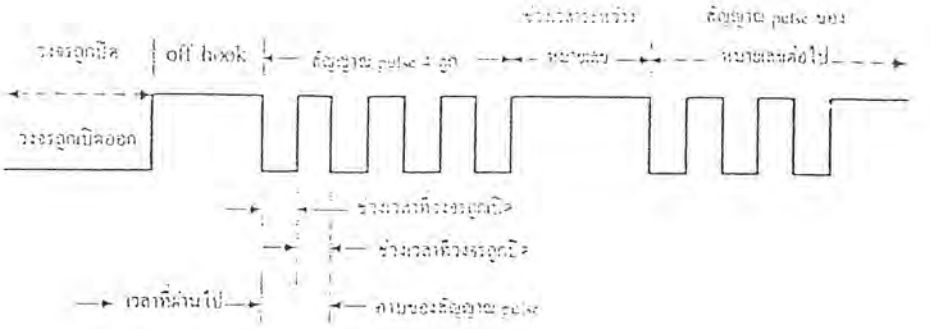
ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข (rotating-type)

ในรูปที่ 2.4 (ก) ก็จะเป็นวงจรที่ใช้การหมุนหมายเลขโทศัพท์ในแบบหมุน จะเห็นว่าสวิตซ์ S3 จะเปิดวงจรออก เมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ ก็จะไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าไปในวงจรส่วนที่อยู่ถัดไป จึงเหมือนกับว่าเป็นการขัดจังหวะ (interruption) การไหลของกระแสสำหรับจำนวนครั้งที่สวิตซ์ S3 ถูกเปิดออกจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของแป้นหมุน (dialer) ที่ถูกหมุนไปกับตำแหน่งปกติในขณะที่ไม่มีการหมุนหมายเลขใด ๆ เป็นต้นว่า ถ้าหมุนหมายเลข 4 สวิตซ์ S3 จะถูกทำให้เปิดออก 4 ครั้ง หรือว่า หมุนหมายเลข 7 สวิตซ์ S3 จะถูกเปิดออก 7 ครั้ง ซึ่งสวิตซ์ S3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่ปล่อยให้แป้นหมุนกลับสู่ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการหมุนหมายเลขอยู่



รูปที่ 2.4 (ก) แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลส์อย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 (ข) แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนหมายเลข "4"

รูปที่ 2.4 (ข) จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ จากรูปนี้จะเห็นว่าในตอนแรกโทรศัพท์อยู่ในสภาวะออนฮุก (On-hook) คือ หูโทรศัพท์จะถูกวางอยู่บนที่วางโทรศัพท์ตามปกติ ไม่มีกระแสจากชุมสายไหลเข้าสู่เครื่องรับโทรศัพท์เพราะขณะนี้วงจรถูกเปิดออกโดยฮุกสวิตซ์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นอยู่ในสภาวะออฟฮุก (Off-hook) ฮุกสวิตซ์จะถูกปิดวงจรลงทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลขโดยในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข "4" ก็จะทำให้วงจรถูกเปิดออกด้วยสวิตซ์ S3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้สัญญาณดังรูปข้างบน

ในระบบโทรศัพท์แบบที่ส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลส์นี้ จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณในอัตรา 10 พัลส์ต่อวินาที หรือ 10 pps (pulses per second) และเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันในการพิจารณาสัญญาณที่เกิดขึ้นจึงควรที่จะทราบความหมายของคำต่อไปนี้

• คาบของสัญญาณพัลส์ (pulse period) = ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด (break duration) + ช่วงเวลาที่ถูกปิด (make duration) ซึ่งคาบของสัญญาณพัลส์จะถูกออกแบบให้มีค่าอย่างต่ำเท่า 1000 มิลลิวินาที

• อัตราการส่งสัญญาณพัลส์ (pulse rate) = จำนวนพัลส์ที่ถูกส่งออกไปใน 1 วินาที = 1000/คาบเวลาของสัญญาณพัลส์ (เป็นมิลลิวินาที)

• เปอร์เซ็นต์ของการเปิดวงจร (percent break) = 100 x ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (interdigit interval) ถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 มิลลิวินาที

สำหรับในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดค่ามาตรฐานของสัญญาณไว้แน่นอน เช่น ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดจะต้องไม่ต่ำกว่า 60 มิลลิวินาที หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60% สำหรับประเทศอื่น ๆ มักจะใช้ที่อัตรา 67% เป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

ปกติในสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องรับ โทรศัพท์จะมีค่าความต้านทาน ตัวเก็บประจุ และขดลวดเหนี่ยวนำแฝงอยู่ โดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ ระยะทาง 1 ไมล์ ที่เพิ่มขึ้นของสายส่ง จะเสมือนกับว่ามีตัวเก็บประจุต่อคร่อมอยู่ระหว่างสายส่งประมาณ 0.07 μF และมีความต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกันอยู่ โดยจะมีค่าประมาณ 42 Ω และ 1 mH ตามลำดับ ซึ่งมีอุปกรณ์แฝงพวกนี้จะมีผลให้สัญญาณพัลส์ที่ถูกส่งไปตามสายส่งเกิดความผิดเพี้ยนทั้งขนาด (amplitude) และคาบเวลา (period) ดังนั้นชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถรับรู้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนเหล่านี้ไว้ และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อ

ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (dual tone multifrequency type)

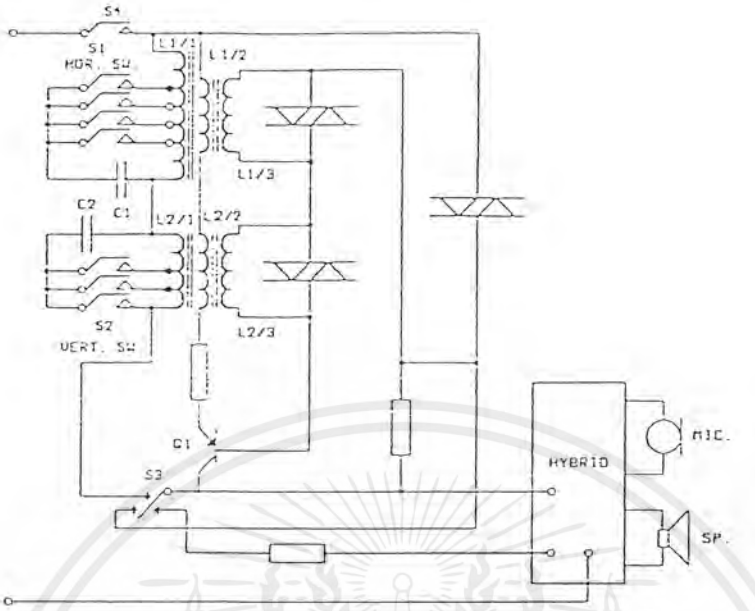
เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะพบได้มากกว่าระบบการส่งแบบ pulse ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไปเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งมีค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่าง ๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.5 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันออกมา

สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ที่สร้างความถี่เหล่านี้ขึ้นมาก็คือ วงจรในรูปที่ 2.6 ซึ่งเป็นวงจรที่ยังคงใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาต่อรวมกันเป็นวงจรอยู่ ซึ่งปัจจุบันจะมีการใช้อุปกรณ์ที่ถูกผลิตในรูปไอซีสำเร็จรูปมาใช้งานมากกว่า

	1209	1336	1477	1633	
697	1	2	3	A	R1
770	4	5	6	B	R2
852	7	8	9	C	R3
641	*	0	#	D	R4
	C1	C2	C3	C4	

รูปที่ 2.5 แป้นหมายเลขและค่าความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แบบแยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF

การทำงานของวงจรจะเริ่มจากสวิตซ์ S1 (สวิตซ์ในแนวนอน) S2 (สวิตซ์ในแนวตั้ง) และ S3 จะถูกเปิดวงจรอยู่ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นกระแสจากชุมสายโทรศัพท์จะผ่าน S4, L1/1 และ L2/1 ทรานซิสเตอร์ Q1 จะไม่นำกระแส เมื่อมีการกดหมายเลขสวิตซ์ S1, S2 จะถูกปิดลงตามตำแหน่งของหมายเลขที่ถูกกด C1, C2 จะถูกต่อเข้ากับ L1/1 และ L2/1 ตามลำดับ เกิดเป็นวงจรออสซิลเตอร์ขึ้นโดย L1/1 และ C1 จะเป็นออสซิลเลเตอร์ที่ผลิตความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ที่เกิดจาก L2/1 และ C2 และขณะที่ S3 จะถูกปิดลงเช่นกัน ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณจากออสซิเลตทั้งสองเข้าด้วยกันและส่งไปยังชุมสาย ในขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่นั้นส่วนหูฟังและไมโครโฟนก็จะถูกต่อขนานกันจึงทำให้ได้ยินสัญญาณที่เกิดขึ้นจากวงจรออสซิลเลเตอร์ด้วย สำหรับชุมสายก็จะมีวงจรตรวจจับเอาสัญญาณไปประมวลผลต่อไป และยังต้องมีวงจรกรองความถี่ป้องกันไม่ให้มีความถี่แปลกปลอมอื่น ๆ เข้าไปในชุมสายโทรศัพท์ด้วย

ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบ DTMF กับ Pulse

ดราวนี้มาลองเปรียบเทียบระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบ ว่าแบบใดจะมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน ในตอนต้นทราบแล้วว่าในการส่งสัญญาณแบบพัลส์ 1 ลูก ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100 มิลลิวินาที (60 มิลลิวินาที สำหรับช่วงการเปิดวงจร และ 40 มิลลิวินาที สำหรับช่วงการปิดวงจร) และยังต้องมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 70 มิลลิวินาที ยิ่งถ้าหมายเลขที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

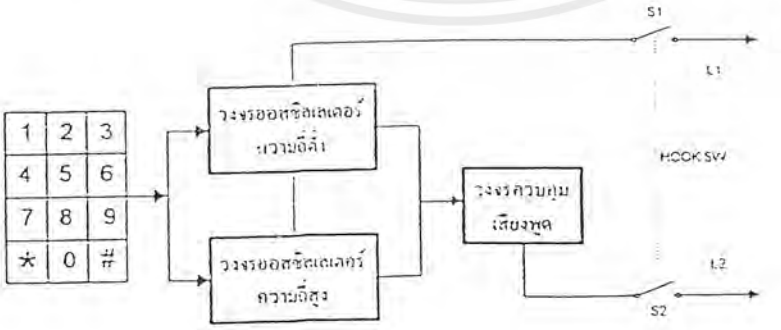
ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามาก และยาวมากขึ้นเท่าใดย่อมต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น หมายเลข 555-5555 จะต้องใช้เวลาในการส่งสัญญาณพัลส์ = 5 (msec.) x 7 (หมายเลข) = 3.5 วินาที และระยะเวลาของช่องว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ = 700 (msec.) x 6 = 4.2 วินาที จะต้องใช้เวลาในการส่งทั้งหมด = 3.5 + 4.2 = 7.7 วินาที แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้การส่งระบบ DTMF จะใช้เวลาเท่ากับ 7 x 100 (msec.) = 0.7 วินาทีเท่านั้นเอง ดังนั้นจะเห็นได้ชัดเจนประการหนึ่งแล้วว่าระบบ DTMF จะสามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายโทรศัพท์ได้มากกว่าระบบที่ใช้การส่งสัญญาณพัลส์ เป็นผลให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วย

ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้อุปกรณ์โซลิดสเตตได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความประหยัด และสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสายโทรศัพท์
- สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

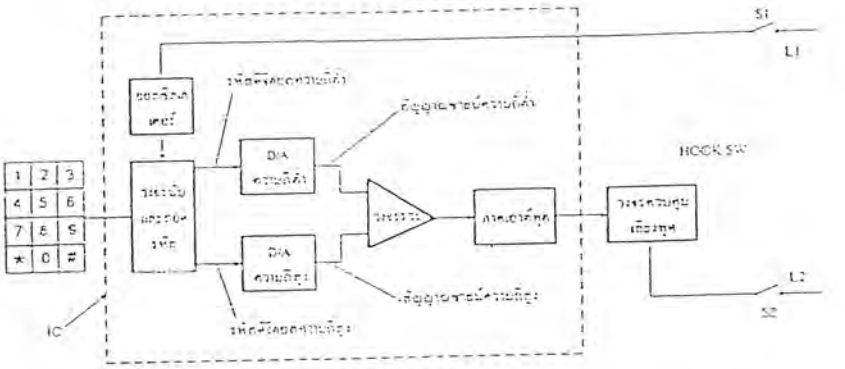
การส่งหมายเลขโดยการใช้ไอซีสำเร็จรูป

ในรูปที่ 2.7 (ก) เป็นบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบ DTMF ซึ่งในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์จำพวกพาสซีฟ (passive element) ในการนำมาสร้างเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งแน่นอนว่าปัญหาที่พบสำหรับวงจรที่ใช้อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปและอายุการใช้งาน ผลที่จะตามมาก็คือความถี่ที่ผลิตออกมาย่อมมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งผลสุดท้ายก็จะทำให้ชุมสายเกิดการทำงานผิดพลาดในการติดต่อกับผู้ที่ถูกเรียก ดังนั้นการสร้างไอซีสำเร็จรูปขึ้นมาใช้งานแทนอุปกรณ์พาสซีฟย่อมที่จะแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ในระดับหนึ่ง ในรูปที่ 2.7 (ข)



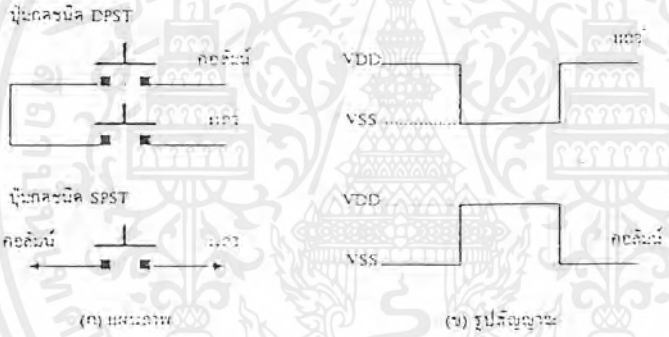
ก. วงจรแบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข.วงจรที่ถูกพัฒนาในรูปของ IC สำเร็จรูป

รูปที่ 2.7 บล็อกไดอะแกรมของระบบ DTMF



รูปที่ 2.8 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ

บล็อกไดอะแกรมของไอซีสำเร็จที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF ซึ่งวงจรภายในจะประกอบด้วย วงจรนับและถอดรหัส (counter and decoder) ซึ่งวงจรถอดรหัสก็จะแยกแยะว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งจะต้องตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวแถวและแนวคอลัมน์ เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวแถวและแนวคอลัมน์ไปหารจากค่าความถี่หลักสัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิตอล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นก็จะนำไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลไปเป็นอนาล็อก (D/A converter) และ นำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ (summing amp) แล้วจึงถูกส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (speech network) ผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์

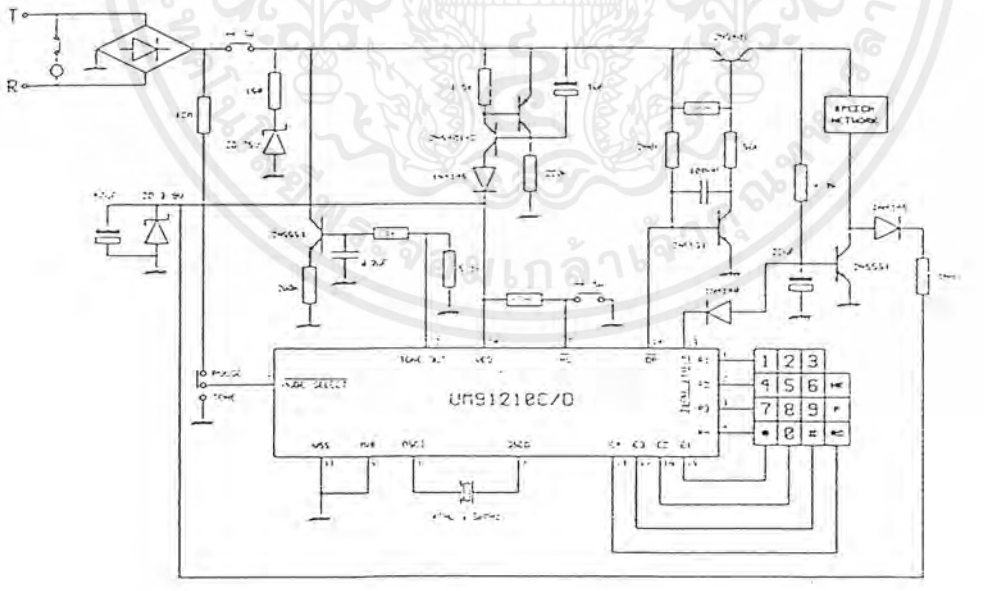
ไอซีอาจจะถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกับแป้นปุ่มหมายเลข (key pad) ชนิด DPST (Dual-Pole Single Throw) ซึ่งจะมีหน้าที่สัมผัส 2 หน้า หรืออาจจะเป็นชนิด SPST (Single-Pole Single

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Throw) ก็จะได้ดังในรูปที่ 2.8 เป็นแผนภาพและรูปของสัญญาณ เมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขใด ๆ จะสังเกตว่าในการถอดรหัสของแนวแถวจะแอกทีฟที่ลอจิด "0" แต่ในแนวคอลัมน์จะแอกทีฟที่ลอจิก "1"

การรวมระบบ pulse และ DTMF ภายในไอซีตัวเดียวกัน

ไอซีที่สามารถทำงานได้ทั้ง 2 โหมด มีใช้งานอยู่หลายเบอร์ เช่น เบอร์ MC145412, MC145413 หรือ UM 91210 มาทำหน้าที่ในการส่งรหัสหมายเลข โดยการอินเตอร์เฟสกับปุ่มกดชนิด 3 x 4 ตามรูปที่ 2.9 ไอซีเบอร์ UM 91210 ใช้ความถี่ 3.58 เมกะเฮิรตซ์ เป็นความถี่หลักในการทำงานในโหมดการส่งสัญญาณแบบพัลส์สามารถเลือกอัตราการส่งได้ 10 pps หรือ 20 pps (pps: pulse per second) ถ้าหากไอซีกำลังทำงานในโหมด DTMF ขา DP (pulse output) ก็จะเป็น high impedance ขาสัญญาณ MUTE (mute signal) ก็จะนำไปใช้ควบคุมไม่ให้สัญญาณเสียงสามารถผ่านเข้าสู่ไมโครโฟน สำหรับสัดส่วนในการปิด/เปิดวงจร (make/break ratio) จะถูกออกแบบมาแน่นอนแล้วจากผู้ผลิตเป็นต้นว่า MC145412/13 จะมีสัดส่วนการปิด/เปิดวงจรเป็น 40/60 ส่วน MC145541 จะมีสัดส่วนเป็น 32/68 ส่วนไอซีเบอร์ Um 91210 สามารถเลือกอัตราส่วนในการปิดเปิดวงจรได้ว่าจะเป็น 33.3/66.6 หรือ 40/60 ด้วยขา M/B ข้อได้เปรียบอีก 2 ประการของไอซีตระกูลนี้ก็คือการมีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บหมายเลขที่ต้องการ และยังมีฟังก์ชันเรียกหมายเลขซ้ำด้วย รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างของไอซีเบอร์ Um 91210

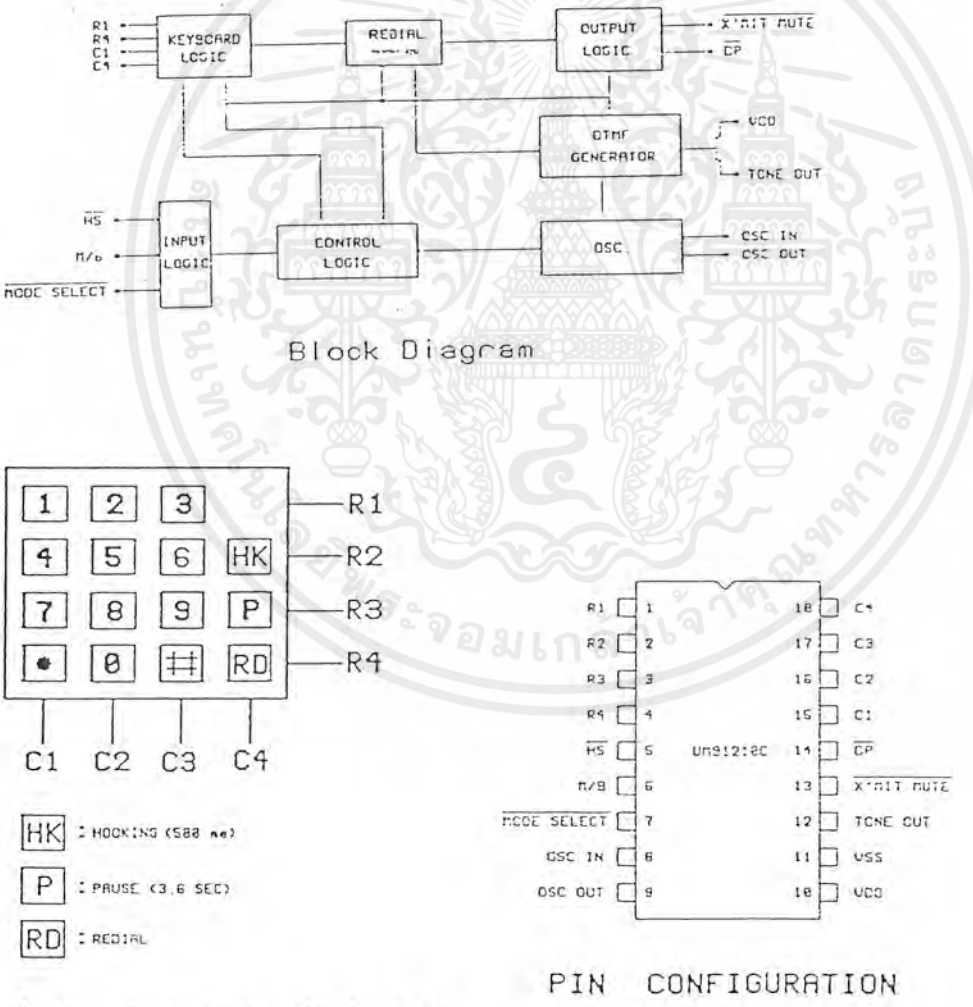


รูปที่ 2.9 วงจรที่สามารถทำงานได้ทั้งในโหมดการทำงานแบบ Pulse และ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสร้างสัญญาณเรียก (Electronic ringer)

ในระบบโทรศัพท์รุ่นแรก ๆ จะนำอุปกรณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic) มาเป็นทรานสดิวเซอร์ (transducer) ในการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง แต่ในปัจจุบันจะมีการนำอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวเซอร์ (electronic transducer) มาใช้งานแทน ซึ่งมีข้อดีกว่าทรานสดิวเซอร์แบบแม่เหล็กหลายประการ เช่น ขนาด, น้ำหนักน้อยกว่า มีราคาถูกกว่า และมีความน่าเชื่อถือในการทำงานสูงกว่าด้วย จึงมีความนิยมในการใช้งานมากกว่าอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวเซอร์อาจจะสามารถนำไปแปลงเป็นสัญญาณที่มีความถี่เดียว (single tone) หรืออาจจะสร้างได้หลายความถี่ (multi-tone) ก็ได้ ซึ่งก็ตรงกับความต้องการในการออกแบบความถี่เดียว (single-tone ringer) และวงจรที่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้หลายความถี่ (multi-tone ringer)



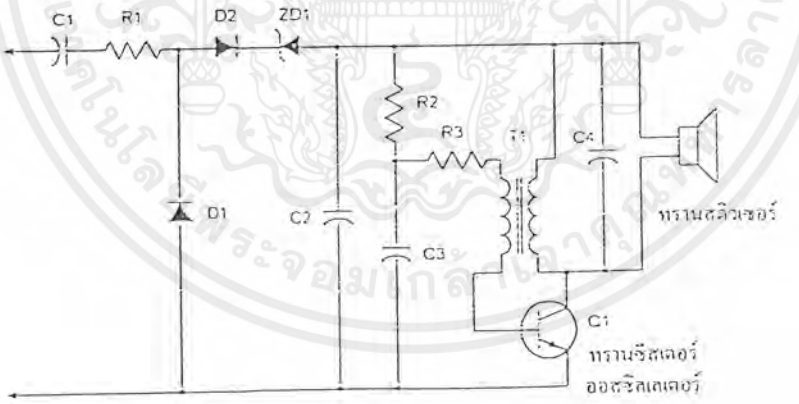
รูปที่ 2.10 โครงสร้างของไอซีเบอร์ UM 91210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว

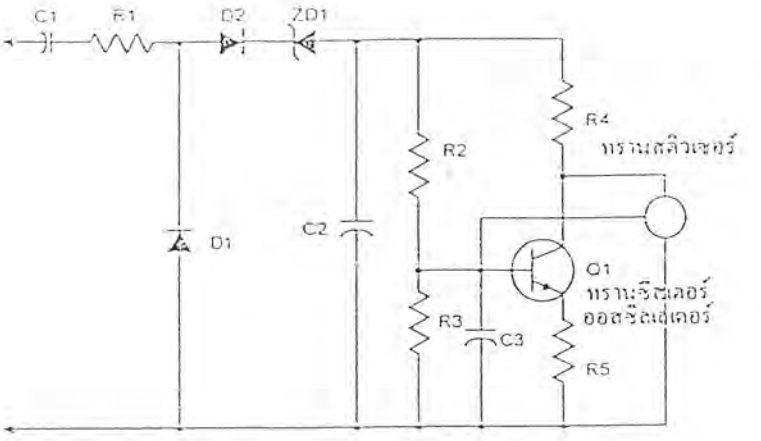
วงจรที่มีคุณสมบัติอย่างนี้จะใช้ออสซิลเลเตอร์สร้างสัญญาณที่มีความถี่คงที่ขึ้นมาค่าหนึ่ง และจะถูกนำไปใช้ขับทรานซิสเตอร์ แต่ทรานซิสเตอร์จะถูกควบคุมให้ขับหรือไม่ขับสัญญาณก็ขึ้นอยู่กับสัญญาณเรียก (Ringer signal) ซึ่งเป็นสัญญาณ AC ที่มาจากชุมสายเดียวอีกทีหนึ่ง โดยในไซเกิลบวกสัญญาณออกไปได้ แต่ในไซเกิลลบจะไม่มีการขับสัญญาณใด ๆ ทั้งสิ้น ในรูปที่ 2.11 เป็นวงจรที่สร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว ในรูปที่ 2.11 (ก) ยังใช้ทรานซิสเตอร์แบบแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนรูปที่ 2.11 (ข) เป็นเปียซโซ ทรานสดิวเซอร์ (piezoelectric transducer) หลักการทำงานของวงจรในรูปที่ 2.11 คือในไซเกิลบวกสัญญาณ AC จากชุมสายโทรศัพท์จะทำให้ D2 แอกทีฟทำให้มีแรงดันไฟตรงจ่ายให้ Q1 ก็จะสามารถทำให้วงจรออสซิลเลเตอร์สร้างสัญญาณเพื่อนำไปขับทรานสดิวเซอร์ต่อไป แต่ในไซเกิลลบ D1 จะแอกทีฟ D2 จะบล็อกสัญญาณไม่ให้ผ่านไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์ได้ จึงไม่มีสัญญาณที่ออสซิเลตออกมาขับทรานสดิวเซอร์

สำหรับ C2 ทำหน้าที่กรองสัญญาณที่ผ่าน D2 มาให้เรียบและป้องกันสัญญาณทรานเซียนต์ที่จะเข้าไปยังวงจรส่วนหลังได้ ซีเนอร์ไดโอด ZD1 จะเป็นตัวกำหนดระดับของสัญญาณ (threshold voltage) ที่จะสามารถผ่านไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์ได้



(ก) ทรานสดิวเซอร์ที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) เปียซโซทรานสดิวเซอร์

รูปที่ 2.11 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว

ในรูปที่ 2.12 เป็นโครงสร้างของเปียซโซทรานสดิวเซอร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าโครงสร้างประกอบไปด้วยฐานรองลักษณะเป็นแผ่นทองเหลืองวงกลม มีเปียซโซเซรามิกวางอยู่บนฐานรองและยึดติดกันด้วยสารจำพวกอิพ็อกซี่ ส่วนด้านบนของเปียซโซเซรามิกถูกเจาะไว้สำหรับการป้อนกลับของสัญญาณสู่ทรานซิสเตอร์ Q1 เพื่อทำให้เกิดเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ เมื่อมีการออสซิลเลตของสัญญาณ จะทำให้เปียซโซทรานสดิวเซอร์เกิดการสั่นตามรูปที่ 2.11 (ข) ทำให้เกิดเสียงดังของโทรศัพท์เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น

(ก) โครงสร้าง (ข) การผิดเสียงของทรานสดิวเซอร์

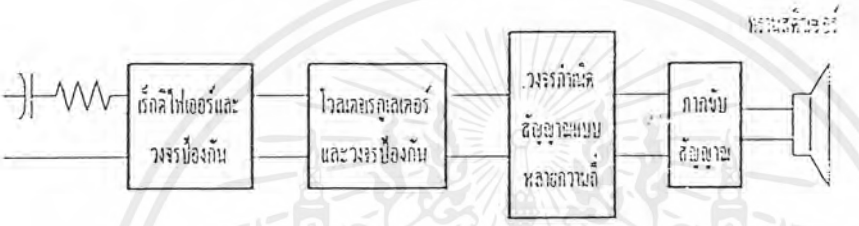
รูปที่ 2.12 เปียซโซทรานสดิวเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

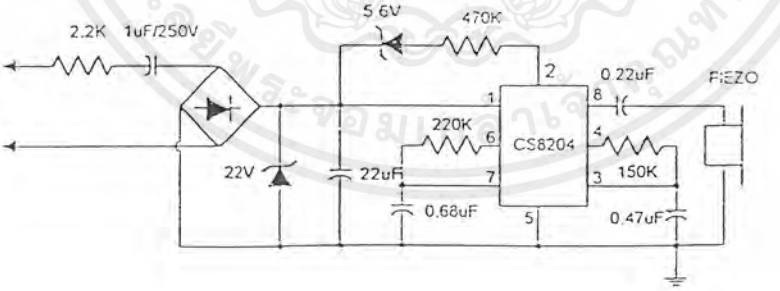
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่

การผลิตความถี่ของวงจรแบบนี้สามารถให้ความถี่ออกมามากกว่า 2 ความถี่ โดยที่อัตราการเปลี่ยนจากความถี่หนึ่งไปเป็นอีกความถี่หนึ่งจะเท่ากับความถี่ของสัญญาณ AC ช่วงที่สัญญาณเรียก ในรูปที่ 2.13 เป็นบล็อกไดอะแกรมของระบบสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อมีสัญญาณ AC เข้ามา ก็จะมีการเร็กติไฟร์เพื่อให้ได้สัญญาณไฟตรงนำไปจ่ายให้กับวงจร วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่นี้สามารถสร้างได้โดยใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ CS 8204, CS 8205 ฯลฯ



รูปที่ 2.13 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่



รูปที่ 2.14 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42270

สัญญาณการติดต่อระหว่างเครื่องรับกับชุมสายโทรศัพท์

สัญญาณที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์กับชุมสายโทรศัพท์มี 2 ชนิด คือ สัญญาณ loop line, open line เรียกว่า Line Signaling และสัญญาณความถี่ต่าง ๆ เช่น การส่งหมายเลข เป็นต้น เรียกว่า Register Signaling

1 สัญญาณที่ส่งจากเครื่องรับโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์

ก. **on hook** หมายถึง สภาพที่ผู้เช่าวางหูโทรศัพท์หรือสภาพว่าง (idle) ลักษณะของวงจรจะเป็น open loop

ข. **off hook** หมายถึง สภาพที่ผู้เช่ายกหู สายจะมีสภาพ closed loop

ค. **dialing** หมายถึง ผู้เช่าทำการหมุนเลขหมาย เครื่องแบบ rotary จะส่งเลขหมายออกไปเป็น pulse เครื่องแบบกดปุ่มจะส่งเลขหมายออกไปเป็นความถี่ผสม DTMF

2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

ก. **dialing tone** เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่าขณะนี้อุปกรณ์ชุมสายพร้อมที่จะรับเลขหมายของเครื่องรับปลายทางจากผู้ที่เรียกแล้วให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายได้ สัญญาณ dial tone นี้เป็นสัญญาณต่อเนื่อง มีความถี่ 400-425 เฮิรตซ์

ข. **busy tone** เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ไม่ว่าง เช่น ถ้าผู้เช่ายกหูแล้วได้ยินเสียงนี้แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนหมายเลขไปแล้วแสดงว่าเครื่องรับปลายทางไม่ว่าง หรืออุปกรณ์สำหรับต่อออกไปยังชุมสายอื่นไม่ว่า สัญญาณที่ชุมสายส่งมาเป็นสัญญาณขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ตามความถี่ของสัญญาณ 425 เฮิรตซ์ รูป sine wave

ค. **ring back tone** เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ผู้เรียกทราบว่าการติดต่อกระทำได้สำเร็จแล้ว ขณะนี้ชุมสายได้ส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) ไปยังผู้ถูกเรียกแล้ว สัญญาณนี้ใช้ความถี่ 425 เฮิรตซ์ รูป sine wave โดยส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

ง. **ringing signal** หรือสัญญาณเรียก เป็นสัญญาณที่ส่งไปยังเครื่องผู้ถูกเรียก ซึ่งจะได้ยินเป็นเสียงกระดิ่งหรือโทนขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้ สัญญาณเป็นรูป sine wave มีความถี่ 25 เฮิรตซ์ ค่าแรงดันประมาณ 70-90 Vrms ช่วงของการส่งเช่นเดียวกับ ring back tone คือ ส่งสัญญาณ 1 วินาที หยุด 4 วินาที

จ. **nu tone** (number unobtainable tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่ส่งมานี้ไม่มีในระบบหรือไม่อนุญาตให้เรียกเข้า

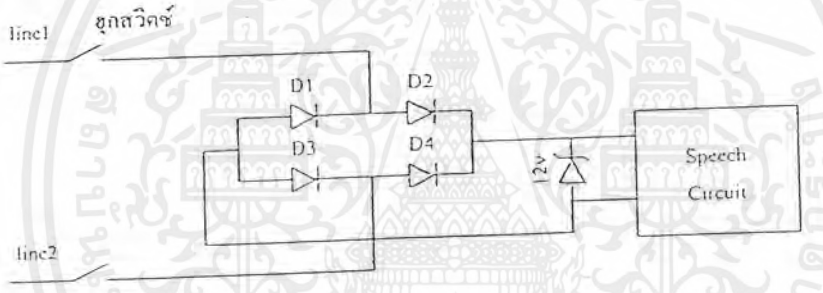
2.2 วงจรในการป้องกันไฟจากสายโทรศัพท์ (Protection Circuit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

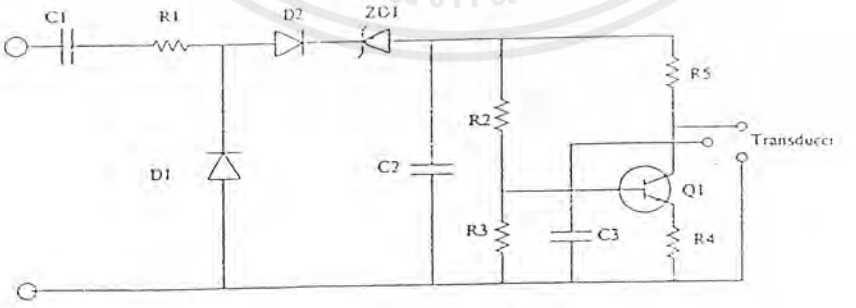
ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่ว ๆ ไป สัญญาณทรานเซียนส์ที่มีระดับแรงดันสูง ๆ จะสามารถทำลายอุปกรณ์จำพวกทรานซิสเตอร์และไอซีต่าง ๆ ได้ ในปัจจุบันนี้เรายังไม่สามารถผลิตไอซีที่มีแรงดันพังทลาย (voltage breakdown) ค่าสูง ๆ ได้ ทางป้องกันทางหนึ่งก็คือการเลือกใช้ซีเนอร์ไดโอดมาช่วยในการป้องกันสัญญาณทรานเซียนส์ค่าสูง ๆ เมื่อระดับแรงดันอินพุททรานเซียนส์มีค่าสูงกว่าแรงดันพังทลายของซีเนอร์ไดโอด ซีเนอร์ไดโอดจะนำกระแสและรักษาแรงดันตกคร่อมตัวมีนให้คงที่ สำหรับในวงจรใดที่มีการกลับขั้วของสัญญาณอินพุต ก็จะใช้ซีเนอร์ไดโอด 2 ตัวมาต่อแบบหลังชนหลัง (back to back)

ในการทำงานของวงจรโทรศัพท์ทั่วไป หากมีการกลับขั้วของสัญญาณอินพุทที่เป็นไฟตรงจะก่อให้วงจรทำงานผิดพลาดได้ จึงมีการใช้วงจรไดโอดบริดจ์เร็กติไฟร์เข้ามาช่วยในการทำให้สัญญาณไปตรงมาขั้วเดิมตลอดเวลา

วงจรบริดจ์เร็กติไฟร์นั้นสามารถสร้างได้โดยการใช้ไดโอด 4 ตัวต่อกันตามรูปล่าง เนื่องจากซิลิคอนไดโอดสามารถทนต่อแรงดันสูง ๆ ได้ดี จึงใช้ซีเนอร์ไดโอดป้องกันเฉพาะวงจรเสียงพูดเท่านั้น



ก. สำหรับไลน์ที่มีแรงดัน 5 โวลท์หรือมากกว่า



ข. สำหรับไลน์ที่มีแรงดันต่ำกว่า 5 โวลท์

รูปที่ 2.15 แสดงการป้องกันแรงดันค่าสูง ๆ และการกลับขั้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจรบริดจ์เร็กติไฟร์ที่ใช้ซิลิคอนไดโอดนั้น มีแรงดันฟอร์เวิร์ดไบอัสตกคร่อมประมาณ 1.5 โวลต์ ถ้าในวงจรควบคุมเสียงพูดถูกออกแบบให้ทำงานได้ที่ไฟเลี้ยงอย่างต่ำ 3.5 โวลท์ดังนั้น แรงดันไฟเลี้ยต่ำที่สุดที่เข้าสู่วงจรบริดเร็ดติไฟร์จะต้องเป็น 5 โวลต์ จึงจะสามารถทำให้วงจรควบคุมเสียงพูดทำงานได้ ในจุดนี้เองที่อาจจะเป็นปัญหากับจุดที่มีระยะทางไกลกับชุมสายมาก ๆ เพราะแรงดันมีโอกาสที่จะลดลงไปได้เนื่องจากความยาวของสัญญาณ จึงมีการแก้ปัญหาโดยการใช้ทรานซิสเตอร์แทนซิลิคอนไดโอดวงจรนี้ ทำให้แรงดงดันไฟเลี้ยงลดลงไป 0.5 โวลต์ ซึ่งแรงดันที่ตกลงไปนี้ คือแรงดันที่ตกคร่อมขาคอลเลคเตอร์ – อิมิตเตอร์ ของทรานซิสเตอร์ การใช้งานวงจรบริดจ์เร็กติไฟร์แบบแรงดันต่ำนี้ไม่มีผลต่อย่านความถี่ของสัญญาณเสียงแต่ประการใดและยังสามารถใช้ได้กับแรงดันอินพุทสูงสุดประมาณ 14 โวลต์ แต่จะมีปัญหาเกี่ยวกับ สัญญาณทรานเชียนส์ค่าสูง ๆ จึงได้มีการใส่ซีเนอร์ไดโอดไว้ที่อินพุทของวงจรบริดจ์เร็กติไฟร์แรงดันต่ำเลย และใช้ซีเนอร์ไดโอด 2 ตัวใส่ไว้ป้องกันการกลับขั้ว

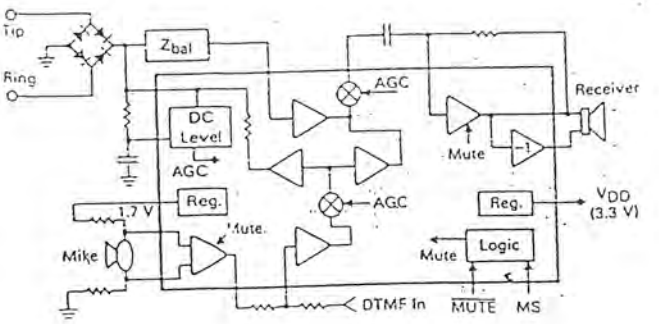
2.3 วงจรควบคุมเสียงพูดและเชื่อมต่อส่วนส่งหมายเลข

MC34114 คือ ไอซีที่ใช้ควบคุมเสียงพูดในโทรศัพท์ รวมถึงสามารถปรับแต่งสัญญาณด้านส่ง ด้านรับ และไซด์โทน (sidetone คือ การที่เสียงพูดของผู้พูดสามารถได้ยินในส่วนของหูฟัง เพื่อให้ทราบว่าเราควรจะพูดดังค่อยขนาดไหนในการติดต่อกัน) โดยภายในประกอบด้วย วงจรเชื่อมต่อลูปไฟตรง, เชื่อมต่อส่วนส่งหมายเลขแบบ โทน, และ ให้แรงดันคงที่สำหรับ ส่วนส่งหมายเลขแบบพัลส์หรือ โทน รวมทั้งวงจร สมดุล(equalization) โดยสามารถปรับการขยาย สำหรับสายที่มีความยาวต่าง ๆ

วงจรควบคุมเสียงพูดMC34114

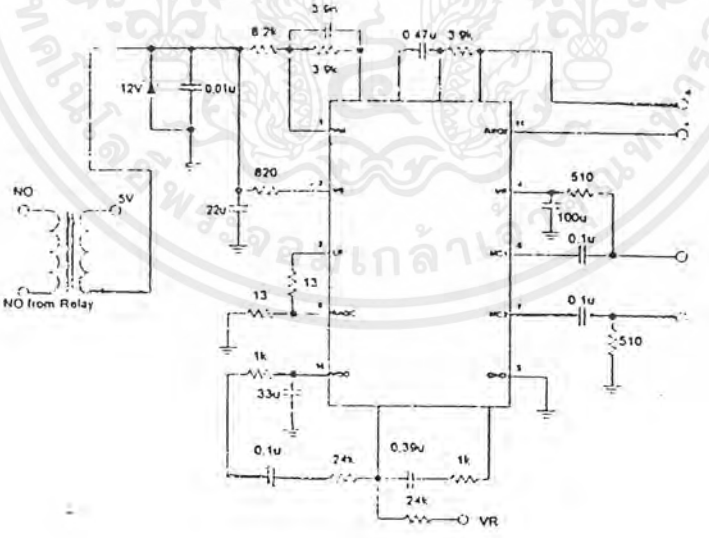
วงจรควบคุมเสียงพูดแบบสองทิศทางเป็นอีกส่วนหนึ่งภายในเครื่องโทรศัพท์ที่มีความสำคัญ เพราะเป็นส่วนที่ทำงานเกี่ยวกับสัญญาณเสียงพูดที่เราพูดผ่านไมโครโฟน หรือสัญญาณเสียงที่จะได้ยินจากคู่สนทนา ข้อสำคัญของการออกแบบวงจรนี้คือ การแมทชิ่งอิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณจากชุมสายกับอิมพีแดนซ์ของวงจร ซึ่งจะต้องมีความใกล้เคียงกันมากที่สุดเพื่อประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงบล็อกไดอะแกรมของMC34114

ไอซี MC34114 มีบล็อกไดอะแกรมที่แสดงดังรูป2.16 ประกอบด้วยวงจรควบคุมเสียงพูดที่มีวงจรไฮบริดจ์ วงจรเชื่อมต่อกระแสไฟตรงที่ต่ออยู่กับสายทิป และริง สามารถขยายอัตราการขยายสัญญาณของด้านส่ง ด้านรับและไซด์โทน มีส่วนวงจรชดเชยผลอันเนื่องมาจากความยาวของสายส่งสัญญาณ ที่อัตราการขยายเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสในลูป รวมทั้งวงจรขยายไมโครโฟนแบบผลต่างเพื่อที่จะลดการรบกวนที่เกิดขึ้น

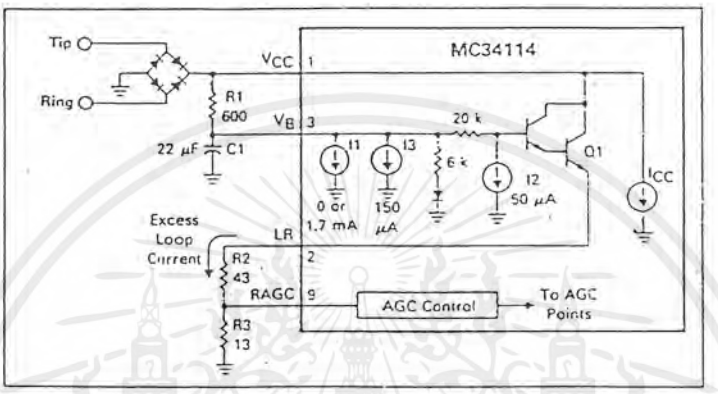


รูปที่ 2.17 แสดงอุปกรณ์ที่ต่อภายนอกของMC34114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

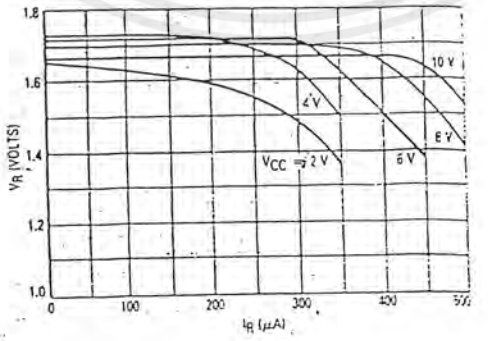
วงจรเชื่อมต่อกับไฟตรงกับ MC34114

วงจรเชื่อมต่อกับไฟตรง(ขา 1,2,3) จะกำหนดคุณสมบัติของไฟตรงจากกระแสในลูป จากรูปที่ ระดับแรงไฟตรงที่Vccถูกจำกัดโดยการยกระดับแรงดันของขา1 กับขา 2 บวกแรงดันตกคร่อม R3 ไอซี MC34114 ต้องการIccเป็นกระแสไบอัสภายใน ซึ่งปกติมีค่าประมาณ 10mA เราสามารถที่จะลดกระแส Icc หากจำเป็นโดยการเพิ่มค่าR12



รูปที่ 2.18 วงจรสมมูลของการอินเทอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์

ในระหว่างการพูดและการส่งสัญญาณระหว่างพัลซ์ ตัวกระแส I1จะไม่ทำงาน การยกระดับแรงดันจะตกลงไปเนื่องมาจากขาB และE ของทรานซิสเตอร์ Q1(ประมาณ1.4โวลท์) 1โวลท์คร่อมความต้านทาน 20กิโลโอห์ม และแรงดันตกคร่อม R1 ซึ่งทำให้ Vcc จะเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0.15 ไปจนถึงประมาณ 1โวลท์ เมื่อกระแสลูปที่มาจากขั้วทิป-ริงมีค่าเกินกว่า Icc จะต้องการ กระแสที่เกินจะไหลผ่าน Q1,R2,R3 เพื่อให้เป็นไปตามคุณสมบัติของ V-I ตามรูปที่2.19



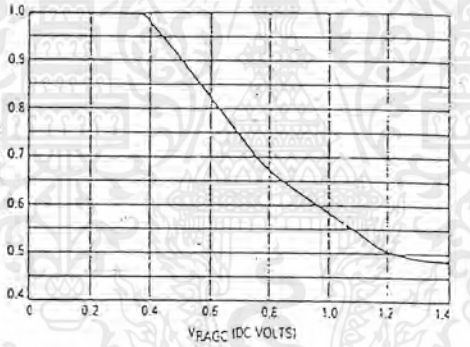
รูปที่ 2.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Vr,Ir,Vcc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการส่งสัญญาณแบบโทน แหล่งจ่ายกระแสI1จะทำงาน ทำให้มีกระแสไหลผ่านR1 เพิ่มขึ้น 1.7 มิลลิแอมป์แปร์ ยกระดับแรงดันขึ้นอีกประมาณ 1.0โวลท์(เมื่อ R1 มีค่า 600 โอห์ม) คุณสมบัตินี้จะเป็นการประกันได้ว่าเมื่อกระแสลูปมีค่าน้อย จะมีแรงดันที่ Vccมากสำหรับสัญญาณ DTMF และแหล่งจ่ายไฟVdd จะสามารถจ่ายแรงดันที่เพียงพอไปให้ส่วนแป้นกดสัญญาณภายนอก กระแส Iccในการทำงานแบบนี้จะเพิ่มขึ้นประมาณ 1.3mA

ความต้านทาน R1 ใช้ได้ตั้งแต่ 100-1800 โอห์ม ถ้าใช้ค่าที่มากเกินไปกระแสที่ไหลไปVb จะมีค่าไม่เพียงพอ แต่ถ้ามีค่าน้อยเกินไปการกรองที่Vbจะไม่เป็นผล ถึงแม้ว่าจะมีการเพิ่มค่าC1ก็ตาม(สัญญาณเสียงพูดจะถูกกรองโดย Vb)

แรงดันตกคร่อม R3 เป็นตัวควบคุมการทำงานของ AGC (เป็นส่วนชดเชยผลอันเนื่องมาจากความยาวของสายส่งสัญญาณ) เมื่อความต้านทานที่ตกคร่อม RAGC เพิ่มขึ้นจากประมาณ 0.4 โวลท์ไปเป็น 1.2โวลท์ ส่วนควบคุมการทำงานของ AGC จะเปลี่ยนอัตราการขยายกระแสของ AGC ตั้งแต่ 1.0-0.5 ซึ่งจะลดอัตราการขยายของส่วนรับและส่งไปประมาณ 6dB ตามรูปที่2.20



รูปที่ 2.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายของสัญญาณAGCและแรงดันที่ขา9

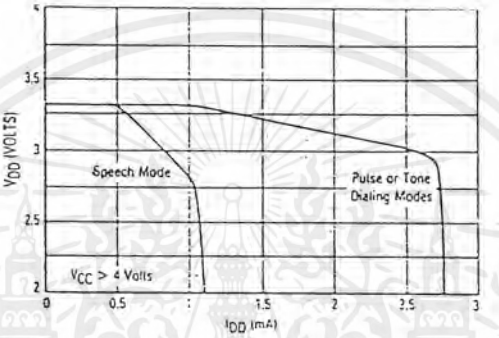
ค่าของ R2 และ R3 สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการเพิ่มเติมวงจรที่ใช้กระแสจากลูปอาทิ เช่น ไมโครโปรเซสเซอร์ต่างๆ หรือเพื่อเปลี่ยนแปลงจุดเริ่มต้นของการทำงานของAGC ถ้าหากจะไม่ใช้งานAGC ควรต่อขา 9 ลงกราวนด์ เพื่อให้ได้อัตราการขยายที่สูงที่สุด หรือต่อเข้ากับ VR เพื่อให้ได้อัตราการขยายต่ำสุด

ตัวจ่ายแรงดันคงที่

ไอซี MC34114มีตัวจ่ายแรงดันคงที่ 2ตัว เพื่อจ่ายแรงดันให้ทั้งวงจรภายในและวงจรภายนอก ตัวจ่ายแรงดันคงที่ VR จ่ายแรงดัน 1.7 โวลท์ ที่กระแสสูงสุด 500uA ซึ่งผลที่ได้นี้จะนำไปไบอัสขา 10 และไบอัสไมโครโฟน โดยปกติ VR มีค่าน้อยกว่า Vcc ประมาณ0.3โวลท์ เมื่อVcc มีค่าน้อยกว่า 2.0โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

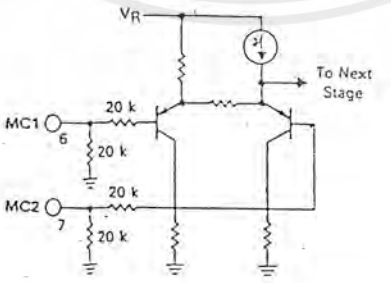
ตัวจ่ายแรงดันคงที่ Vdd จ่ายแรงดัน 3.3 โวลท์ที่กระแสสูงสุด 1.0mA ในขณะที่ใช้พูดปกติ และกระแสสูงสุด 2.5 mA ในการส่งสัญญาณแบบพัลส์หรือโทนตามรูปที่ ปกติเราใช้Vdd ในการจ่ายวงจรให้กับวงจรแป้นกดที่อยู่ภายนอกรวมทั้งวงจรอื่นที่ต่ออยู่ด้วยกัน ปกติ Vdd จะมีค่าน้อยกว่า Vcc ประมาณ 0.5โวลท์ Vdd เป็นตัวจ่ายกระแสคงที่แบบขนานซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นค่าความต้านทานสูงโดยอัตโนมัติ เมื่อVccมีค่าต่ำกว่า 1.4 โวลท์ คุณสมบัตินี้จะช่วยป้องกันการกินกระแสจากแบตเตอรี่จะช่วยคงหน่วยความจำของวงจรแป้นกด เมื่อVccมีค่าเป็น 0 กระแสรั่วมีค่าเป็น 0.02 uA เมื่อป้อนแรงดันค่าไม่เกิน 6.0โวลท์ เข้าที่ Vdd โดยที่ขา 17 เปิดวงจรหรือต่อกับ Vdd หากขา 17ต่อลงกราวนด์ กระแสหลายร้อยไมโครแอมป์ จะไหลเข้า Vdd และไหลลงกราวนด์ที่ขา17



รูปที่ 2.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Vdd และ Idd

วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน

วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน (ขา 6-7-8) มีสัญญาณเข้าแบบผลต่าง(Differential) สัญญาณออกแบบซิงเกิลเอนด์ และอัตราขยายภายในคงที่ +30dB เอาท์พุทตรงเฟสกันกับ MC2 และกลับเฟสกันกับ MC1 อินพุท ตามรูปที่2.22 มีความต้านทาน 20กิโลโอห์ม และแมตชิ่งเป็นอย่างดี เพื่อ CMRRที่สูง เพื่อที่จะมีการขจัดสัญญาณจากการเหนี่ยงนำจากสายสัญญาณที่ไม่ต้องการ ไมโครโฟนจึงมีการไบอัสจากความต้านทานที่มีค่าเท่ากันดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 วงจรส่วนอินพุทของ MC34114

เอาท์พุท(MCO) มีแรงดันไบอัสตรงอยู่ประมาณ 1.1โวลท์(เมื่อ Vccมีค่ามากกว่า 3.0โวลท์) มีอัตราการแกว่งประมาณ 2.0โวลท์(แกว่ง 500mA เมื่อ Vcc มีค่า 1.2 โวลท์) เอาท์พุทอิมพีแดนซ์มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าประมาณ 270โอห์ม และมีกระแสสูงสุดประมาณ 160uA ที่ 5% ของ THD(Total Harmonic Distortion) เมื่อ MC34114 อยู่ในระหว่างการส่งสัญญาณหมุน วงจรขยายไมโครโฟนจะถูกลดกำลังการส่งลงไปประมาณ 70dB(300-4000kHz) ซึ่งเพียงพอในการทำงานของไมโครโฟนระดับแรงดันไฟตรงที่ MCO มีค่าประมาณ 80mV เมื่อถูกลดกำลังลง

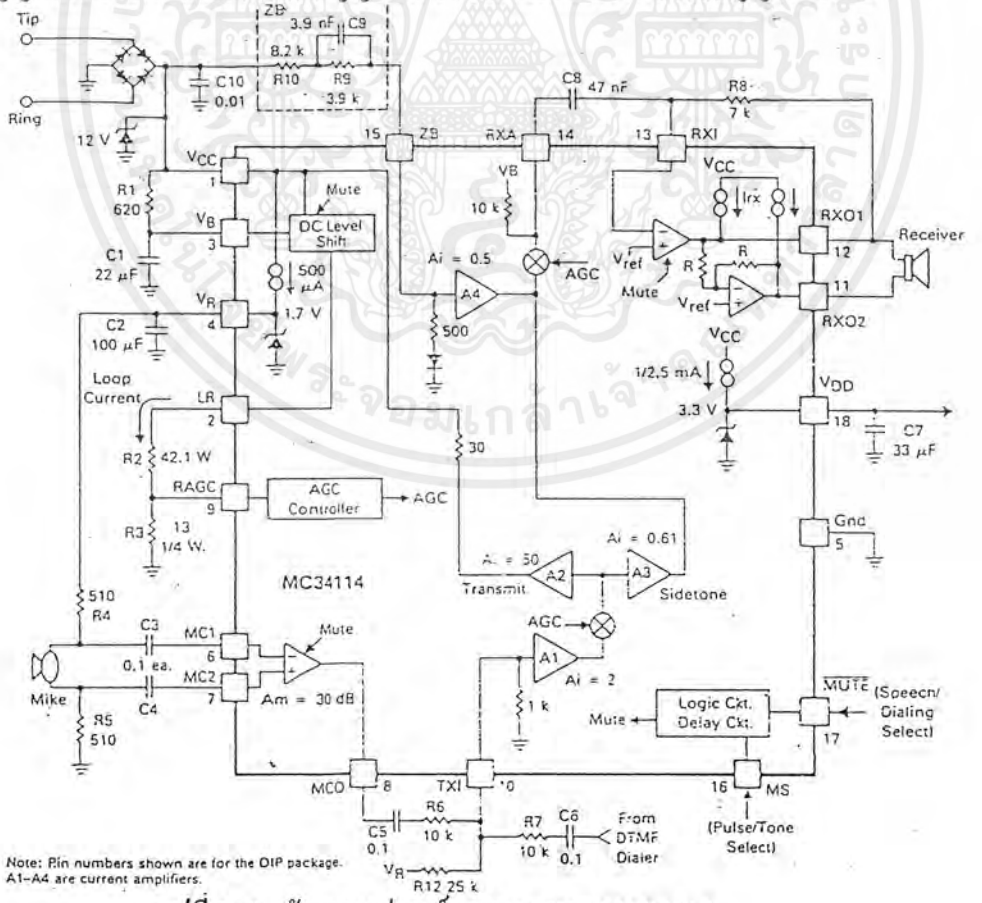
วงจรในการส่งสัญญาณ

วงจรที่ใช้ในการส่งสัญญาณออกไปมีอุปกรณ์ดังรูปที่2.23 แรงดันเอาท์พุทที่ MCO ถูกเปลี่ยนไปเป็นกระแสเข้า TXI โดย C5, R6และความต้านทานภายในของ TXI 1 กิโลโอห์ม A1และA2 คือ อุปกรณ์ขยายกระแสที่มีอัตราขยายรวมกัน 100 AGC ที่เข้ามาเป็น 1 เมื่อมีกระแสลูปน้อยและลดลงเป็น 0.5 เมื่อกระแสลูปมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นจะทำให้อัตราการขยายจากTXI ไปจนถึง Vcc กระทำต่อR1 และอิมพีแดนซ์ของสายส่ง(ประมาณ 600โอห์ม) ก่อให้เกิดแรงดันที่ Vcc และเช่นเดียวกันที่ขั้วทิป-ริง ระดับแรงดันระหว่างขา MC1-MC2และขั้วทิป-ริงมีค่าเท่ากับสมการ

$$G_{TX}=(AM*100*AGC*R1/Z_{LINE}) / (R6+1000)$$

เมื่อ Am เป็นอัตราการขยายอุปกรณ์ขยายไมโครโฟน(31.1V/V) ที่กระแสลูปน้อยๆ G_{TX} มีค่าเป็น 42 V/V (32.5dB) ที่กระแสค่าลูปมากๆ

สัญญาณที่ Vcc กลับเฟสกันกับสัญญาณที่ TXI แต่มีเฟสเดียวกันกับสัญญาณที่ MC1



รูปที่ 2.23 ผังและอุปกรณ์ภายนอกของ MC34114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในการรับสัญญาณ

วงจรที่ใช้รับสัญญาณเข้ามามีอุปกรณ์ในรูปที่2.23 ซึ่งโดยปกติมีค่า 600โอห์ม จะเป็นตัวกำหนดจุดสิ้นสุดของสายส่งของสัญญาณที่ส่งมาจากทิป-ริง สัญญาณที่ได้รับจะสร้างกระแสไฟฟ้าสลับผ่าน ZB Network (Balance Impedance Network) และความต้านทาน 500โอห์ม ที่ขาZB A4 จะลดกระแสลงครึ่งหนึ่งแล้วส่งต่อไปให้ AGC แล้วผ่าน C8 ไปยัง RXI (จุดรวมอัตราการขยาย ซึ่งถ้า C8 มีค่ามาก RXA จะเปรียบเป็นกราวนด์เสมือนและไม่มีกระแสไฟสลับผ่านระหว่างความต้านทานภายใน 10k) แรงดัน RXO1 ถูกกำหนดจากกระแสโดย C8 และความต้านทานป้อนกลับ R8 ออปแอมป์ตัวที่สอง(ที่ขา RXO2) มีการกำหนดไว้แล้วว่าให้มีการขยายกลับขั้วและมีอัตราการขยายเป็น1(Invert unity gain) อัตราการขยายแรงดันจากขั้วทิป-ริงไปยัง RXO1-RXO2 มีค่าตามสมการต่อไปนี้

$$G_{RX} = (R8*AGC)/(ZB+500)$$

เมื่อ ZB = R10+R9 //C9 = R10+R9

เมื่อใช้ค่าของอุปกรณ์ตามรูปที่2.23 อัตราขยายจะมีค่าประมาณ 0.495 V/V (-6.1dB) เมื่อกระแสในลูปมีค่าน้อย และอัตราขยายกลายเป็น 0.25V/V (-12dB) เมื่อมีกระแสในลูปสูง

เมื่อ MC34114 อยู่ในระหว่างการส่งสัญญาณเลขหมายออก (MUTE มีค่าเป็น 0) อัตราการขยายวงจรภาครับจะลดลงด้วย เพราะมีการต่อ R_{FINT} ที่มีค่า 1.0 กิโลโอห์มขนานกับ R8 อัตราการลดลงของสัญญาณจะมีค่าดังสมการต่อไปนี้

$$G_{RXM} = 20*\text{Log}\ \{(R8+R_{FINT})/R_{FINT}\}$$

เมื่อขา MUTE กลับไปสู่สภาวะ 1 อีกครั้ง จะมีการหน่วงเวลาประมาณ 11mSec ก่อนที่ความต้านทานจะถูกทำให้กลับไปเป็นสภาวะเดิม เพราะเหตุว่า จะได้ป้องกันสัญญาณทรานเซียนส์อันเนื่องมาจากการส่งสัญญาณแบบพัลส์อันเป็นเหตุให้เกิดเสียงคลิกขึ้นที่หูฟัง

แรงดันไบอัสที่ขา RXI, RXO1 และ RXO2 มีค่าประมาณ 0.65โวลท์ กระแสไบอัสที่ขาRXI มีค่าประมาณ 50nA แรงดันสูงสุดที่ RXO1 และ RXO2 อยู่ในเทอมของความต้านทานของหูฟัง และกระแส I_{rx} โดยค่านี้หาได้จากสมการ

$$Irx = (VR*50*AGC)/(R12+1000)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขจัดไซด์โทน

การขจัดไซด์โทนสามารถทำได้โดยการนำเอาตัวขยายกระแส A_3 มาสร้างสัญญาณที่คล้ายคลึงกับด้านส่ง แล้วนำมาขจัดไซด์โทนที่ผ่านเข้ามาทาง ZB และ A_4 เพื่อที่จะได้การขจัดสัญญาณที่สมบูรณ์(ไม่มีกระแสสลับออกมาทาง RXA) จำเป็นจะต้องมีZB มีค่าตามสมการ

$$ZB = (40*R1 \;//\; Z_{LINE}) - 500$$

ซึ่งZB เป็นวงจรที่ประกอบขึ้นด้วย R9, R10 และ C9 โดย ZB เป็นความต้านทานทางด้าน AC ของสายส่ง อุปกรณ์ที่มีการตอบสนองต่อความต้านทานของสายส่งสามารถชดเชยได้โดยใช้วงจร ZB ที่มีปฏิกิริยาตอบสนองที่เปรียบเทียบกันได้ ในรูปที่ 2.23 C9 จะเป็นตัวชดเชยการเลื่อนของเฟสอันเนื่องมาจากสายส่ง

เนื่องจากปกติในสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์จะมีค่า R, C, L แฝงอยู่แล้วโดยเฉลี่ยทุกๆ 1 ไมล์ จะเสมือนว่ามีC แฝงอยู่ 0.07 uF ต่อคร่อมระหว่างสายส่ง และมี R แฝงอยู่ 42 โอห์ม กับL ประมาณ 1mH ต่ออนุกรมกันอยู่ ซึ่งอุปกรณ์แฝงเหล่านี้จะมีผลทำให้สัญญาณที่ส่งไปตามสายเกิดความผิดเพี้ยนทั้งขนาดและเวลา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถรับรู้ความผิดพลาดเหล่านี้ได้

การเชื่อมต่อของสัญญาณลอจิก

ขาอินพุทลอจิก 2 ขาของ MC34114 ถูกใช้ในการเปลี่ยนแปลงโหมดของการทำงานดัง ตารางที่ 2.1 ต่อไปนี้

Mute	MS	Mode
High	-	Speech
Low	High	Pulse Dialing
Low	Low	Tone Dialing

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโหมดการทำงานกับลอจิกของMute และ MS

ค่าของลอจิก 1 ที่ขาMute มีค่าระหว่าง Vdd –0.5 ถึง Vdd ส่วนค่าลอจิก 0ของขา Mute มีค่าระหว่าง 0-1 โวลท์ การเปลี่ยนแปลงลอจิกต้องมากกว่าค่าเทรชโฮล 2.3 โวลท์ เมื่อขาMute เปลี่ยนไปเป็นค่า 0 หรือขา MS เกิดการเปลี่ยนแปลงลอจิก การเปลี่ยนแปลงในวงจรจะเกิดภายใน 10usec แต่ถ้าขา Mute เปลี่ยนแปลงไปเป็นค่า 1 จะเปลี่ยนแปลงหลังจากมีการหน่วง 11 msec เนื่องจากมีการป้องกันการเกิดสัญญาณทรานเซียนส์ที่เกิดขึ้นจากสัญญาณพัลส์อันจะทำให้ได้ยินเสียงคลิกที่หูฟัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา MS จะทำงานเมื่อขา Mute ลอจิกเป็น 0 หน้าที่ของ MS คือ การให้ค่าแรงดันเลเวลชิพท์แก่ Vcc และ L, R ในการส่งสัญญาณแบบโทน ค่าลอจิก 0มีค่าระหว่าง 0-0.3 โวลท์ ค่าลอจิก 1มีค่าระหว่าง 2- Vdd โวลท์ ค่าเทรชโฮลมีค่า 0.75 โวลท์ เมื่อไม่มีการเลือกการทำงานระหว่างการส่งแบบพัลส์ หรือโทนให้ต่อลงกราวนด์ หรือ Vdd ห้ามปล่อยลอยไว้เด็ดขาด

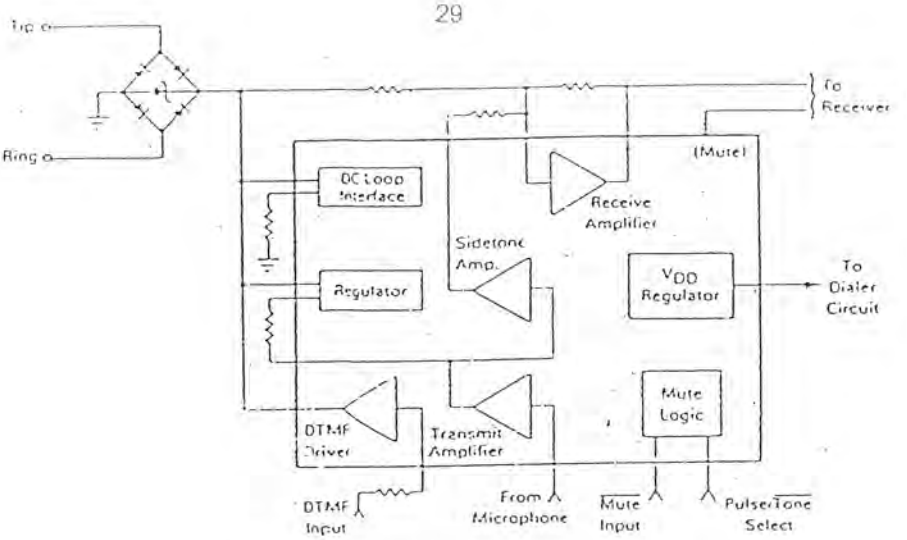
เมื่ออยู่ในสภาวะวางหูและมีแรงดันไม่เกิน 6 โวลท์ต่ออยู่กับ Mute กระแสรั่ว 0.02 uA จะไหลถ้าขา Mute และ Vdd แรงดันเท่ากัน แต่ถ้าแรงดันมีค่าไม่เท่ากันแล้ว กระแสจะไหลผ่านตัวต้านทานภายและไดโอด หากมีแหล่งจ่ายไฟเพื่อคงหน่วยความจำของวงจรแป้นกดต่ออยู่ และปรากฏว่ามีแหล่งจ่ายไฟเพื่อคงหน่วยความจำของวงจรแป้นกดที่ Vdd ขา Mute จะต้องต่ออยู่กับVdd หรือกราวนด์ มิฉะนั้นแล้วกระแส 100-200 uA จะไหลผ่าน Vdd ออกมาทางขา Mute

เมื่อVcc มีค่าเท่ากับ 0 หรือมีแรงดันไม่เกิน 6 โวลท์ต่ออยู่ที่ขา MS จะมีกระแสรั่วไหลเกิดขึ้น 0.01 uA ตลอดเวลาที่ขา Mute ปล่อยลอยหรือต่อกับขา Vdd หากขา Mute ต่อลงกราวนด์จะมีค่าความต้านทาน 6 kOhm เกิดขึ้นระหว่าง MS และ Mute หาก Vcc น้อยกว่า 1.5 โวลท์ ขาMute จะไม่ทำงาน เป็นผลให้MC34114 อยู่ในการทำงานโหมดสนทนา

คุณสมบัติของ MC34014

- สามารถตั้งอัตราขยาย สัญญาณด้านส่ง ด้านรับ และไซด์โทนโดย เปลี่ยนตัวต้านทานที่ภายนอก
- มีลูปสมดุลสำหรับ ด้านส่ง ด้านรับ และไซด์โทน
- ทำงานได้ที่ 1.5 – 15 โวลท์ในโหมดเสียงพูด
- หยุดขยายเสียงพูดระหว่างส่งหมายเลขทั้งแบบพัลส์และโทน
- สามารถปรับระดับสัญญาณ ดีทีเอ็มเอฟโดยตัวต้านทาน
- เหมาะกับไมโครโฟน 2 ทาง
- เหมาะสำหรับตัวรับ อิมพิแดนซ์ 150 โอห์มและสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ **2.24** แสดงบล็อกไดอะแกรม MC34014

รายละเอียดหน้าที่ขาต่าง ๆ ของ MC34014

- MIC (ขา 1) : ไมโครโฟน ต่อซับพลายแบบ เน็กกาทีฟ ขานี้จะผ่านทรานซิสเตอร์ NPN แบบ open collector ซึ่งขาเบสถูกควบคุมโดยสัญญาณ mute ที่อยู่ภายใน ระหว่างมีการส่งสัญญาณหมายเลข ทรานซิสเตอร์อยู่ในสถานะoff และทำให้ไมโครโฟนไม่ทำงาน
- TXI (ขา 2) : รับอินพุทเข้าไปสู่ตัวขยาย มีอินพุทอิมพิแดนซ์ 10 กิโลโอห์ม โดย สัญญาณจากไมโครโฟนเป็นสัญญาณอินพุทผ่านตัวเก็บประจุ C5 เข้าไปยัง ขาTXI
- TXO (ขา 3) : เป็นสัญญาณออกจากตัวขยายสัญญาณภายใน โดยกระแสสัญญาณสลับ จาก ขาTXO ไหลผ่านตัวต้านทาน R9 และผ่าน VR series ผ่านทรานซิสเตอร์ภายในไปขับ ให้ส่วน line V+ โดยการเพิ่ม ค่า R9 จะไปลดสัญญาณที่ V- โดยเอาท์พุท คือ ไบอัสที่ 0.65 โวลท์ เพื่อไปอนุญาติให้สัญญาณกระแสสลับ เหวียงได้สูงสุด การ Closed loop gain จาก TXI ไป TXO ตั้งค่าภายในที่ 26 เดซิเบล
- STA (ขา 4) : เป็นขาเอาท์พุทของวงจรขยายไซดน์โทน (sidetone amplifier) โดย อินพุทของตัวขยายนี้จะถูกส่งมาจากขา TXO ซึ่งสัญญาณที่ขา STA นี้จะไปยกเลิกสัญญาณไซดน์โทนในตัวรับตัวขยาย (receive amplifier)
- CC (ขา 5) : ขา CC นี้จะปล่อยลอยไว้
- EQ (ขา 6) : เป็นขาเอาท์พุทของ Equalization amplifier
- RXI (ขา 7) : เป็นขาอินพุทของ Receive amplifier โดยจะมีอินพุทอิมพิแดนซ์มากกว่า 100 กิโลโอห์ม ซึ่งสัญญาณจากสาย และตัวขยายไซดน์โทน ถูกรวมกันไว้ที่ขา RXIนี้
- RXO (ขา 8) : เป็นสัญญาณเอาท์พุทของ receive amplifier โดยขา RXO ถูกไบอัสจากแหล่งจ่ายกระแส 2.5 มิลลิแอมป์ มีการป้อนกลับที่ 0.65 โวลท์ การเพิ่มค่า

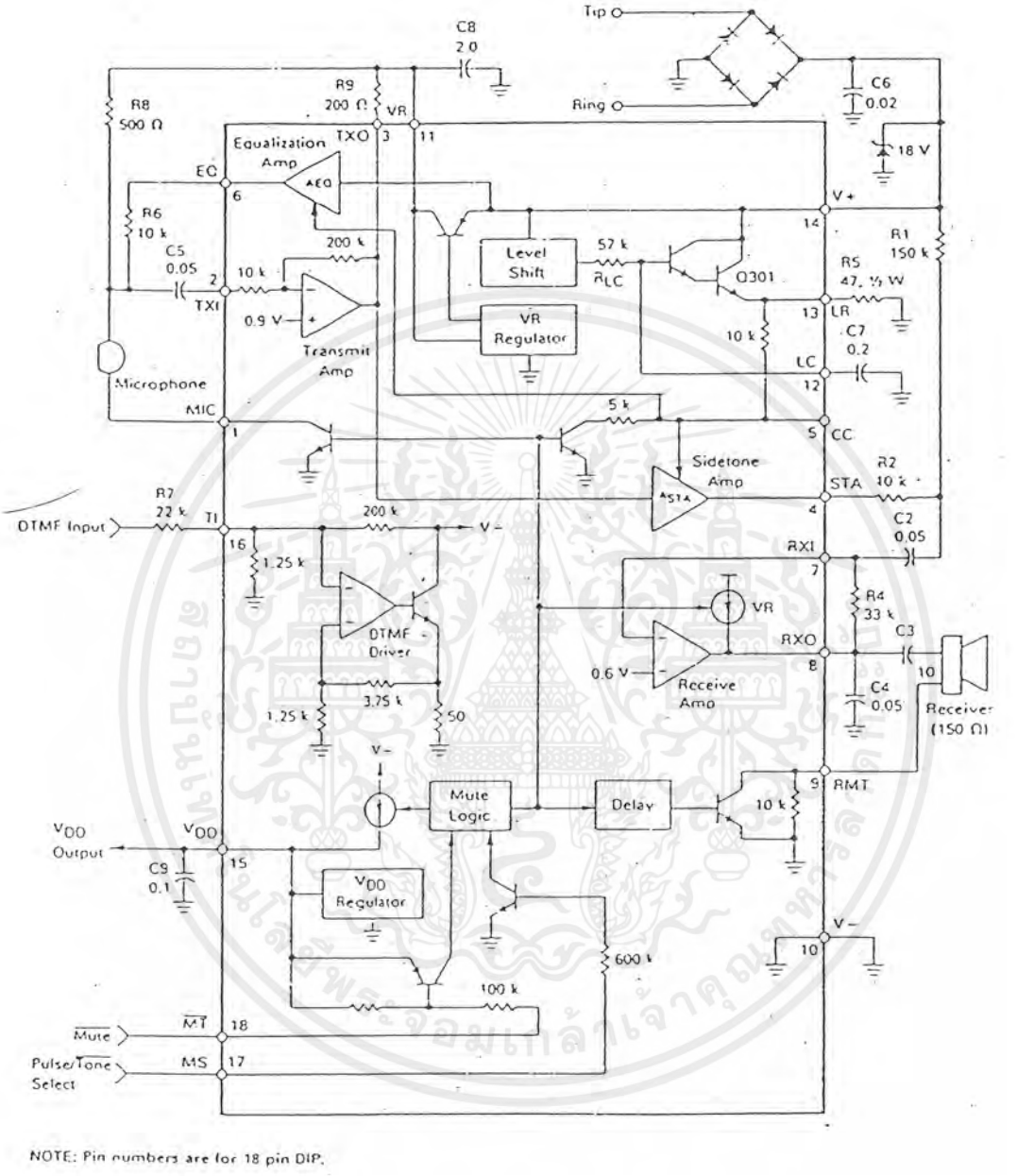
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R4 (ระหว่าง RXO และ RXI) จะไปเพิ่มอัตราขยายของ receive amp. และขณะส่งสัญญาณหมายเลขจะทำให้ แหล่งจ่ายกระแสถูกลดลงจาก 2.5 มิลลิแอมป์ เหลือ 0.5 มิลลิแอมป์

- RMT (ขา 9) : เป็นขา receive mute ขณะส่งสัญญาณหมายเลข ตัวทรานซิสเตอร์ภายในจะอยู่ในสถานะออฟ โดยมีตัวต้านทาน 10 กิโลโอห์มต่ออนุกรมรับลำโพงอยู่
- V- (ขา 10) : จะใช้ไฟลบจ่ายเข้าที่ขานี้
- VR (ขา 11) : เป็นเอาท์พุทของเรกกูเรเตอร์ที่ 1.2 โวลท์ โดยจะส่งไปไบอัสไมโครโฟนและวงจรควบคุมเสียงพูด
- LC (ขา 12) : มีหน้าที่เป็น ดีซี โหลด คาพาซิเตอร์ โดยตัวต้านทาน C7 ภายนอกกับตัวต้านทานภายในเป็น ตัวกรองแบบโลวพาส ระหว่าง V+ และ LR จะป้องกัน สัญญาณเอซี จากการเป็นโหลดโดย ตัวต้านทานดีซีโหลด R5 ซึ่งเมื่อมีแรงจาก LC ไป V- จะไปปิดกระแส ดีซีโหลด และจะไปเพิ่ม โวลเทจให้ V+
- LR (ขา 13) : มีหน้าที่เป็น ดีซี โหลด รีซิสเตอร์ โดย ตัวต้านทาน R5 จาก LR ไป V- เป็นค่า ต้านทานไฟตรงของโทรศัพท์ และเป็นการกระจายกำลังไปจาก ชิพ โดยขา LR ถูกไบอัส 2.8 โวลท์
- V+ (ขา 14) : เป็นขารับซัพพลายไฟบวก จากสาย ทิปและริง ผ่านวงจรบริดจ์โดยทุกส่วนของ MC34014 รับไฟเลี้ยงจากขา V+นี้
- VDD (ขา 15) : เป็นเอาท์พุทของ VDD เรกกูเลเทอร์ ที่อยู่ภายในตัวไอซี
- TI (ขา 16) : เป็นขาโทนอินพุท โดยสัญญาณ DTMF จากวงจรส่งสัญญาณหมายเลขถูกส่งเข้ามาทางขานี้ผ่านตัวต้านทานภายนอก R7 กระแสที่ TI จะถูกขยายไปขับที่ V- ซึ่งการเพิ่มค่า R7 จะไปลดระดับสัญญาณ DTMF เอาท์พุท โดยค่าอินพุทอิมพิแดนซ์ที่ TI โดยทั่วไปมีค่า 1.25 กิโลโอห์ม
- MS (ขา 17) : เป็นขาเลือกโหมด โดยขานี้จะต่อผ่าน ตัวต้านทานภายในค่า 600 กิโลโอห์มส่งไปไบอัสขาเบสของทรานซิสเตอร์ NPN โดยค่าลอจิก "1" (> 2 โวลท์) เลือกให้เป็นพัลส์โหมด และลอจิก "0" (< 0.3 โวลท์) เลือกให้เป็นโทนโหมด
- $\overline{\text{MT}}$ (ขา 18) : เป็นขาอินพุทมิวท์ โดยขานี้จะต่อผ่านตัวต้านทานภายใน 100 กิโลโอห์มและเข้าไปไบอัสขาเบสของทรานซิสเตอร์ PNP กับขาอิมิตเตอร์ ที่ VDD โดย ลอจิก "0" (< 0.1 โวลท์) จะไปหยุดการทำงานของทั้งแบบพัลส์โหมด หรือ โทนโหมด และลอจิก "1"(> VDD – 0.3 โวลท์) ไปทำให้ MC34014 เข้าสู่ สปีชโหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT



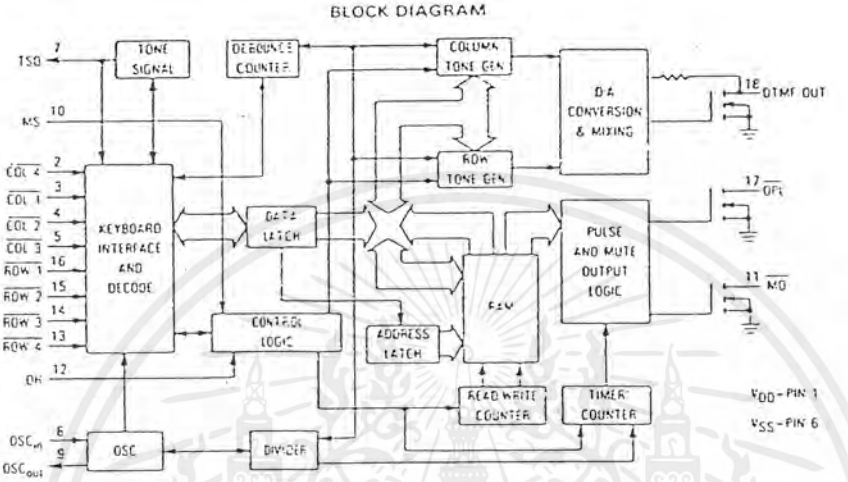
NOTE: Pin numbers are for 18 pin DIP.

รูปที่ 2.25 แสดงวงจรทดสอบ MC34014

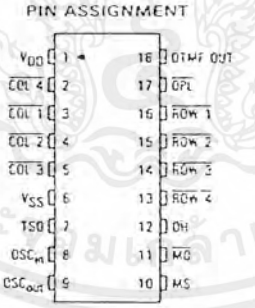
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วงจรส่งรหัสเลขหมาย

ในโครงงานนี้ ได้นำเอาไอซีเบอร์ MC145412 มาใช้เป็นวงจรส่งรหัสเลขหมาย มีบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซี MC145412



รูปที่ 2.27 แสดงขาต่าง ๆ ของ ไอซี MC145412

คุณสมบัติ และหน้าที่ของขาต่าง ๆ ของ MC145412

- สร้างสัญญาณ DTMF
- ใช้กับคริสตอล 3.579545 MHz
- ใช้ได้ในช่วง 2.5 – 5.5 โวลท์(สำหรับ Tone)
- สามารถใช้ได้กับ คีบอร์ดทั้ง 3*4 , 4*4 (แถว * หลัก)
- VDD , Vss (ขา 1 และ ขา 6) : แหล่งจ่ายแรงดัน (POWER SUPPLY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสไฟตรงจะถูกป้อนเข้ามายัง 2 ขานี้ โดยที่ขา 1 จะเป็นค่าบวก มีค่าตั้งแต่ 1.7-5.5 โวลต์ ส่วน ขา 6 นิยมต่อลงกราวด์

- MS (ขา 10) : เลือกโหมด (MODE SELECT)

ขา MS สามารถเลือกได้ 3 สถานะ คือ DTMF, 10 พัลส์ต่อวินาที, 20 พัลส์ต่อวินาที โดยความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ขา MS และโหมดการทำงานแสดงไว้ในตารางล่าง

MS	โหมดการโทร
VDD	20 พัลส์ต่อวินาที
Open	10 พัลส์ต่อวินาที
VSS	DTMF

ตารางที่2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ขา MS และโหมดการทำงาน

- OH (ขา 12) : ออนฮุก

เมื่อต่อขา OH เข้ากับ แรงดัน VDD หรือปล่อยลอยไว้ เป็นการเลือกไปที่ ออนฮุก โหมด แต่ถ้าต่อขา OH เข้ากับ แรงดัน Vss เป็นการเลือกไปที่ ออฟฮุก โหมด

- TSO (ขา 7) : เอาท์พุตสัญญาณพัลส์

TSO กำเนิดสัญญาณความถี่ 500 เฮริตซ์ หลังจากที่มีการกดหมายเลข เพื่อให้ทราบได้ว่ามีการกดหมายเลข ยกเว้นเมื่อมีการกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ และขานี้สามารถส่งเอาท์พุทออกได้ทั้งขณะออนฮุก

- DTMF OUT (ขา 18) : ดีทีเอ็มเอ็ฟเอาท์พุท

เมื่อขา MS ถูกกำหนดเป็น Vss จะทำให้ขา ดีทีเอ็มเอ็ฟเอาท์พุทนี้สามารถตอบสนอง ทั้งแถว และหลักของการกดคีบอร์ดได้

ในพัลส์โหมด (ขา MS ต่อเข้ากับ VDD หรือปล่อยให้ลอยไว้) และระหว่าง ออนฮุกขานี้จะมีค่าอิมพิแดนซ์สูง

- $\overline{\text{OPL}}$ (ขา 17) :เอาท์พุทสัญญาณพัลส์

ขานี้จะส่งสัญญาณเอาท์พุทที่ 10 พัลส์ต่อวินาที (เมื่อ ขา MS ถูกปล่อยไว้) หรือ 20 พัลส์ต่อวินาที (เมื่อขา MS ต่อเข้ากับแรงดัน VDD) โดยไอซี MC145412 มีอัตราการทำและหยุดที่ 40/60 ส่วนในโหมดดีทีเอ็มเอฟ (เมื่อขา MS ต่อเข้ากับ Vss) เอาท์พุทนี้จะมีอิมพิแดนซ์สูง และระหว่าง ออนฮุก จะไม่ส่งพัลส์ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- $\overline{MO}$ (ขา 11) : ปิดเสียงเอาท์พุท

ขานี้จะเปลี่ยนเป็น 0 เมื่อขา OPLทำงาน หรือระหว่างการกดปุ่มออฟฮุกหรือการหมุนเบอร์โทรศัพท์จากหน่วยความจำในโหมดดีทีเอ็มเอฟ

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

การกดปุ่มที่ใช้ได้ คือ การที่แถวหนึ่งถูกต่อเข้ากับแนวหนึ่งแนว หรือแถวหนึ่งแถวและแนวหนึ่งแนวถูกต่อเข้ากับกราวด์ การต่อขา 2 เข้ากับ VDD เป็นการบอกให้ไอซีรู้ว่ามีการใช้แป้นกดแบบ 3*4 การเลือกแบบของแป้นกดจะถูกเลือกเมื่อมีการป้อนแรงดันให้ไอซี

- OSCin , OSCout (ขา 8 และ ขา 9)

วงจรออสซิลเลเตอร์ภายในชิปต้องการคริสตอลขนาด 3.579545 เมกะเฮิรตซ์ เพื่อใช้ในการอ้างอิงความถี่ คริสตอลจะถูกไบอัสโดยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุภายใน

การใช้งาน MC145412

- การส่งเลขหมายโดยการกดแป้น

สามารถทำได้โดยการกดเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องการได้เลย

- การเก็บหมายเลขไว้ในหน่วยความจำ

ทำได้โดยการกดเลขหมายที่ต้องการแล้วตามด้วย (*) และ (A) โดยที่ A คือหมายเลขของช่องหน่วยความจำ

- การส่งหมายเลขสุดท้ายจากหน่วยความจำ

ทำได้โดยการกด (*) แล้วตามด้วย (0)

- การเปลี่ยนระบบการส่งจากพัลส์เป็นโทน หรือโทนเป็นพัลส์

ในระหว่างการส่งสัญญาณออกไป สามารถเปลี่ยนที่ขา MS เพื่อที่จะเปลี่ยนระบบการส่งได้

- การส่งสัญญาณ * และ # (ทำได้เฉพาะแบบโทนเท่านั้น)

สามารถทำได้โดยการกดปุ่มที่ต้องการส่งซ้ำ 2 ครั้ง เช่น (*) (*) หรือ (#) (*)

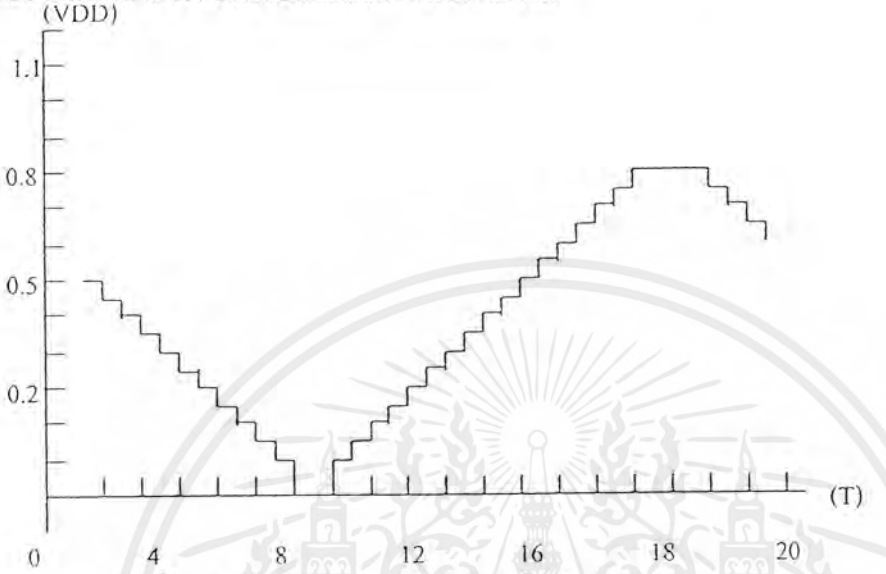
- การเรียกซ้ำอัตโนมัติ

การโทรออกจากหน่วยความจำไม่ว่าจะเป็นการโทรจากช่องที่เก็บหมายเลขไว้หรือการโทรจากเลขหมายสุดท้ายที่โทรออก จะเป็นการเรียกซ้ำอัตโนมัติ คือ เป็นการเรียกซ้ำต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะมีคนรับสาย เพื่อประโยชน์ในกรณีที่ต้องการติดต่อให้เร็วที่สุด แต่คู่สายยังไม่ว่างและไม่ต้องการที่จะเรียกซ้ำครั้งแล้วครั้งเล่า หากไม่ต้องาการที่จะให้เครื่องเรียกซ้ำอัตโนมัติ ก็สามารถทำได้ด้วยการวางหูโทรศัพท์ (hand set) เข้าที่เดิม

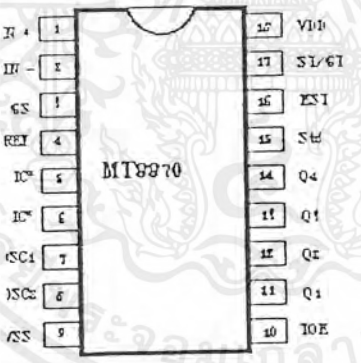
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 MT8870 DTMF Decoder

IC เบอร์ MC8870 นี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF ที่เป็นอนาลอก 2 ความถี่ได้อย่างดี ถึงแม้ว่าสัญญาณที่ได้จากการกดปุ่มของโทรศัพท์ระบบทัชโทนจะมีลักษณะไม่เป็นรูปซายน์ ที่แท้จริง ดังรูป2.28 แต่ก็ยังสามารถยอมรับและถอดรหัสออกมาได้



รูปที่ 2.28 ลักษณะสัญญาณ DTMF ที่ได้จากโทรศัพท์

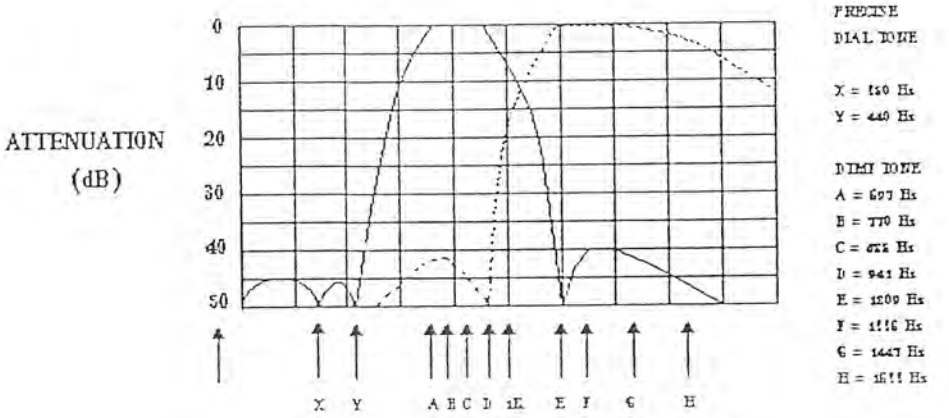


รูปที่ 2.29 แสดงลายละเอียดของขา ไอซี MT8870

คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ DTMF
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

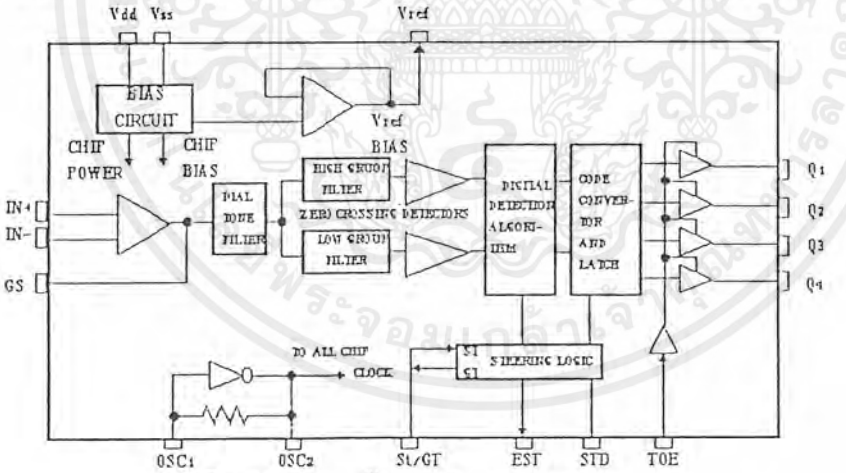
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

โครงสร้างภายในของ MT8870

MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทาง ดิจิตอล ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์ Capacitor Filter สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอล เพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท และตรวจสอบช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุทเป็นวงจรแลทช์ 3 สถานะ



รูปที่ 2.31 โครงสร้างภายในของ MT8870

ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5ส่วนคือ

1. ภาคกรองความถี่(Filter Section) ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณDTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์ คาปาซิเตอร์(Six-Order Switched Capacitor Band pass filter)
2. ภาคถอดรหัส(Decoder Section) ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est(Early Steering) ก็จะแอกทีฟ สำหรับค่าถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้นแสดงในตารางที่2.3

F LOW	F HIGH	NO	EST	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
679	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

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ(Steering Circuit) ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้ จะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอกสัญญาณที่ขา Est จะเป็นสูงนานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามาจากรูปที่ เมื่อขาEstเป็นสูงทำให้ Vcสูงขึ้น ตัวเก็บประจุจะคายประจุทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท รายละเอียดการทำงานดูได้จากแผนภูมิเวลา(Timing Diagram)

ขั้นตอนการทำงาน

A- ตรวจพบความถี่เข้ามาแต่คาบเวลาไม่ถูกต้องเอาท์พุทไม่เปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B- ความถี่ #n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัสและแลทช์ไว้ที่เอาท์พุท

C- เอาท์พุทเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์

D- ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบคาบเวลาถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัส และ แลทช์อยู่

E- จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้องยังคงแลทช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

หน้าที่ของขาต่างๆ

- Vin สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา
- Est (Early Steering Output) ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง
- St / Gt (Steering Input/Guard Time Output) สำหรับต่อRCภายนอก
- Q1-Q4 เอาท์พุท BCD ขนาด 4บิท
- Std (Delayed Steering Output) ใช้แสดงค่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไปมีคาบเวลาตามที่กำหนดเพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ
- TOE (Tone Output Enable) อินพุทใช้ควบคุม Q1-Q4 ให้เป็บไฮอิมพีแดนซ์
- Tr คาบเวลาที่สั้นที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง
- T r คาบเวลาที่สั้นที่สุดที่ต้องการแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง
- Tred เวลาสั้นที่สุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้องสองสัญญาณ
- Tjd เวลานานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง
- Tdo เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่DTMFที่ถูกต้อง
- Tdp เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่DTMFที่ถูกต้อง
- Tda การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่DTMF
- Tgrp การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่DTMF
- Tgta การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่DTMF

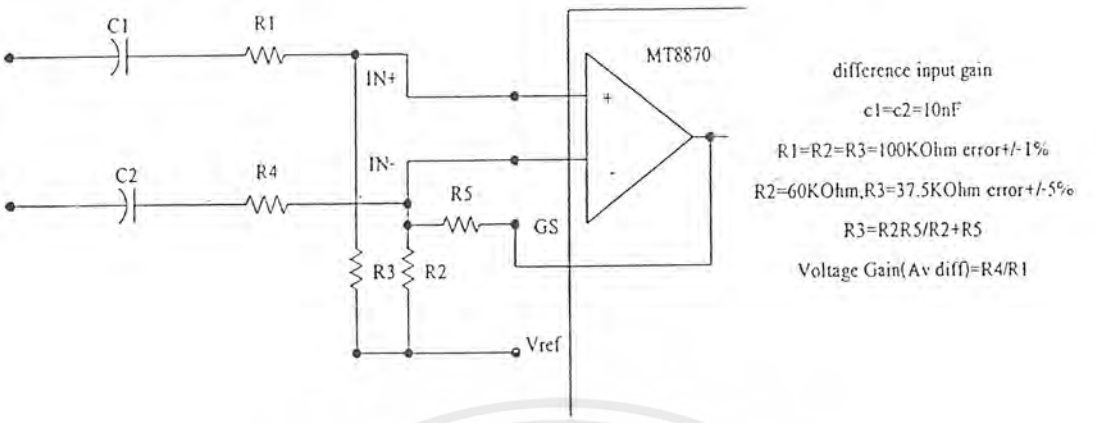
สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ หมายถึง ช่วงเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะยอมรับได้ว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือ อาจกล่าวได้ว่าเวลาที่ตั้งไว้โดยค่าRC ก็คือการ์ดไทม์นั้นเอง เมื่อสัญญาณเข้ามาเท่ากับหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งเอาไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและการคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่

4. ภาคขยายความแตกต่าง (Differential Input) วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปดังรูปที่2.32 ซึ่งสามารถคำนวณอัตราการขยายความแตกต่างของอินพุทและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

อัตราขยาย (Av Diff.) = R5/R1

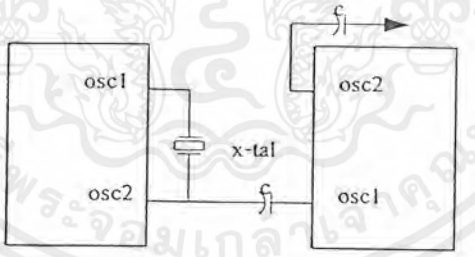
อินพุทอิมพีแดนซ์(Zin Diff) = $2/R1^{2}+(1/wc)^{2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 แสดงการต่อวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

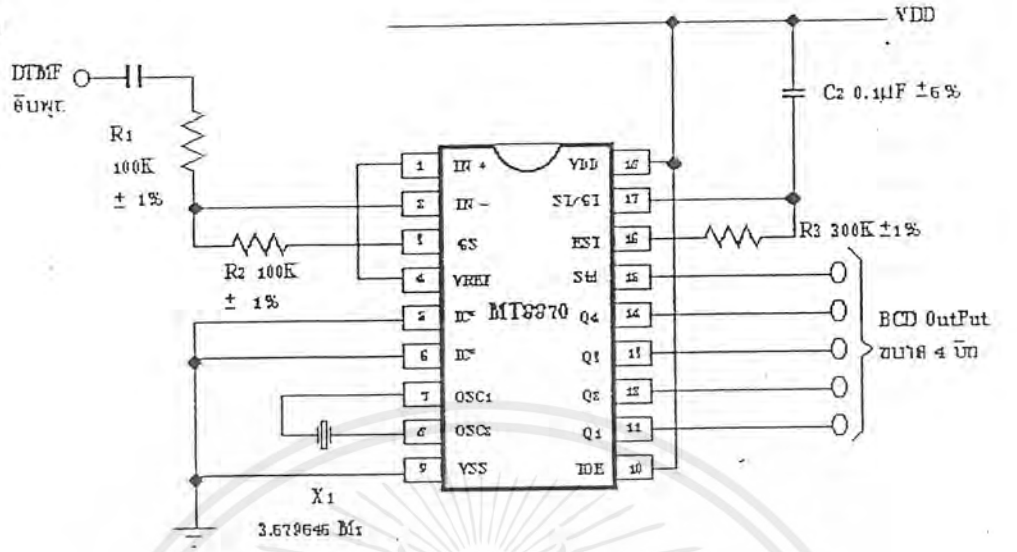
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator) ในภาคนี้ภายในไอซีมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงต่อคริสตัล ขนาด 3.579 MHz ลักษณะการต่อวงจรดังแสดงในรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรใช้งาน



รูปที่ 2.34 แสดงวงจรใช้งานของ MT8870

จากคุณสมบัติและ โครงสร้างของ MT8870 จึงนำมาประกอบเป็นวงจรดังรูป2.34 โดยจะมีลักษณะการทำงานดังนี้

สัญญาณความถี่ DTMF จะเข้ามาทางขานอนอินเวอร์ทติง(ขา2) โดยผ่านทาง C1 เป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณ และจะมีR1, R2 เ็ นตัวปรับอัตราขยายให้เหมาะสม ส่วน R3,C2 จะเป็นตัวกำหนดการ์ดไทม์เอาท์พุท โดยจะใช้ค่า R3 =300K, C2 =0.1u ซึ่งจะได้ค่าการ์ดไทม์ประมาณ 20 ms

ในขณะที่ MT8870 ทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกมานั้น ก็จะส่งสัญญาณ Std ออกมาที่ขา 15 เพื่อบอกให้ CPU รู้ว่าขณะนี้มีข้อมูลที่จะส่งให้ CPU แล้ว ซึ่งCPU จะรับทราบโดยส่งสัญญาณ Cs3 มาเข้าที่ขา TOE ของ MT8870 เพื่อเป็นเอาท์พุทเอเนเบิ้ลให้กับ MT8870 ที่ขา TOE นี้ หากได้รับลอจิก 0 จะทำให้ Q1-Q4 มีสถานะเป็นไฮอิมพีแดนซ์ ฉะนั้นหากCPU รับรู้ว่ามีการถอดรหัสสัญญาณDTMF และต้องการข้อมูล ก็จะส่งCs3 มาให้ สัญญาณที่ได้ออกมาจะอยู่ในรูปรหัสฐานสอง โดยเป็นข้อมูล D0-D3 ให้กับCPU เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

จากวงจรและการทำงานที่ผ่านมานี้ เมื่อนำมาประกอบวงจรทดลองเพื่อเลือกค่าอุปกรณ์พาสซีพ ที่เหมาะสมปรากฏว่าค่าของ R3 และ C2 นั้นมีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นการกำหนดช่วงเวลาของสัญญาณ DTMF ที่จะยอมรับ ซึ่งค่าC2นั้น แนะนำให้ใช้ค่า0.1u และค่า R3 เป็น 300k เป็นค่าที่เหมาะสม

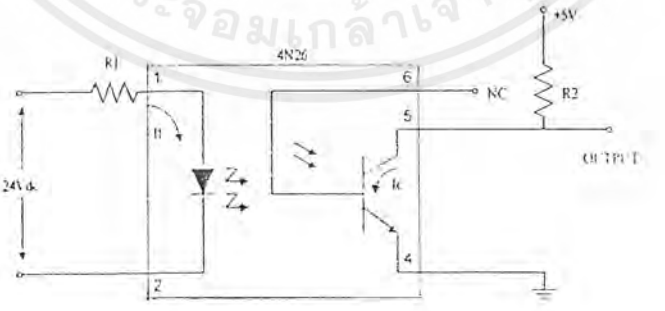
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

การเชื่อมโยงทางแสง(Optocoupler) สามารถใช้ในงานที่ต้องการแยกระบบไฟฟ้าของทั้งสองวงจรออกจากกัน เมื่อใช้เอาท์พุทที่เป็นแรงดันต่ำของวงจรดิจิตอลไปควบคุมไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์สลับ ทั้งนี้เนื่องจากวงจรทางด้านดิจิตอลไม่สามารถส่งอินพุทออกเป็นแรงดันไฟกระแสสลับได้ นอกจากนี้กระแสไฟสลับที่เหนี่ยวนำขึ้นในวงจรทางด้านดิจิตอลนั้นสามารถทำให้เกิดข้อยุ่งยากต่างๆได้ ดังนั้นมอเตอร์และวงจรทางด้านดิจิตอลจึงต้องแยกจากกันทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นหน้าที่หลักของตัวเชื่อมโยงทางแสง ที่สำคัญตัวเชื่อมโยงทางแสงอาจจะถูกนำไปใช้ในงานซึ่งมีเอาท์พุทที่มีแรงดันสูงของอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดซึ่งถูกป้อนเข้าสู่วงจรควบคุมที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ในการควบคุมการเริ่มต้นและสิ้นสุดของการทำงาน

วงจรเปลี่ยนระดับแรงดัน

เมื่อต้องการให้อุปกรณ์ดิจิตอลรับสัญญาณอินพุทจากอุปกรณ์ภายนอกซึ่งมีค่าแรงดันไฟสูง จึงจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนระดับแรงดันของสัญญาณลอจิกให้อยู่ในระดับ 5 โวลท์ ถ้าสัญญาณอินพุทเป็นสัญญาณไฟตรงก็สามารถเชื่อมต่อกับวงจรลอจิกได้โดยใช้ตัวเชื่อมโยงทางแสง โดยไม่เกี่ยวข้องกันทางไฟฟ้าระหว่างทั้งสองส่วน(วงจรทั้งสองจะไม่ใช้กราวน์ร่วมกัน) โดยประโยชน์จากการแยกวงจรทั้งสองออกจากกันคือ สัญญาณรบกวนใดๆ หรือแรงดันที่เป็นยอดแหลม(Spike Voltage) ที่เกิดจากสายกราวนด์ของวงจรภายนอก จะไม่เข้าไปเกิดขึ้นในสายกราวนด์ของวงจรลอจิกเลย นอกจากนี้ตัวเชื่อมโยงทางแสงยังสามารถใช้เพื่อเปลี่ยนสัญญาณไฟสลับเป็นระดับสัญญาณลอจิก 5 โวลท์ได้ ในขณะเดียวกันก็จะแยกวงจรลอจิกออกแรงดันไฟกระแสสลับที่มีค่าสูงด้วย



รูปที่ 2.35 ขาเบสของตัวเชื่อมโยงทางแสงเบอร์ 4N26 ใช้ต่อเพื่อเพิ่มความเร็วของการสวิทชิ่ง

วงจรในรูปที่2.35 จะเปลี่ยนอินพุทขนาดแรงดัน 24 โวลท์ไปเป็นเอาท์พุทขนาด 5โวลท์ ที่มีขั้วกลับกัน เมื่ออินพุทมีค่าสูงจะทำให้เอาท์พุทมีค่าต่ำ เมื่อป้อนสัญญาณขนาด 24โวลท์ เข้าไปจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดกระแสผ่านไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด แสงที่เปล่งออกมาจะไปกระทบโฟโตทรานซิสเตอร์ทำให้เกิดการนำกระแสขึ้น เนื่องจากเอาท์พุทนั้นต่อมาจากขาคอลเลคเตอร์จึงได้เป็นค่าแรงดันระดับลอจิก "0" เมื่อต่อไปเข้าอินพุทของลอจิก โดยเมื่อนำกระแสสัญญาณอินพุทออกไปจะทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแสและ R2จะดึงให้เอาท์พุทเป็นลอจิก "1" การใช้ตัวเชื่อมโยงทางแสงเบอร์ 4N33 ก็เนื่องจากมีค่าแรงดันอิ่มตัวระหว่างขาคอลเลคเตอร์และอีมิตเตอร์ต่ำ ในตารางที่ 2.4 จะแสดงให้เห็นคุณสมบัติต่างๆของเบอร์ 4N26

		ต่ำสุด	ปกติ	สูงสุด	หน่วย
อินพุต	I_F			80	มิลลิแอมป์
	V_F (I_F = 10mA)		1.1	1.5	โวลต์
	V_R			3	โวลต์
เอาต์พุต	I_C			100	มิลลิแอมป์
	$V_{(BR)CBO}$	70			โวลต์
	$V_{(BR)CEO}$	30			โวลต์
	$V_{(BR)ECO}$	7			โวลต์
ตัวแปร	I_C(i_F = 10 mA , V = 10 V	20			มิลลิแอมป์
เชื่อมโยง	$V_{CE(sat)}$(i_f = 50 mA , I_C = 2 mA		0.1	0.5	โวลต์

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติของตัวเชื่อมโยงทางแสงเบอร์ 4N26

ค่าความต้านทาน R2 ไม่ได้จำเพาะเจาะจง ส่วนค่าของ R1 ที่กำหนดมาสำหรับอินพุทที่มีระดับแรงดันใดๆ หาได้จาก

$$R1 = (V_{in} - V_F)/I_F$$

เมื่อ

$$I_F = [V_{cc}\text{-}V_{CE(sat)}/R2\text{-}I_{IL}]/n$$

ค่าของ IF จะเป็นตัวรับประกันว่าโฟโตทรานซิสเตอร์จะเกิดการอิ่มตัวขึ้น ส่วนค่า R2เมื่ออินพุทมีแรงดัน 24โวลท์เท่านั้น สามารถหาได้ง่ายโดยสมมติว่าเกทที่จะนำไปขับเป็นไอซี TTL ตระกูล 7400เนื่องจาก R2 มีค่า 10กิโลโอห์ม และเกทต้องการกระแสอินพุท เท่ากับ –1.6 มิลลิแอมป์ ดังนั้น

$$I_F=(5\text{-}0.4)/(10000+0.0016)/0.20=10mA$$

เมื่อได้ค่า I แล้วสามารถนำมาคำนวนค่า Rได้

$$R1=(2.4\text{-}1.1)/(10*10^{-3})=2.3K$$

ค่ามาตรฐานที่ใกล้เคียงคือ 2.2กิโลโอห์ม

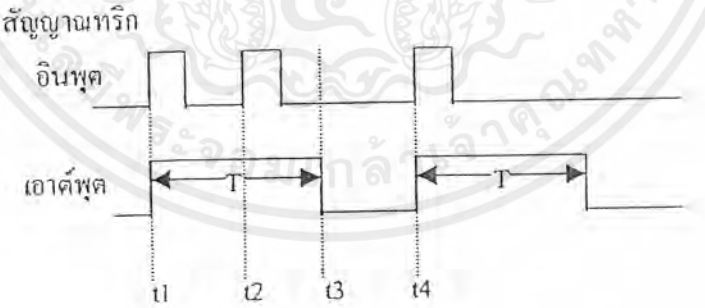
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรโมโนสเตเบิล

วงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์(Monostable Multivibrator) เป็นวงจรที่สามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภท เช่น ใช้เป็นวงจรกำจัดสัญญาณรบกวนในระบบสัญญาณดิจิตอล หรือเป็นวงจรสร้างสัญญาณพัลซ์ที่มีความกว้างตามต้องการ หรือเป็นวงจรตั้งเวลาต่างๆ เป็นต้น โดยวงจรโมโนสเตเบิ้ล นั้นจะมีสถานะของเอาท์พุทเดียวเท่านั้นที่เสถียรอยู่ได้ ซึ่งอาจจะมีสภาวะลอจิกเป็น "สูง" หรือ "ต่ำ" แล้วแต่การออกแบบวงจรการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ล โดยปกติแล้วเอาท์พุทจะอยู่ที่ในสถานะที่เสถียรนั้นเองแต่เมื่อมีสัญญาณกระตุ้นเข้ามาจะทำให้เอาท์พุทเปลี่ยนไปเป็นสถานะตรงข้าม โดยจะคงอยู่ในสถานะนั้นชั่วขณะหนึ่งแล้วจะกลับมาที่สถานะเสถียรอีกครั้ง

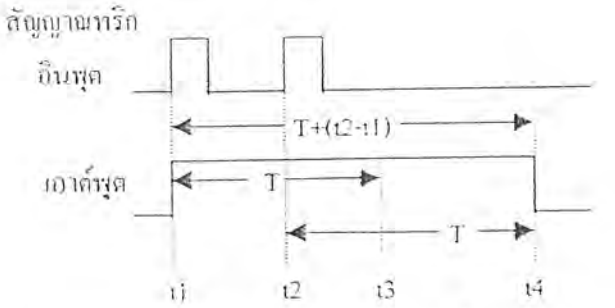
วงจรโมโนสเตเบิ้ลแบ่งออกเป็น2แบบใหญ่ๆ คือ แบบรับการกระตุ้นซ้ำ(Retriggerable) และ แบบการไม่ได้รับการกระตุ้นซ้ำ(Non-Retriggerable) ซึ่งทั้งสองแบบมีหลักการทำงานคล้ายกันแต่ต่างกันที่การกระตุ้นของอินพุทซ้ำหรือไม่ โดยจะกล่าวถึงหลักการทำงานและประโยชน์ในการใช้งานภายหลัง

ในรูปที่2.36 และ แสดง ถึงจังหวะการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลทั้งสองแบบ ซึ่งจะทำให้เห็นข้อแตกต่างระหว่างกันอย่างชัดเจน โดยในรูปที่หนึ่งเป็นแบบไม่กระตุ้นซ้ำ สถานะเดิมของเอาท์พุทจะเป็นลอจิก "ต่ำ" เมื่อมีพัลซ์มากระตุ้นที่ทางอินพุทที่เวลาt1 เอาท์พุทจะเปลี่ยนจากสถานะเดิมทันทีเป็นลอจิก"สูง" และจะคงสถานะเช่นนั้นอยู่ในช่วงเวลา T ที่สามรถกำหนดได้จากวงจร เมื่อพ้นช่วงเวลาTไปแล้ว เอาท์พุทจะกลับไปอยู่ในสถานะเดิมและจะคงอยู่ต่อไปจนกระทั่งมีสัญญาณพัลซ์มากระตุ้ทางอินพุทครั้งต่อไป



รูปที่ 2.36 จังหวะการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 จังหวะการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบรับการกระตุ้นซ้ำ

คุณสมบัติที่สำคัญของวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำ จากรูปที่2.37 จะเห็นได้ว่าที่จังหวะ t2 จะมีพัลซ์มากระตุ้นทางอินพุทครั้งที่สองแต่ในขณะนั้นเอาท์พุทยังอยู่ในสถานะลอจิก"สูง" อยู่เนื่องจากยังไม่ครบช่วงเวลาT ผลการกระตุ้นในครั้งที่สองนี้ จะไม่มีผลอย่างไรกับวงจรทั้งสิ้น แต่เมื่อพ้นเวลาTไปแล้วหากมีพัลซ์เข้ามาอีกก็จะรับการกระตุ้นนั้น เช่น ที่เวลาt4 นั้นก็หมายความว่าการกระทำของโมโนสเตเบิ้ลแบบนี้จะไม่ยอมรับการกระตุ้นซ้ำ ถ้าหากการทำงานของวงจรเนื่องจากการกระตุ้นครั้งแรกยังไม่สิ้นสุดลง

การใช้งานอย่างหนึ่งของวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบนี้คือ การแก้ปัญหาของ"สภาวะการกระโดด" ของสวิทช์ เนื่องจากว่าสวิทช์เชิงกลทั่วไปจะมีปัญหาเกี่ยวกับหน้าสัมผัสของสวิทช์ ซึ่งในการกดสวิทช์ครั้งหนึ่งก่อนหน้าที่สวิทช์จะสัมผัสกันสนิทนั้น จะเกิดการกระโดดของหน้าสัมผัสขึ้นเสมอ สภาวะนี้จะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 2-5 มิลลิวินาที ซึ่งถ้านำสวิทช์นี้ไปใช้งานทั่วๆไป เช่น เปิด-ปิด หลอดไฟฟ้าจะไม่เกิดปัญหาขึ้น แต่ถ้าเป็นสวิทช์ในการควบคุมหรือกำหนดสัญญาณให้แก่วงจรดิจิตอลที่ต้องการความละเอียดแล้วนั้นจะเกิดปัญหาขึ้นมาทันที เนื่องจากการกระโดดของหน้าสัมผัสสวิทช์นี้เองจะทำให้การทำงานของระบบผิดพลาดไปได้

วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว สามารถแก้ได้โดยการใช้วงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบไม่รับการกระตันซ้ำที่ออกแบบให้ช่วงเวลา T มีค่ามากกว่าเวลา 5 มิลลิวินาที มาต่ออนุกรมเข้ากับสวิทช์ ดังนั้นเอาท์พุทของวงจรโมโนสเตเบิ้ลจะเป็นลอจิก "สูง" เมื่อเกิดการกระโดดของสวิทช์ครั้งแรก และจะคงสภาวะเช่นนั้นจนกว่าจะครบคาบเวลา T ซึ่งเป็นเวลาเดียวกับการกระโดดของสวิทช์สิ้นสุดลงแล้ว จึงทำให้ได้พัลส์เพียงลูกเดียวตามต้องการ โดยวิธีการนี้สามารถนำไปใช้ในการจำกัดสัญญาณรบกวนในระบบสัญญาณดิจิตอลได้

จังหวะการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบได้รับการกระตุ้นซ้ำ ดังแสดงไว้ในรูป ก็เช่นเดียวกันกับแบบแรก ช่วงเวลาที่วงจรโมโนสเตเบิ้ลคงสภาวะที่ไม่เสถียรอยู่ในช่วงเวลาT ที่ได้รับการกระตุ้นจากพัลส์ที่เวลา t1 โดยปกติแล้วเอาท์พุทนี้จะกลับมาสู่สภาวะเดิม เมื่อพ้นช่วงเวลา t นี้ไปแล้วคือ ที่เวลา t3 แต่เมื่อเวลา t2 ก็มีพัลส์ลูกที่สองเข้ากระตุ้นอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะเป็นการเริ่มต้นการทำงานครั้งใหม่ จึงเริ่มนับช่วงเวลา T ใหม่อีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นช่วงเวลาทั้งหมดที่วงจรโมโนสเตเบิ้ลค้างสภาวะอยู่อย่างนั้นเป็นช่วงเวลา T+(t2-t1)นั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

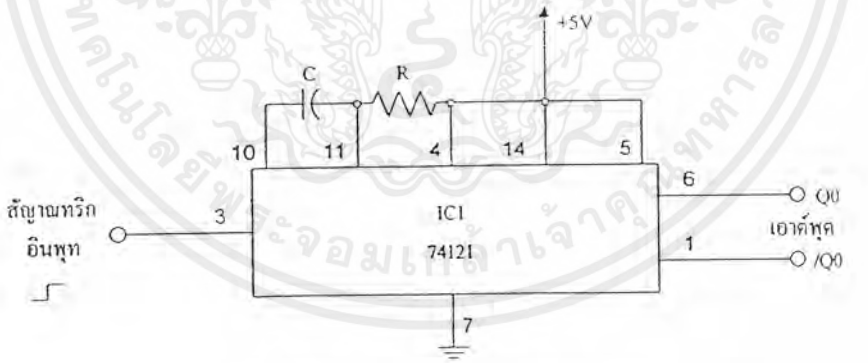
การประยุกต์ใช้งานอย่างหนึ่งของวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบนี้ ได้แก่ ระบบเตือนภัยของการทำงานผิดปกติของระบบการทำงานที่เป็นช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน เช่น ระบบเตือนภัยการตรวจสอบการหายใจของคนไข้ ซึ่งการหายใจแต่ละครั้งจะให้พัลส์ไปกระตุ้นการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบรับการกระตุ้นซ้ำนี้ที่ออกแบบให้ช่วงเวลา T มากกว่าจังหวะการหายใจของคนปกติที่ทำให้เอาท์พุทของโมโนสเตเบิ้ลคงสภาวะลอจิกเป็น"สูง" ไปตลอด แต่ถ้าคนไข้มีการหายใจช้าลงกว่าปกติโมโนสเตเบิ้ลจะคงสภาวะเป็นฯ "ต่ำ" ซึ่งจะทำให้เกิดเสียงสัญญาณเตือนขึ้น

โมโนสเตเบิ้ลจากไอซี CMOS และ TTL

ขอกล่าวถึงการใช้ไอซี ที่ถูกออกแบบมาให้เป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ลโดยเฉพาะ ซึ่งมีทั้งแบบ CMOS และ TTL ในรูปที่2.38 และ 2.39 แสดงถึงการใช้ TTL เบอร์ 74121 และ 74122 ตามลำดับ โดยทั้งสองวงจรถูกออกแบบให้เป็นแบบไม่การกระตุ้นซ้ำ ละรับอินพุทแบบขอบขาลง ซึ่งมีช่วงเวลา T=0.69*R1*C1

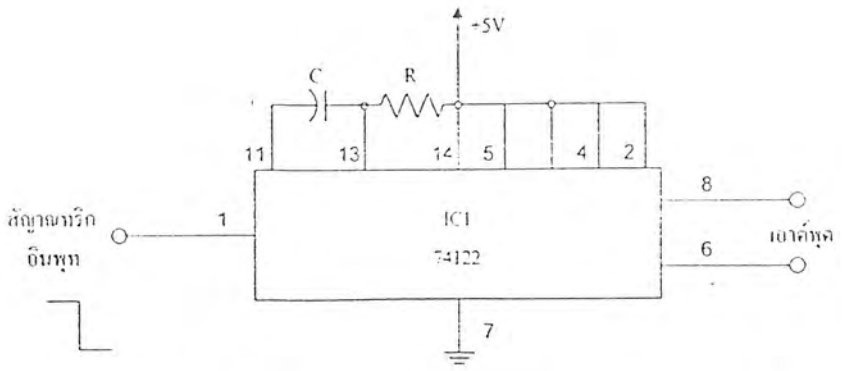
ตัวอย่างเช่น ต้องการช่วงเวลาเป็น 10 ไมโครวินาที และเลือกค่า C1=0.001uF ดังนั้นค่าของ R1 ที่ใช้คือ

$$R1 = T/0.69*C1$$
$$= 10*10^{-6} / 0.69*10^{-9}$$
$$= 14493\ Ohm$$



รูปที่ 2.38 แสดงการใช้TTL เบอร์ 74121 เป็นโมโนสเตเบิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 แสดงการใช้TTL เบอร์ 74122 เป็นโมโนสเตเบิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระบบไมโครคอมพิวเตอร์

3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ SLOT มาตรฐานของ IBM PC

SA0 – SA9 (อินพุท / เอาท์พุท) เป็นแอดเดรสของระบบที่ใช้ติดต่อกับหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุท / เอาท์พุท สายสัญญาณนี้จะต่อกับหน่วยความจำได้ 1 MB แต่ถ้าต้องการเชื่อมขยายแอดเดรสจะต้องใช้สายแอดเดรส LA 17 – LA23 การใช้สัญญาณ SA0 – SA19 จะต้องแอคทีฟขณะที่สัญญาณ BALE เป็น 1 และจะแลตซ์ไปใช้ในขณะเปลี่ยนจาก 1 ไป 0 สัญญาณ BALE เป็นสัญญาณที่มาจากไมโครโปรเซสเซอร์ หรือ ดีเอ็มเอคอนโทรลเลอร์

CLK (เอาต์พุท) เป็นสัญญาณนาฬิกาของระบบ ในกรณีที่ไอบีเอ็มที่ จะส่งสัญญาณนี้เป็นสัญญาณขนาด 6 MHz โดยมีช่วงเวลาประมาณ 167 นาโนวินาที สัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยมมี DUTY CYCLE 50 เปอร์เซ็นต์ สัญญาณนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการซิงโครนัสระบบ มิได้มีจุดม่งหมายสำหรับใช้เป็นฐานเวลา

RESET DRV (เอาท์พุท) สัญญาณนี้ใช้สำหรับรีเซตระบบในขณะเปิดเครื่อง หรือขณะที่แหล่งจ่ายไปที่ขาด หรือไฟตก สัญญาณนี้จะแอคทีฟเมื่อ ลอจิกเป็น 1

SD0 – SD7 (อินพุท / เอาท์พุท) เป็นสัญญาณข้อมูลขนาด 8 บิท ที่ใช้ติดต่อกับหน่วยความจำไมโครโปรเซสเซอร์ และอุปกรณ์อินพุท / เอาท์พุท บิต D0 เป็นบิตที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด

BALE (เอาท์พุท) เป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับการแลตซ์แอดเดรสของระบบ สัญญาณนี้จะมาจาก 82288 ตัวควบคุมบัสสัญญาณที่จะแลตซ์แอดเดรสเมื่อเปลี่ยนจาก 1 กับ 0 และ สัญญาณนี้จะได้รับการทำให้เป็น 1 ขณะที่กำลังทำ ดีเอ็มเอ

I/O CHK (อินพุท) สัญญาณตรวจสอบของอินพุท / เอาท์พุท เพื่อบอกข้อมูลกับระบบ เช่นเดียวกับการตรวจสอบพาริตี้ดังนั้นถ้าบนอินพุท /เอาท์พุทมีข้อผิดพลาด สัญญาณนี้จะแอคทีฟเพื่อให้ส่งสัญญาณเตือนในลักษณะ PARITY ERROR

I/O CHRDY (อินพุท) สัญญาณนี้จะได้รับการทำให้เป็น 0 ด้วยหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท การใช้สัญญาณนี้ก็เพื่อให้อุปการณ์อินพุท / เอาท์พุทที่ช้าจะได้ติดต่อกับระบบด้วยการส่งสัญญาณมายัง ซีพียู เพื่อซิงโครนัสระบบได้

IRQ3 – IRQ7 (อินพุท) เป็นสัญญาณอินเตอร์รัพต์

IOR (อินพุท / เอาท์พุท) สัญญาณอินพุท เอาท์พุทเป็นสัญญาณที่ส่งมาจากซีพียู การควบคุมสัญญาณนี้มาจาก 80286 และดีเอ็มเอ คอนโครลเลอร์ สัญญาณนี้แอคทีฟ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMEMR (เอาท์พุท) MEMR (อินพุท / เอาท์พุท) สัญญาณนี้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลแอดเดรสส่วนล่าง ส่วน MEMR นี้แอคทีฟกับหน่วยความจำได้หมด 16 MB

DRQ0 – DRQ3 (อินพุท) สัญญาณการขอดีเอ็มเอแชนแนล 0-3 โดยสัญญาณนี้จะมาจากอุปกรณ์อินพุท/ เอาท์พุท

AEN (เอาท์พุท) เอนนาเบิลแอดเดรส เป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับการแยกบัสแอดเดรสในการทำดีเอ็มเอ เมื่อสัญญาณนี้แอคทีฟ แสดงว่าดีเอ็มเอ คอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานแอดเดรสแทนซีพียู

REFRESH (อินพุท / เอาท์พุท) เป็นสัญญาณที่ใช้ในการแสดงสัญญาณระเฟรชไซเคิล สัญญาณนี้ส่งมาจากไมโครโปรเซสเซอร์ผ่านทางช่องอินพุท / เอาท์พุท

T/C (เอาท์พุท) สัญญาณ TERMINAL COUNT เป็นสัญญาณพัลซ์เมื่อดีเอ็มเอนับจำนวนมาครบตามที่กำหนด

MEM CS16 (อินพุท) สัญญาณนี้ส่งมาบอก ถ้าหากการถ่ายเทข้อมูลต้องการสถานะรอ

IO CS16 (อินพุท) สัญญาณนี้เป็นตัวส่งมาบอกว่าอินพุท / เอาท์พุท ต้องการสถานะรอ

OSC (เอาท์พุท) สัญญาณนาฬิกา 70 นาโนวินาที หรือ ประมาณ 1431818 MHz

OWS (อินพุท) เป็นสัญญาณที่บอกซีพียูว่าการทำงานหนึ่งรอบของบัสไม่จำเป็นต้องแทรกสถานะรอ

ตารางที่ 3.1 การแสดงแอดเดรสพอร์ตของ IBM PC

Number Port (Hex)	Type of Equipment
001 – 01F	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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1F0 – 1F8	HARD DISH
200 – 207	IO GAME
208 – 277	NOT USE
278 – 27F	PRNTER PROT NO 2
280 – 2F7	NOT USE
2F8 – 2FF	SERAL PORT NO2
300 – 31F	PROTOTYE CARD
320 – 35F	NOT USE
360 – 36F	SPARE
370 – 377	NOT USE
378 – 37F	PRNTER PORT NO1
380 – 38F	SDLC , BISY 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	SERAL PORT NO 1

3.2 การจัดแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำและ I/O

3.2.1 การจัดแอดเดรสสำหรับพอร์ต I/O ใน IBM/PC

3.2.1.1 การอ้างแอดเดรสของพอร์ต I/O

ในการควบคุมการตรวจสอบสภาวะการทำงาน รวมทั้งการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เป็นชิพ ซัพพอร์ตหรือการ์ดต่างๆ ที่ใช้ในระบบของ IBM/PC นั้น จะกระทำโดยผ่านทางพอร์ต I/O ของระบบด้วย และเนื่องจากการควบคุมหรือติดต่อกับพอร์ตเหล่านี้ต้องกระทำโดยการอ้างถึงแอดเดรสของพอร์ต I/O เหล่านั้นโดยตรง เราจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงหลักการอ้างแอดเดรสของ 8088 ในเครื่อง PC ด้วย

สำหรับแอดเดรสของพอร์ต I/O นั้น จะเป็นแอดเดรสที่สร้างขึ้นโดย 8088 ซึ่งแอดเดรสเหล่านี้เป็นแอดเดรสที่จัดไว้สำหรับ I/O พอร์ต โดยเฉพาะ คือแยกจากแอดเดรสของหน่วยจำโดยเด็ดขาด ส่วนการส่งข้อมูลให้กับพอร์ตเหล่านี้ต้องกระทำโดยการใช้คำสั่ง OUT ของ 8088 ส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นไปยังแอดเดรสของพอร์ตที่ต้องการ และสำหรับการตรวจสอบหรือการอ่านข้อมูลจากพอร์ต ก็จะทำได้โดยการใช้คำสั่ง IN ของ 8088 อ่านข้อมูลจากแอดเดรสของพอร์ตที่ต้องการเช่นกัน

ภายในไมโครโปรเซสเซอร์ 8088 จะมีแอดเดรสสำหรับการใช้พอร์ต I/O อยู่ทั้งสิ้น 65.536 แอดเดรส ซึ่งทำให้การอ้างแอดเดรสของพอร์ต I/O ที่ทำงานร่วมกับ 80288 นั้น ต้องใช้จำนวนเส้นแอดเดรสในบัสแอดเดรสทั้งสิ้น 16 เส้น แต่สำหรับใน IBM/PC นี้ถูกออกแบบมาให้ใช้แอดเดรสเฉพาะ 10 เส้นล่าง คือ A0-A9 เท่านั้น ดังนั้นในการอ้างอิงถึงแอดเดรสของพอร์ตของอุปกรณ์หรือชิพพอร์ตใดๆ ที่ใช้ร่วมกับ IBM/PC จึงใช้จำนวนเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้น ด้วย โดยเส้นแอดเดรสที่เหลือคือ A10-A15 นั้น จะไม่ถูกนำไปใช้งานแต่แอดเดรสบนเส้นแอดเดรสเหล่านี้ยังคงเปลี่ยนแปลงตามค่าแอดเดรสของพอร์ตที่กำหนดไว้ในคำสั่ง OUT หรือ IN อยู่ด้วย เพียงแต่ไม่ได้ถูกนำมาดีโค้ดร่วมกับแอดเดรส 0010H นั้นจะให้ผลเหมือนกับการส่งข้อมูลไปยังพอร์ตที่ตรงกับแอดเดรส 0410H,0810H,0C10H, ทั้งนี้เนื่องจากแอดเดรส 6 บิทบนไม่ถูกนำมาใช้งานจึงทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าแอดเดรสบนเส้นแอดเดรส A0-A15 นั้น ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างใดๆ ขึ้น

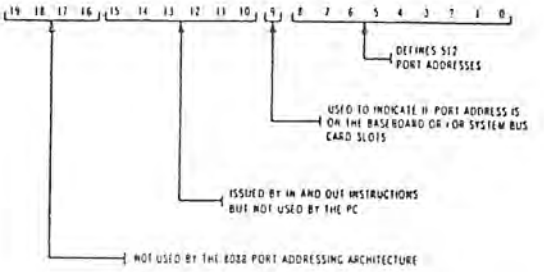
เนื่องจากใน IBM/PC ได้ใช้งานเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้น ดังนั้นจึงสามารถที่จะอ้าง แอดเดรสของพอร์ตได้สูงสุดเพียง 1024 เท่านั้น นอกจากนี้ในกรณีที่เป็นการอ่านข้อมูลจากพอร์ตของ IBM/PC ข้อมูลที่ A9 เป็น 0 แล้ว เราจะทำการอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ตของอุปกรณ์หรือชิพพอร์ตต่างๆ ที่อยู่บนแมนบอร์ด ของ IBM/PC เช่น 8253-5,8237-5,8259A เท่านั้น แต่ถ้าข้อมูลในบิท A9 นี้เป็น 1 ก็จะทำการอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ตที่อยู่บนการ์ด ต่างๆ เท่านั้น

พอร์ตบน IBM/PC ทั้ง 1024 พอร์ต ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มแรกเป็นกลุ่มของพอร์ตที่อยู่บนเมนบอร์ด และกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่จัดเตรียมไว้สำหรับพอร์ตที่อยู่บนการ์ดต่างๆ

สำหรับในกรณีของการส่งข้อมูลให้กับพอร์ตทั้ง 1024 พอร์ต เราสามารถที่จะเลือกส่งไปยังพอร์ตใดๆ ใน IBM / PC ได้ ดังนั้นการเลือกแอดเดรสสำหรับพอร์ตที่อยู่บนการ์ดจึงสามารถทำได้โดยสะดวก แต่อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึงก็คือถ้าแอดเดรสที่เราเลือกให้กับพอร์ตนี้ตรงกับค่าแอดเดรสเดิมที่มีอยู่บนบอร์ด เมื่อเราทำการส่งข้อมูลให้กับพอร์ตที่อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสนี้ก็จะเท่ากับเป็นการส่งข้อมูลให้กับพอร์ตที่อยู่บนเมนบอร์ดและพอรีทที่อยู่บนการ์ดด้วย ซึ่งในกรณีเช่นนี้อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดขึ้นเช่นกัน ดังนั้นในการกำหนดค่าแอดเดรสที่ถูกสร้างขึ้นบนการ์ดต่างๆ จึงควรใช้ค่าแอดเดรสที่แอดเดรสบิท A9 มีค่าเป็น 1 คือ แอดเดรส 0FE00H จนถึง 0FFFFH เท่านั้น

จากรูปที่3.1 จะแสดงการใช้งานแอดเดรสบิทต่างๆ ในการอ้างแอดเดรสของพอร์ตใน IBM/PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 การใช้งานแอดเดรสบิทต่างๆ ในการอ้างแอดเดรสของพอร์ตใน IBM/PC

3.2.1.2 การใช้งานแอดเดรสในพอร์ต I/O ของ IBM/PC

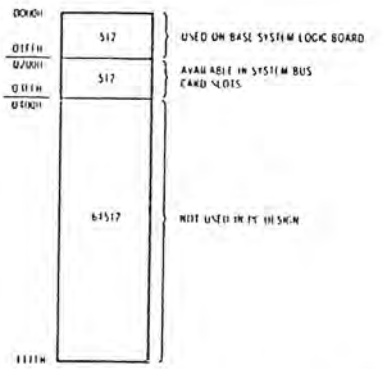
จากที่กล่าวมาแล้ว พอร์ต I/O ทั้ง 1024 พอร์ตใน IBM/PC ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2กลุ่มๆละ 512 พอร์ต สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการใช้งานพอร์ตต่างๆ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามที่ได้อธิบายไว้ตามที่ผ่านมาดังนี้

1.ในกลุ่มแรกนี้เป็นของพอร์ต I/O ที่อยู่บนเมนบอร์ดของ IBM/PC ซึ่งจะมีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง 000H จนถึง 01FF หรือแอดเดรสที่มีบิต A9 เป็น 0 นั่นเอง

สำหรับแอดเดรสของพอร์ต I/O ในกลุ่มนี้จะถูกใช้ในการอ้างแอดเดรสของชิพซัพพอร์ตและอุปกรณ์ I/O ต่างๆ บนเมนบอร์ด ของ IBM/PC

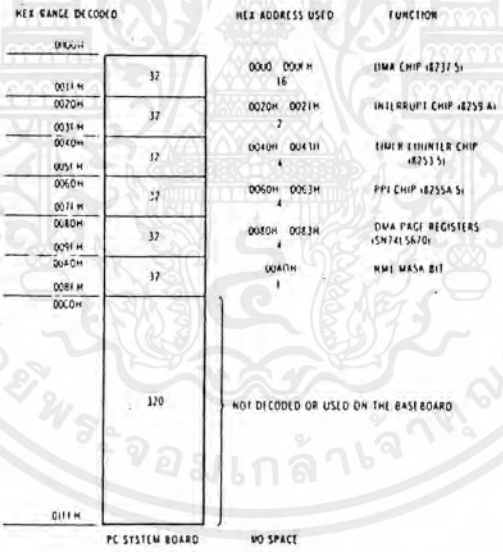
ในรูปที่3.2จะแสดงถึงการใช้แอดเดรสต่างๆ ตั้งแต่ 000H จนถึง 01FF ในการอ้าง แอดเดรสของชิพซัพพอร์ตและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำหน้าที่เป็น I/O บนเมนบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



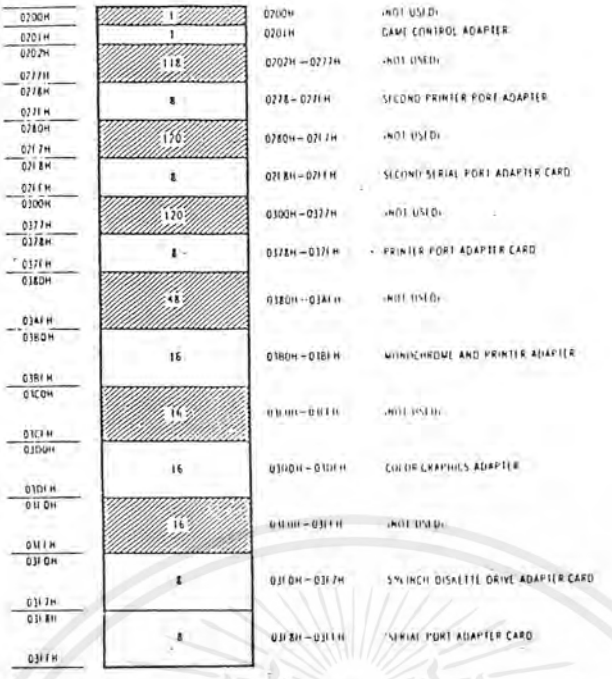
รูปที่ 3.2 การใช้งานแอดเดรสของพอร์ตบน IBM/PC

จากรูปข้างต้นจะเห็นว่าแอดเดรส 00C0H จนถึงแอดเดรส 01FFH นั้นไม่ได้ถูกใช้งานบนเมนบอร์ดดังนั้นในกรณีดังกล่าวเราก็สามารถที่จะใช้งานแอดเดรสต่างๆ เหล่านี้ได้ อย่างไรก็ตามแอดเดรสเหล่านี้ยังคงถูกดีโค้ดให้เป็นแอดเดรสที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจากพอร์ต I/O บนเมนบอร์ดเท่านั้น ดังนั้นการใช้ค่าแอดเดรส 00CH-01FF กับพอร์ตที่เราสร้างขึ้นนั้น ต้องเป็นพอร์ตเอาท์พุตเพียงชนิดเดียวเท่านั้น กล่าวคือ จะทำการอ่านข้อมูล ที่มีค่าแอดเดรสอยู่ในช่วง 00C0H-01FFH ไม่ได้



รูปที่ 3.3 การใช้งานแอดเดรสต่างๆ สำหรับพอร์ต I/O ของ IBM/PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

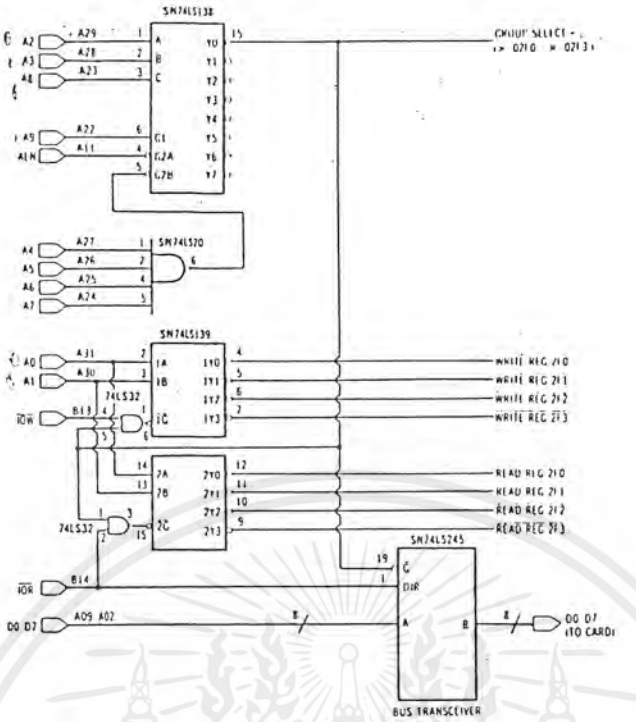


รูปที่ 3.4 การใช้งานแอดเดรสสำหรับพอร์ต I/O บนการ์ดต่างๆ

2 .ในกลุ่ม 2 นี้จะเป็นกลุ่มของพอร์ต I/Oที่ถูกใช้งานบนการ์ดที่เสียบใช้งานบนสล็อตต่างๆ ของIBM/PC สำหรับแอดเดรสของพอร์ตเหล่านี้จะเริ่มจากแอดเดรส 0200H จนถึง 03FFH ก็คือแอดเดรสที่มีบิท A9 เป็น 1 นั่นเอง สำหรับการใช้งานแอดเดรสของพอร์ต I/O ในกลุ่มนี้จะแสดงดังรูปที่ 3.4

อย่างไรก็ตามการใช้งานแอดเดรสในกลุ่มนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กลับการใช้งานบนการ์ดต่างๆ ร่วมกับ IBM/PC โดยการ์ดที่ถูกออกแบบผลิตขึ้นใหม่นั้นอาจจะใช้ค่าแอดเดรสต่างๆ ที่เหลืออยู่นี้ได้ ดังนั้นก่อนที่จะทำการออกแบบวงจรอินเทอร์เฟสที่จำเป็นต้องใช้แอดเดรสสำหรับพอร์ต I/O จึงควรจะตรวจสอบดูก่อนว่าการ์ดต่างๆ ที่ใช้อยู่ในระบบของ IBM/PC ที่เราใช้อยู่นั้นมีการ์ดใดบ้างและการ์ดเหล่านั้นใช้งานแอดเดรสใดบ้าง จากนั้นจึงทำการออกแบบวงจรอินเทอร์เฟสโดยเลือกใช้เฉพาะแอดเดรสที่ยังไม่ถูกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างวงจรดีโค้ดแอดเดรสแบบฟิกซ์

3.2.2 เทคนิคในการดีโค้ดแอดเดรสสำหรับพอร์ต I/O

3.2.2.1 การดีโค้ดแบบฟิกซ์

วิธีการดีโค้ดแบบนี้เป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกในการดีโค้ดแอดเดรสหรือกลุ่มของแอดเดรสของพอร์ต I/O ซึ่งวิธีนี้เป็นการกำหนดจำนวนของแอดเดรสที่เราต้องการใช้ จากนั้นจึงทำการเลือกบล็อกของแอดเดรสที่ยังไม่ถูกใช้งานโดยการ์ดหรือวงจรอินเตอร์เฟสอื่นๆ แล้วจึงออกแบบ วงจรที่ทำการดีโค้ดแอดเดรสที่เราต้องการ สำหรับตัวอย่างวงจรที่ใช้ในการดีโค้ดแอดเดรสในแบบนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.5

จากรูปที่3.5จะเห็นได้ว่า วงจรที่ใช้เป็นวงจรที่สามารถทำการดีโค้ดแอดเดรสได้ 8 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนแอดเดรส 4 แอดเดรส ซึ่งแอดเดรส 8 กลุ่มจะแสดงได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

กลุ่ม	แอดเดรส
0 (Y0)	02F0H-02F3H
1 (Y1)	02F4H-02F7H
2 (Y2)	02F8H-02FBH
3 (Y3)	02FCH-02FFH
4 (Y4)	03F0H-03F3H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 (Y5)	03F4H-03F7H
6 (Y6)	03F8H-03FBH
7 (Y7)	03FCH-03FFH

สำหรับในตัวอย่างนี้จะเลือกใช้การดีโค้ดแอดเดรสในกลุ่ม 0 คือ ใช้สัญญาณเอาท์พุต จากขา Y0 ในการดีโค้ดแอดเดรสพอร์ต I/O เราจะต้องคำนึงช่วงเวลาของสัญญาณที่เกิดขึ้นในขบวนการอ่านหรือเขียนข้อมูลลงบนพอร์ต I/O ดังนี้

1.ในช่วงเริ่มต้นของบัสไซเคิลที่เกี่ยวกับพอร์ต I/O นั้น ถ้าสัญญาณจากวงจรดีโค้ดมีการหน่วงเวลามากเกินไป อาจจะทำให้สัญญาณดีโค้ดนี้เกิดหลังจากสัญญาณ IOR หรือ IOW แอคทีฟ และเนื่องจากค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้นเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ดังนั้นก่อนที่ค่าแอดเดรสที่ถูกต้องจะถูกส่งออกมาบนบัสแอดเดรสนั้น วงจรดีโค้ดจะได้รับค่าแอดเดรสอยู่เรื่อยๆ ซึ่งถ้าหากวงจรดีโค้ดมีหน่วงเวลามากเกินไปแล้ว สัญญาณดีโค้ดแอดเดรสที่ไม่ถูกต้องนี้อาจจะถูกหน่วงเวลาจนเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สัญญาณ IOR หรือ IOW เกิดขึ้นแล้วก็ได้ ทำให้ข้อมูลบนบัสนั้นถูกส่งไปอย่างไม่ถูกต้อง

2.ในช่วงท้ายของบัสไซเคิลในการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ต I/O นั้นถ้าสัญญาณ IOW มีการหน่วงเวลาออกไป และวงจรดีคดมีความเร็วในการทำงานสูงสุดแล้ว อาจจะทำให้ข้อมูลในบัสข้อมูลนี้ถูกส่งไปให้พอร์ต I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสในบัสไซเคิลต่อไปก็ได้

อย่างไรก็ตามช่วงเวลาที่ต้องสนใจมากอีกช่วงหนึ่ง ก็คือ ช่วงเวลาระหว่างขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOW กับช่วงเวลาที่ข้อมูลที่ถูกต้องถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูล ถ้าสัญญาณ IOW ถูกหน่วงเวลาไปเกินกว่า 120 นาโนเซค แล้ว อาจจะทำให้พอร์ต I/O ได้รับข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง และสำหรับสัญญาณ IOR นั้นถ้ามีการหน่วงเวลาเกิดขึ้นแล้ว ก็จะทำให้ความเร็วในการอ่านข้อมูลถูกลดลง

3.2.2.2 การดีโค้ดโดยใช้สวิทซ์เลือก

การดีโค้ดแบบฟิกซ์ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ผ่านมานั้น มีข้อเสียอยู่บางประการ คือ แอด เดรสที่เราเลือกใช้งานไว้นั้นอาจจะซ้ำกับแอดเดรสของการ์ดอื่นที่เรานำมาเพิ่มเข้าไปในระบบในภายหลังก็ได้ ซึ่งในกรณีนี้เราต้องแก้ไขวงจรเพื่อหลีกเลี่ยงไปใช้แอดเดรสอื่นที่ยังไม่ว่างอยู่ และ ไม่ถูกใช้งาน โดยการ์ดที่จะเพิ่มเข้าไปใหม่ ซึ่งยุ่งยากและต้องเสียเวลามากขึ้น ปัญหานี้เราสามารถ แก้ไขได้โดยใช้วงจรดีโค้ดที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าแอดเดรสได้ โดยเพียงแต่เปลี่ยนตำแหน่งของ สวิทซ์ที่เซ็ทไว้ในวงจรเท่านั้น

3.2.2.3 การดีโค้ดโดยการใช้ PROM

การดีโค้ดในแบบต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นการดีโค้ดในลักษณะแอดเดรสของพอร์ตต่างๆ อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม แต่ในบางกรณีพอร์ตที่เราใช้งานนั้นมีแอดเดรสแยกกันอย่างเป็นอิสระ เช่น ในการนำเอาหน้าที่อยู่บนการ์ดต่างๆ มารวมกันไว้เพียงการ์ดเดียว และมีความจำเป็นต้องคงค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอดเดรสของพอร์ตเดิมไว้ด้วย ทำให้ไม่สามารถใช้ในการดีโค้ดในแบบต่างๆ ที่ผ่านมาได้ เนื่องจากการใช้วิธีการดีโค้ดแบบที่ผ่านมานั้นจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ทำการดีโค้ดอีกแบบหนึ่งคือการดีโค้ดโดยการใช้ PROM

ส่วนของวงจรดีโค้ดนั้น จะมี PROM เพียงตัวเดียวเท่านั้น วงจรต้องถูกโปรแกรมมาก่อนแล้ว โดยข้อมูลที่โปรแกรมให้กับแอดเดรสค่าต่างๆ นั้นจะต้องสัมพันธ์กับสัญญาณดีโค้ดที่เราต้องการ กล่าวคือ เราจะต้องทราบเสียก่อนว่าแอดเดรสของพอร์ตทั้ง 8 ที่เราต้องการจะดีโค้ดนั้น มีแอดเดรสใดบ้าง แล้วจึงกำหนดว่าพอร์ตใดจะใช้สัญญาณดีโค้ดเส้นใด จากนั้นจึงโปรแกรมข้อมูลให้กับ PROM โดยแอดเดรสใดถ้าต้องการให้สัญญาณดีโค้ดใดแอคทีฟ ก็กำหนดให้ข้อมูลในบิทที่ตรงกับสัญญาณดีโค้ดนั้นเป็น 0

สำหรับข้อมูลในแอดเดรสอื่นที่นอกเหนือจากแอดเดรสทั้ง 8 ที่กำหนดแล้ว จะต้องโปรแกรมให้ข้อมูลทุกบิทเป็น 1 ทั้งหมด ซึ่งก็คือโปรแกรมด้วยข้อมูล 0FFH นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
เดลไฟสำหรับการติดต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในระบบควบคุมทางอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการนำซอฟท์แวร์เข้าไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลนั้นเกิดขึ้นมาตั้งแต่เริ่มมีไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิทแล้ว ซึ่งในขณะนั้นจะใช้ภาษาแอสแซมบลีในการพัฒนาซอฟท์แวร์ซึ่งเดลไฟก็สามารถนำแอสแซมบลีใส่ลงในโค้ดได้เลย(inline Assembly)

เมื่อคอมไพเลอร์พัฒนามากขึ้นระบบควบคะมทางอุตสาหกรรมก็พัฒนาตามขึ้นมาด้วย ทำให้สามารถนำระบบการแสดงผลที่เป็นกราฟฟิกมาจำลองการทำงานในกระบวนต่าง ๆ ได้ง่ายและรวดเร็วตามวิวัฒนาการของคอมไพเลอร์

เดลไฟก็เป็นคอมไพเลอร์ตัวหนึ่งที่สามารถพัฒนาซอฟท์แวร์เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิดส์ต่าง ๆ

ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การควบคุมระยะไกลที่สามารถทำได้ไม่ยากเลยในปัจจุบันสำหรับหน่วยงานที่มีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อยู่แล้วนักศึกษาสามารถนำเดลไฟไปควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้โดยตรง หรือควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็สามารุทำได้เช่นเดียวกัน ในบทนี้จะกล่าวถึงเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

1. การใช้ภาษา ASSEMBLY
2. ฟังก์ชันสำหรับติดต่อกับ ADDRESS ของ IBM PC
3. เทคนิคการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การเขียน ASSEMBLY

การเพิ่มโพรซีเยอร์หรือฟังก์ชั่นลงไปในโค้ดอีดิเตอร์จะคลายกับการเขียนโพรซีเยอร์หรือฟังก์ชั่นทั่วไปตัวอย่างการเขียนฟังก์ชั่นซึ่งมีภาษาแอสแซมบลีอยู่ เพื่อคำนวณค่าที่ส่งไปให้กับฟังก์ชัน

```
unit Unit1 ;
interface
uses
        Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls
Type
        Tform1 = class(Tform)
        Button1 : Tbutton;
        Edit1 : TEdit;
        Procedure Button1Click(Sender:Tobject)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    private
        { Private declarations }
    public
        { Public declarations }
    end;
var
    Form1 : Tform1;
implementation
    {$R *.DFM }
    function Sum( X, Y:Integer):Integer;stdcall;
    begin
     asm
        MOV   EAX,X
        ADD   EAX,Y
        MOV   @Result,EAX
     End;
     End;
    Procedure Tform1.Button1.Click(Sender:Tobject);
    var     k:integer;
    begin
        Edit1.text:=inttostr(sum(2,1));
    End;
    End;
```

ค่าคงที่ที่สามารถใช้กับ Assembler ได้มีสองอย่างคือ numeric constants และstring constants

ค่าคงที่ที่เป็นแบบ Numeric จะต้องมีค่าเป็นอินทีเจอร์และมีขอบเขตอยู่ระหว่าง --2147483648 และ4294967295 เราสามารถใช้ตัวเลขฐานต่าง ๆ ได้ดังนี้ฐาน 10 ก็ใช้ได้โดยตรง ถ้าเป็นไบนารี(ฐาน 2)จะต้องมีอักษร b หลังตัวเลขนั้น ๆเช่น 001001B ฐาน 8จะต้องมีอักษร O หลังตัวเลขนั้น ๆ ส่วนเลขฐาน 16 จะต้องมีอักษร H หลังตัวเลขหรือขึ้นต้นด้วย $ เช่น0BAD4H หรือ $BAD4 แต่ BAD4H จะใช้ไม่ได้เพราะข้อบังคับของการใช้ Numeric constant จะต้องขึ้นต้นด้วยตัวเลข 0 ถึง 9 เท่านั้นส่วนค่าคงที่แบบ String จะต้องอยู่ภายใน Quote สตริงปิดหัวท้ายเช่น

'Z'

'Delphi'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"That's all folks"

"That's all folks,"he said.'

'100'

''''

ความจริงแล้วสตริงจะมีค่าที่เป็น Numeric อยู่แล้วตัวอย่างการเปรียบเทียบค่า String กับค่าที่เป็น Numberic

String	ค่าเป็น Numberic
'a'	00000061H
'ba'	00006261H
'cba'	00636261H
'dcba'	64636261H
'a '	00006120H
' a'	20202061H
'a' *2	000000E2H
'a'-'A'	00000020H
not 'a'	FFFFFF9EH

ส่วนรีจิสเตอร์ที่สามารถใช้ได้มีดังนี้

32–bit	EAX EBX ECX EDX
16-bit	AX BX CX DX
8-bit low registers	AL BL CL DL
8-bit high registers	AH BH CH DH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบของฮาร์ดแวร์ และหลักการออกแบบในส่วนของขั้นตอนการควบคุมการทำงานของระบบฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์จะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ดังนี้

1. ส่วนควบคุมการติดต่อทางโทรศัพท์
2. ถอดรหัส DTMF (DTMF Decoder)
3. ส่วนของการควบคุม (8255 I/O Port)
4. ส่วนวงจรควบคุมเสียงพูดและส่งสัญญาณหมายเลข (Telephone speech network with Dialer)

5.1 ส่วนควบคุมการติดต่อทางโทรศัพท์

ในส่วนนี้นับลเป็นส่วนแรกแลแป็นส่วนสำคัญของการที่สัญญานจะถูกส่งผ่านเข้ามาในระบบของเครื่องในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ส่วนการตรวจจับการยกหูโทรศัพท์
2. ส่วนการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง
3. ส่วนการตรวจจับสัญญาณพร้อมให้หมุน และสัญญาณสายไม่ว่าง

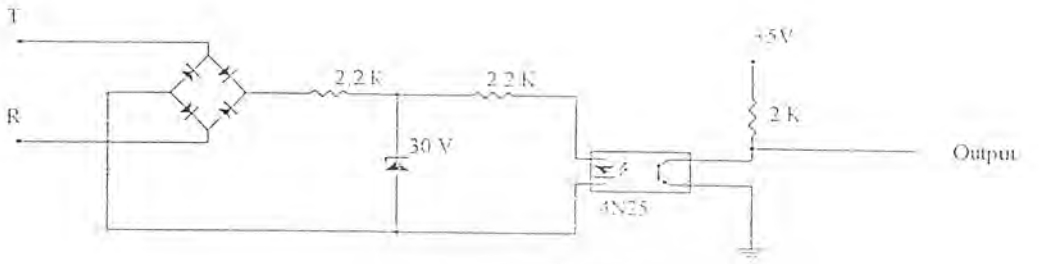
5.1.1 ส่วนการตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Hook Switch Detector)

สัญญาณโทรศัพท์ในขณะที่เรายังไม่ได้ใช้งาน หรือยังไม่ได้ยกหูโทรศัพท์ขึ้นมานั้นจะมีแรงดันประมาณ 48 โวลท์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาจะมีแรงดันประมาณ 5 – 10 โวลท์ และกระแสประมาณ 600 มิลลิแอมป์

ในการออกแบบ เราออกแบบให้ตรวจจับแรงดัน 48 โวลท์ไว้ตลอดเวลา โดยใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง (Opto Couple) เพื่อกันสัญญาณโทรศัพท์ไปรบกวนวงจรส่วนอื่น ๆ

การทำงานของวงจร ในขณะที่ยังไม่มีการยกหูโทรศัพท์ สัญญาณตรวจสอบการยกหูทำโดย Opto Couple จะอยู่ในสถานะ ON แต่เราใช้ Inverter ช่วยเพื่อง่ายในการนำLogic ไปใช้งานซึ่งจะได้ เป็น Logic " 0 " และเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาแรงดันโทรศัพท์จะตกลงมาจาก 48 โวลท์เหลือประมาณ 10 โวลท์ ซึ่งจะทำให้ Opto Couple เปลี่ยนสถานะเป็น OFF และได้ Logic " 1 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

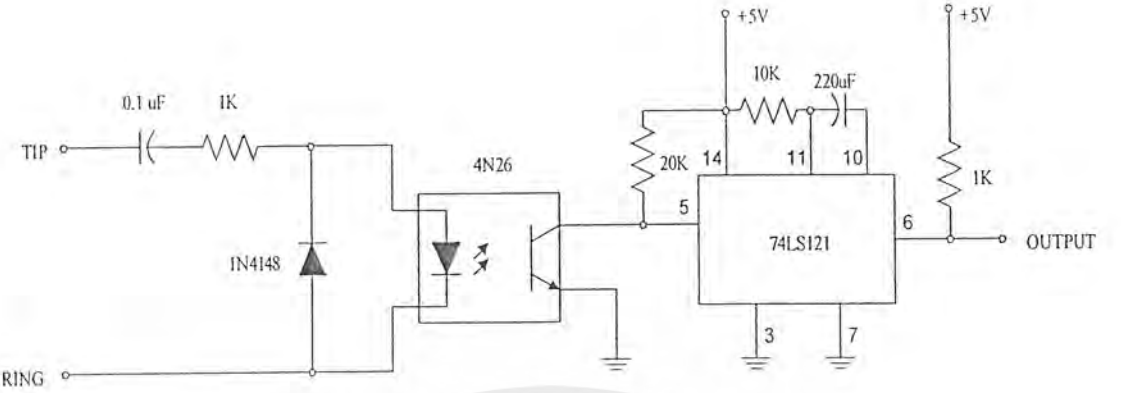


รูปที่ 5.1 แสดงวงจรตรวจการยกหู

5.1.2 ส่วนการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ring Detector)

การยกหู โทรศัพท์ เราอาศัยพื้นฐานทางสัญญาณที่ว่าในขณะสายว่างคู่โทรศัพท์จะมีแรงดันประมาณ 48 โวลท์ ซึ่งจ่ายมาจากชุมสายโทรศัพท์ และเมื่อผู้เรียกเรียกเข้ามาทางชุมสายจะส่งสัญญาณกระดิ่งมามีขนาดแรงดันเป็น 100 Vp-p เป็นเวลา 1 วินาที และหยุดเป็นเวลา 4 วินาทีเป็นจังหวะแบบนี้ซึ่งแรงดันนี้ จะทำให้กระดิ่งภายในเครื่องโทรศัพท์ทำงาน และทางชุมสายจะรับทราบการยกหูโทรศัพท์จากการที่เรายกหูโทรศัพท์ซึ่งสวิทช์ภายในเครื่องโทรศัพท์ จะทำการต่อคู่สายเข้ากับวงจรภายใน ซึ่งมีความต้านทานทางกระแสตรงต่ำก็จะเกิดการครบวงจรขึ้น ทำให้แรงดันไฟฟ้า 48 โวลท์ ลดลงเหลือ 5 – 10 โวลท์ เมื่อชุมสายรับรู้แล้วก็จะต่อคู่สายของเรากับผู้เรียกเข้าด้วยกัน และจากหลักการดังกล่าวส่วนของการตรวจสอบเราอาศัยช่วงสัญญาณกระดิ่งกรณีที่มีผู้เรียกเข้ามาทำการดีเท็ค (Detect) แล้วส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์ว่ามีคนโทรเข้า ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะส่งสัญญาณไปบังคับให้ส่วนควบคุมการยกหู ทำการยกหูเพื่อทำการติดต่อการถ่ายทอดสัญญาณระหว่างวงจรต่าง ๆ กับคู่สายโทรศัพท์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



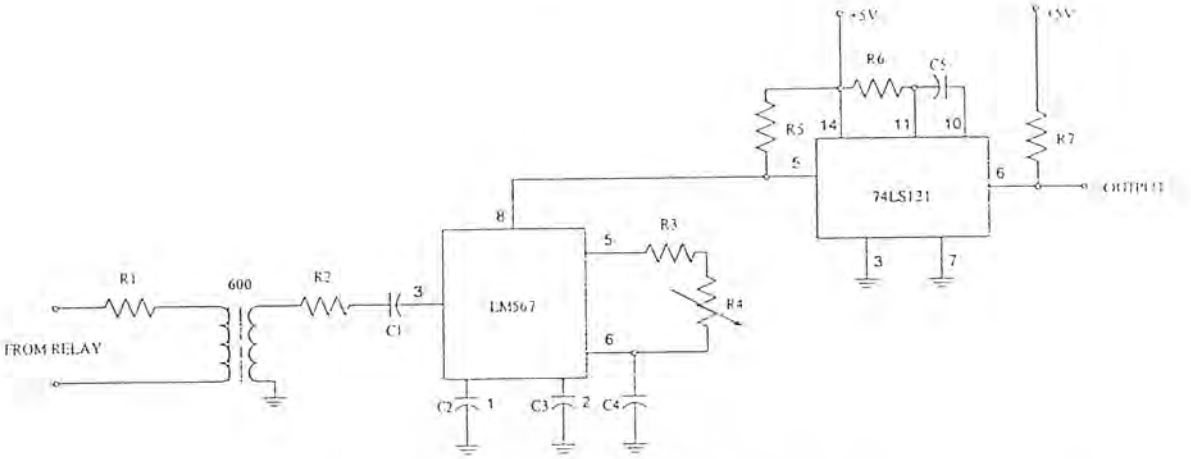
รูปที่ 5.2 แสดงวงจรตรวจสัญญาณกระดิ่ง

5.1.3 ส่วนการตรวจจับสัญญาณพร้อมให้หมุน และสัญญาณสายไม่ว่าง (Dial Tone & Busy Tone Detector)

สัญญาณพร้อมให้หมุนการส่งสัญญาณจะเป็นแบบต่อเนื่องไม่ขาดสายความถี่ 480 Hz โดยระดับกระแสไฟตรง 10 โวลท์ ไฟสลับ 600 มิลลิโวลท์ ส่วนสัญญาณสายไม่ว่าง การส่งสัญญาณจะเป็นแบบส่งความถี่ 400 Hz 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาที โดยระดับกระแสไฟตรง 10 โวลท์ ไฟสลับ 400 มิลลิโวลท์

ในการทำงานของวงจรเราจะใช้ IC LM567 ซึ่งเป็นวงจร Phase Lock Loop เป็นตัวตรวจจับ โดยเมื่อมีสัญญาณพร้อมให้หมุนเข้ามา LM 567 จะตรวจจับได้โดยเปรียบเทียบความถี่ว่าตรงกับที่เราตั้งไว้คือประมาณ 400 Hz ซึ่งเมื่อตรวจสอบว่าตรง LM 567 จะส่งสัญญาณไปที่คอมพิวเตอร์รู้ว่ามีสัญญาณพร้อมให้หมุนแล้ว ส่วนสัญญาณสายไม่ว่าง จะใช้คอมพิวเตอร์ตรวจสอบความต่อเนื่องในการส่งสัญญาณแยกว่าเป็นสัญญาณพร้อมให้หมุน หรือสัญญาณสายไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 วงจรตรวจสัญญาณ Dial Tone

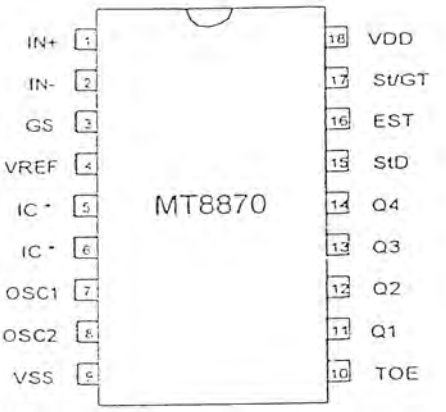
5.2 ส่วนการถอดรหัส DTMF (DTMF Decoder)

ในส่วนการออกแบบวงจรการถอดรหัส DTMF เราเลือกใช้ IC MT8870 โดยเมื่อมีผู้เรียกกดหมายเลขหลังจากโทรศัพท์ติดต่อกันได้แล้ว ซึ่งโทรศัพท์แบบ DTMF การกดหมายเลขหนึ่ง ๆ จะเป็นการส่งสัญญาณความถี่สองความถี่ผสมกัน DTMF 8870 จะสามารถถอดรหัสความถี่ออกมาได้เป็นตัวเลขฐานสอง 4 บิท โดย MT8870 เป็น ไอซีถอดรหัสความถี่ (INTEGATED DTMF RECEIVER) หรือเป็นตัวแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

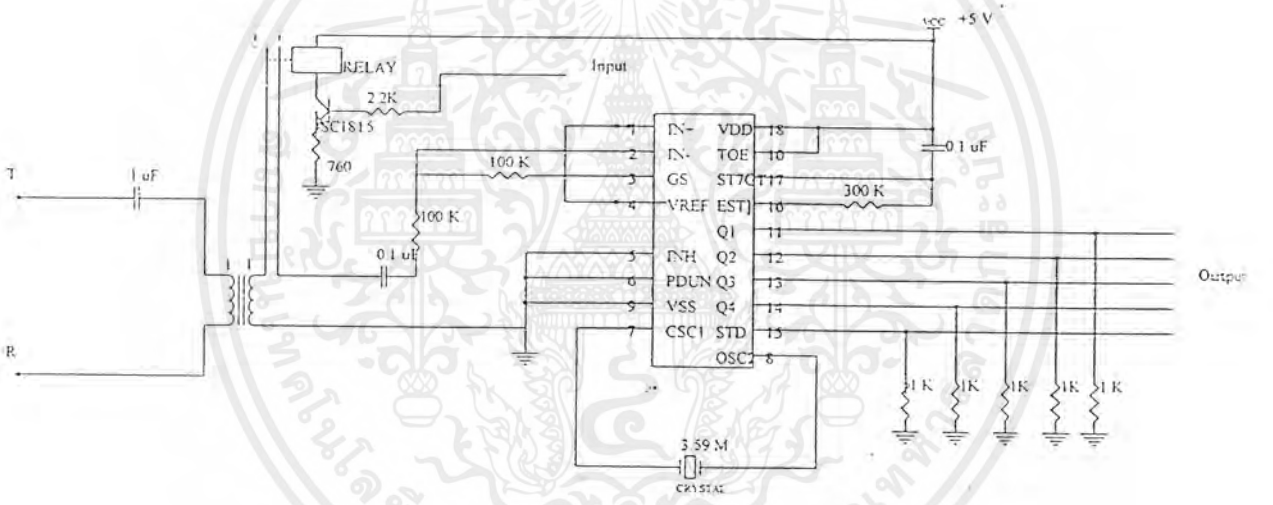
- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time)ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

การทำงาน เมื่อมีผู้เรียกกดหมายเลขเข้ามา หลังจากได้รับการตอบรับแล้วจะมีสัญญาณสองความถี่ (คือความถี่ต่ำและความถี่สูง) ผสมกันมาเข้าสู่วงจร DTMF Decoder เบอร์ MT8870 จะทำหน้าที่ถอดรหัสออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล 4 บิท ตัวคริสตอลที่ต่อในวงจรเพื่อเป็นตัวกำเนิดความถี่อ้างอิงเพื่อใช้ในการถอดรหัส DTMF และเรายังสามารถกำหนดค่าอัตราการขยายและเอาท์พุทอิมพิแดนซ์ของวงจรโดยปรับค่าตัวต้านทานในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงรายระเอียดขาของ MT8870



รูปที่ 5.5 แสดงวงจรถอดรหัส DTMF

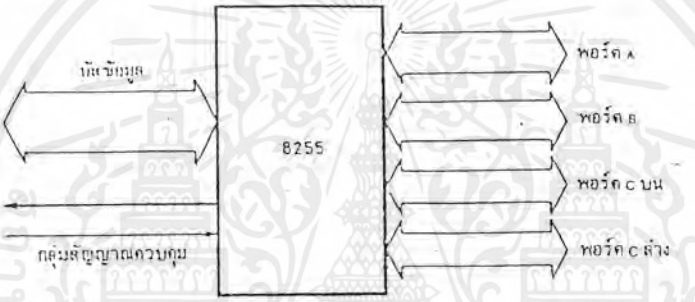
5.3 ส่วนของการควบคุม (8255 I/O Port)

เนื่องจากชิ้นงานนี้การใช้งาน จะใช้ติดต่อควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผลติดต่อกับโทรศัพท์ ดังนั้นจึงเลือกใช้ไอซี 8255 เป็นอินพุท / เอาท์พุทพอร์ต เนื่องจากเป็นไอซีเบอร์ที่ใช้ง่ายไม่ยุ่งยากเป็นที่นิยมหาซื้อได้ง่าย และนอกจากนี้ก็ต้องใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซีถอดรหัสคู่กันในการถอดรหัสสัญญาณซึ่งเลือกใช้ไอซีถอดรหัสคู่กันในการถอดรหัสสัญญาณซึ่งเลือกใช้ 74LS138

การใช้งานจากไอซี 8255 นี้จะเป็นไอซีที่ประกอบด้วยพอร์ตการใช้งาน 3 พอร์ต และอีก 1 พอร์ตควบคุม ซึ่งแบ่งเป็น พอร์ต A, B, C โดยพอร์ต C แยกเป็น 2 ส่วนคือ พอร์ต C ล่าง หรือตั้งแต่ PCo – PC3 มีจำนวน 4 บิต และพอร์ต C บน หรือตั้งแต่ PC4 – PC7 ที่พิเศษคือ พอร์ตทุกพอร์ตเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุท ก่อนที่จะใช้ 8255 เราจะส่งข้อมูลไปยังพอร์ตควบคุมก่อนว่าจะให้พอร์ตทั้ง 3 พอร์ตของ 8255 ทำหน้าที่อะไร เป็นอินพุท หรือเอาท์พุทพอร์ต ซึ่งเราจะต้องกำหนดพอร์ตควบคุมซึ่งในโครงงานนี้เรากำหนดให้เป็นโหมด 0 และใช้ พอร์ต A, B เป็นเอาท์พุท C เป็นอินพุท



รูปที่ 5.6 แสดงผังโครงสร้างของไอซี 8255

5.3.1 ขาต่าง ๆ ของ 8255 มีขาทั้งหมด 40 ขา ประกอบด้วย

Do – D7 เป็นขาที่ข้อมูลอินพุทเอาท์พุทจะต้องผ่านเข้าออกจากส่วนนี้ Do – D7 จึงต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลจากพอร์ทผ่านทางบัสนี้

CS (สัญญาณเลือกชิป) ขานี้เป็นขาอินพุทที่จะรับสัญญาณจากภายนอกเพื่อเลือกชิป 8255 โดยเมื่อขานี้เป็น “0” จะทำให้ 8255 ต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโพรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโพรเซสเซอร์เขียนหรืออ่านข้อมูลจากพอร์ตได้

RD (สัญญาณการอ่าน) เป็นสัญญาณอินพุทที่ต้องส่งมาจากซีพียูเมื่อสัญญาณที่ขานี้เป็น “0” และสัญญาณ CS เป็น “0” ด้วย ไอซี 8255 จะทำตัวให้ซีพียูอ่านข้อมูลจากบัสในขณะที่เป็นพอร์ตอินพุท

WR เป็นสัญญาณการเขียน จะแอคทีฟเมื่อสัญญาณ WR และสัญญาณ CS เป็น “0” สัญญาณนี้จะมาจากซีพียูเมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ตที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

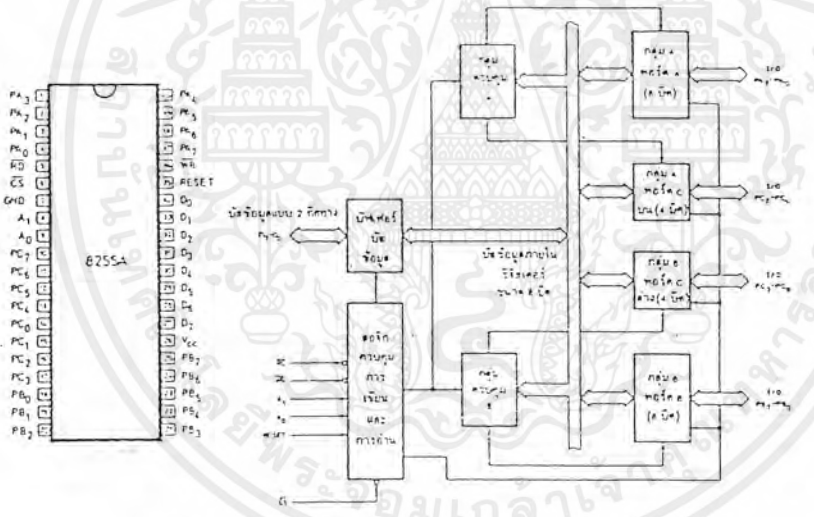
Ao – A1 (สัญญาณแอดเดรส) ลอจิกของสัญญาณทั้งสองจะถอดรหัสออกเป็น 4 รหัส เพื่อกำหนดรีจิสเตอร์ภายในที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุทของ 8255

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

Pao – PA7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต A การเลือกพอร์ตจะเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส Ao – A1

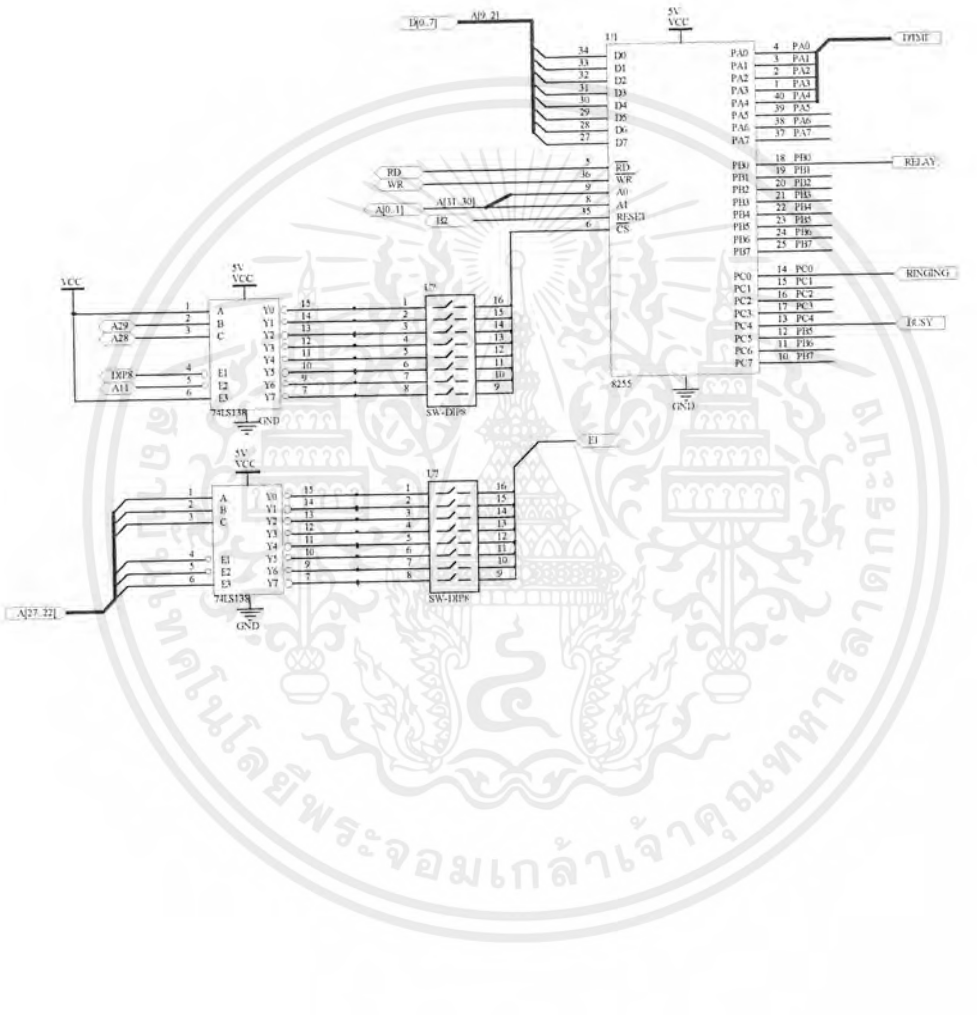
PBo – PB7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ต B ของ8255 ถูกเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส Ao – A1

PCo – PC7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ต C ของ 8255 การกำหนดพอร์ตนี้จะได้รับการกำหนดโดยสัญญาณแอดเดรส Ao – A1 พอร์ต C นี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม PCo – PC3 และกลุ่ม PC4 – PC7



รูปที่ 5.7 แสดงผังวงจรภายในและการจัดขาของไอซี 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

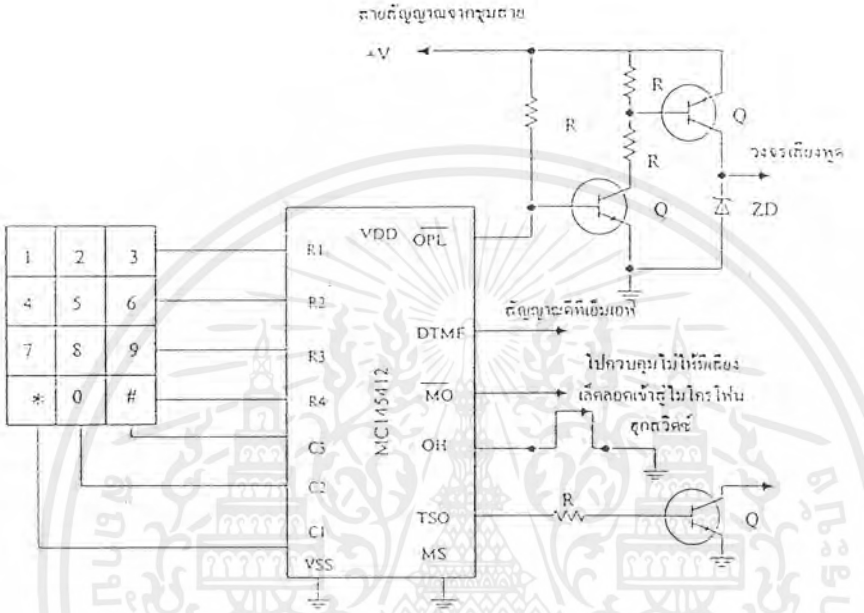


รูปที่ 5.8 แสดงการต่อ8255 กับการ์ด ISA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ส่วนวงจรส่งสัญญาณหมายเลข (Dialer)

ดังในรูป5.9 เราจะใช้ไอซีเบอร์ MC145412 มาทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขโดยอินเตอร์เฟสกับปุ่มกดชนิด 3*4 โดยวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณความถี่คู่ หรือดีทีเอ็มเอฟ เพื่อทำหน้าที่ส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์เพื่อทำการติดต่อปลายทาง

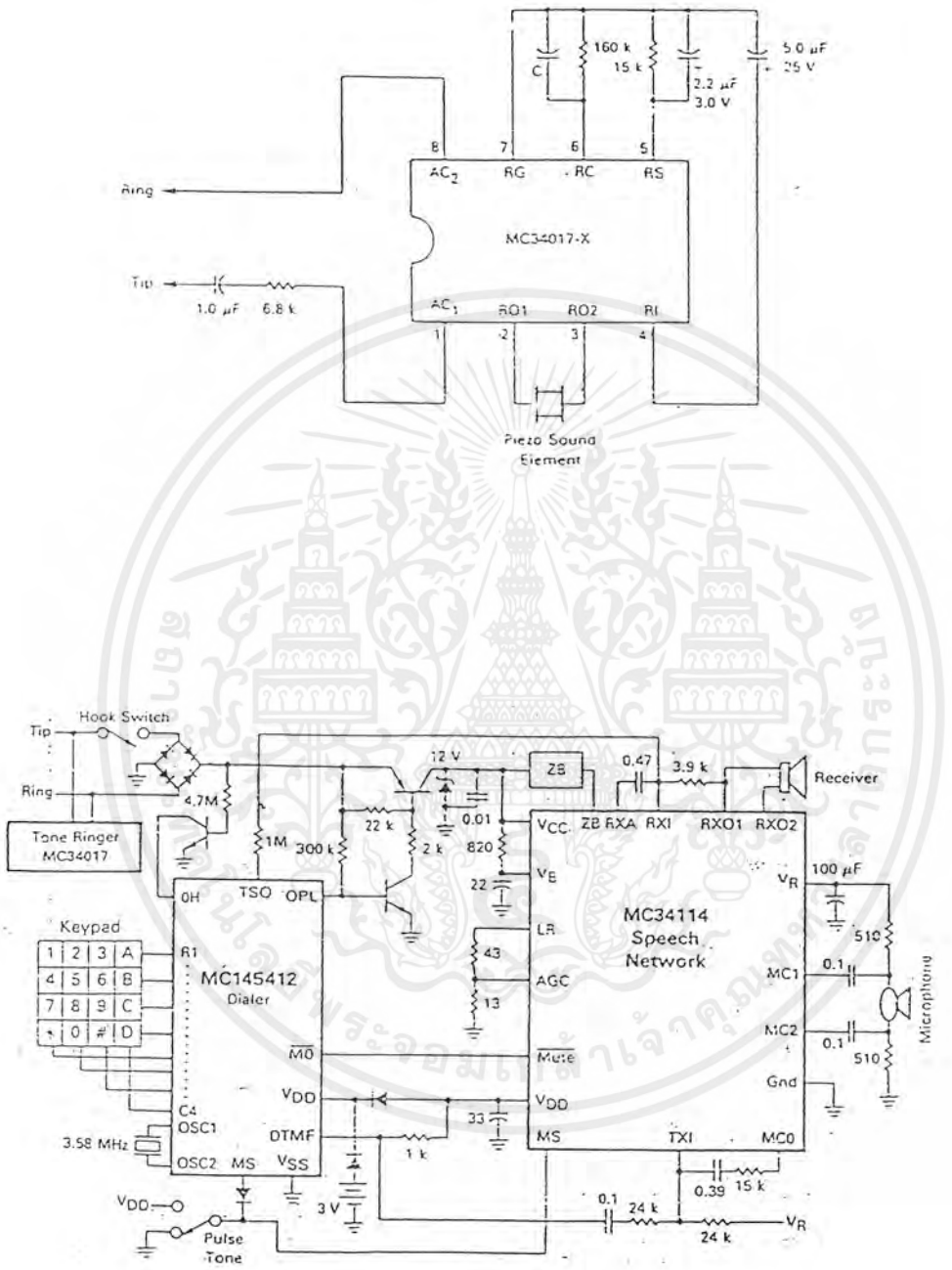


รูปที่ 5.9 แสดงวงจรสร้างสัญญาณความถี่ดีทีเอ็มเอฟ

5.5 ส่วนวงจรเสียงพูด (Speech network)

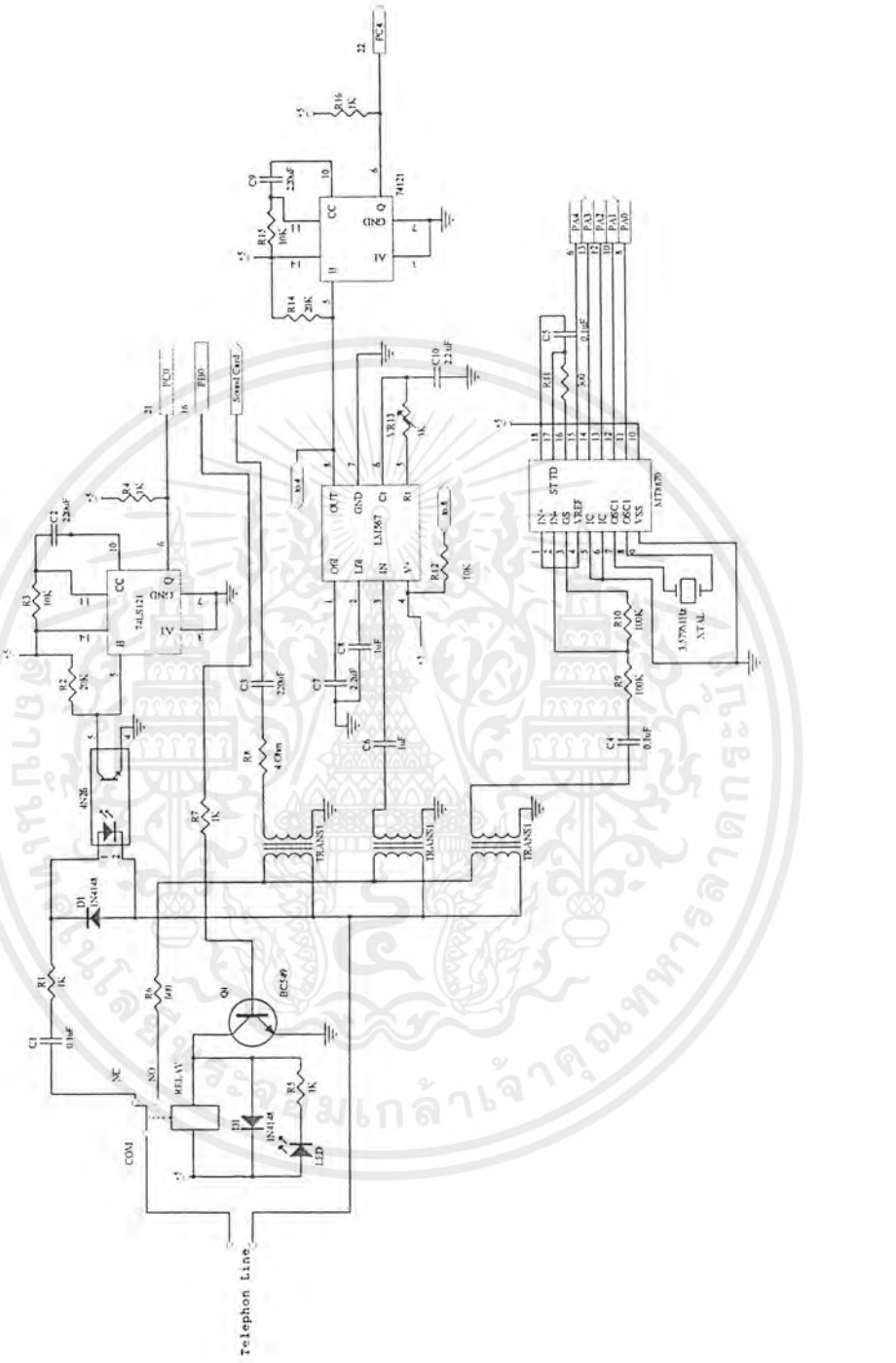
วงจรเสียงพูดดังในรูป5.10 ใช้ไอซีเบอร์ MC34014 มาทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งไปยังคู่สนทนา และเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจากคู่สนทนาให้เป็นสัญญาณเสียงพูดทำให้พูดคุยกันได้ นอกจากนี้ยังควบคุมระดับสัญญาณไซด์โทนที่หูฟังของผู้พูดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 แสดงวงจรโทรศัพท์สำเร็จระบบโทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.11 แสดงวงจรรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การทดลองและผลการทดลอง

6.1 ทดลองส่วนวงจรเครื่องโทรศัพท์

ส่วนของวงจรเครื่องโทรศัพท์ได้ทำการทดลองเป็นส่วน ๆ ดังนี้

6.1.1 ส่วนรับสัญญาณโทรเข้า

ทดลองโดยการนำวงจรไปเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์และทำการเรียกเข้ามาจากปลายทาง ผลปรากฏว่าสามารถติดต่อกับอีกฝ่ายได้

6.1.2 ส่วนส่งเลขหมายโทรศัพท์

ทดลองโดยกดเลขหมายแล้ววัดสัญญาณที่ขา DTMF ของไอซี MC145412 ผลปรากฏว่าสัญญาณที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากดังนี้

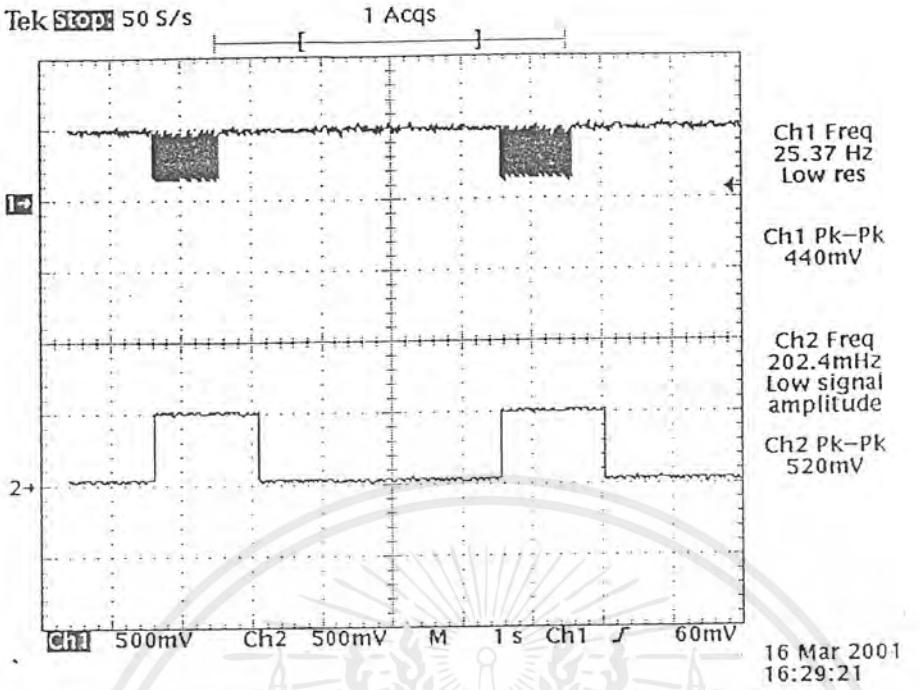
ความถี่ (เฮิรตซ์)	รหัสหรือเลขหมาย			
679	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D
ความถี่ (เฮิรตซ์)	1209	1336	1447	1633

และทดลองโทรออกผลปรากฏว่าสามารถโทรออกติดต่อเครื่องอื่นได้

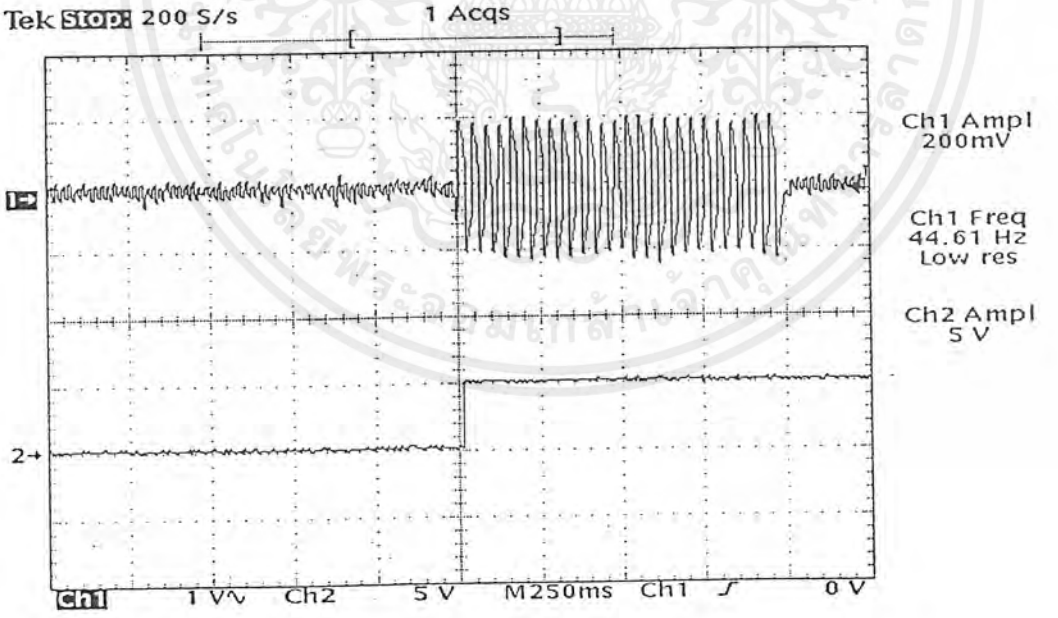
6.2 การทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

จากการต่อวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งดังรูปที่6.1 และป้อนอินพุทเป็นสัญญาณกระดิ่งให้กับวงจรแล้วจะได้สัญญาณดังแสดงในรูปที่6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

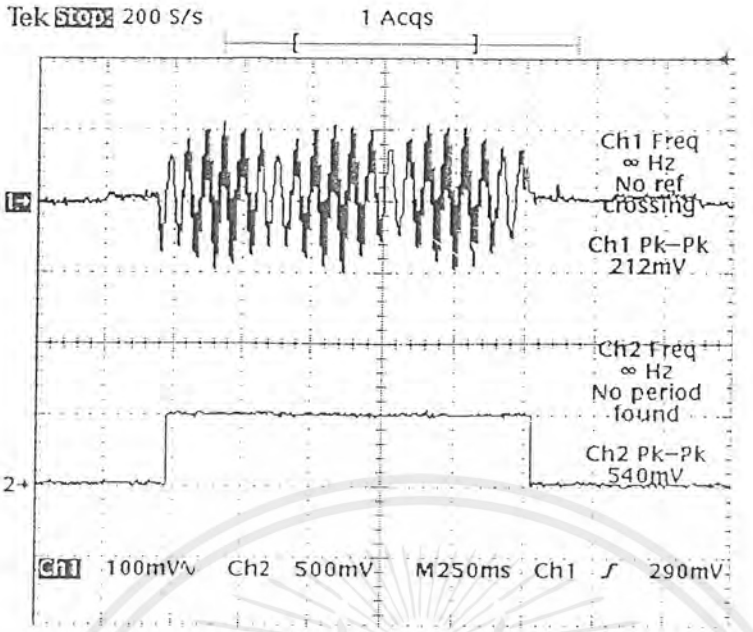


รูปที่ 6.1 แสดงสัญญาณการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง



รูปที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณที่จับได้ที่อินพุท กับเอาท์พุทของ4N26

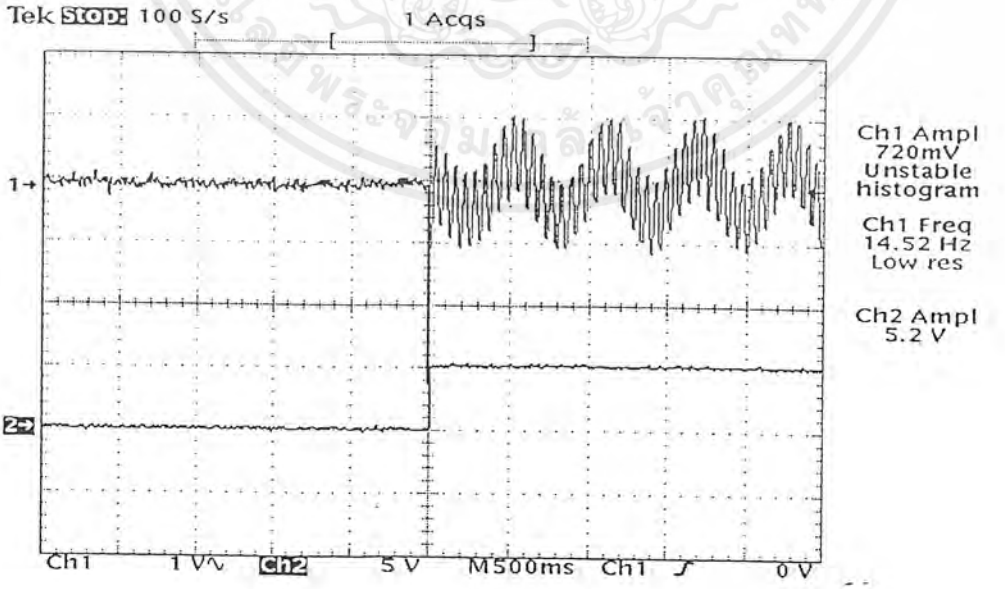
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.3 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจจับกระดิ่ง

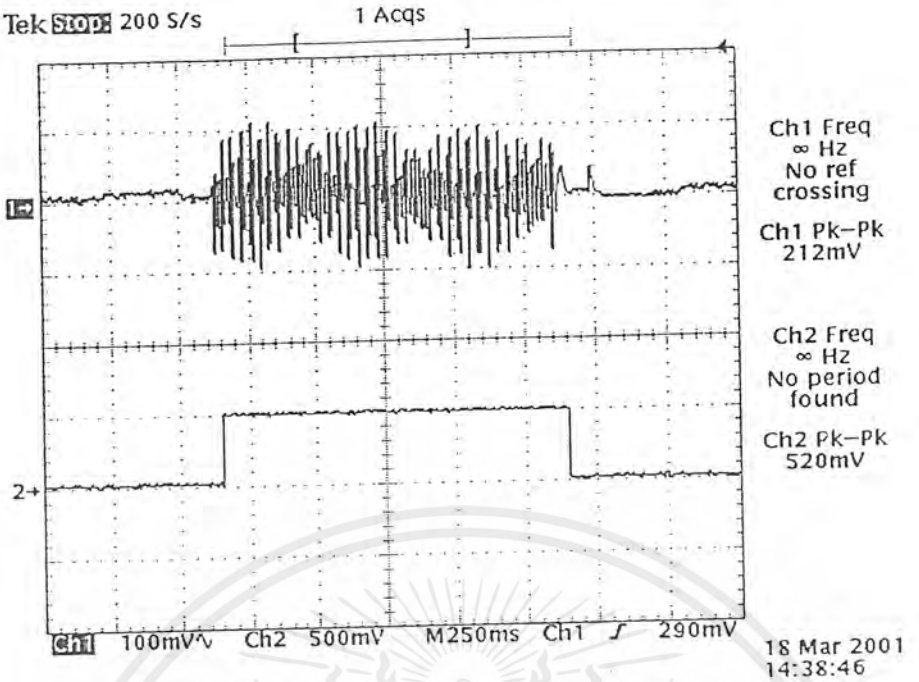
6.3 ผลการทดลองของส่วนตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF

เป็นการทดสอบไอซี MT8870 โดยในตอบแรกให้ไอซีรับคำสั่งเซทให้เป็นโหมดรับและคอยสัญญาณ DTMF เมื่อมีสัญญาณDTMF เข้ามา MT8870 จะทำการตรวจจับและ ทำการแปลงรหัส ไบนารี 4 บิท เพื่อนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของส่วนควบคุมประมวลผล ผ่านทาง8255 โดยทำการทดลองป้อนสัญญาณดังแสดงในรูปที่6.4

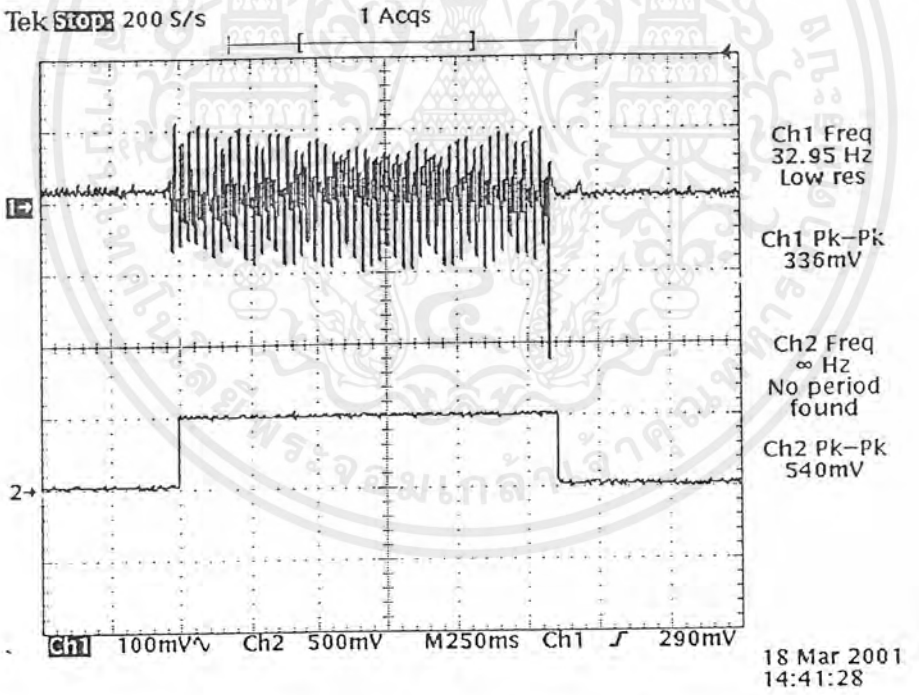


ก.รูปแสดงการเปรียบเทียบสัญญาณหมายเลข 1 กับสัญญาณที่ขาSTDของMT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข.รูปแสดงการเปรียบเทียบสัญญาณหมายเลข 3 กับสัญญาณที่ขาSTDของMT8870



ค.รูปแสดงการเปรียบเทียบสัญญาณหมายเลข 5 กับสัญญาณที่ขาSTDของMT8870

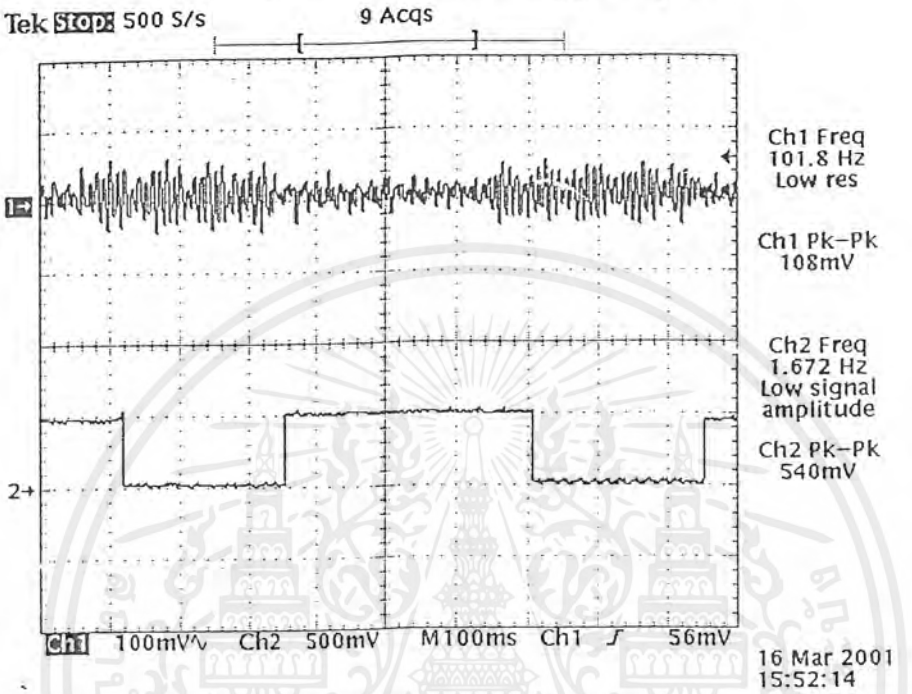
รูปที่ 6.4 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 135

ในรูปที่6.4 เป็นสัญญาณDTMF ของหมายเลข 1 3 และ 5 ซึ่งข้อมูลในหน่วยความจำจะเป็น 01H, 04H, 05H ตามลำดับ

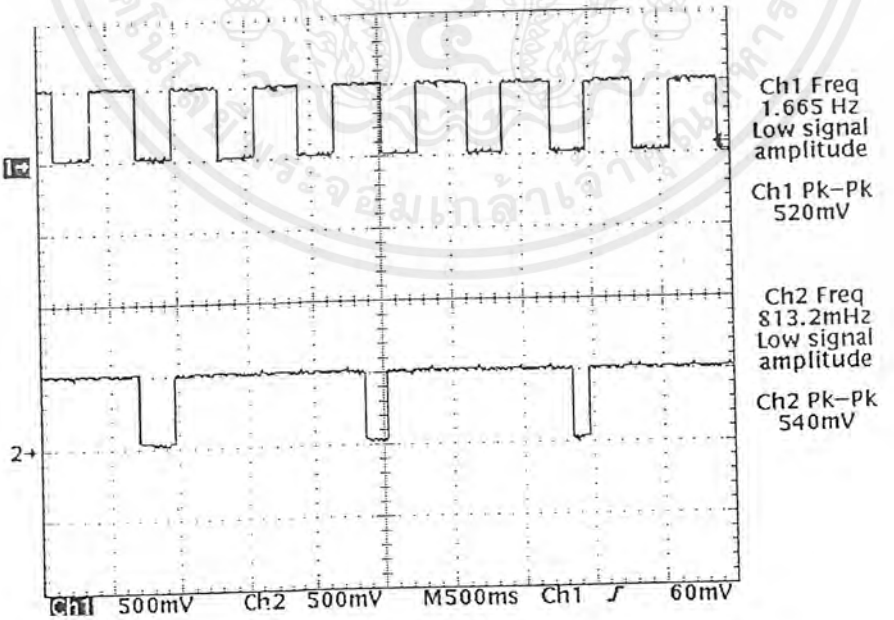
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

เป็นการใช้ไอซีเบอร์ LM567 ต่อวงจรตามรูปที่6.5 และวัดสัญญาณที่ขา 8 โดยให้อินพุท เป็นสัญญาณbusy tone ของโทรศัพท์ แล้วปรับค่าความต้านทานปรับค่าได้จนกระทั่งเกิดการล็อกที่ ค่าสัญญาณความถี่ของสัญญาณ busy tone ซึ่งจะให้ลักษณะสัญญาณดังรูปที่6.6



รูปที่ 6.5 สัญญาณแสดงการตรวจจับการวางหู



รูปที่ 6.6 สัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของLM567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
บทสรุป

ได้กล่าวถึงความเป็นมาของโครงงานนี้ที่ต้องการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์ จึงได้ศึกษาถึงพื้นฐานระบบโทรศัพท์ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับสัญญาณแจ้งเตือนต่าง ๆ ในระบบ ที่จำเป็นต่อการออกแบบฮาร์ดแวร์ของส่วนอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับระบบโทรศัพท์ เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนการทำงานของระบบปกติ

ได้กล่าวถึงรายละเอียดของระบบและ วงจรการอินเตอร์เฟส รวมทั้งโครงสร้างของซอฟต์แวร์ ที่เขียนบนภาษาเดลไฟ ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบและแสดงสภาวะของคู่สายได้ นอกจากนี้ในโหมดการโทรฯ เข้า ระบบสามารถใช้งานเป็นเครื่องฟังข้อมูลข่าวสารผ่านทางสายโทรศัพท์ ได้ และยังสามารถที่จะพัฒนาเป็นการเก็บข้อมูลต่างๆผ่านทางโทรศัพท์ได้ หรือยังจะสามารถนำไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าก็ได้ถ้าต้องการ

จากการทดลองการทำงานกับระบบจริงทำให้แสดงว่าโครงงานนี้ สามารถทำงานได้ดีในระดับหนึ่งตามแนวคิดที่วางไว้ อย่างไรก็ดี ระบบต้นแบบนี้ยังมีจุดบกพร่องบ้าง เท่าที่พบมีดังนี้

- วงจรมีขนาดใหญ่ทำให้ไม่สามารถอยู่บนการ์ดเดียวทั้งหมดได้

-ไอซี LM567 ตรวจสัญญาณผิดพลาดในเวลาโทรฯ ออก ถ้ามีเสียงพูดเข้าไมโครโฟนก่อนที่คู่สนทนาจะยกหู เพราะสัญญาณที่ตรวจมีความถี่เดียวกับความถี่เสียง

-ไอซี LM 567 มีการทำงานเป็นเฟสล็อกลูป ในการใช้กับโทรศัพท์บ้าน กับโทรศัพท์ที่ผ่านตู้ PABX สัญญาณ Dial Tone จะมีค่าไม่เท่ากันจึงต้องตั้งค่าล็อกความถี่ใหม่โดยต้องไปเปลี่ยนค่าความต้านทานและคาพาซิเตอร์ในวงจรทำให้เกิดความยุ่งยาก

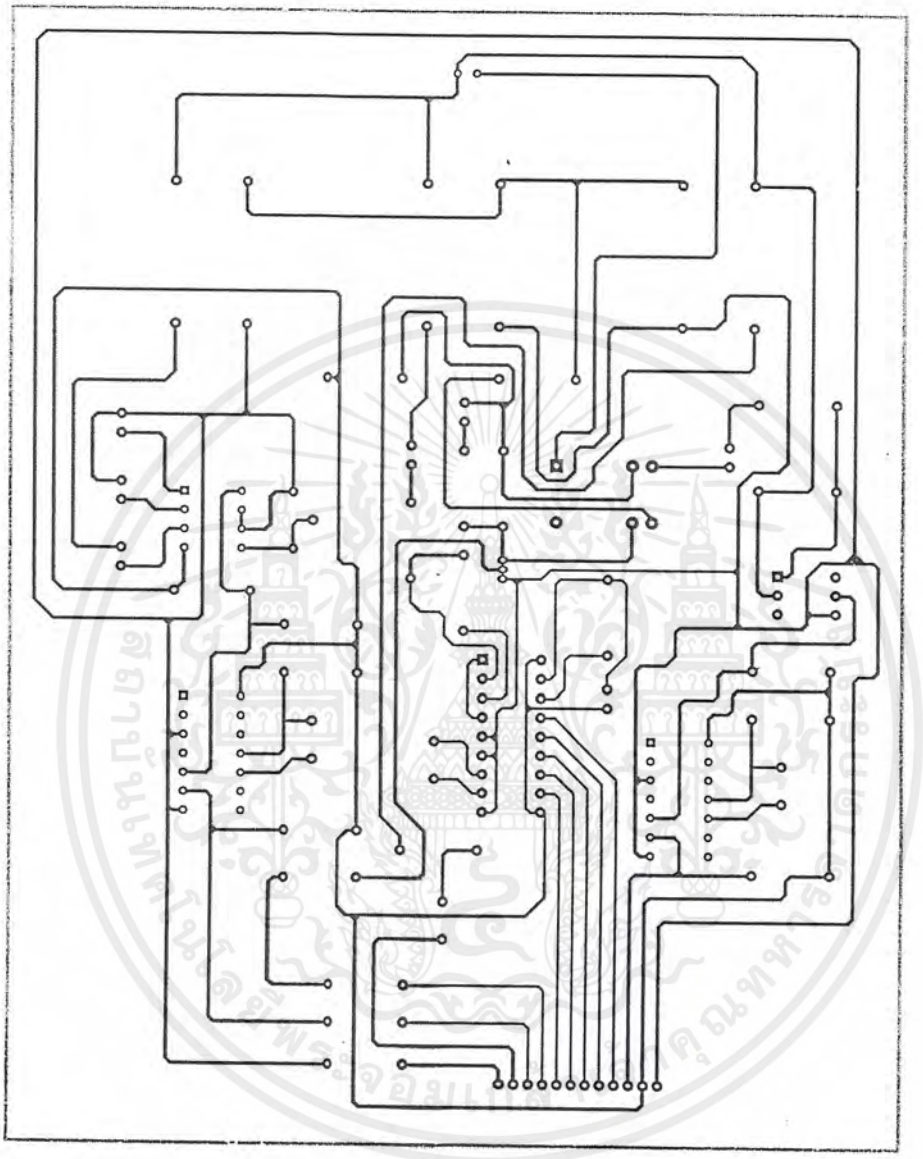
-ขณะที่มีเสียงพูดผ่านสายโทรศัพท์เมื่อทำการกดแป้นโทรศัพท์ในขณะเดียวกัน จะทำให้คอมพิวเตอร์อาจจะไม่ได้รับสัญญาณ DTMF ที่ส่งมาได้

-ในการรับฟังเสียงผ่านทางสายโทรศัพท์ยังมีสัญญาณรบกวนอยู่ทำให้การรับฟังเสียงได้คุณภาพเสียงไม่ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

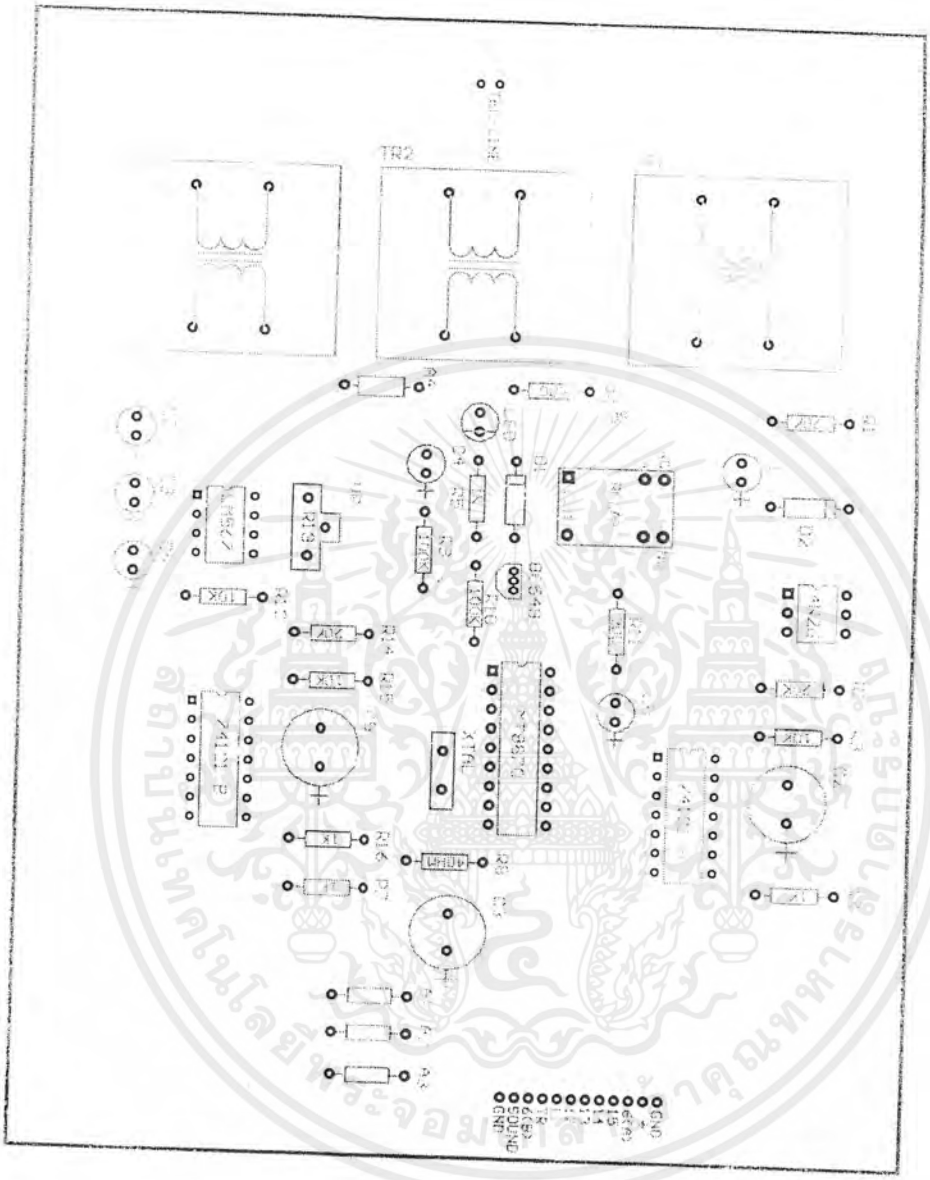
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



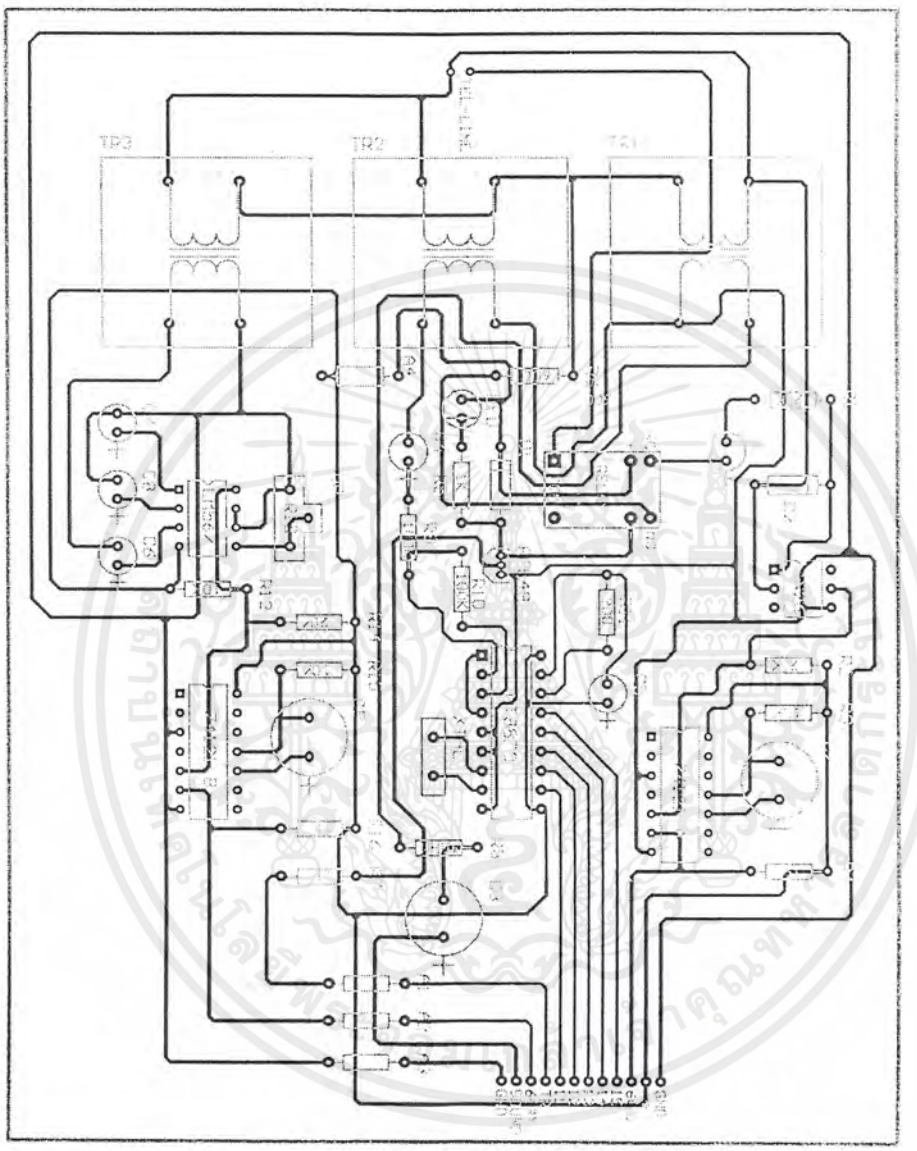
รูปแสดงลายวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



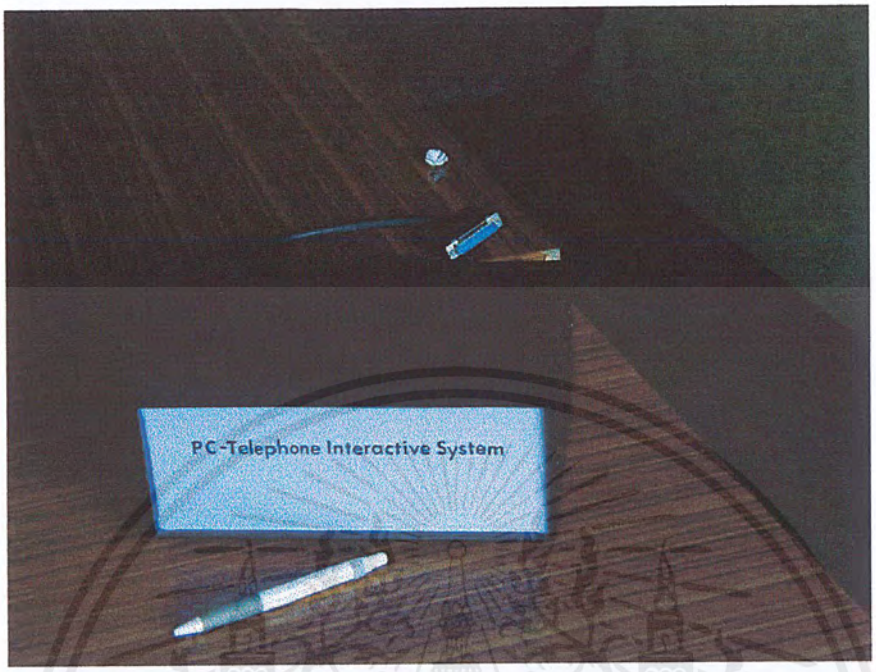
รูปการวางอุปกรณ์ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

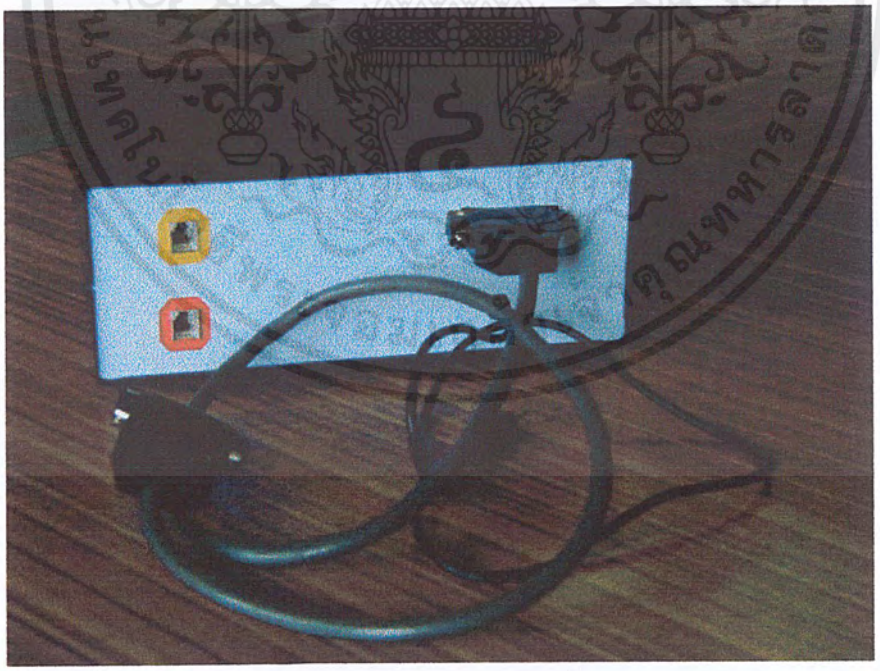


รูปแสดงลายวงจรพิมพ์และการวางอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

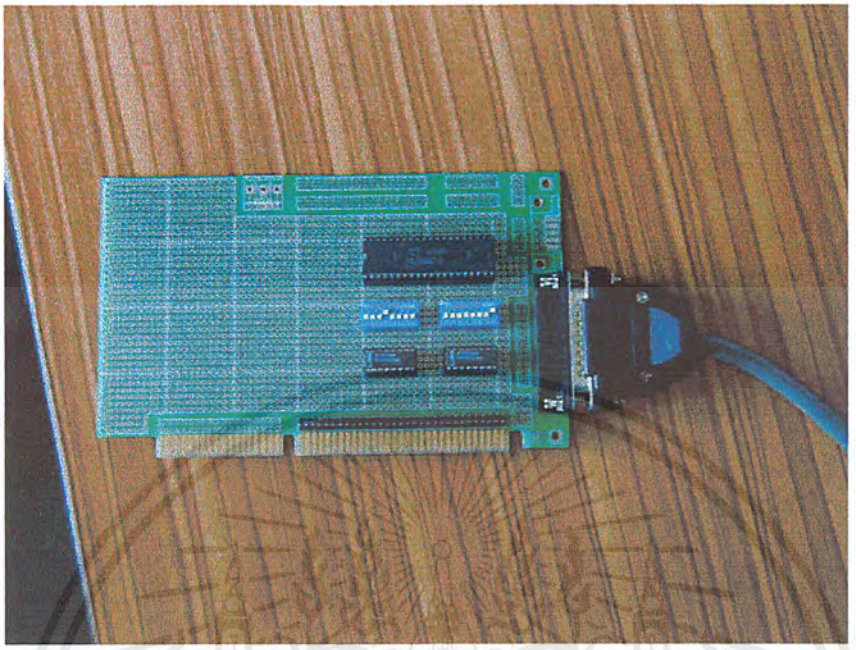


รูปแสดงด้านหน้าของเครื่อง



รูปแสดงด้านหลังของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



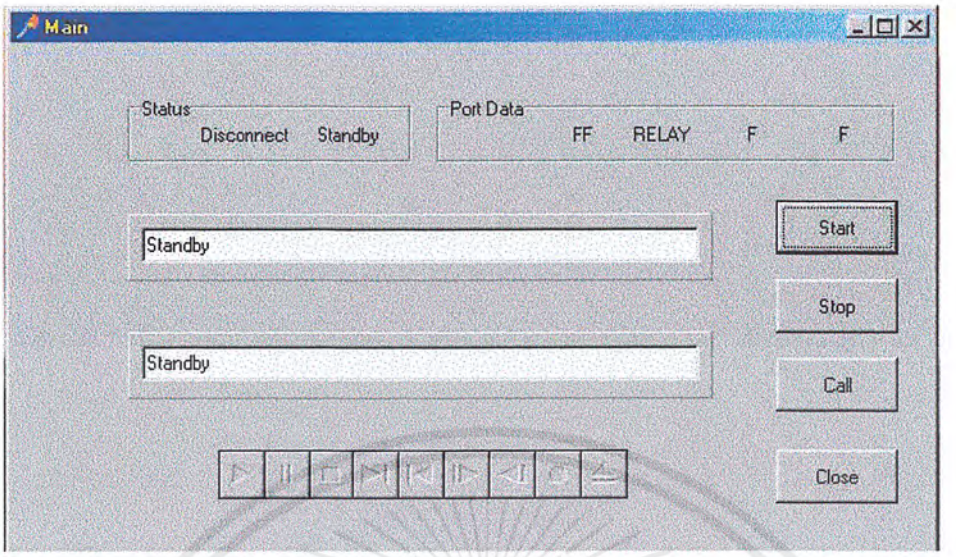
รูปแสดงภาพการ์ดอินเทอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

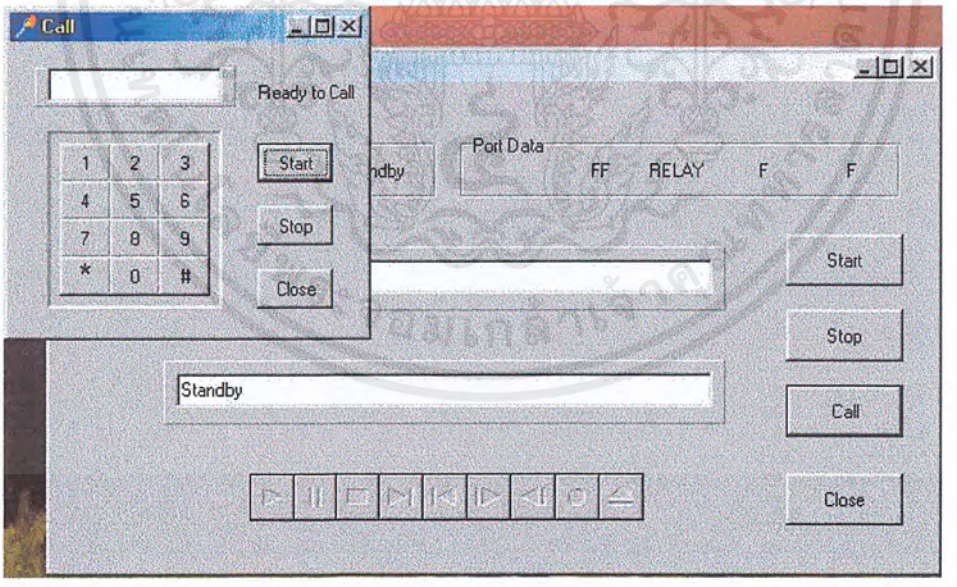
ภาคผนวก ข

โปรแกรม และโฟล์วชาร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงโปรแกรมหลัก

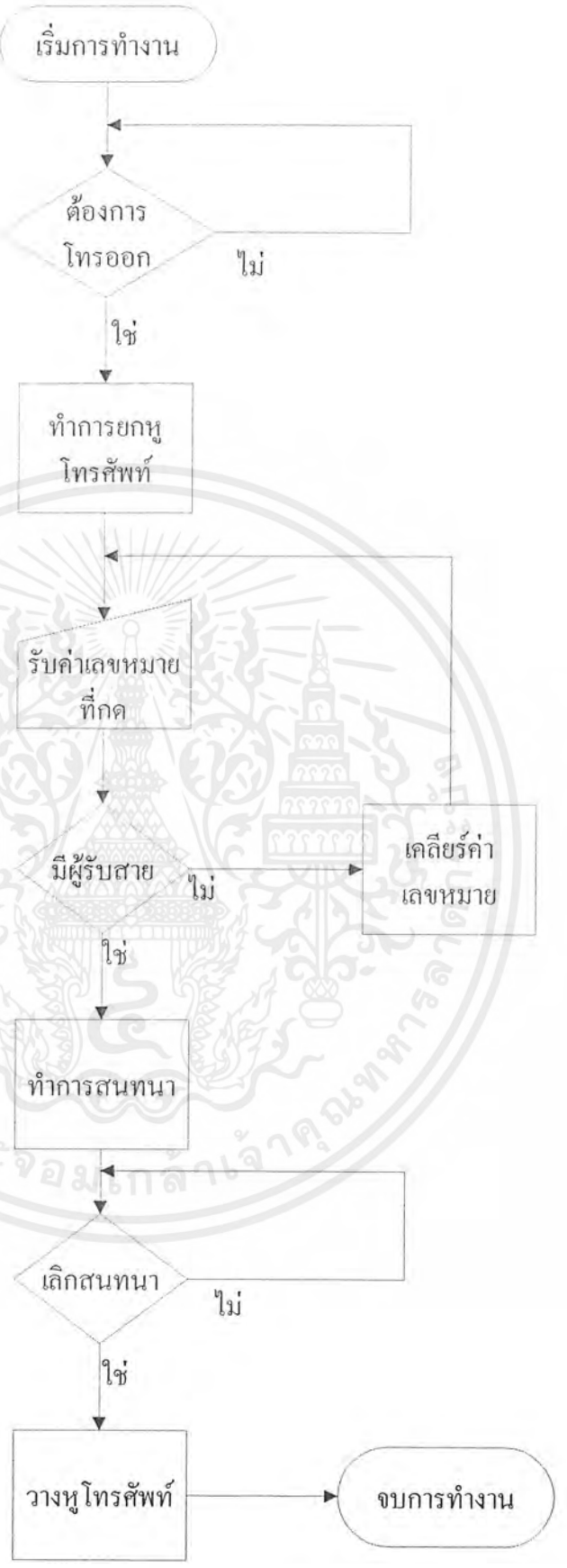


รูปแสดงโปรแกรมย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานโปรแกรมดูดวงอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานโปรแกรมโทรออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit Phet;
(*********************************************)
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  MPlayer, ExtCtrls, StdCtrls;
type
    TForm1 = class(TForm)
    Start: TButton;
    Stop: TButton;
    Closes: TButton;
    Call: TButton;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    MediaPlayer1: TMediaPlayer;
    Timer1: TTimer;
    Timer2: TTimer;
    Timer3: TTimer;
    Timer4: TTimer;
    Timer5: TTimer;
    Timer6: TTimer;
    Timer7: TTimer;
    Timer8: TTimer;
    Timer9: TTimer;
    Timer10: TTimer;
    Timer11: TTimer;
    Timer12: TTimer;
    Timer13: TTimer;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Label6: TLabel;
    GroupBox1: TGroupBox;
    GroupBox2: TGroupBox;
    Panel1: TPanel;
    Panel2: TPanel;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure StartClick(Sender: TObject);
    procedure StopClick(Sender: TObject);
    procedure ClosesClick(Sender: TObject);
    procedure CallClick(Sender: TObject);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer3Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer4Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer5Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer6Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer7Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer8Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer9Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer10Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer11Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer12Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer13Timer(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
    function inport(portno:smallint) :byte;
    procedure outport(portno:smallint;data:byte);
  end;
var
  Form1: TForm1;
(*************************************************)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
implementation
uses phet1;
{$R *.DFM}
function TForm1.inport(portno:smallint):byte;
var temp :byte;
 begin
 asm
   push DX
   mov DX,portno
   in AL,DX
   mov temp,AL
   pop DX
 end;
 inport :=temp;
end;
 procedure TForm1.outport(portno:smallint;data:byte);
  begin
  asm
    push DX
    MOV DX,portno
    mov AL,data
    out DX,AL
    pop DX
   end;

  end;
  (*********************************************)
  procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
  begin
      outport($277,$99);
      timer1.Enabled:=false;
      timer2.Enabled:=false;
      timer3.Enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  timer4.Enabled:=false;
  timer5.Enabled:=false;
  timer6.Enabled:=false;
  timer7.Enabled:=false;
  timer8.Enabled:=false;
  timer9.Enabled:=false;
  timer10.Enabled:=false;
  timer11.Enabled:=false;
  timer12.Enabled:=false;
  timer13.Enabled:=false;
end;
procedure TForm1.StartClick(Sender:TObject);
begin
    label1.caption:='Disconnect';
    label2.caption:='Standby';
    label3.caption:='DTMF';
    label4.caption:='RELAY';
    label5.caption:='BUSY';
    label6.caption:='RINGING';
    edit1.text:='Standby';
    edit2.text:='Standby';
    timer1.enabled:=true;
    timer13.Enabled:=true;
  end;
  procedure TForm1.StopClick(Sender: TObject);
  begin
      outport($275,0);
      label1.caption:='Idle';
      label2.caption:='Idle';
      label4.caption:='0';
      edit1.text:='Idle';
      edit2.text:='Idle';
      timer1.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer2.Enabled:=false;
    timer3.Enabled:=false;
    timer4.Enabled:=false;
    timer5.Enabled:=false;
    timer6.Enabled:=false;
    timer7.Enabled:=false;
    timer8.Enabled:=false;
    timer9.Enabled:=false;
    timer10.Enabled:=false;
    timer11.Enabled:=false;
    timer12.Enabled:=false;
    timer13.Enabled:=false;
end;
procedure TForm1.ClosesClick(Sender: TObject);
begin
    outport($275,0);
    timer1.Enabled:=false;
    timer2.Enabled:=false;
    timer3.Enabled:=false;
    timer4.Enabled:=false;
    timer5.Enabled:=false;
    timer6.Enabled:=false;
    timer7.Enabled:=false;
    timer8.Enabled:=false;
    timer9.Enabled:=false;
    timer10.Enabled:=false;
    timer11.Enabled:=false;
    timer12.Enabled:=false;
    timer13.Enabled:=false;
    close;
  end;
  (*********************************************)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure Tform1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
    label3.Caption:=inttohex(inport($274),2);
    label5.Caption:=copy(inttohex(inport($276),2),1,1);
    label6.Caption:=copy(inttohex(inport($276),2),2,1);
    if inport($276)=int(1) then
      begin
        edit1.Text:='Ringing Detected';
        timer1.Enabled:=false;
        timer2.Enabled:=True;
      end;
end;
procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
begin
    outport($275,1);
    label1.Caption:='Connect';
    label2.Caption:='Process';
    label4.Caption:='1';
    mediaplayer1.FileName:='c:\Intro.wav';
    mediaplayer1.Open;
    mediaplayer1.Play;
    timer2.Enabled:=false;
    timer3.Enabled:=true;
end;
procedure TForm1.Timer3Timer(Sender :TObject);
var keyp,keytmp: string;
begin
    label3.Caption:= inttohex(inport($274),2);
    keytmp:=copy(inttohex(inport($274),2),1,1);
    if keytmp = '1'  then
    begin
        timer3.Enabled:=false;
        keyp:=copy(inttohex(inport($274),2),2,1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if keyp= '1' then
   begin
      timer4.Enabled:=True;
   end
   else
   if keyp= '2' then
      begin
         timer5.Enabled:=true;
      end
      else
      if keyp= '3' then
         begin
            timer6.Enabled:=true;
         end
         else
         if keyp= '4' then
            begin
               timer7.Enabled:=true;
            end
            else
            if keyp= '5' then
               begin
                  timer8.Enabled:=True;
               end
               else
               if keyp= '6' then
                  begin
                     timer9.Enabled:=true;
                  end
                  else
                  if keyp = '7' then
                     begin
                        timer10.Enabled:=true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    end
                    else
                    if keyp = 'B' then
                      begin
                        timer11.Enabled:=true;
                      end
                      else
                          begin
                            timer12.Enabled:=true;
                          end;
    end;
end;
procedure TForm1.Timer4Timer(Sender: TObject);
begin
     label3.Caption:='1';
     mediaplayer1.FileName:='c:\1.wav';
     mediaplayer1.Open;
     mediaplayer1.Play;
     Timer4.Enabled:=False;
     timer3.Enabled:=true;
end;
procedure TForm1.Timer5Timer(Sender: TObject);
begin
     label3.Caption:='2';
     mediaplayer1.FileName:='c:\2.wav';
     mediaplayer1.Open;
     mediaplayer1.Play;
     Timer5.Enabled:=False;
     timer3.Enabled:=true;
end;
procedure TForm1.Timer6Timer(Sender: TObject);
begin
    label3.Caption:='3';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    mediaplayer1.FileName:='c:\3.wav';
    mediaplayer1.Open;
    mediaplayer1.Play;
    Timer6.Enabled:=False;
    timer3.Enabled:=true;
end;
procedure TForm1.Timer7Timer(Sender: TObject);
begin
    label3.Caption:='4';
    mediaplayer1.FileName:='c:\4.wav';
    mediaplayer1.Open;
    mediaplayer1.Play;
    Timer7.Enabled:=False;
    timer3.Enabled:=true;
end;
procedure TForm1.Timer8Timer(Sender: TObject);
begin
    label3.Caption:='5';
    mediaplayer1.FileName:='c:\5.wav';
    mediaplayer1.Open;
    mediaplayer1.Play;
    Timer8.Enabled:=False;
    timer3.Enabled:=true;
end;
procedure TForm1.Timer9Timer(Sender: TObject);
begin
    label3.Caption:='6';
    mediaplayer1.FileName:='c:\6.wav';
    mediaplayer1.Open;
    mediaplayer1.Play;
    Timer9.Enabled:=False;
    timer3.Enabled:=true;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure TForm1.Timer10Timer(Sender: TObject);
begin
    label3.Caption:='7';
    mediaplayer1.FileName:='c:\7.wav';
    mediaplayer1.Open;
    mediaplayer1.Play;
    Timer10.Enabled:=False;
    timer3.Enabled:=true;
end;
procedure TForm1.Timer11Timer(Sender: TObject);
begin
    label3.Caption:='B';
    outport($275,0);
    timer1.Enabled:=false;
    timer2.Enabled:=false;
    timer3.Enabled:=false;
    timer4.Enabled:=false;
    timer5.Enabled:=false;
    timer6.Enabled:=false;
    timer7.Enabled:=false;
    timer8.Enabled:=false;
    timer9.Enabled:=false;
    timer10.Enabled:=false;
    timer11.Enabled:=false;
    timer12.Enabled:=false;
    timer13.Enabled:=false;
    label1.caption:='Disconnect';
    label2.caption:='Standby';
    label3.caption:='DTMF';
    label4.caption:='RELAY';
    label5.caption:='BUSY';
    label6.caption:='RINGING';
    edit1.text:='Standby';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    edit2.text:='Standby';
    timer1.enabled:=true;
    timer13.Enabled:=true;
end;
procedure TForm1.Timer12Timer(Sender: TObject);
begin
    mediaplayer1.filename:='c:\outro.wav';
    mediaplayer1.open;
    mediaplayer1.play;
    timer12.Enabled:=false;
    timer3.Enabled:=true;
end;
(*********************************************)
procedure TForm1.Timer13Timer(Sender: TObject);
begin
    if inport($276) = int(16)  then
      begin
        outport($275,0);
        label5.Caption:= copy(inttohex(inport($276),2),1,1);
        edit2.Text:='Busy Detected';
        timer1.Enabled:=false;
        timer2.Enabled:=false;
        timer3.Enabled:=false;
        timer4.Enabled:=false;
        timer5.Enabled:=false;
        timer6.Enabled:=false;
        timer7.Enabled:=false;
        timer8.Enabled:=false;
        timer9.Enabled:=false;
        timer10.Enabled:=false;
        timer11.Enabled:=false;
        timer12.Enabled:=false;
        timer13.Enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        label1.caption:='Disconnect';
        label2.caption:='Standby';
        label3.caption:='DTMF';
        label4.caption:='RELAY';
        label5.caption:='BUSY';
        label6.caption:='RINGING';
        edit1.text:='Standby';
        edit2.text:='Standby';
        timer1.enabled:=true;
        timer13.Enabled:=true;
      end;
end;
(*********************************************)
procedure TForm1.CallClick(Sender: TObject);
begin
   Form2.ShowModal;
end;
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit phet1;
(*********************************************)
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  Buttons, StdCtrls, ExtCtrls, MPlayer;
type
    TForm2 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Button4: TButton;
    Button5: TButton;
    Button6: TButton;
    Button7: TButton;
    Button8: TButton;
    Button9: TButton;
    Button10: TButton;
    Button11: TButton;
    Button12: TButton;
    start: TButton;
    stop: TButton;
    closes: TButton;
    Panel1: TPanel;
    Panel2: TPanel;
    Edit1: TEdit;
    Label1: TLabel;
    MediaPlayer2: TMediaPlayer;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure startClick(Sender: TObject);
    procedure stopClick(Sender: TObject);
    procedure closesClick(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure Button5Click(Sender: TObject);
    procedure Button6Click(Sender: TObject);
    procedure Button7Click(Sender: TObject);
    procedure Button8Click(Sender: TObject);
    procedure Button9Click(Sender: TObject);
    procedure Button10Click(Sender: TObject);
    procedure Button11Click(Sender: TObject);
    procedure Button12Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
     function inport(portno:smallint) :byte;
     procedure outport(portno:smallint;data:byte);
  end;
var
  Form2: TForm2;
(*********************************************)
implementation
{$R *.DFM}
function TForm2.inport(portno:smallint):byte;
var temp :byte;
 begin
 asm
    push DX
    mov DX,portno
    in AL,DX
    mov temp,AL
    pop DX
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 inport :=temp;
end;
procedure TForm2.outport(portno:smallint;data:byte);
 begin
 asm
   push DX
   MOV DX,portno
   mov AL,data
   out DX,AL
   pop DX
 end;
end;
(*********************************************)
procedure TForm2.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    outport($277,$99);
end;
procedure TForm2.startClick(Sender: TObject);
begin
    outport($275,1);
    label1.Caption:='Ready to Call';
    edit1.text:='';
 end;
 procedure TForm2.stopClick(Sender: TObject);
 begin
    outport($275,0);
    edit1.text:='';
    label1.Caption:='Disconnect';
 end;
 procedure TForm2.closesClick(Sender: TObject);
 begin
    outport($275,0);
    close;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end;
(*********************************************)
procedure TForm2.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'1';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\1.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'2';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\2.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button3Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'3';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\3.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button4Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'4';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\4.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button5Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'5';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\5.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button6Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'6';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\6.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button7Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'7';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\7.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button8Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'8';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\8.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button9Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'9';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\9.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure TForm2.Button11Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'0';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\0.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button10Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'*';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\11.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
procedure TForm2.Button12Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.text:= edit1.text+'#';
    mediaplayer2.FileName:='c:\wave\12.wav';
    mediaplayer2.Open;
    mediaplayer2.Play;
end;
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

Data Sheet ของอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

June 1989

54LS138/DM54LS138/DM74LS138, 54LS139/DM54LS139/DM74LS139 Decoders/Demultiplexers

General Description

These Schottky-clamped circuits are designed to be used in high-performance memory-decoding or data-routing applications, requiring very short propagation delay times. In high-performance memory systems these decoders can be used to minimize the effects of system decoding. When used with high-speed memories, the delay times of these decoders are usually less than the typical access time of the memory. This means that the effective system delay introduced by the decoder is negligible.

The LS138 decodes one-of-eight lines, based upon the conditions at the three binary select inputs and the three enable inputs. Two active-low and one active-high enable inputs reduce the need for external gates or inverters when expanding. A 24-line decoder can be implemented with no external inverters, and a 32-line decoder requires only one inverter. An enable input can be used as a data input for demultiplexing applications.

The LS139 comprises two separate two-line-to-four-line decoders in a single package. The active-low enable input can be used as a data line in demultiplexing applications.

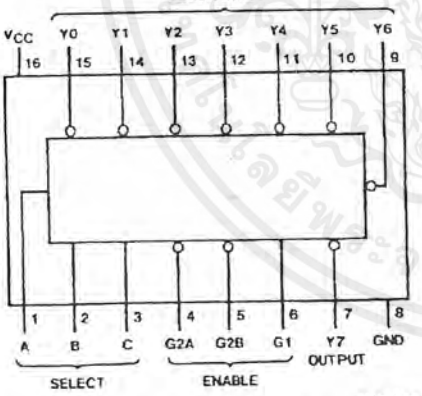
All of these decoders/demultiplexers feature fully buffered inputs, presenting only one normalized load to its driving circuit. All inputs are clamped with high-performance Schottky diodes to suppress line-ringing and simplify system design.

Features

- Designed specifically for high speed:
  - Memory decoders
  - Data transmission systems
- LS138 3-to-8-line decoders incorporates 3 enable inputs to simplify cascading and/or data reception
- LS139 contains two fully independent 2-to-4-line decoders/demultiplexers
- Schottky clamped for high performance
- Typical propagation delay (3 levels of logic)
  - LS138 21 ns
  - LS139 21 ns
- Typical power dissipation
  - LS138 32 mW
  - LS139 34 mW
- Alternate Military/Aerospace devices (54LS138, 54LS139) are available. Contact a National Semiconductor Sales Office/Distributor for specifications.

Connection Diagrams

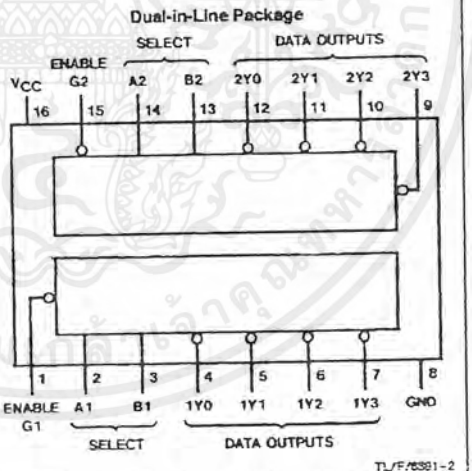
Dual-in-Line Package



TL/F/6391–1

Order Number 54LS138DMQB, 54LS138FMQB, 54LS138LMQB, DM54LS138J, DM54LS138W, DM74LS138M or DM74LS138N
See NS Package Number E20A, J16A, M16A, N16E or W16A

Dual-in-Line Package



TL/F/6391–2

Order Number 54LS139DMQB, 54LS139FMQB, 54LS139LMQB, DM54LS139J, DM54LS139W, DM74LS139M or DM74LS139N
See NS Package Number E20A, J16A, M16A, N16E or W16A

©1995 National Semiconductor Corporation TL/F/6391

RRD-B30M105/Printed in U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note)

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

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	
DM54LS and 54LS	−55°C to +125°C
DM74LS	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Note: *The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.*

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54LS138			DM74LS138			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage			0.7			0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current			−0.4			−0.4	mA
I_{OL}	Low Level Output Current			4			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	−55		125	0		70	°C

'LS138 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −18 mA				−1.5	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	DM54	2.5	3.4		V
			DM74	2.7	3.4		
V_{OL}	Low Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	DM54		0.25	0.4	V
			DM74		0.35	0.5	
		I_{OL} = 4 mA, V_{CC} = Min	DM74		0.25	0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V				−0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 2)	DM54	−20		−100	mA
			DM74	−20		−100	
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = Max (Note 3)			6.3	10	mA

Note 1: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 2: Not more then one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 3: I_{CC} is measured with all outputs enabled and open.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'LS138 Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	Levels of Delay	R_L = 2 kΩ				Units
				C_L = 15 pF		C_L = 50 pF		
				Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select to Output	2		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select to Output	2		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select to Output	3		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select to Output	3		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Enable to Output	2		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Enable to Output	2		24		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Enable to Output	3		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Enable to Output	3		28		40	ns

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54LS139			DM74LS139			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage			0.7			0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current			−0.4			−0.4	mA
I_{OL}	Low Level Output Current			4			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	−55		125	0		70	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'LS139 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −18 mA				−1.5	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	DM54	2.5	3.4		V
			DM74	2.7	3.4		
V_{OL}	Low Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	DM54		0.25	0.4	V
			DM74		0.35	0.5	
		I_{OL} = 4 mA, V_{CC} = Min	DM74		0.25	0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.7V				20	µA
I_{IL}	Low Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V				−0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 2)	DM54	−20		−100	mA
			DM74	−20		−100	
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = Max (Note 3)			6.8	11	mA

Note 1: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 2: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 3: I_{CC} is measured with all outputs enabled and open.

'LS139 Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	R_L = 2 kΩ				Units
			C_L = 15 pF		C_L = 50 pF		
			Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select to Output		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select to Output		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Enable to Output		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Enable to Output		24		40	ns

Function Tables

LS138

Inputs					Outputs							
Enable		Select										
G1	G2*	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

* G2 = G2A + G2B

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care

LS139

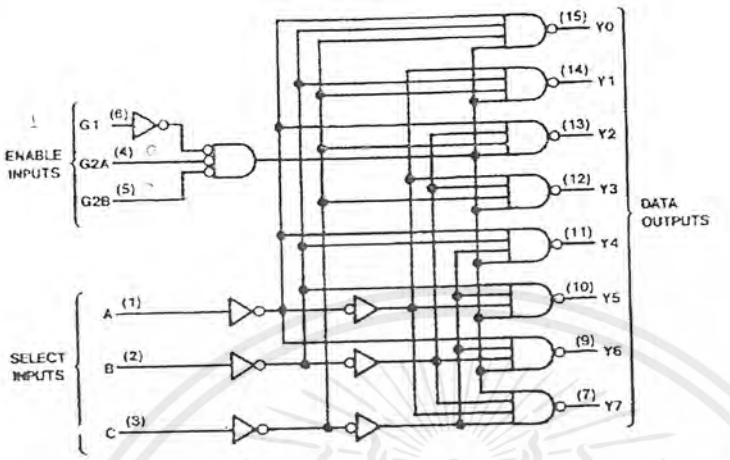
Inputs			Outputs			
Enable	Select					
G	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

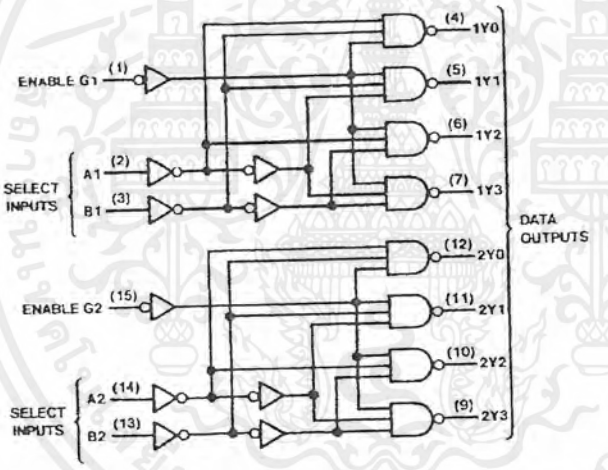
Logic Diagrams

LS138



TL/F/6391–3

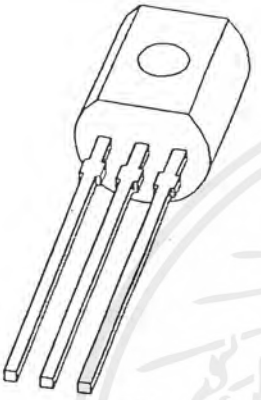
LS139



TL/F/6391–4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET



BC549; BC550
NPN general purpose transistors

Product specification
Supersedes data of 1997 Jun 20

1999 Apr 22

Philips
Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NPN general purpose transistors BC549; BC550

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 45 V).

APPLICATIONS

- Low noise stages in audio frequency equipment.

DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
PNP complements: BC559 and BC560.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector

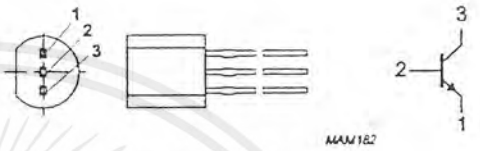


Fig.1 Simplified outline (TO-92; SOT54) and symbol.

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BC549		–	30	V
	BC550		–	50	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BC549		–	30	V
	BC550		–	45	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	5	V
I_C	collector current (DC)		–	100	mA
I_{CM}	peak collector current		–	200	mA
I_{BM}	peak base current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25$ °C; note 1	–	500	mW
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
T_j	junction temperature		–	150	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	°C

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j\text{-}a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	250	K/W

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

CHARACTERISTICS

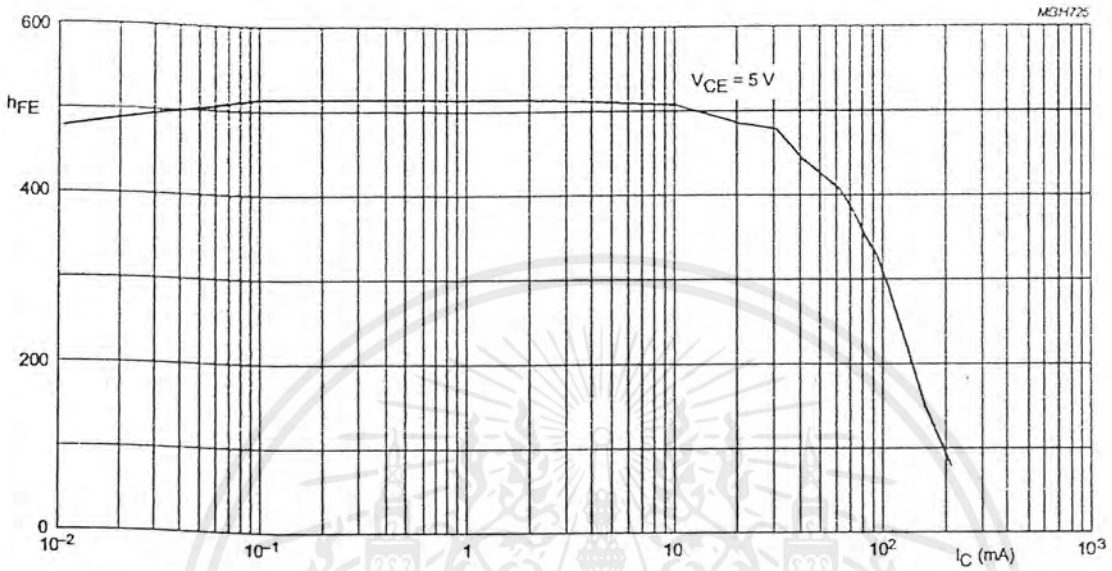
T_j = 25 °C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	I_E = 0; V_{CB} = 30 V	–	–	15	nA
		I_E = 0; V_{CB} = 30 V; T_j = 150 °C	–	–	5	µA
I_{EBO}	emitter cut-off current	I_C = 0; V_{EB} = 5 V	–	–	100	nA
h_{FE}	DC current gain BC549C; BC550C	I_C = 10 µA; V_{CE} = 5 V; see Fig.2	–	270	–	
		I_C = 2 mA; V_{CE} = 5 V; see Fig.2	420	520	800	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	I_C = 10 mA; I_B = 0.5 mA	–	90	250	mV
		I_C = 100 mA; I_B = 5 mA	–	200	600	mV
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	I_C = 10 mA; I_B = 0.5 mA; note 1	–	700	–	mV
		I_C = 100 mA; I_B = 5 mA; note 1	–	900	–	mV
V_{BE}	base-emitter voltage	I_C = 2 mA; V_{CE} = 5 V; note 2	580	660	700	mV
		I_C = 10 mA; V_{CE} = 5 V; note 2	–	–	770	mV
C_c	collector capacitance	$I_E = i_e$ = 0; V_{CB} = 10 V; f = 1 MHz	–	1.5	–	pF
C_e	emitter capacitance	$I_C = i_c$ = 0; V_{EB} = 0.5 V; f = 1 MHz	–	11	–	pF
f_T	transition frequency	I_C = 10 mA; V_{CE} = 5 V; f = 100 MHz	100	–	–	MHz
F	noise figure	I_C = 200 µA; V_{CE} = 5 V; R_S = 2 kΩ; f = 10 Hz to 15.7 kHz	–	–	4	dB
		I_C = 200 µA; V_{CE} = 5 V; R_S = 2 kΩ; f = 1 kHz; B = 200 Hz	–	–	4	dB

Notes

1. V_{BEsat} decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.
2. V_{BE} decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



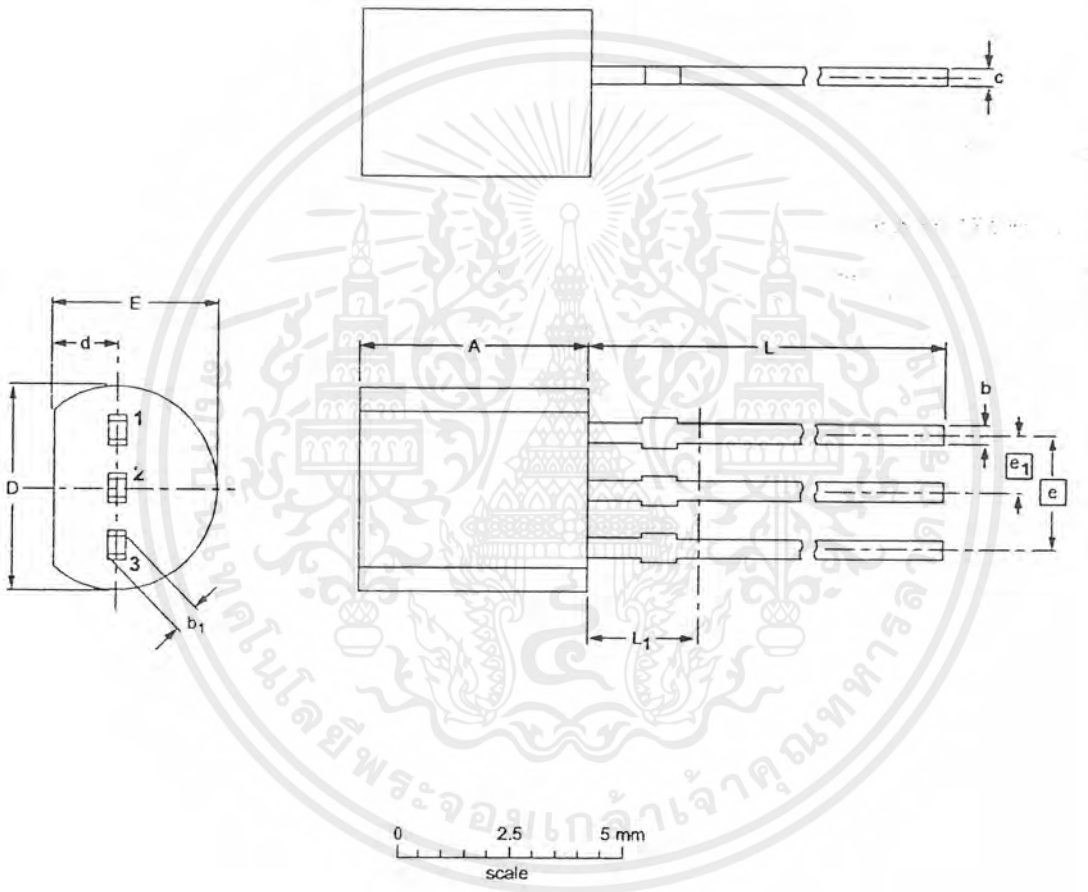
BC549C; BC550C.

Fig.2 DC current gain; typical values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE OUTLINE

Plastic single-ended leaded (through hole) package; 3 leads **SOT54**



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	A	b	b_1	c	D	d	E	e	e_1	L	L_1(1)
mm	5.2 5.0	0.48 0.40	0.66 0.56	0.45 0.40	4.8 4.4	1.7 1.4	4.2 3.6	2.54	1.27	14.5 12.7	2.5

Note

1. Terminal dimensions within this zone are uncontrolled to allow for flow of plastic and terminal irregularities.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT54		TO-92	SC-43			97-02-28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

May 1999

National Semiconductor

LM567/LM567C
Tone Decoder

General Description

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

Features

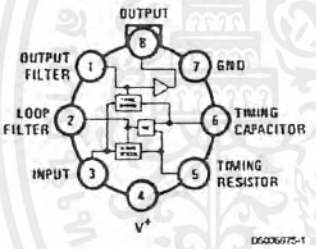
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01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

Applications

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

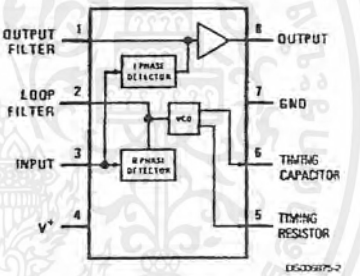
Connection Diagrams

Metal Can Package



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

Dual-In-Line and Small Outline Packages



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

© 1999 National Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

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

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

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

Electrical Characteristics

AC Test Circuit, T_A = 25°C, V⁺ = 5V

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

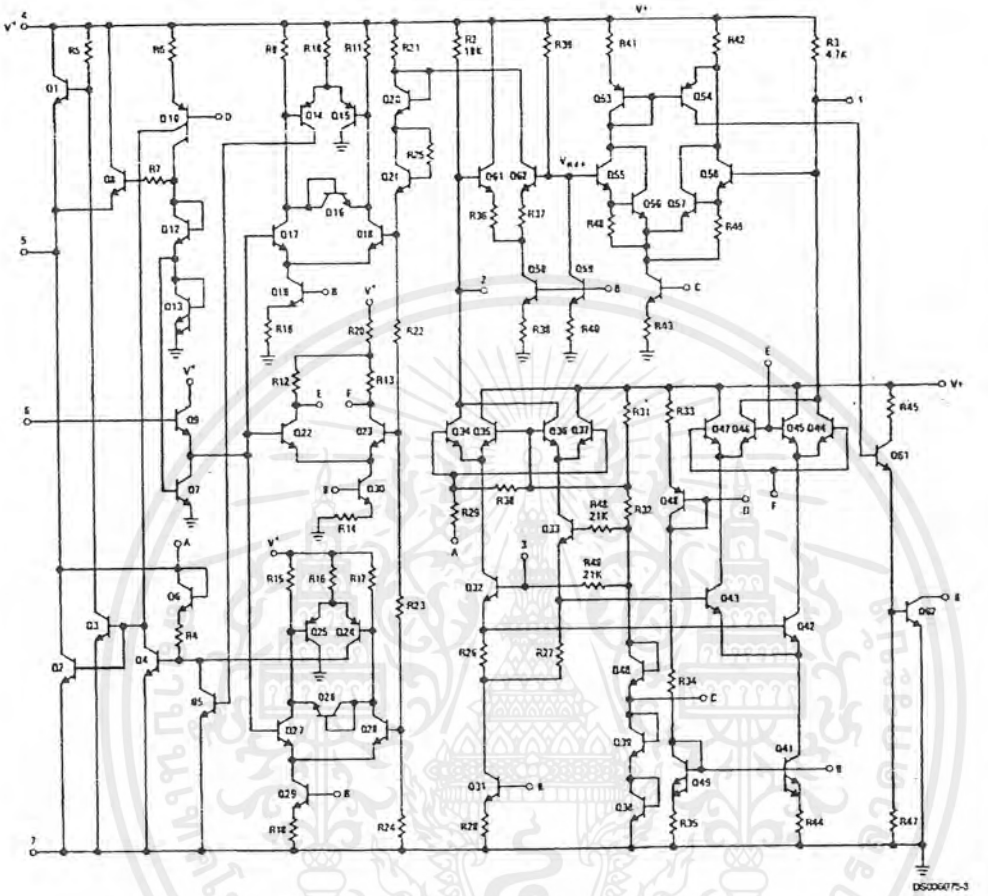
Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

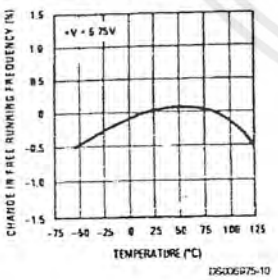
Schematic Diagram



DS006975-3

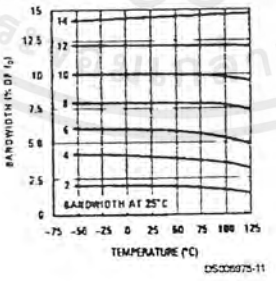
Typical Performance Characteristics

Typical Frequency Drift



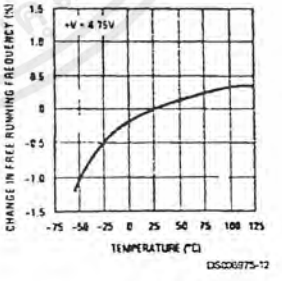
DS006975-10

Typical Bandwidth Variation



DS006975-11

Typical Frequency Drift

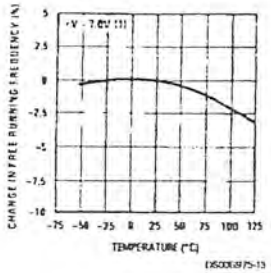


DS006975-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

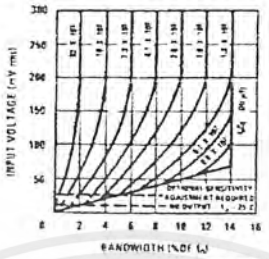
Typical Performance Characteristics (Continued)

Typical Frequency Drift



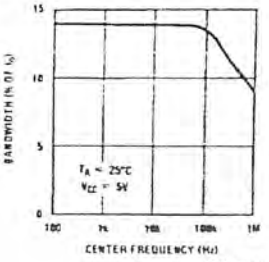
DS006975-13

Bandwidth vs Input Signal Amplitude



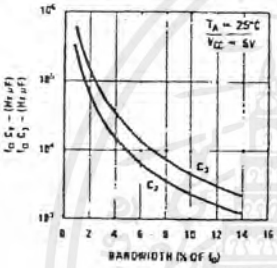
DS006975-14

Largest Detection Bandwidth



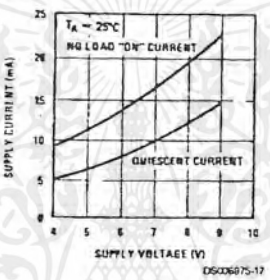
DS006975-15

Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



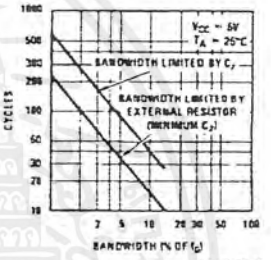
DS006975-16

Typical Supply Current vs Supply Voltage



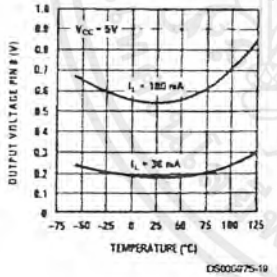
DS006975-17

Greatest Number of Cycles Before Output



DS006975-18

Typical Output Voltage vs Temperature

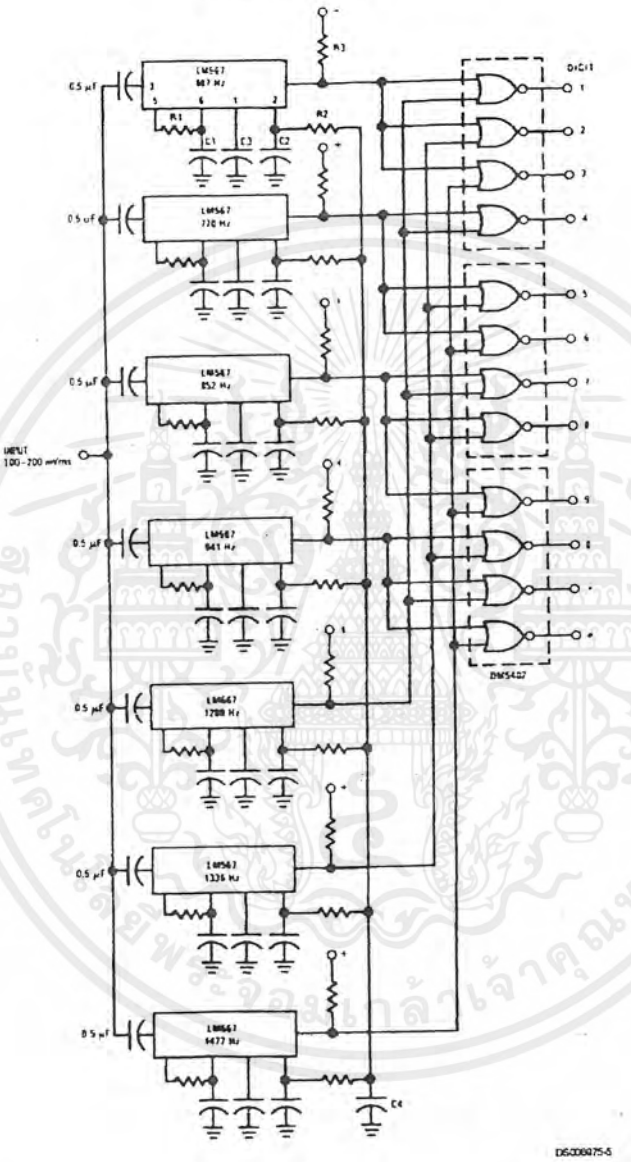


DS006975-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Touch-Tone Decoder

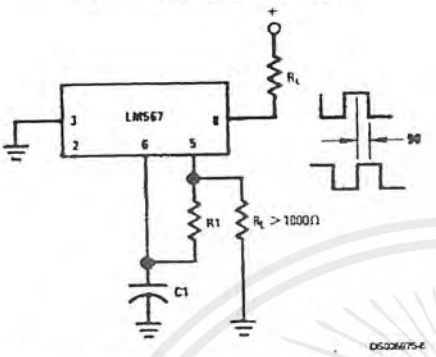


Component values (typ)
R1 6.8 to 15k
R2 4.7k
R3 20k
C1 0.10 mfd
C2 1.0 mfd 6V
C3 2.2 mfd 6V
C4 250 mfd 6V

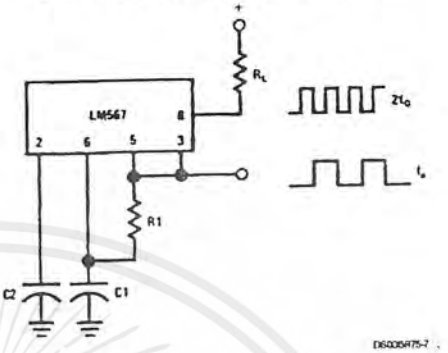
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

Oscillator with Quadrature Output

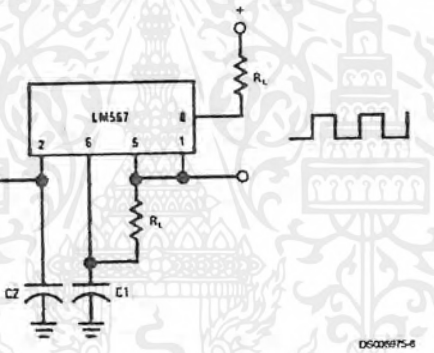


Oscillator with Double Frequency Output

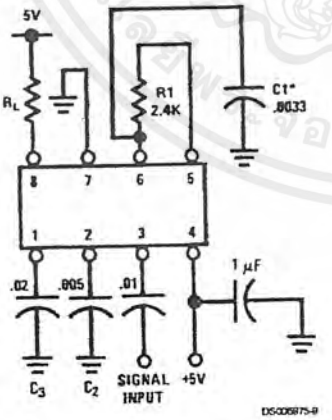


Connect Pin 3 to 2.6V to Invert Output

Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



AC Test Circuit



f_i = 100 kHz + 5V
*Note: Adjust for f_o = 100 kHz.

Applications Information

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

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

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

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

Where:

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

C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)

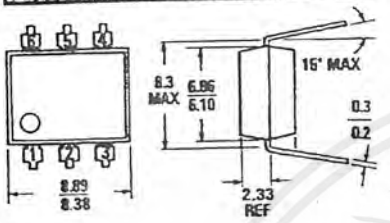
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

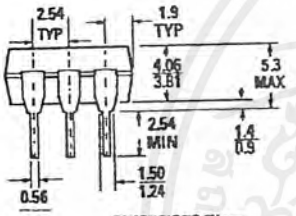
QT OPTOELECTRONICS

PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLERS

4N25 4N27
4N26 4N28

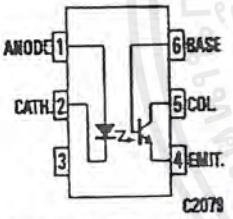
PACKAGE DIMENSIONS





DIMENSIONS IN mm
PACKAGE CODE K

ST1603A



Equivalent Circuit

DESCRIPTION

The 4N25, 4N26, 4N27, and 4N28 series of optocouplers have an NPN silicon planar phototransistor optically coupled to a gallium arsenide diode.

FEATURES & APPLICATIONS

- AC line/digital logic isolator
- Digital logic/digital logic isolator
- Telephone/telegraph line receiver
- Twisted pair line receiver
- High frequency power supply feedback control
- Relay contact monitor
- Power supply monitor
- Small package size and low cost
- Excellent frequency response
- UL recognized—File E90700

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

TOTAL PACKAGE

*Storage temperature	−55°C to 150°C
*Operating temperature at junction	−55°C to 100°C
*Lead temperature (soldering, 10 sec)	260°C
*Total package power dissipation at 25°C ambient (LED plus detector)	250 mW
*Derate linearly from 25°C	3.3 mW/°C

INPUT DIODE

*Forward DC current continuous	80 mA
*Reverse voltage	3.0 V
*Peak forward current (300 μs, 2% duty cycle)	3.0 A
*Power dissipation at 25°C ambient	150 mW
*Derate linearly from 25°C	2.0 mW/°C

OUTPUT TRANSISTOR

*Collector emitter voltage (BV_{CEO})	30 V
*Collector base voltage (BV_{CBO})	70 V
*Emitter collector voltage (BV_{ECO})	7 V
*Power dissipation at 25°C ambient	150 mW
*Derate linearly from 25°C	2.0 mW/°C

*Indicates JEDEC Registered Data.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS
(25°C Free Air Temperature Unless Otherwise Specified)

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

CHARACTERISTICS	SYMBOL	MIN.	TYP.	GUAR. MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
INPUT DIODE						
*Forward voltage	V_F		1.20	1.50	V	I_F=10 mA
Capacitance	C		150		pF	V_F=0 V, f=1 MHz
*Reverse leakage current			.05	100	μA	V_R=3.0 V, R_L=1.0 MΩ
DETECTOR						
DC forward current gain	h_{FE}		250			V_{CE}=5 V, I_C=500 μA
*Collector to emitter breakdown voltage	BV_{CEO}	30	65		V	I_C=1.0 mA, I_B=0
*Collector to base breakdown voltage	BV_{CBO}	70	165		V	I_C=100 μA, I_E=0
*Emitter to collector breakdown voltage	BV_{ECO}	7	14		V	I_E=100 μA, I_B=0
*Collector to emitter leakage current (4N25, 4N26, 4N27)	I_{CEO}		3.5	50	nA	V_{CE}=10 V Base Open
*Collector to emitter leakage current (4N28)				100	nA	
*Collector to base leakage current	I_{CBO}		0.1	20	nA	V_{CB}=10 V Emitter Open

TRANSFER CHARACTERISTICS

DC CHARACTERISTICS	SYMBOL	MIN.	TYP.	GUAR. MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
*Collector output current (a) (4N25, 4N26) (4N27, 4N28)	I_C	2.0 1.0	5.0 3.0	— —	mA	V_{CE}=10 V, I_F=10 mA, I_B=0
*Collector-emitter saturation	$V_{CE(SAT)}$		0.2	0.5	V	I_C=2.0 mA, I_F=50 mA

TRANSFER CHARACTERISTICS

AC CHARACTERISTICS	SYMBOL	TYP.	UNITS	TEST CONDITIONS
Non-saturated Collector Delay time	t_d	0.5	μs	R_L=100 Ω, I_C=2 mA, V_{CC}=10 V
Rise time	t_r	2.5	μs	(Fig. 10 and 11)
Fall time	t_f	2.6	μs	
Non-saturated Collector Delay time	t_d	2.0	μs	R_L=1kΩ, I_C 2 mA, V_{CC}=10 V
Rise time	t_r	15	μs	(Fig. 10 and 11)
Fall time	t_f	15	μs	

*Indicates JEDEC Registered Data.
(a) Pulse Test: Pulse Width=300 μs, Duty Cycle <2.0%
(b) For this test LED pins 1 and 2 are common and Phototransistor pins 4, 5 and 6 are common.
(c) If adjusted to yield I_C=2 mA and i_c=0.7 mA RMS; Bandwidth referenced to 10 kHz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS (25°C Free Air Temperature Unless Otherwise Specified) (Cont'd)

TRANSFER CHARACTERISTICS (Cont'd)

AC CHARACTERISTICS	SYMBOL	MIN.	TYP.	GUAR. MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
Saturated t_{on} (from 5 V to 0.8 V)	t_{on} (SAT)		5		μs	R_L=2kΩ, I_F=15 mA, V_{CC}=5 V
t_{off} (from SAT to 2.0 V)	t_{off} (SAT)		25		μs	R_B=Open (Fig. 10)
Saturated t_{on} (from 5 V to 0.8 V)	t_{on} (SAT)		5		μs	R_L=2kΩ, I_F=20 mA, V_{CC}=5 V
t_{off} (from SAT to 2.0 V)	t_{off} (SAT)		18		μs	R_B=100kΩ (Fig. 10)
Non-saturated Base—Collector photo diode Rise time	t_r		175		ns	R_L=1kΩ, V_{CB}=10 V
Fall time	t_f		175		ns	
Isolation voltage (b) (4N25, 4N26, 4N27, 4N28)	V_{ISO}	5300	—	—	V	$I_{I-O} \leq 1$ μA RMS, t=1 minute
*(4N26, 4N27)		1500	—	—	V	Peak
*(4N28)		500	—	—	V	Peak
Isolation resistance (b)			10^{11}		Ω	V=500 VDC
Isolation capacitance (b)			1.3		pF	V=0, f=1.0 MHz
Bandwidth (c) (also see note 2)	B_W		300		kHz	I_C=2.0 mA, R_L=100 Ω (Fig. 12)

*Indicates JEDEC Registered Data.

(a) Pulse Test: Pulse Width=300 μs, Duty Cycle < 2.0%

(b) For this test LED pins 1 and 2 are common and Phototransistor pins 4, 5 and 6 are common.

(c) If adjusted to yield I_C=2 mA and I_L=0.7 mA RMS; Bandwidth referenced to 10 kHz.

TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES (25°C Free Air Temperature Unless Otherwise Specified)

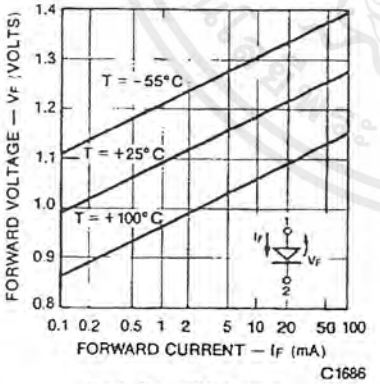


Fig. 1. Forward Voltage vs. Current

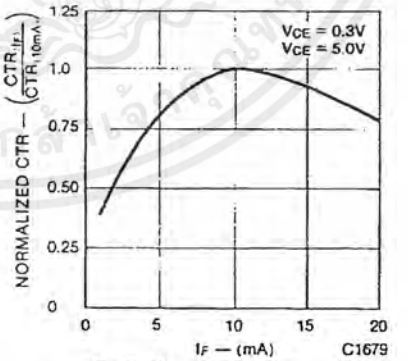


Fig. 2. Normalized CTR vs. Forward Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES

(25°C Free Air Temperature Unless Otherwise Specified) (Cont'd)

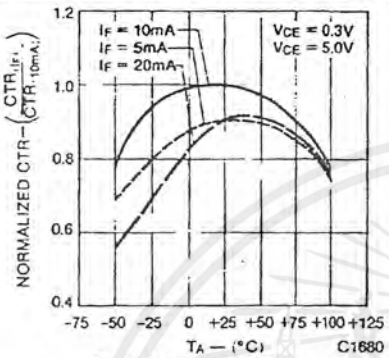


Fig. 3. Normalized CTR vs. Temperature

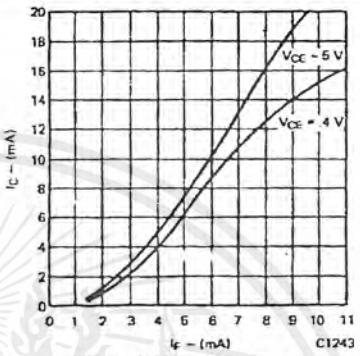


Fig. 4. Collector Current vs. Forward Current

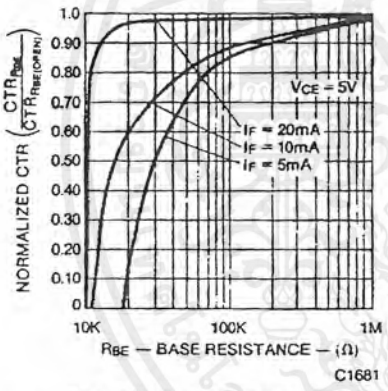


Fig. 5. CTR vs. RBE (Unsaturated)

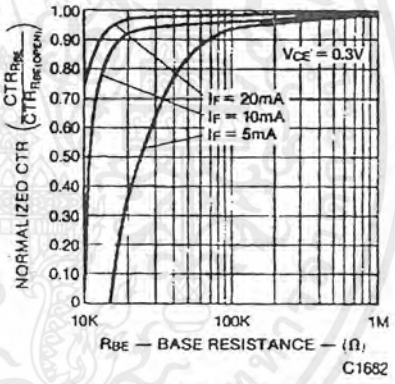


Fig. 6. CTR vs. RBE (Saturated)

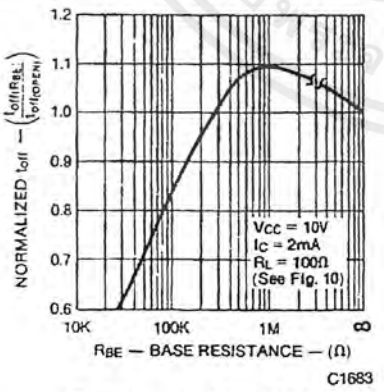


Fig. 7. Normalized T_{OFF} vs. RBE

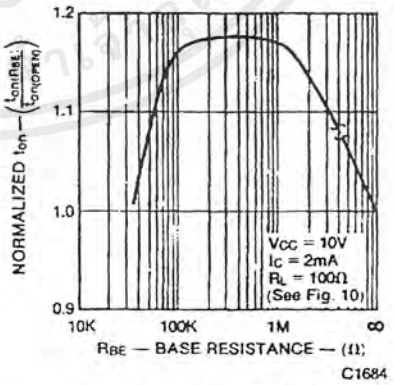


Fig. 8. Normalized T_{ON} vs. RBE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES

(25° C Free Air Temperature Unless Otherwise Specified) (Cont'd)

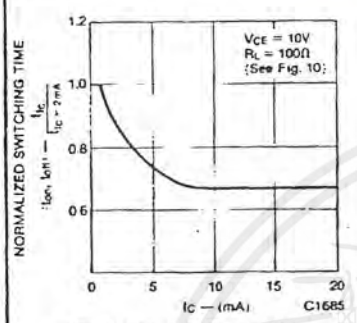


Fig. 9. Switching Time vs. IC

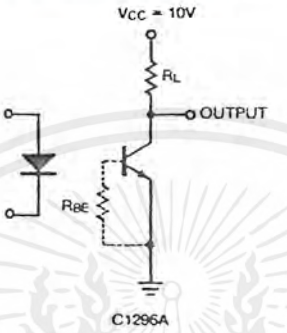


Fig. 10. Switching Time Test Circuit

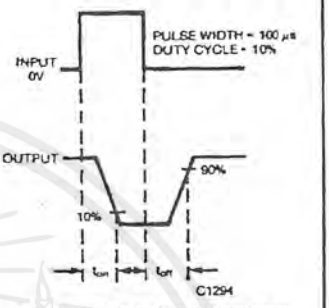


Fig. 11. Switching Time Waveforms

OPERATING SCHEMATIC

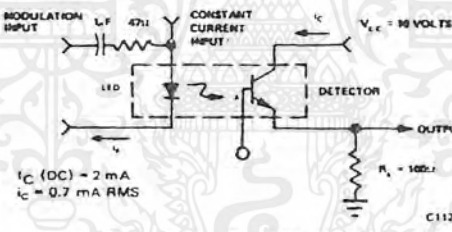


Fig. 12. Modulation Circuit Used to Obtain Output vs. Frequency Plot

NOTES

1. The current transfer ratio (I_C/I_F) is the ratio of the detector collector current to the LED input current with V_{CE} at 10 volts.
2. The frequency at which i_c is 3dB down from the 10 kHz value.
3. Rise time (t_r) is the time required for the collector current to increase from 10% of its final value to 90%.
   Fall time (t_f) is the time required for the collector current to decrease from 90% of its initial value to 10%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET

1N4148; 1N4448
High-speed diodes

Product specification
Supersedes data of 1996 Sep 03

1999 May 25

Philips
Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

T_j = 25 °C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_F	forward voltage	see Fig.3			
	1N4148	I_F = 10 mA	–	1	V
	1N4448	I_F = 5 mA	0.62	0.72	V
		I_F = 100 mA	–	1	V
I_R	reverse current	V_R = 20 V; see Fig.5		25	nA
		V_R = 20 V; T_j = 150 °C; see Fig.5	–	50	µA
I_R	reverse current; 1N4448	V_R = 20 V; T_j = 100 °C; see Fig.5	–	3	µA
C_d	diode capacitance	f = 1 MHz; V_R = 0; see Fig.6		4	pF
t_{rr}	reverse recovery time	when switched from I_F = 10 mA to I_R = 60 mA; R_L = 100 Ω; measured at I_R = 1 mA; see Fig.7		4	ns
V_{fr}	forward recovery voltage	when switched from I_F = 50 mA; t_r = 20 ns; see Fig.8	–	2.5	V

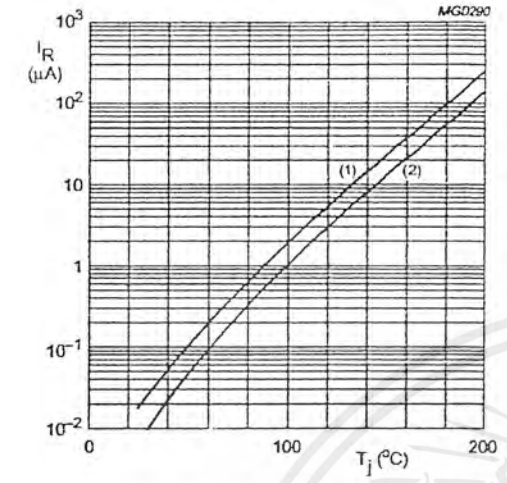
THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j\text{-}tp}$	thermal resistance from junction to tie-point	lead length 10 mm	240	K/W
$R_{th\ j\text{-}a}$	thermal resistance from junction to ambient	lead length 10 mm; note 1	350	K/W

Note

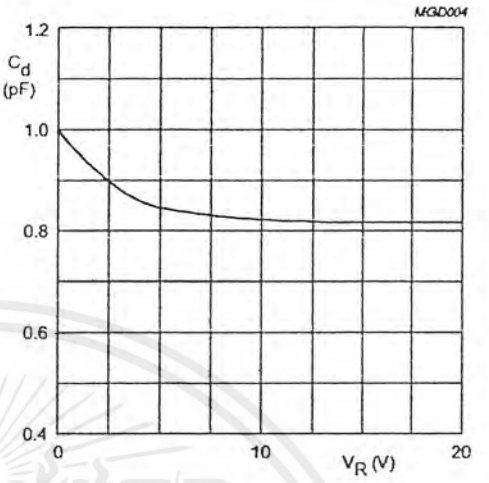
1. Device mounted on a printed circuit-board without metallization pad.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1) V_R = 75 V; typical values.
(2) V_R = 20 V; typical values.

Fig.5 Reverse current as a function of junction temperature.



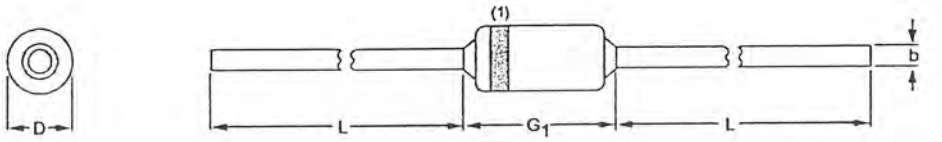
f = 1 MHz; T_j = 25 °C.

Fig.6 Diode capacitance as a function of reverse voltage; typical values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE OUTLINE

Hermetically sealed glass package; axial leaded; 2 leads **SOD27**



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	b max.	D max.	G_1 max.	L min.
mm	0.56	1.85	4.25	25.4

0 1 2 mm
scale

Note

1. The marking band indicates the cathode.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOD27	A24	DO-35	SC-40			97-06-09

DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS

MT8870D/MT8870D-1

Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

Features

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

Applications

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

Ordering Information

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

-40 °C to +85 °C

Description

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

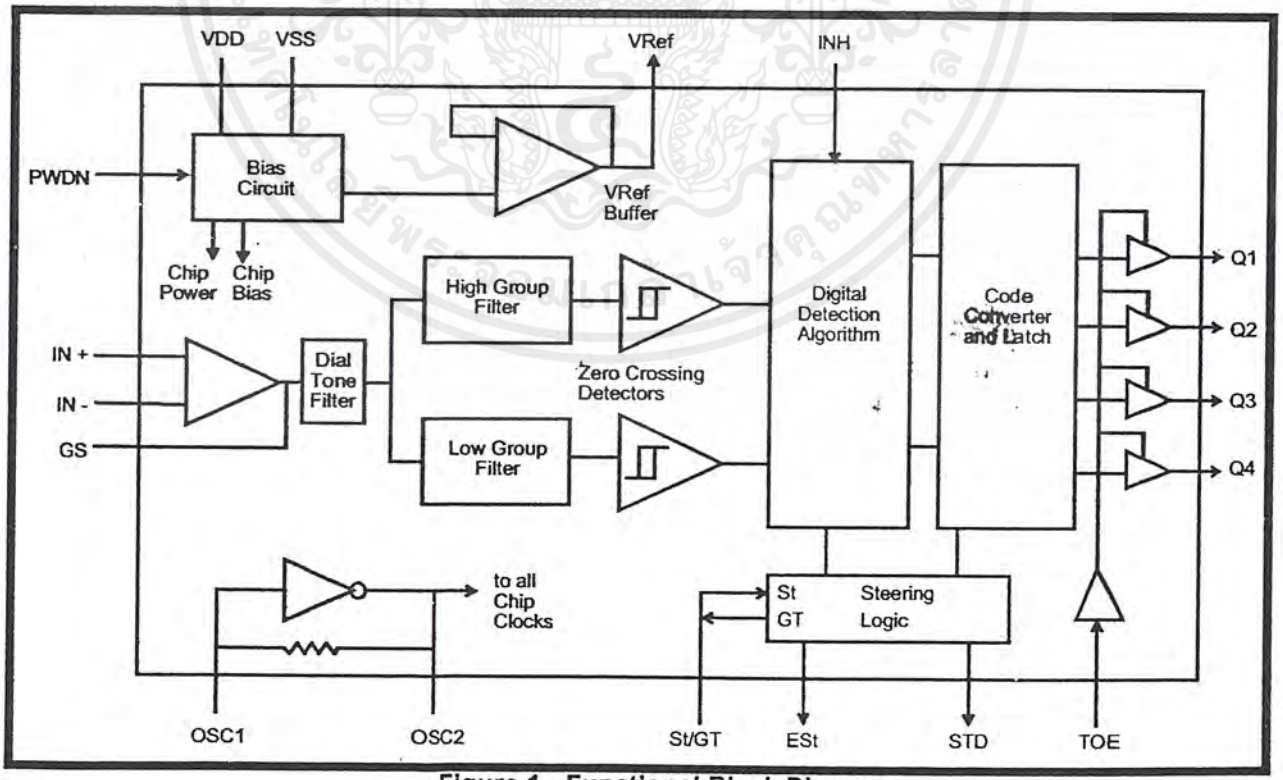


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

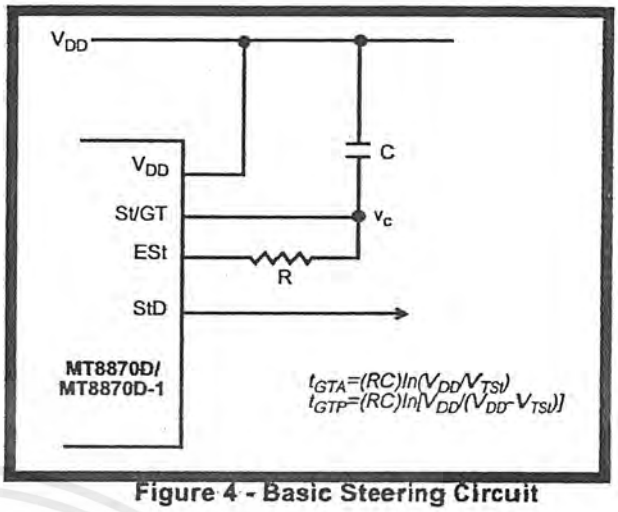


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

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

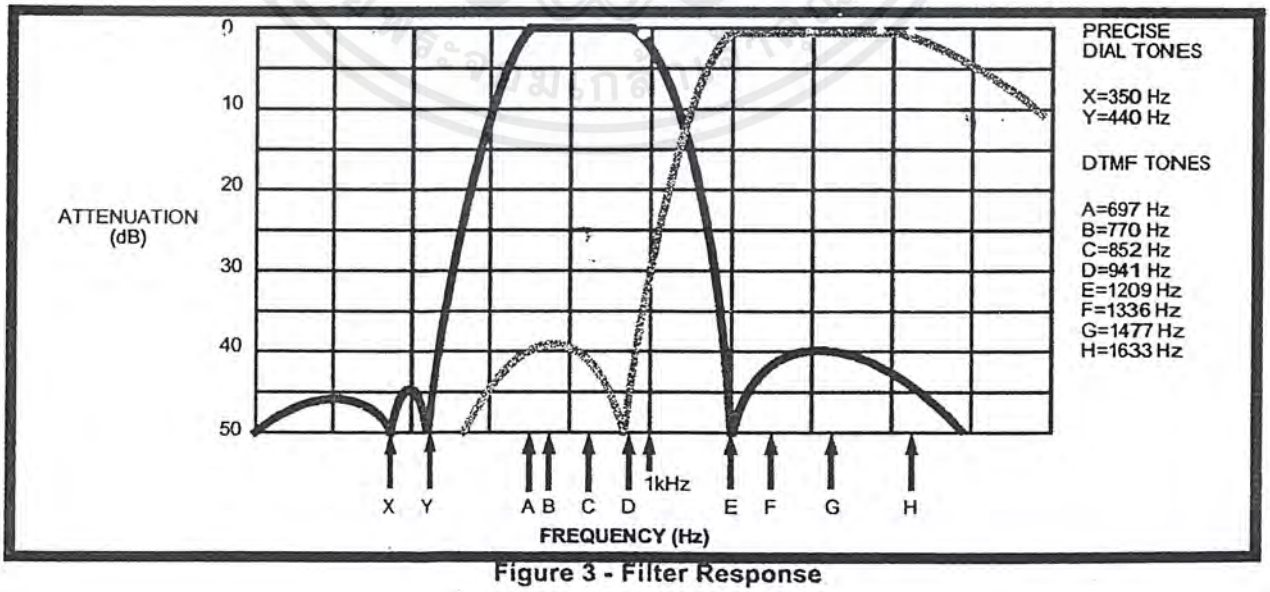


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

Crystal Oscillator

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

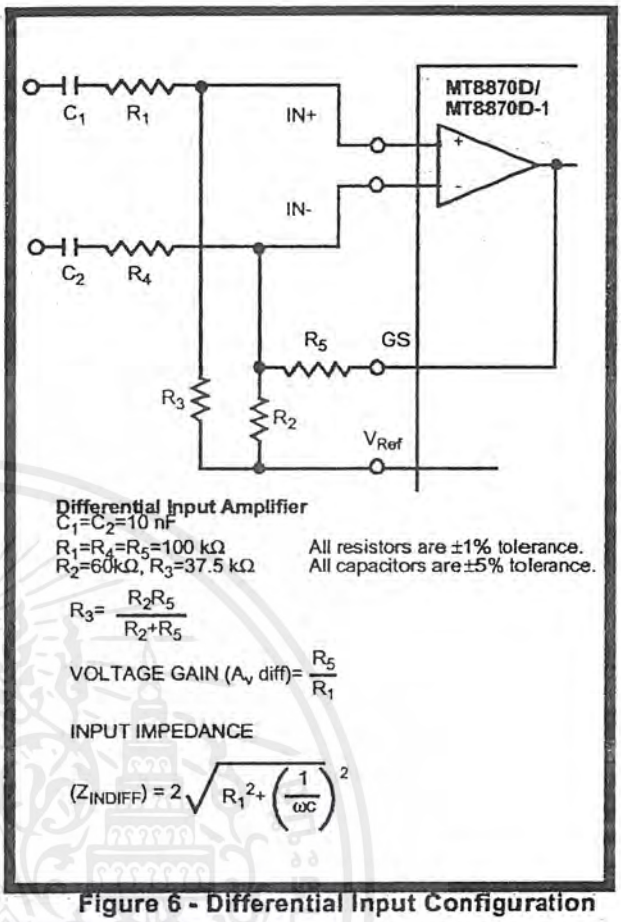


Figure 6 - Differential Input Configuration

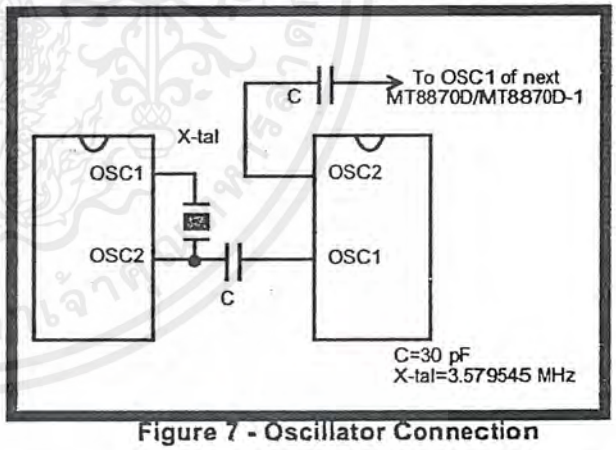


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Gain Setting Amplifier

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

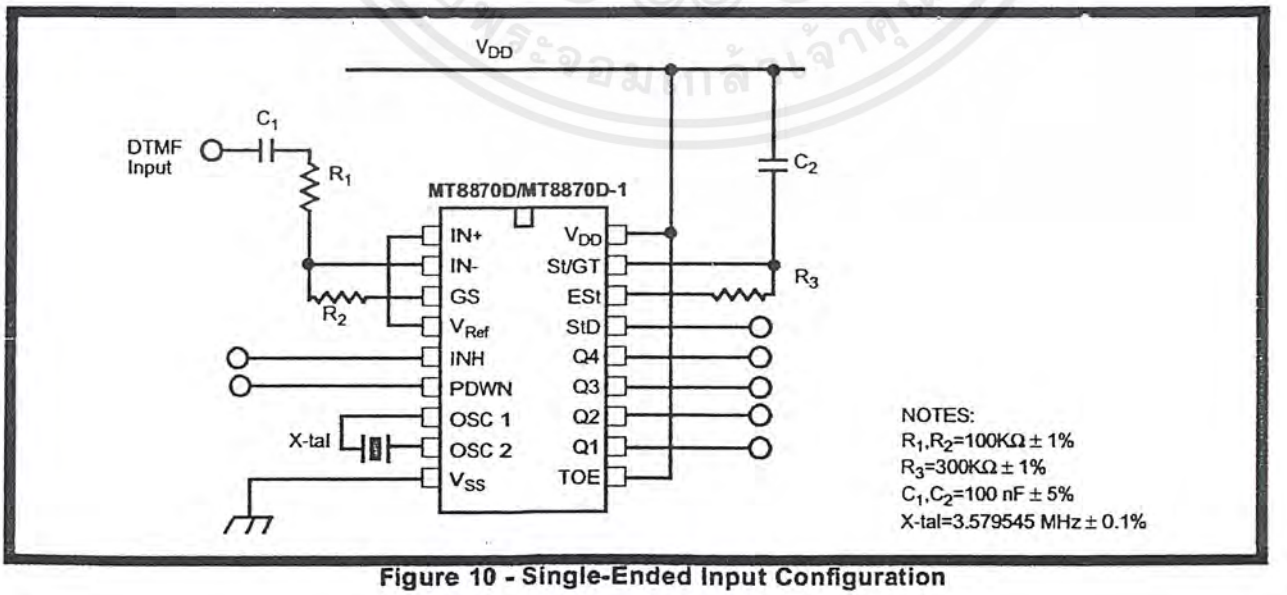


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. นิธิ ใจแก้ว เครื่องโทรศัพท์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 2537
2. วิวัฒน์ กิรานนท์ วิศวกรรมสื่อสาร อักษรสยามการพิมพ์ กรุงเทพมหานคร 2540
3. ชวเชิด กิมิเส เครื่องสอบถามข้อมูลทางโทรศัพท์อัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้