สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับไมโครคอมพิวเตอร์

Telephone-Microcomputer Interfacing System

โดย

นาย พิพัฒน์ ไพศาลสิงห์

นาย ภานุวัตร เกรียงไกรวุฒิ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิติพล ชิตสกุล

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36915
วัน, เดือน, ปี 29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับไมโครคอมพิวเตอร์

Telephone - Microcomputer Interfacing System

โดย

นาย พิพัฒน์ ไพศาลสิงห์

นาย ภานุวัตร เกรียงไกรวุฒิ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2542

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับไมโครคอมพิวเตอร์

ผู้จัดทำ

1. นาย พิพัฒน์ ไพศาลสิงห์ รหัส 39014369
2. นาย ภานุวัตร เกรียงไกรวุฒิ รหัส 39014393

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(...ดร.กิตติพล ชิตสกุล.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับไมโครคอมพิวเตอร์

Telephone-Microcomputer Interfacing System

นาย พิพัฒน์ ไพศาลสิงห์ รหัส 39014369

นาย ภานุวัตร เกรียงไกรวุฒิ รหัส 39014393

โครงงานผ่านการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(...ดร.กิติพล ชิตสกุล.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับไมโครคอมพิวเตอร์

พิพัฒน์ ไพศาลสิงห์
ภานุวัตร เกรียงไกรวุฒิ
ดร. กิติพล ชิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

โครงงานที่กล่าวถึงในปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาและออกแบบวงจรสำหรับการเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์เข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ประโยชน์จากสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในการใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์ ในเบื้องต้นศึกษาการเรียกหมายเลขผ่านไมโครคอมพิวเตอร์ใช้คีย์บอร์ดแทนแป้นหมายเลขของโทรศัพท์ในการโทรออก ซึ่งถ้าสายไม่ว่างโปรแกรมจะแสดงข้อความให้เห็นสถานะการทำงาน หรือเมื่อมีการโทรเข้ามาก็จะมีข้อความบอกว่าให้รู้และถ้าไม่มีคนรับสายในเวลาที่กำหนดจะสามารถยกหูได้เองอัตโนมัติและรับฝากข้อความจากคู่สนทนาได้ โครงงานประกอบด้วยสองส่วน ส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์บนภาษาเดลไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEPHONE - MICROCOMPUTER INTERFACING SYSTEM

Pipat Paisansing

Panuwat Kreangkraivut

Kitiphol Chitsakul (Advisor)

2nd Semester, Educational Year

1999

Abstract

The purpose of this project is to study and design of interfacing between a microcomputer and the telephone system for using the performance of present microcomputer in some automatic operations of telephone. In the first step, the phone call via keyboard is implemented with busy line status monitor. When the number is called, the system is able to play the role as an automatic answering machine. Two main parts of this system consists of the hardware and the software developed in Delphi.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
Abstract	ii
สารบัญ	iii
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์	2
2.2 วงจรในการป้องกันไฟจากสายโทรศัพท์	20
2.3 วงจรควบคุมเสียงพูดและเชื่อมต่อส่วนส่งหมายเลข	21
2.4 วงจรส่งรหัสเลขหมาย	25
บทที่ 3 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์	28
3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ SLOT มาตรฐานของ IBM PC	28
3.2 การจัดแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำและ I/O	30
บทที่ 4 เดลไฟสำหรับการติดต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	38
บทที่ 5 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์	41
5.1 ส่วนควบคุมการติดต่อทางโทรศัพท์	41
5.2 ส่วนการถอดรหัส DTMF (DTMF Decoder)	44
5.3 ส่วนของการควบคุม (8255 I/O Port)	46
5.4 ส่วนวงจรส่งสัญญาณหมายเลข (Dialer)	49
5.5 ส่วนวงจรเสียงพูด (Speech network)	50
บทที่ 6 การทดสอบและผลการทดสอบ	51
6.1 ทดลองส่วนเครื่องโทรศัพท์	51
6.2 ทดลองพร้อมโปรแกรมการทำงาน	51
บทที่ 7 บทสรุป	53
ภาคผนวก	54
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และเชื่อมต่อกับชุมสาย	2
2.2	แสดงฮุกสวิท	3
2.3	บล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์	6
2.4 (ก)	แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลส์อย่างง่าย	7
2.4 (ข)	แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนเลข "4"	8
2.5	แป้นหมายเลขและค่าความถี่ต่าง ๆ	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	แสดงการป้องกันแรงดันค่าสูง ๆ และการกลับขั้ว	20
2.16	แสดงบล็อกไดอะแกรม MC34014	22
2.17	แสดงวงจรทดสอบ MC34014	24
2.18	แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซี MC145412	25
2.19	แสดงขาต่าง ๆ ของไอซี MC145412	25
3.1	การใช้งานแอดเดรสบิทต่างๆ ในการอ้างแอดเดรสของพอร์ตใน IBM/PC	32
3.2	การใช้งานแอดเดรสของพอร์ตบน IBM/PC	33
3.3	การใช้งานแอดเดรสต่างๆ สำหรับพอร์ต I/O ของ IBM/PC	33
3.4	การใช้งานแอดเดรสสำหรับพอร์ต I/O บนการ์ดต่างๆ	34
3.5	ตัวอย่างวงจรดีโค้ดแอดเดรสแบบฟิกซ์	35
5.1	แสดงวงจรตรวจจับการยกหู	42
5.2	วงจรตรวจสัญญาณกริ่งโทรศัพท์	43
5.3	แสดงวงจรตรวจสัญญาณ Dial Tone	44

ลิขสิทธิ์เป็นของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 แสดงรายระเอียดขาของ MT8870 45
5.5 แสดงวงจรตรวจสัญญาณ DTMF 45
5.6 แสดงผังโครงสร้างของไอซี 8255 46
5.7 แสดงผังวงจรภายในและจัดขาของไอซี 8255 47
5.8 การต่อ 8255 กับ ISA 48
5.9 แสดงวงจรสร้างสัญญาณความถี่ดีทีเอ็มเอฟ 49
5.10 แสดงวงจรโทรศัพท์ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารต่าง ๆ มีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมากและมีส่วนสำคัญในการดำรงชีวิตของคนเราทุกวันนี้ โทรศัพท์จัดเป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องด้วยความสะดวกและรวดเร็ว ประกอบกับปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีส่วนร่วมในชีวิตประจำวันของคนมากขึ้นทุกวันไม่ว่าจะเป็นที่สำนักงานหรือภายในที่อยู่อาศัย ดังนั้นจึงมีความคิดว่าน่าจะใช้ประโยชน์มากขึ้นจากอุปกรณ์ทั้งสองชนิด หากนำมาใช้งานร่วมกัน ทำให้เกิดโครงงานระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมา

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้ต้องการนำสมรรถนะของไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมาใช้กับระบบโทรศัพท์โดยไม่ไปรบกวนการทำงานของระบบเดิมที่ใช้งานปกติ จึงจำเป็นต้องมีวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์กับคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของการ์ดอินเตอร์เฟส ซึ่งจะทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของโทรศัพท์ โดยในการศึกษาเบื้องต้นจะพัฒนาในส่วนฮาร์ดแวร์ของการอินเตอร์เฟส และซอฟต์แวร์ควบคุมการโทรออกโดยใช้คีบอร์ดของคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์สามารถตรวจสอบสัญญาณโทรออกว่าสายว่างหรือไม่ได้ และเมื่อมีสัญญาณโทรเข้ามาซึ่งจะสามารถเป็นเครื่องตอบรับอัตโนมัติเมื่อไม่มีผู้รับสายและรับฝากข้อความจากคู่สนทนาได้

1.2 โครงร่างของปริญญานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการรายงานผลจากการศึกษาและทดลองตลอดสองภาคการศึกษาเพื่อออกแบบสร้างระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมา ตามแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเนื้อหานั้นจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ แยกเป็นบท ๆ ไปดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมา ของโครงงาน

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ในโครงงานนี้

บทที่ 3 กล่าวถึง ระบบไมโครคอมพิวเตอร์

บทที่ 4 กล่าวถึง เดลไฟสำหรับการติดต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 5 กล่าวถึง การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์ของส่วนอินเตอร์เฟส

บทที่ 6 การทดสอบและผลการทดสอบสมรรถนะของระบบที่ได้สร้างขึ้นมา

บทที่ 7 เป็นการสรุปงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

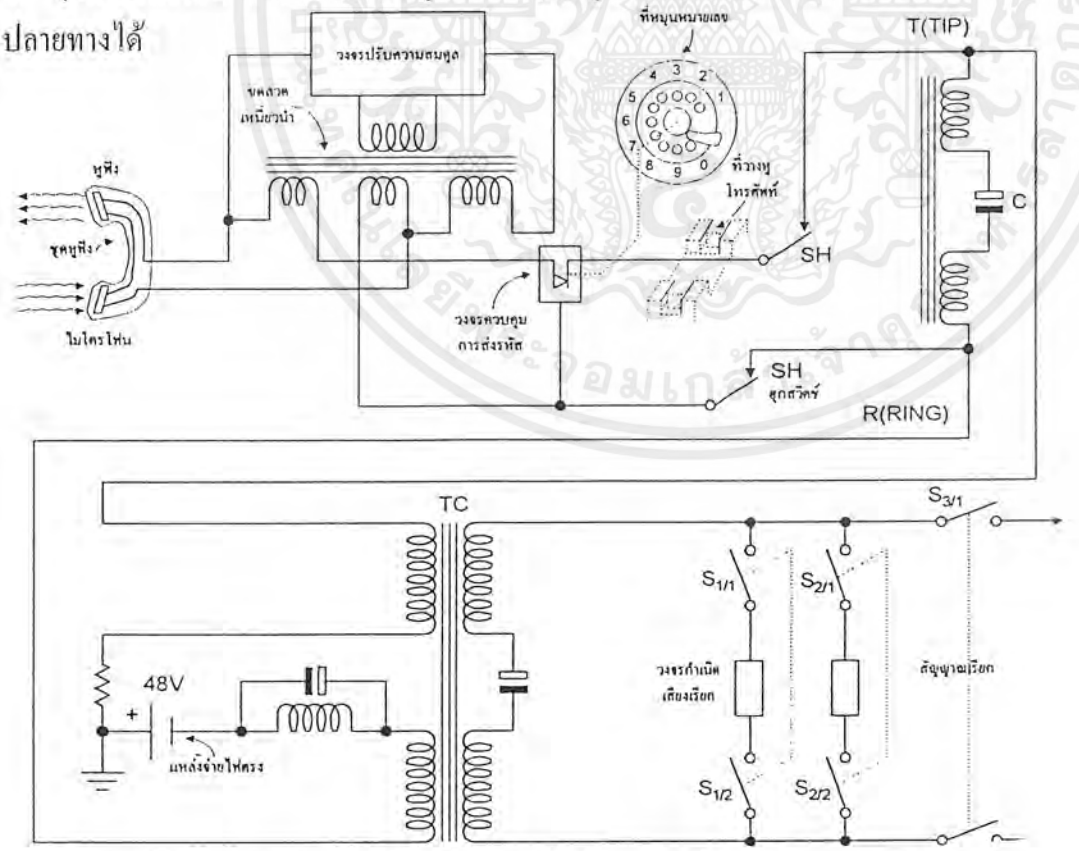
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์

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

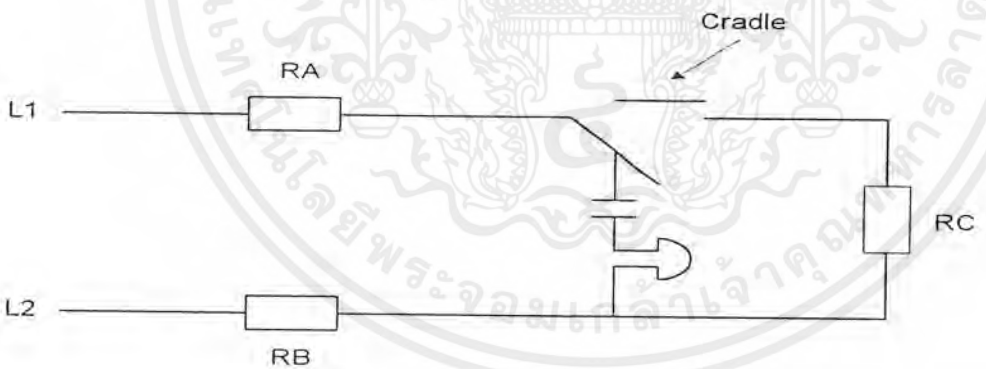
1. การเตรียมพร้อม (Alerting)
2. การส่งที่อยู่ของข่าวสาร (Transmitting address information)
3. การตรวจตรา (Supervising)
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting information signaling)

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

รูป ที่ 2.2 แสดง ฮุกสวิท

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัญญาณที่ส่งจากชุมสายไปยังเครื่องรับ

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

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

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

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

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

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

3.2 ส่งสัญญาณคิดเงิน

3.3 ตัดวงจรจับเวลาการใช้อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เครื่องรับโทรศัพท์

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

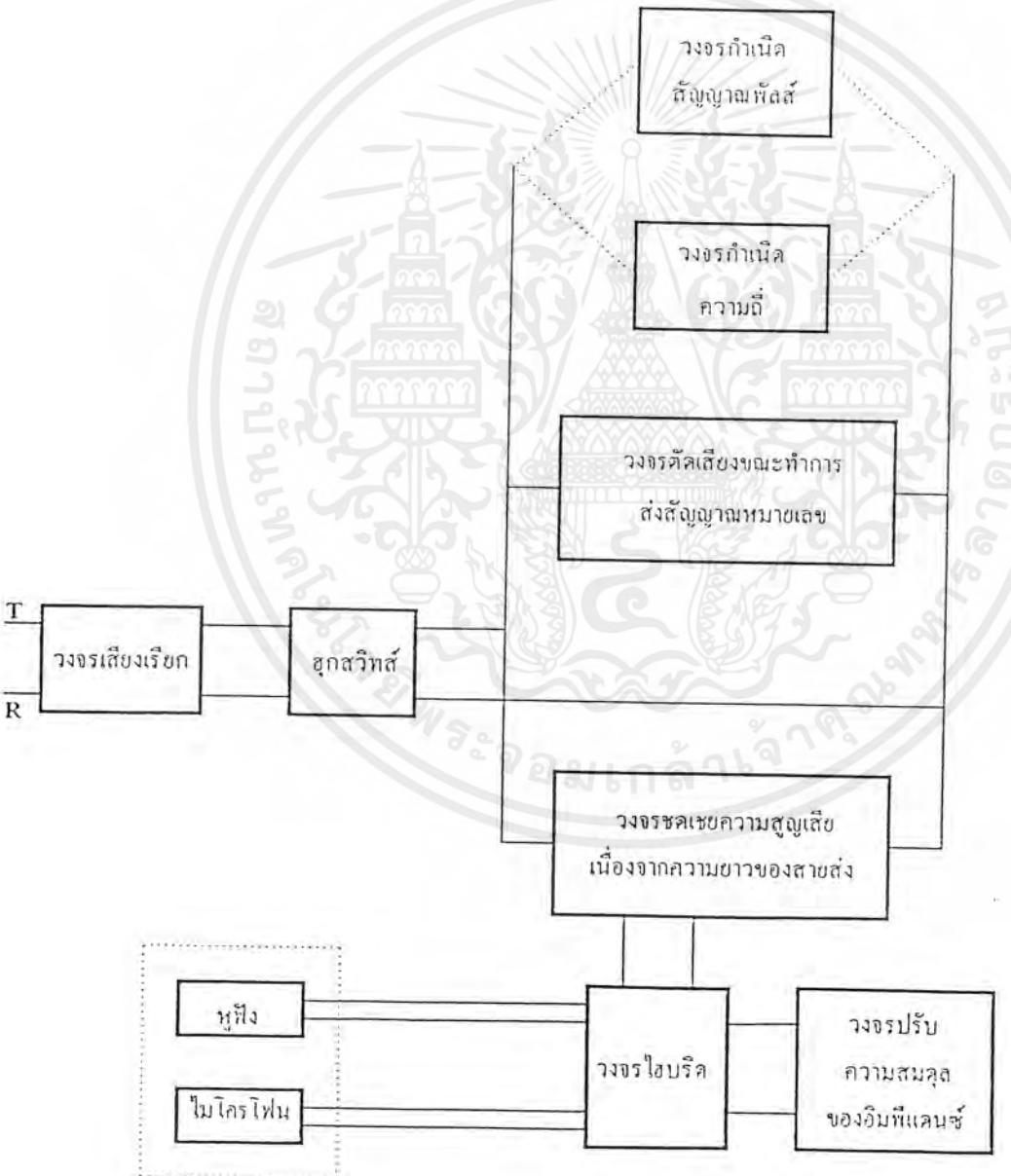
1. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น (Local – Exchange), (Hook off)
2. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ Code ที่ใช้แทนเลขหมายผู้ถูกเรียก (B Subscriber)
3. ทำหน้าที่รับเสียงโทน (Tone) ที่ต้องรับจากชุมสาย ตลอดจนสัญญาณเรียก (Ringing Tone)
4. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณยกเลิกการติดต่อเรียกไปยังชุมสาย (Hook on)

รายละเอียดของวงจรหมุนหมายเลขทั้งแบบปุ่มกดและแบบแป้นหมุนนั้น จะได้กล่าวถึงทั้งวงจรพื้นฐานและวงจรที่ได้รับการพัฒนาแล้วรวมทั้งการเปรียบเทียบข้อดีและ
ข้อเสียของระบบการส่งหมายเลขทั้ง 2 ระบบด้วยดังนี้

เริ่มด้วยจากชุมสายโทรศัพท์จะมีสายสัญญาณ 2 สายเชื่อมต่อมาที่เครื่องรับโทรศัพท์ของเราคือ สาย T (tip) และสาย R (ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องรับโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุดมสายก็คือวงจรกำเนิดเสียงเรียก (ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากู้อื่นเหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงก็คือเมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ ฮุกสวิทช์ (switch hook) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังฮุกสวิทช์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากฮุกสวิทช์ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ จะทำหน้าที่ส่งเลขหมายไปให้ชุมสายโทรศัพท์แบบพัลส์ และวงจรกำเนิดความถี่จะทำหน้าที่ส่งเลขหมาย ไปให้ชุมสายโทรศัพท์ความถี่ผสม ที่เรียกว่า DTMF (Dial Tone Multi Frequency) เมื่อชุมสายโทรศัพท์ได้รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกปลายทางแล้ว จะดำเนินการจัดหาเส้นทางเชื่อมต่อเครื่องรับโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกปลายทางให้ จากนั้นก็จะส่งสัญญาณให้ผู้เรียกได้รับรู้ (ring back tone) และส่งสัญญาณเรียก (ringing) ไปให้ผู้ถูกเรียกปลายทาง วงจรตัดเสียงขณะทำการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณหมายเลขจะทำหน้าที่ตัดวงจรภาคเสียงพูด (speed part) ออกในขณะที่เครื่องรับโทรศัพท์กำลังส่งหมายเลขโทรศัพท์วงจรชดเชยความสูญเสียเนื่องจากความยาวของงสายส่ง จะทำหน้าที่ชดเชยสัญญาณที่สูญเสียไปเนื่องจากเครื่องรับโทรศัพท์และชุมสายโทรศัพท์อยู่ห่างไกลกันมาก ส่วนวงจรไฮบริด (Hybrid)จะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรเสียงพูดประกอบไปด้วย ไมโครโฟน และหูฟัง วงจรปรับความสมดุลย์ของอิมพีแดนซ์ (Balance line) จะทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับโทรศัพท์ให้สมดุลย์กับคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งโดยปกติจะมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม



รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

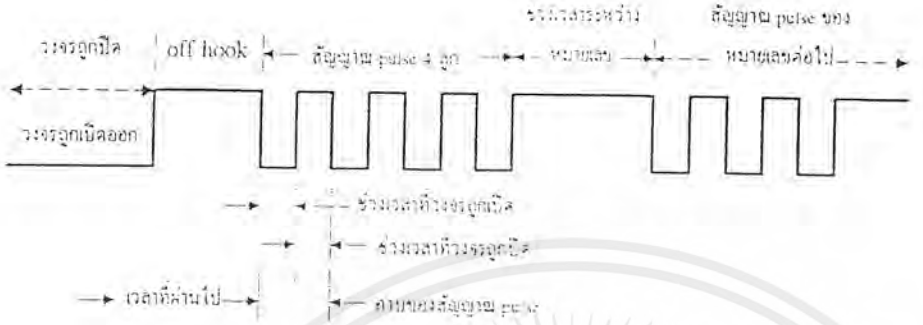
เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นกสวิทช์ก็จะปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียงกันกระแสค่าเดียวกันนี้ก็จะไหลผ่านวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ที่ชุมสายด้วย เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะทำการติดต่อกันเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุน (dial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

ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข (rotating-type)

ในรูปที่ 2.4 (ก) ก็จะเป็นวงจรที่ใช้การหมุนหมายเลขโทศัพท์ในแบบหมุน จะเห็นว่าสวิตช์ S3 จะเปิดวงจรออก เมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ ก็จะไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าไปในวงจรส่วนที่อยู่ถัดไป จึงเหมือนกับว่าเป็นการขัดจังหวะ (interruption) การไหลของกระแสสำหรับจำนวนครั้งที่สวิตช์ S3 ถูกเปิดออกจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของแป้นหมุน (dialer) ที่ถูกหมุนไปกับตำแหน่งปกติ ในขณะที่ไม่มีการหมุนหมายเลขใด ๆ เป็นต้นว่า ถ้าหมุนหมายเลข 4 สวิตช์ S3 จะถูกทำให้เปิดออก 4 ครั้ง หรือว่า หมุนหมายเลข 7 สวิตช์ S3 จะถูกเปิดออก 7 ครั้ง ซึ่งสวิตช์ 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

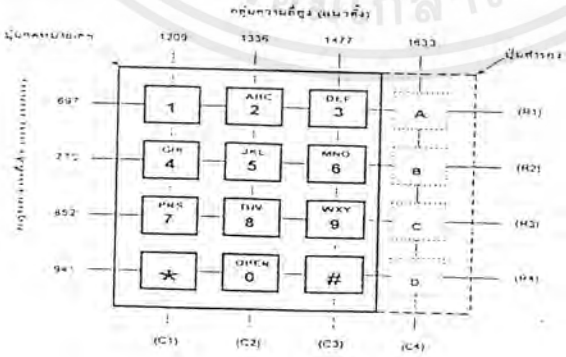
ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

ปกติในสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องรับโทรศัพท์จะมีค่าความต้านทาน 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)

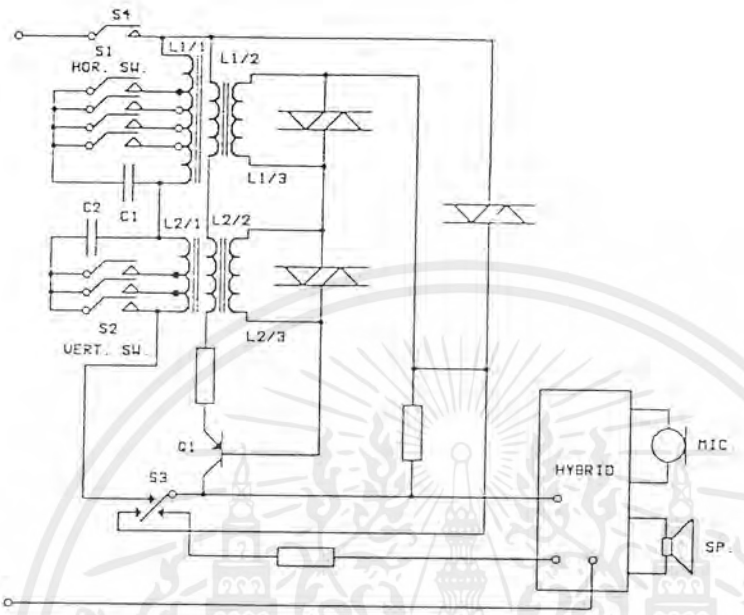
เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะพบได้มากกว่าระบบการส่งแบบ pulse ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไปเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งมีค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน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

สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ที่สร้างความถี่เหล่านี้ขึ้นมาก็คือ วงจรในรูปที่ 2.6 ซึ่งเป็นวงจรที่ยังคงใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาต่อรวมกันเป็นวงจรอยู่ ซึ่งปัจจุบันจะมีการใช้อุปกรณ์ที่ถูกผลิตในรูปไอซีสำเร็จรูปมาใช้งานมากกว่า



รูปที่ 2.5 แป้นหมายเลขและค่าความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แบบแยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF

การทำงานของวงจรจะเริ่มจากสวิตช์ S1 (สวิตช์ในแนวนอน) S2 (สวิตช์ในแนวตั้ง) และ S3 จะถูกเปิดวงจรอยู่ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นกระแสจากชุมสายโทรศัพท์จะผ่าน S4, L1/1 และ L2/1 ทรานซิสเตอร์ Q1 จะไม่นำกระแส เมื่อมีการกดหมายเลขสวิตช์ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบ DTMF กับ Pulse

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

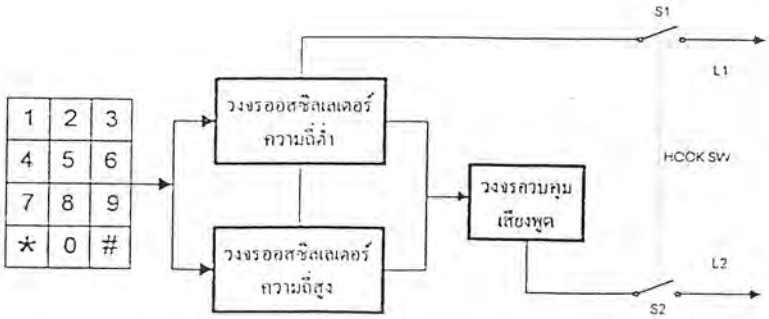
ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้อุปกรณ์โซลิดสเตตได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความประหยัด และสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสายโทรศัพท์
- สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

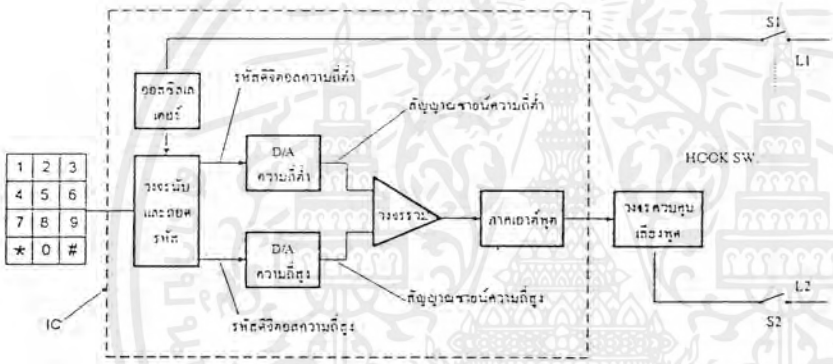
การส่งหมายเลขโดยการใช้ไอซีสำเร็จรูป

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

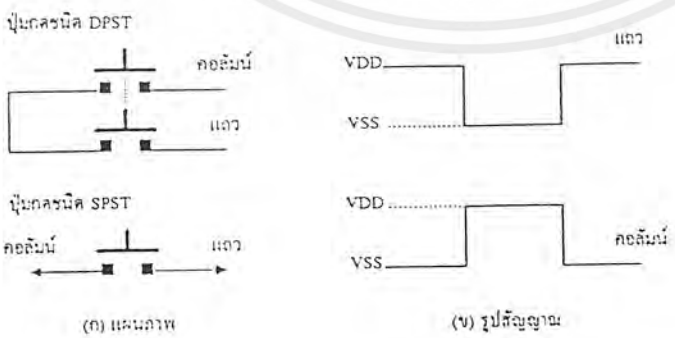


(ก) วงจรแบบแรก



(ข) วงจรที่ถูกพัฒนาในรูปของ IC สำเร็จรูป

รูปที่ 2.7 บล็อกไดอะแกรมของระบบ DTMF



รูปที่ 2.8 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

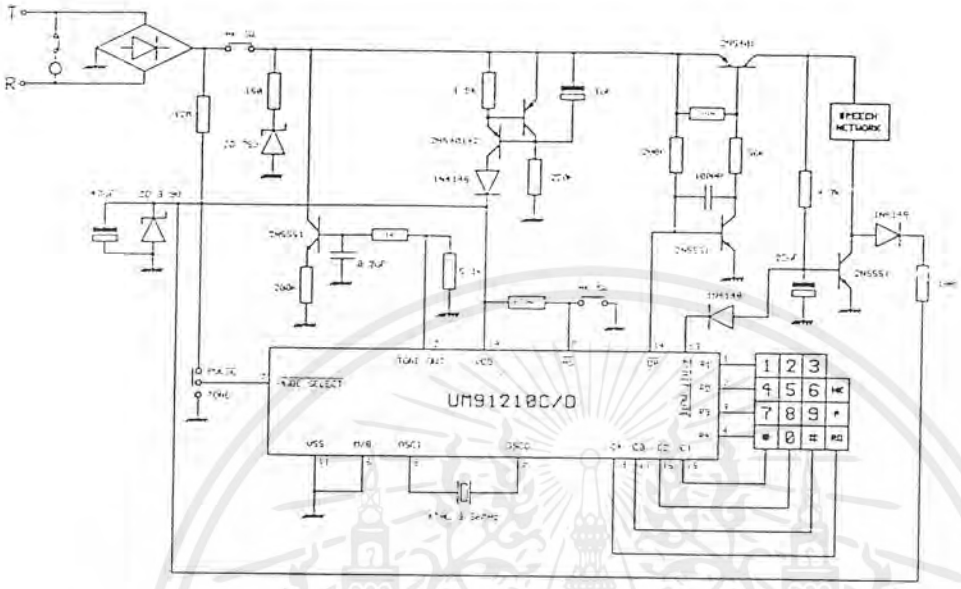
บล็อกไดอะแกรมของไอซีสำเร็จที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF ซึ่งวงจรภายในจะประกอบด้วย วงจรนับและถอดรหัส (counter and decoder) ซึ่งวงจรถอดรหัสก็จะแยกแยะว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งจะต้องตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวแถวและแนวคอลัมน์ เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวแถวและแนวคอลัมน์ไปหารจากค่าความถี่หลักสัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิตอล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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

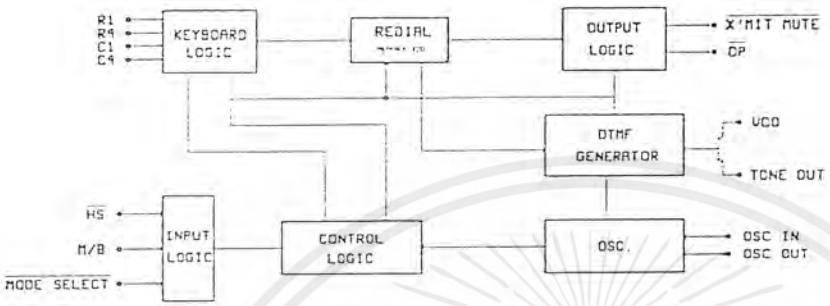


รูปที่ 2.9 วงจรที่สามารถทำงานได้ทั้งในโหมดการทำงานแบบ Pulse และ DTMF

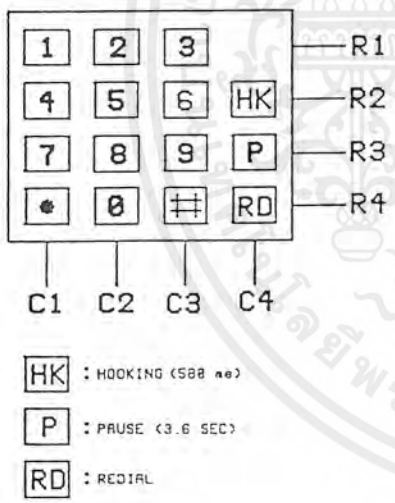
วงจรสร้างสัญญาณเรียก (Electronic ringer)

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)

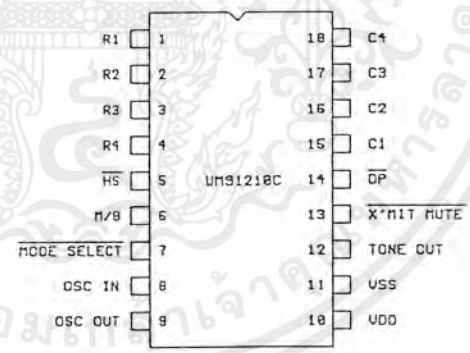
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Block Diagram



Arrangement of Keyboard



PIN CONFIGURATION

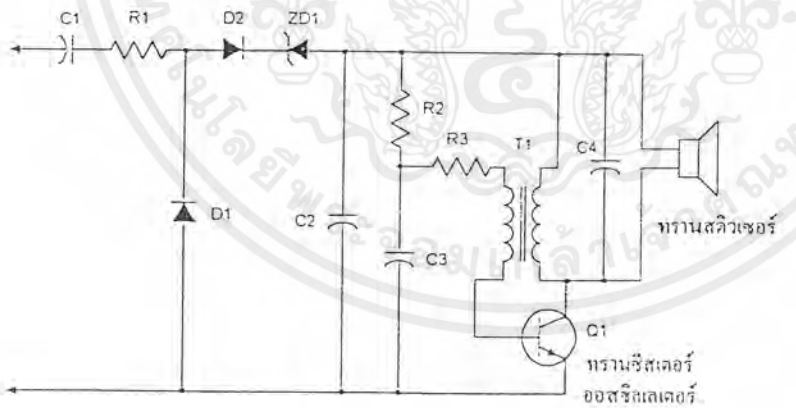
รูปที่ 2.10 โครงสร้างของไอซีเบอร์ UM 91210

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

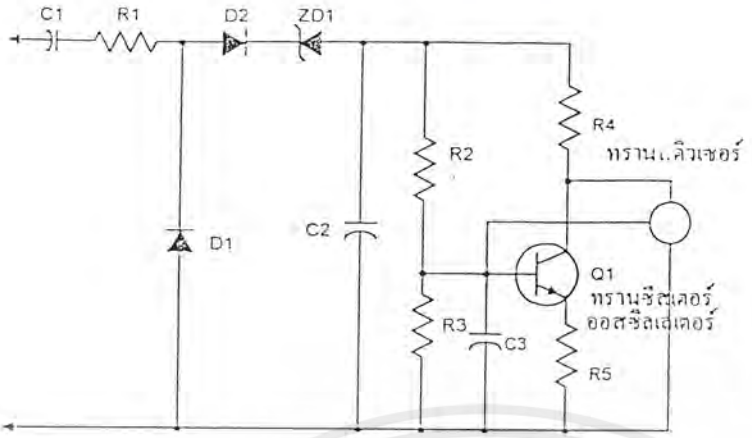
สำหรับ C2 ทำหน้าที่กรองสัญญาณที่ผ่าน D2 มาให้เรียบและป้องกันสัญญาณทรานเซียนต์ที่จะเข้าไปยังวงจรส่วนหลังได้ ซีเนอร์ไดโอด ZD1 จะเป็นตัวกำหนดระดับของสัญญาณ (threshold voltage) ที่จะสามารถผ่านไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์ได้



(ก) ทรานสดิวเซอร์ที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

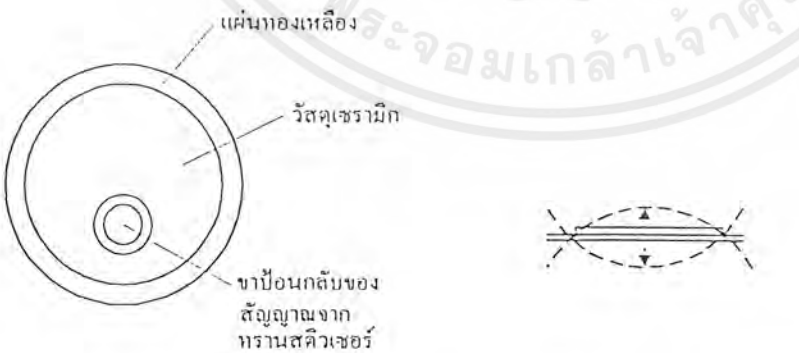
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



(ข) เปียซโซทรานสดิวเซอร์

รูปที่ 2.11 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว

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



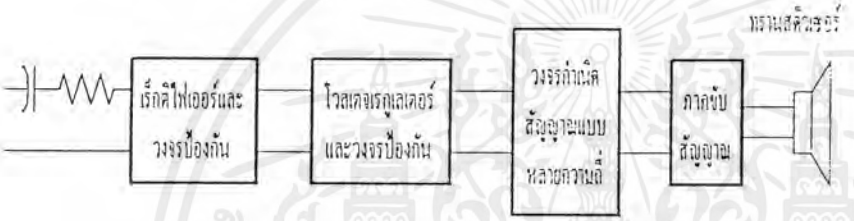
(ก) โครงสร้าง (ข) การผลิตเสียงของทรานสดิวเซอร์

รูปที่ 2.12 เปียซโซทรานสดิวเซอร์

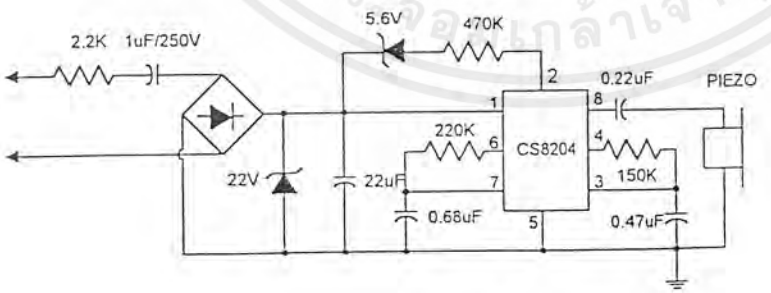
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36915

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

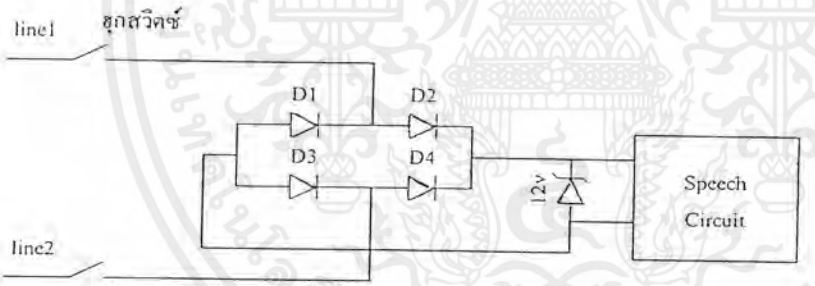
2.2 วงจรในการป้องกันไฟจากสายโทรศัพท์ (Protection Circuit)

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

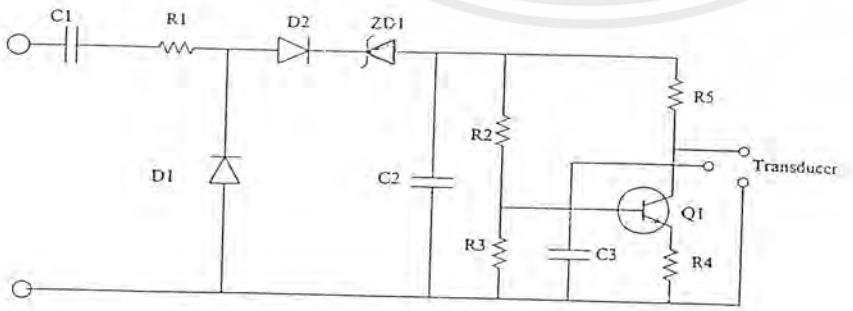
(back to back)

ในการทำงานของวงจรโทรศัพท์ทั่วไป หากมีการกลับขั้วของสัญญาณอินพุทที่เป็นไฟตรงจะก่อให้วงจรทำงานผิดพลาดได้ จึงมีการใช้วงจรไดโอดบริดจ์เร็กติไฟร์เข้ามาช่วยในการทำให้สัญญาณไปตรงมาขั้วเดิมตลอดเวลา

วงจรบริดจ์เร็กติไฟร์นั้นสามารถสร้างได้โดยการใช้ไดโอด 4 ตัวต่อกันตามรูปล่าง เนื่องจากซิลิคอนไดโอดสามารถทนต่อแรงดันสูง ๆ ได้ดี จึงใช้ซีเนอร์ไดโอดป้องกันเฉพาะวงจรเสียงพูดเท่านั้น



(ก) สำหรับไลน์ที่มีแรงดัน 5 โวลท์หรือมากกว่า



(ข) สำหรับไลน์ที่มีแรงดันต่ำกว่า 5 โวลท์

รูป ที่ 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 ทำให้แรงดันไฟเลี้ยงลดลงไป 0.5 โวลต์ ซึ่งแรงดันที่ตกลงไปนี้ คือแรงดันที่ตกคร่อมขาคอลแลคเตอร์ – อิมิตเตอร์ ของทรานซิสเตอร์ การใช้งานวงจรบริดจ์เร็กติไฟร์แบบแรงดันต่ำนี้ไม่มีผลต่อย่านความถี่ของสัญญาณเสียงแต่ประการใดและยังสามารถใช้ได้กับแรงดันอินพุทสูงสุดประมาณ 14 โวลต์ แต่จะมีปัญหาเกี่ยวกับ สัญญาณทรานเซียนส์ค่าสูง ๆ จึงได้มีการใส่ซีเนอร์ไดโอดไว้ที่อินพุทของวงจรบริดจ์เร็กติไฟร์แรงดันต่ำเลย และใช้ซีเนอร์ไดโอด 2 ตัวใส่ไว้ป้องกันการกลับขั้ว

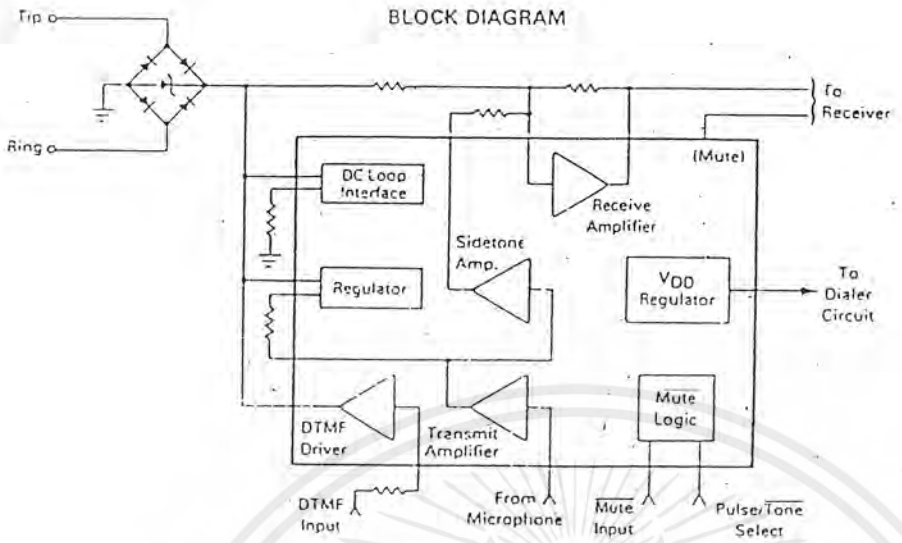
2.3 วงจรควบคุมเสียงพูดและเชื่อมต่อส่วนส่งหมายเลข

MC34014 คือ ไอซีที่ใช้ควบคุมเสียงพูดในโทรศัพท์ รวมถึงสามารถปรับแต่งสัญญาณด้านส่ง ด้านรับ และไซด์โทน (sidetone คือ การที่เสียงพูดของผู้พูดสามารถได้ยินในส่วนของหูฟัง เพื่อให้ทราบว่าเราควรจะพูดดังค่อยขนาดไหนในการติดต่อกัน) โดยภายในประกอบด้วย วงจรเชื่อมต่อลูปไฟตรง, เชื่อมต่อส่วนส่งหมายเลขแบบ โทน, และ ให้แรงดันคงที่สำหรับ ส่วนส่งหมายเลขแบบพัลส์หรือ โทน รวมทั้งวงจร สมดุล(equalization) โดยสามารถปรับการขยาย สำหรับสายที่มีความยาวต่าง ๆ

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 2.16 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 โดยสัญญาณจากไมโครโฟนเป็นสัญญาณอินพุทผ่านตัวเก็บประจุ C5 เข้าไปยัง ขาTXI
- TXO (ขา 3) : เป็นสัญญาณออกจากตัวขยายสัญญาณภายใน โดยกระแสสัญญาณสลับจาก ขาTXO ไหลผ่านตัวต้านทาน R9 และผ่าน VR series ผ่านทรานซิสเตอร์ภายในไปขับ ให้ส่วน line V+ โดยการเพิ่ม ค่า R9 จะไปลดสัญญาณที่ V- โดยเอาท์พุทคือ 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

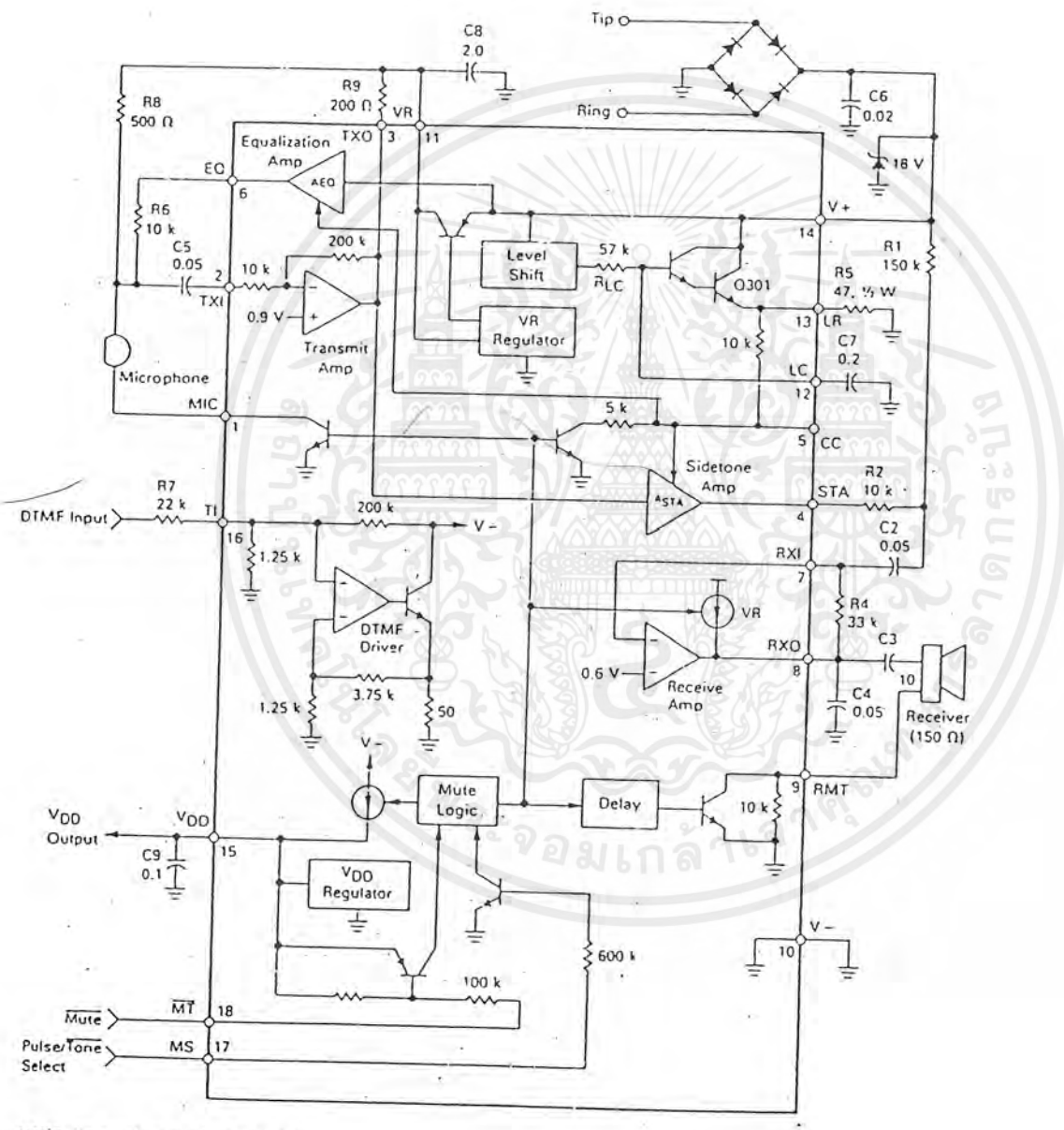
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RXO (ขา 8) : เป็นสัญญาณเอาท์พุทของ receive amplifier โดยขา RXO ถูกไบอัสจาก แหล่งจ่ายกระแส 2.5 มิลลิแอมป์ มีการป้อนกลับที่ 0.65 โวลท์ การเพิ่มค่า R4 (ระหว่าง RXO และ RXI) จะไปเพิ่มอัตราขยายของ receive amp. และขณะส่งสัญญาณหมายเลขจะทำให้ แหล่งจ่ายกระแสถูกลดลงจาก 2.5 มิลลิแอมป์ เหลือ 0.5 มิลลิแอมป์
- RMT (ขา 9) : เป็นขา receive mute ขณะส่งสัญญาณหมายเลข ตัวทรานซิสเตอร์ภายใน จะอยู่ในสถานะออฟ โดยมีตัวต้านทาน 10 กิโลโอห์มต่ออนุกรมรับ ลำโพงอยู่
- V- (ขา 10) : จะใช้ไฟลบจ่ายเข้าที่ขานี้
- VR (ขา 11) : เป็นเอาท์พุทของเรกกูเรเตอร์ที่ 1.2 โวลท์ โดยจะส่งไปไบอัส ไมโครโฟนและวงจรควบคุมเสียงพูด
- LC (ขา 12) : มีหน้าที่เป็น ดีซี โหลด คาพาซิเตอร์ โดยตัวต้านทาน C7 ภายนอกกับตัว ต้านทานภายในเป็น ตัวกรองแบบโลวพาส ระหว่าง V+ และ LR จะป้อง กัน สัญญาณเอซี จากการเป็นโหลดโดย ตัวต้านทานดีซีโหลด R5 ซึ่งเมื่อ มีแรงจาก LC ไป V- จะไปปิดกระแส ดีซีโหลด และจะไปเพิ่ม โวลเทจ ให้ V+
- LR (ขา 13) : มีหน้าที่เป็น ดีซี โหลด รีซิสเตอร์ โดย ตัวต้านทาน R5 จาก LR ไป V- เป็นค่า ต้านทานไฟตรงของโทรศัพท์ และเป็นการกระจายกำลังไปจาก ชิพ โดย ขา LR ถูกไบอัส 2.8 โวลท์
- V+ (ขา 14) : เป็นขารับซัพพลายไฟบวก จากสาย ทิปและริง ผ่านวงจรบริดจ์โดยทุก ส่วนของ MC34014 รับไฟเลี้ยงจากขา V+นี้
- VDD (ขา 15) : เป็นเอาท์พุทของ VDD เรกกูเลเทอร์ ที่อยู่ภายในตัวไอซี
- TI (ขา 16) : เป็นขาโทนอินพุท โดยสัญญาณ DTMF จากวงจรส่งสัญญาณหมายเลข ถูกส่งเข้ามาทางขานี้ผ่านตัวต้านทานภายนอก R7 กระแสที่ TI จะถูกขยายไปขับที่ V- ซึ่งการเพิ่มค่า R7 จะไปลดระดับสัญญาณ DTMF เอาท์พุท โดยค่าอินพุทอิมพิ แดนซ์ที่ TI โดยทั่วไปมีค่า 1.25 กิโลโอห์ม
- MS (ขา 17) : เป็นขาเลือกโหมด โดยขานี้จะต่อผ่าน ตัวต้านทานภายในค่า 600 กิโลโอห์มส่งไป ไบอัสขาเบสของทรานซิสเตอร์ NPN โดยค่าลอจิก "1" (> 2 โวลท์) เลือกให้เป็น พัลส์โหมด และลอจิก "0" (< 0.3 โวลท์) เลือกให้เป็นโทนโหมด
- $\overline{\text{MT}}$ (ขา 18) : เป็นขาอินพุทมิวท์ โดยขานี้จะต่อผ่านตัวต้านทานภายใน 100 กิโลโอห์มและเข้าไป ไบอัสขาเบสของทรานซิสเตอร์ PNP กับขาอิมิตเตอร์ ที่ VDD โดย ลอจิก "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(< 0.1 โวลท์) จะไปหยุดการทำงานของทั้งแบบพัลส์โหมด หรือ โทนโหมด และลอจิก "1"(> VDD – 0.3 โวลท์) ไปทำให้ MC34014 เข้าสู่ สปีชโหมด

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT



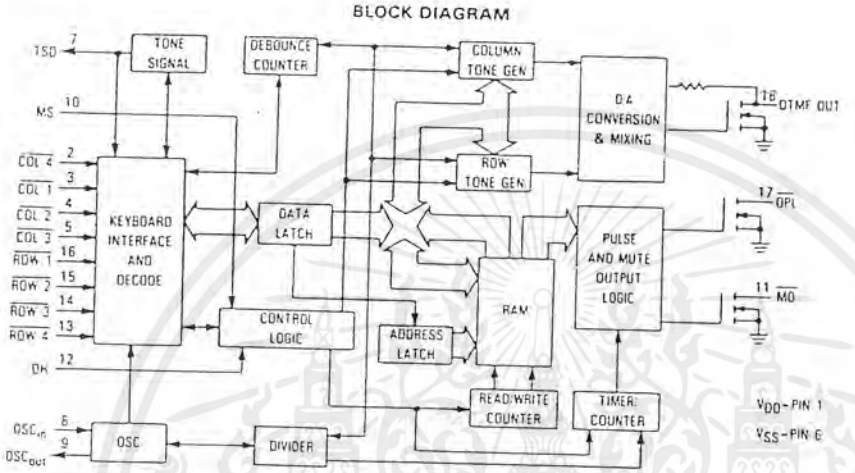
NOTE: Pin numbers are for 18 pin DIP.

รูปที่ 2.17 แสดงวงจรทดสอบ MC34014

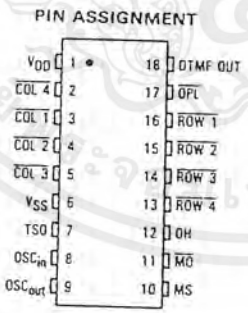
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วงจรส่งรหัสเลขหมาย

ในโครงงานนี้ ได้นำเอาไอซีเบอร์ MC145412 มาใช้เป็นวงจรส่งรหัสเลขหมาย มีบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซี MC145412



รูปที่ 2.19 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- VDD , Vss (ขา 1 และ ขา 6) : แหล่งจ่ายแรงดัน (POWER SUPPLY)

กระแสไฟตรงจะถูกป้อนเข้ามายัง 2 ขานี้ โดยที่ขา 1 จะเป็นค่าบวก มีค่าตั้งแต่ 1.7-5.5 โวลต์ ส่วนขา 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

ตาราง 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

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 และจะแลตช์ไปใช้ในขณะเปลี่ยนจาก 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) เป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับการแลตช์แอดเดรสของระบบ สัญญาณนี้จะมาจาก 82288 ตัวควบคุมบัสสัญญาณที่จะฝั่งแลตช์แอดเดรสเมื่อเปลี่ยนจาก 1 กับ 0 และ สัญญาณนี้จะได้รับการทำให้เป็น 1 ขณะที่กำลังทำ ดีเอ็มเอ

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

I/O CHRDY (อินพุท) สัญญาณนี้จะได้รับการทำให้เป็น 0 ด้วยหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุทเอท์พุท 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

ตาราง ที่ 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

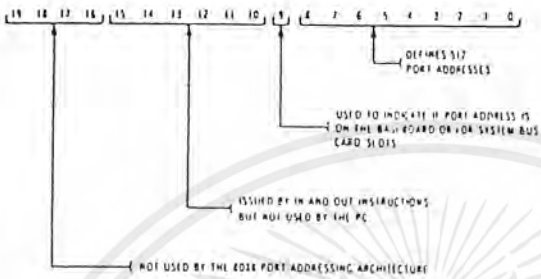
เนื่องจากใน IBM/PC ได้ใช้งานเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้น ดังนั้นจึงสามารถที่จะอ้าง แอดเดรสของพอร์ตได้สูงสุดเพียง 1024 เท่านั้น นอกจากนี้ในกรณีที่เป็นการอ่านข้อมูลจากพอร์ตของ IBM/PC ข้อมูลที่ A9 เป็น 0 แล้ว เราจะทำการอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ตของอุปกรณ์หรือชิพพอร์ตต่างๆ ที่อยู่บนแมนบอร์ด ของ IBM/PC เช่น 8253-5,8237-5,8259A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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่3.1 จะแสดงการใช้งานแอดเดรสบิทต่างๆ ในการอ้างแอดเดรสของพอร์ตใน IBM/PC



รูปที่ 3.1 การใช้งานแอดเดรสบิทต่างๆ ในการอ้างแอดเดรสของพอร์ตใน IBM/PC

3.2.1.2 การใช้งานแอดเดรสในพอร์ต I/O ของ IBM/PC

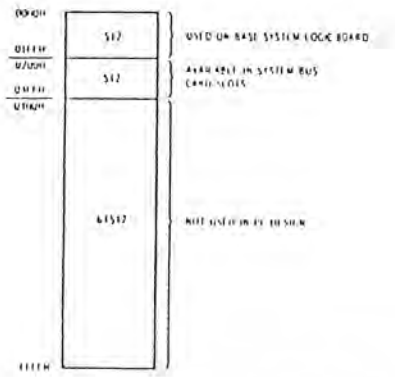
จากที่กล่าวมาแล้ว พอร์ต I/O ทั้ง 1024 พอร์ตใน IBM/PC ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2กลุ่มๆละ 512 พอร์ต สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการใช้งานพอร์ตต่างๆ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามที่ได้อธิบายไว้ตามที่ผ่านมาดังนี้

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

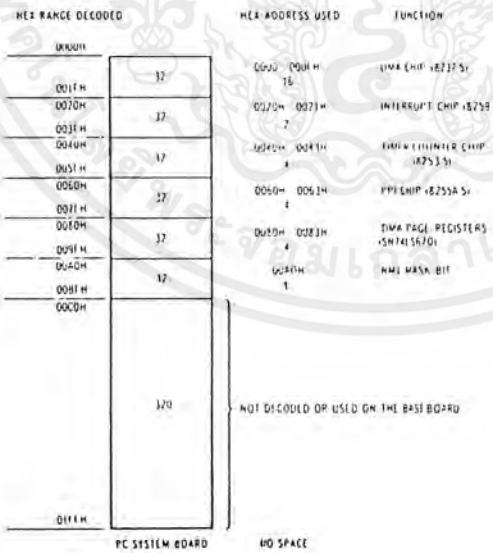
ในรูปที่3.2จะแสดงถึงการใช้แอดเดรสต่างๆ ตั้งแต่ 000H จนถึง 01FF ในการอ้างแอด เดรสของชิพซัพพอร์ตและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำหน้าที่เป็น I/O บนเมนบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



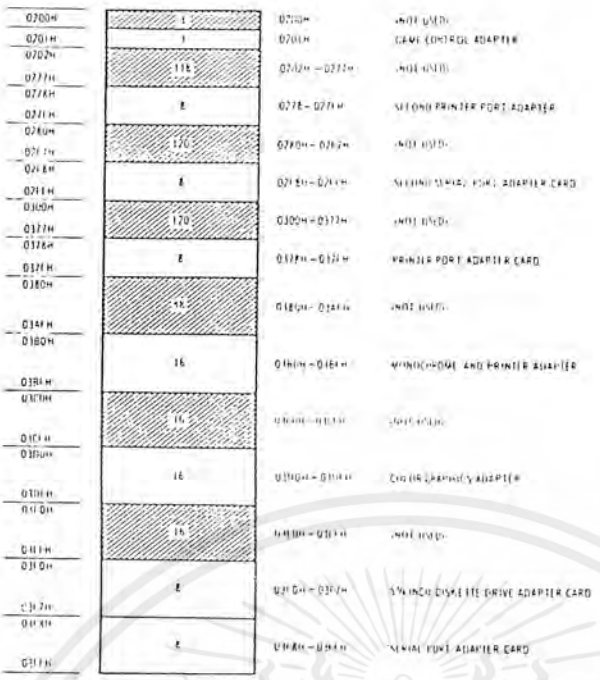
รูปที่ 3.2 การใช้งานแอดเดรสของพอร์ตบน IBM/PC

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

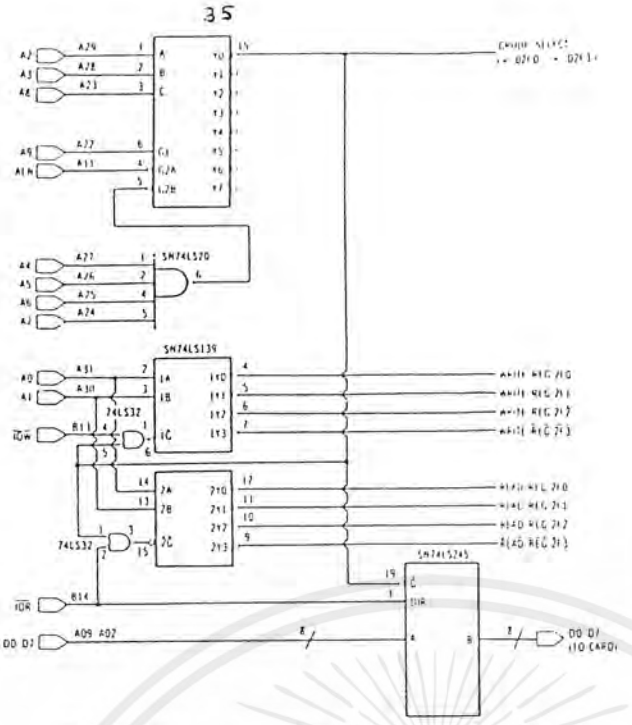


รูปที่ 3.4 การใช้งานแอดเดรสสำหรับพอร์ต I/O บนการ์ดต่างๆ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 และวงจรดีดคดมีความเร็วในการทำงานสูงสุดแล้ว 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 ไม่ถูกใช้งานโดยการ์ดที่จะเพิ่มเข้าไปใหม่ ซึ่งยุ่งยากและต้องเสียเวลามากขึ้น ปัญหานี้เราสามารถ แก้ไขได้โดยใช้วงจรดีโค้ดที่สามารถเปลี่ยงแปลงค่าแอดเดรสได้ โดยเพียงแต่เปลี่ยนตำแหน่งของ สวิทซ์ที่เซ็ทไว้ในวงจรเท่านั้น

3.2.2.3 การดีโค้ดโดยการใช้ PROM

การดีโค้ดในแบบต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นการดีโค้ดในลักษณะแอดเดรสของพอร์ตต่างๆ อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม แต่ในบางกรณีพอร์ตที่เราใช้งานนั้นมีแอดเดรสแยกกันอย่างเป็นอิสระ เช่น ในการนำเอาหน้าที่อยู่บนการ์ดต่างๆ มารวมกันไว้เพียงการ์ดเดียว และมีความจำเป็นต้องคงค่าแอดเดรสของพอร์ตเดิมไว้ด้วย ทำให้ไม่สามารถใช้ในการดีโค้ดในแบบต่างๆ ที่ผ่านมาได้ เนื่องจากการใช้วิธีการดีโค้ดแบบที่ผ่านมานั้นจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ทำการดีโค้ดอีกแบบหนึ่งคือการดีโค้ดโดยการใช้ PROM

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

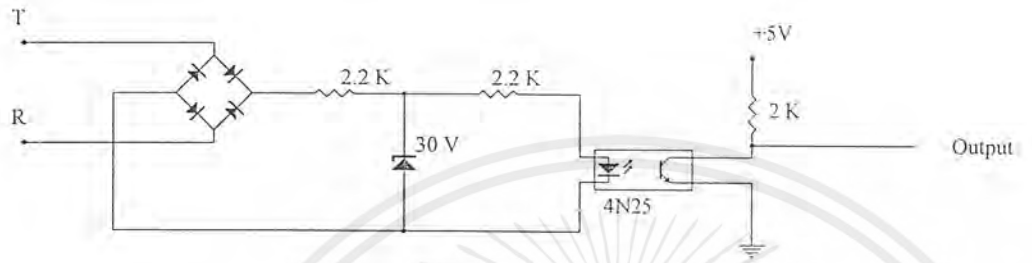
5.1.1 ส่วนการตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (**Hook Switch Detector**)

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

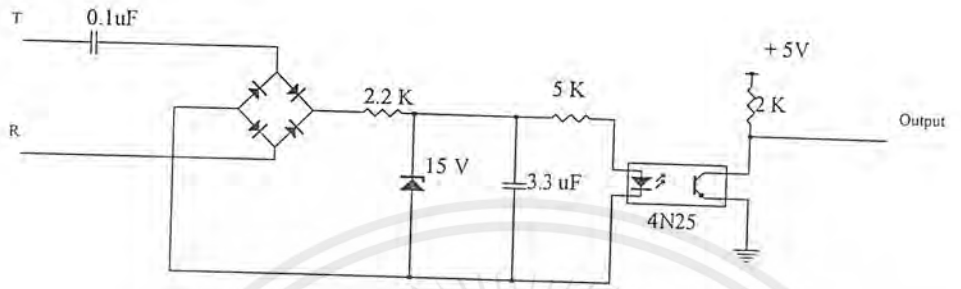


รูปที่ 5.1 แสดงวงจรตรวจการยกหู

5.1.2 ส่วนการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ring Detector)

การยกหูโทรศัพท์ 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



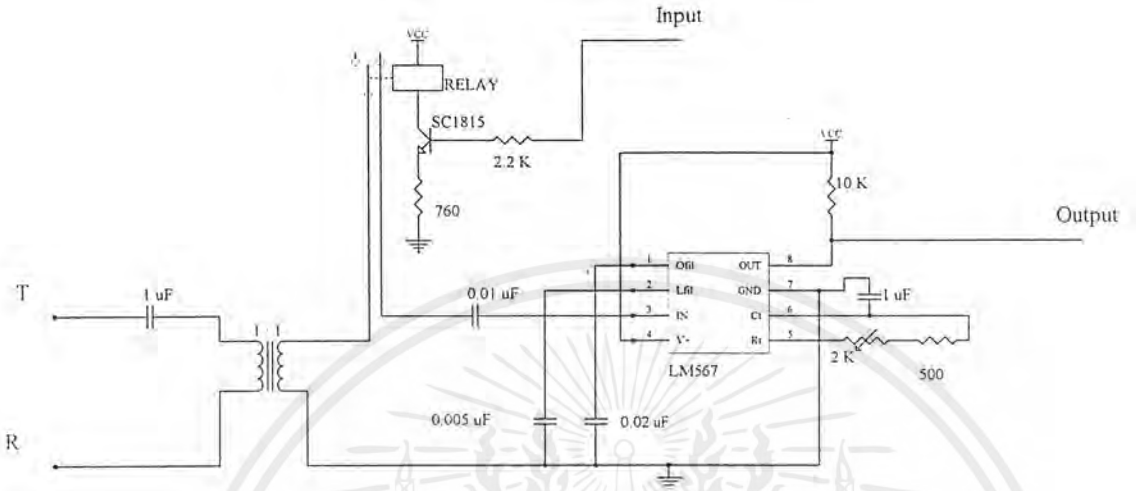
รูปที่ 5.2 แสดงวงจรตรวจสัญญาณกระดิ่ง

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

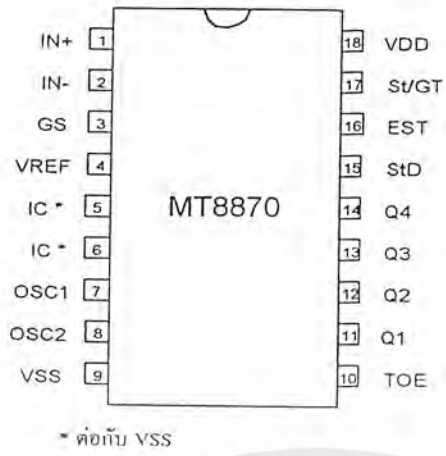
5.2 ส่วนการถอดรหัส DTMF (DTMF Decoder)

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

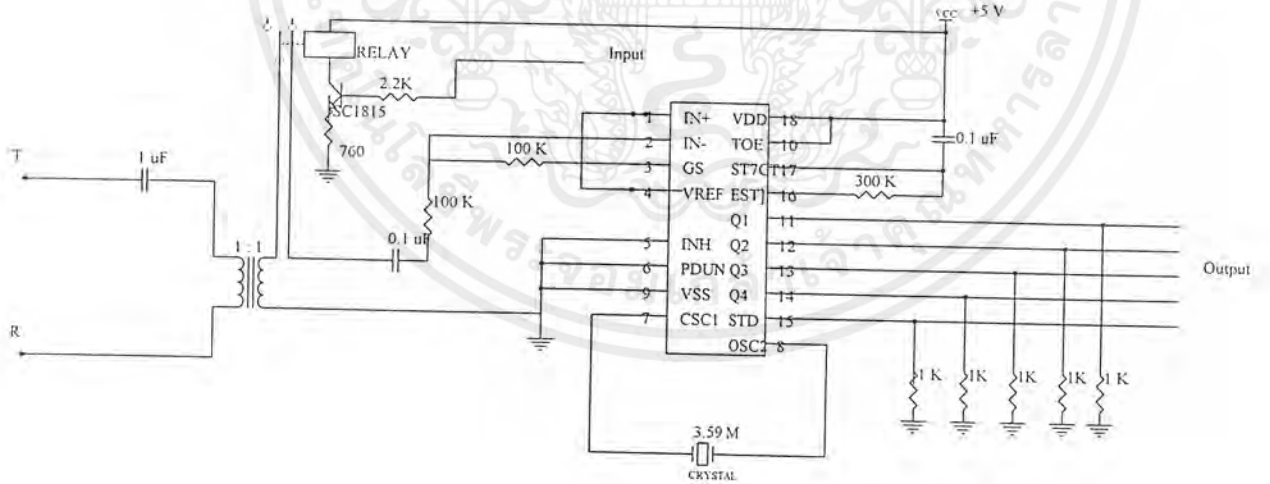
- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time)ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

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

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงรายระเอียดขาของ MT8870



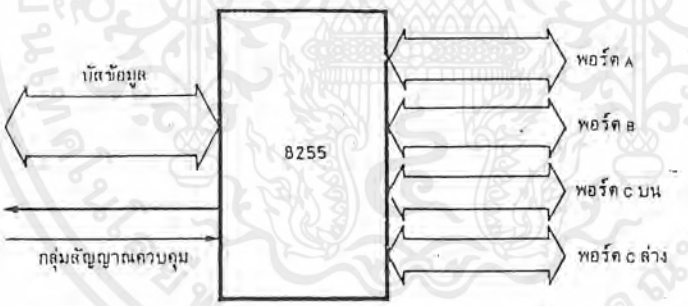
รูปที่ 5.5 แสดงวงจรถอดรหัส DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ส่วนของการควบคุม (8255 I/O Port)

เนื่องจากชิ้นงานนี้การใช้งาน จะใช้ติดต่อควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผลติดต่อกับโทรศัพท์ ดังนั้นจึงเลือกใช้ไอซี 8255 เป็นอินพุท / เอาท์พุทพอร์ต เนื่องจากเป็นไอซีเบอร์ที่ใช้ง่ายไม่ยุ่งยากเป็นที่นิยมหาซื้อได้ง่าย และนอกจากนี้ก็ต้องใช้ไอซีถอดรหัสคู่กันในการถอดรหัสสัญญาณซึ่งเลือกใช้ไอซีถอดรหัสคู่กันในการถอดรหัสสัญญาณซึ่งเลือกใช้ 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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

WR เป็นสัญญาณการเขียน จะแอคทีฟเมื่อสัญญาณ WR และสัญญาณ CS เป็น "0" สัญญาณนี้จะมาจากซีพียูเมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ตที่กำหนด

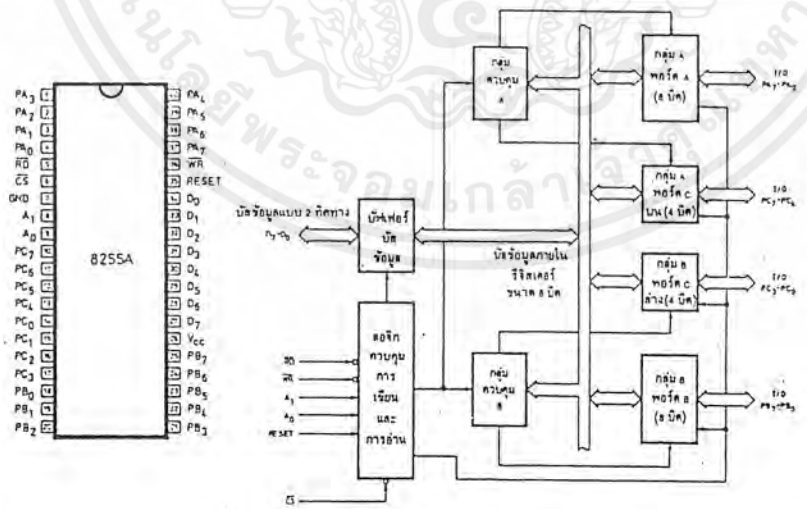
Ao – A1 (สัญญาณแอดเดรส) ลอจิกของสัญญาณทั้งสองจะถอดรหัสออกเป็น 4 รหัส เพื่อกำหนดรีจิสเตอร์ภายในที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุทของ 8255

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

Pao – PA7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต A การเลือกพอร์ตจะเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส Ao – A1

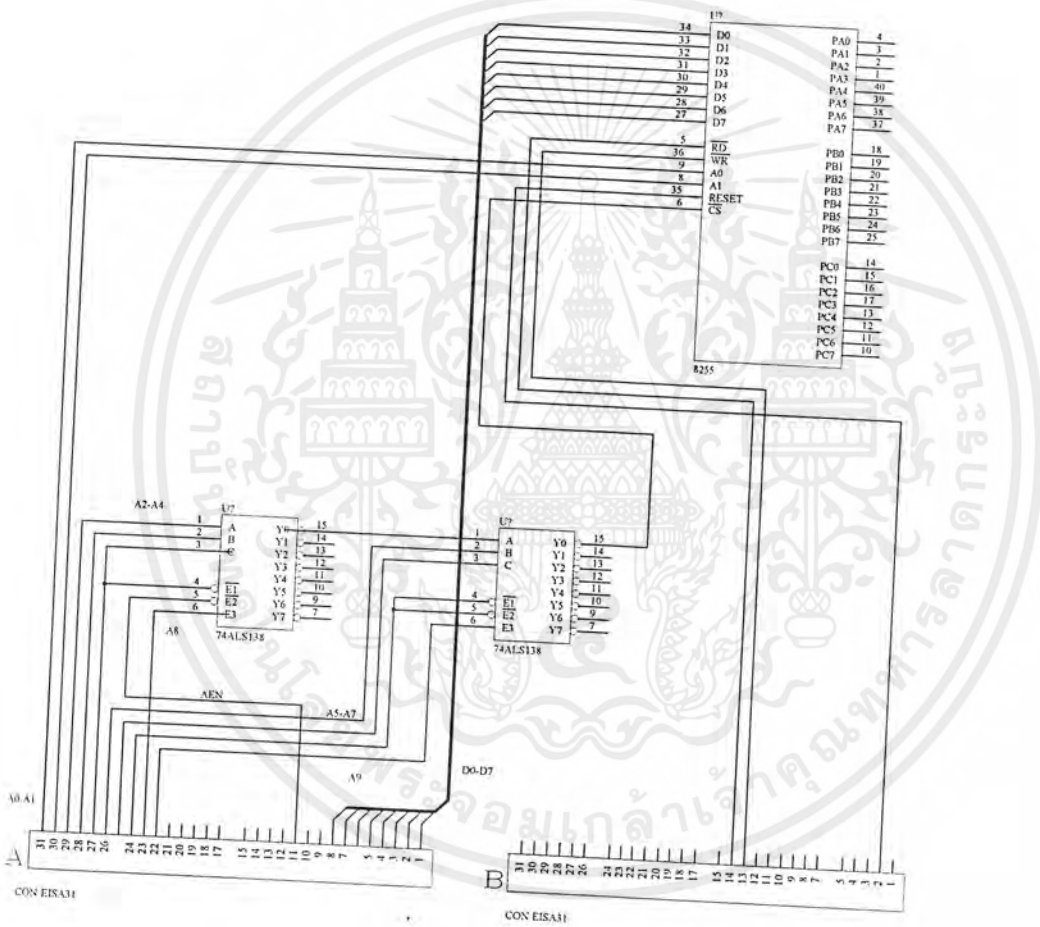
PBo – PB7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ต B ของ8255 ถูกเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส Ao – A1

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

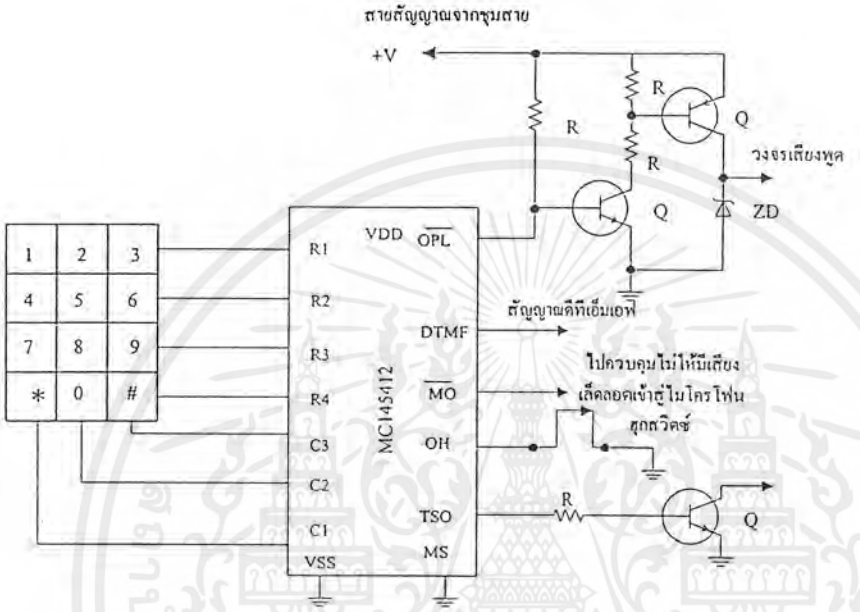


รูปที่ 5.8 แสดงการต่อ8255 กับการ์ด ISA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ส่วนวงจรส่งสัญญาณหมายเลข (Dialer)

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

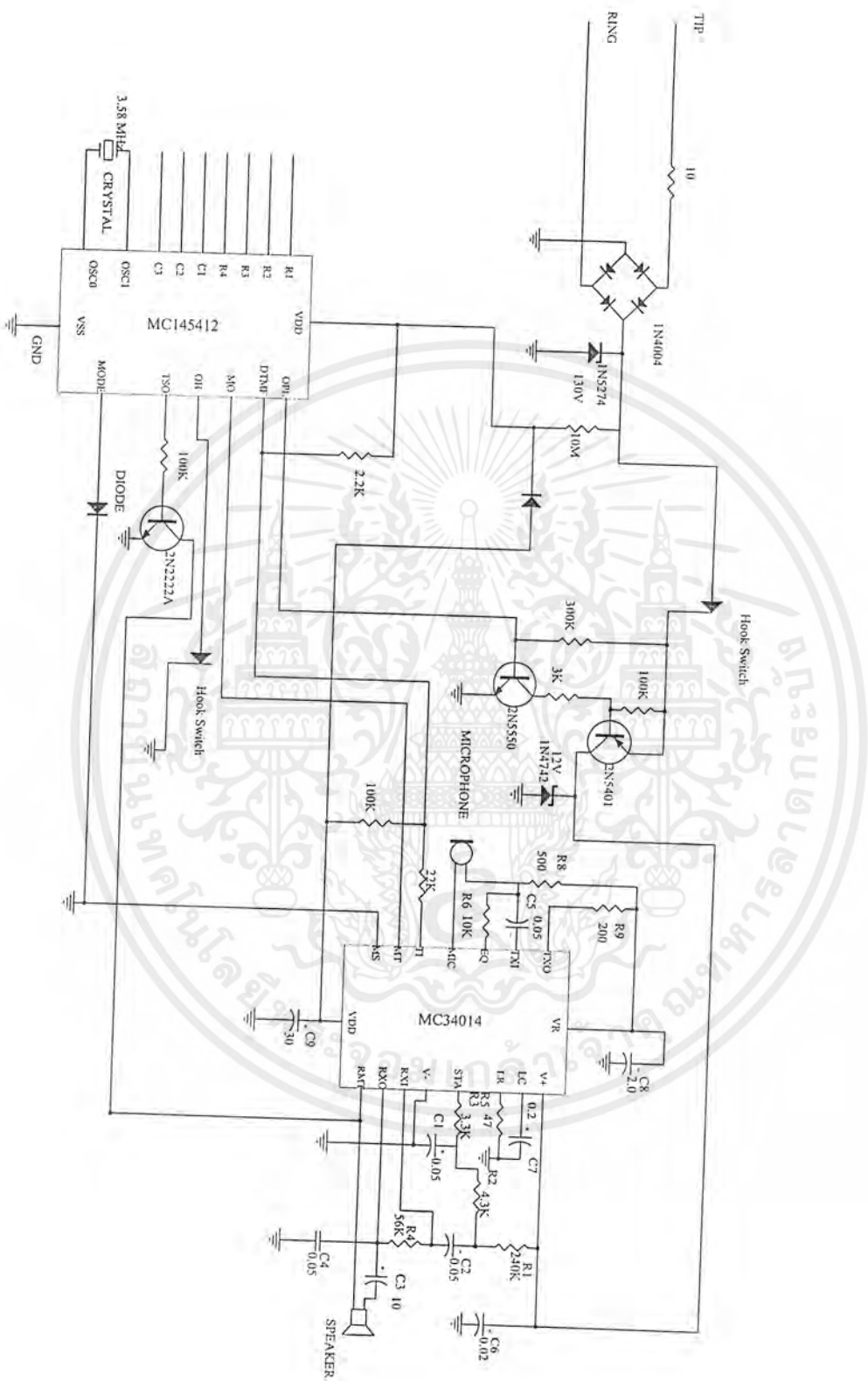


รูปที่ 5.9 แสดงวงจรสร้างสัญญาณความถี่ดีทีเอ็มเอฟ

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

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 ทดลองพร้อมโปรแกรมการทำงาน

ซึ่งในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่

6.2.1 ส่วนรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

ทำการทดลองโดยเปิดให้โปรแกรมทำงานแล้วทำการโทรเข้ามา ผลปรากฏว่าเมื่อเสียงกริ่งดังไปช่วงเวลาหนึ่งถ้าไม่มีผู้รับสายคอมจะทำการยกหูอัตโนมัติและทำการรอรับข้อความต่อไป

6.2.2 ส่วนรับฝากข้อความ

ทำการทดลองต่อจากข้างต้นให้คู่สายที่โทรเข้ามาฝากข้อความไว้โดยในการบันทึกจะเก็บข้อความไว้ในฮาร์ดดิสในรูปแบบเวฟฟอร์ม (File .Wave)

ผลปรากฏว่าสามารถบันทึกข้อความได้ เลือกฟังข้อความ และสามารถลบข้อความทิ้งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 ส่วนโทรออก

ทำการทดลองโดยเมื่อเข้าไปโปรแกรมส่งหมายเลข กดหมายเลขจากแป้นคีย์บอร์ดบนคอมพิวเตอร์

ผลปรากฏว่าชุมสายสามารถเชื่อมต่อเข้ากับโทรศัพท์คู่สายที่ต้องการได้ และยังทำการเก็บหมายเลขและเวลาที่ใช้ไปแล้วอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
บทสรุป

ได้กล่าวถึงความเป็นมาของโครงงานนี้ที่ต้องการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์ จึงได้ศึกษาถึงพื้นฐานระบบโทรศัพท์ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับสัญญาณแจ้งเตือนต่าง ๆ ในระบบ ที่จำเป็นต่อการออกแบบฮาร์ดแวร์ของส่วนอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับระบบโทรศัพท์ เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนการทำงานของระบบปกติ

ได้กล่าวถึงรายละเอียดของระบบและ วงจรการอินเตอร์เฟส รวมทั้งโครงสร้างของซอฟต์แวร์ ที่เขียนบนภาษาเดลไฟ ซึ่งทำให้สามารถหมุนหมายเลขโทรออกผ่านทางคีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์รวมทั้งตรวจสอบและแสดงสภาวะของคู่สายได้ นอกจากนี้ในโหมดการโทรฯ เข้าระบบจะสามารถใช้งานเป็นเครื่องตอบรับอัตโนมัติได้ ถ้าต้องการ

จากการทดลองการทำงานกับระบบจริงทำให้แสดงว่าโครงงานนี้ สามารถทำงานได้ดีในระดับหนึ่งตามแนวคิดที่วางไว้ อย่างไรก็ดี ระบบต้นแบบนี้ยังมีจุดบกพร่องบ้าง เท่าที่พบมีดังนี้

- วงจรมีขนาดใหญ่ทำให้ไม่สามารถอยู่บนการ์ดเดียวทั้งหมดได้

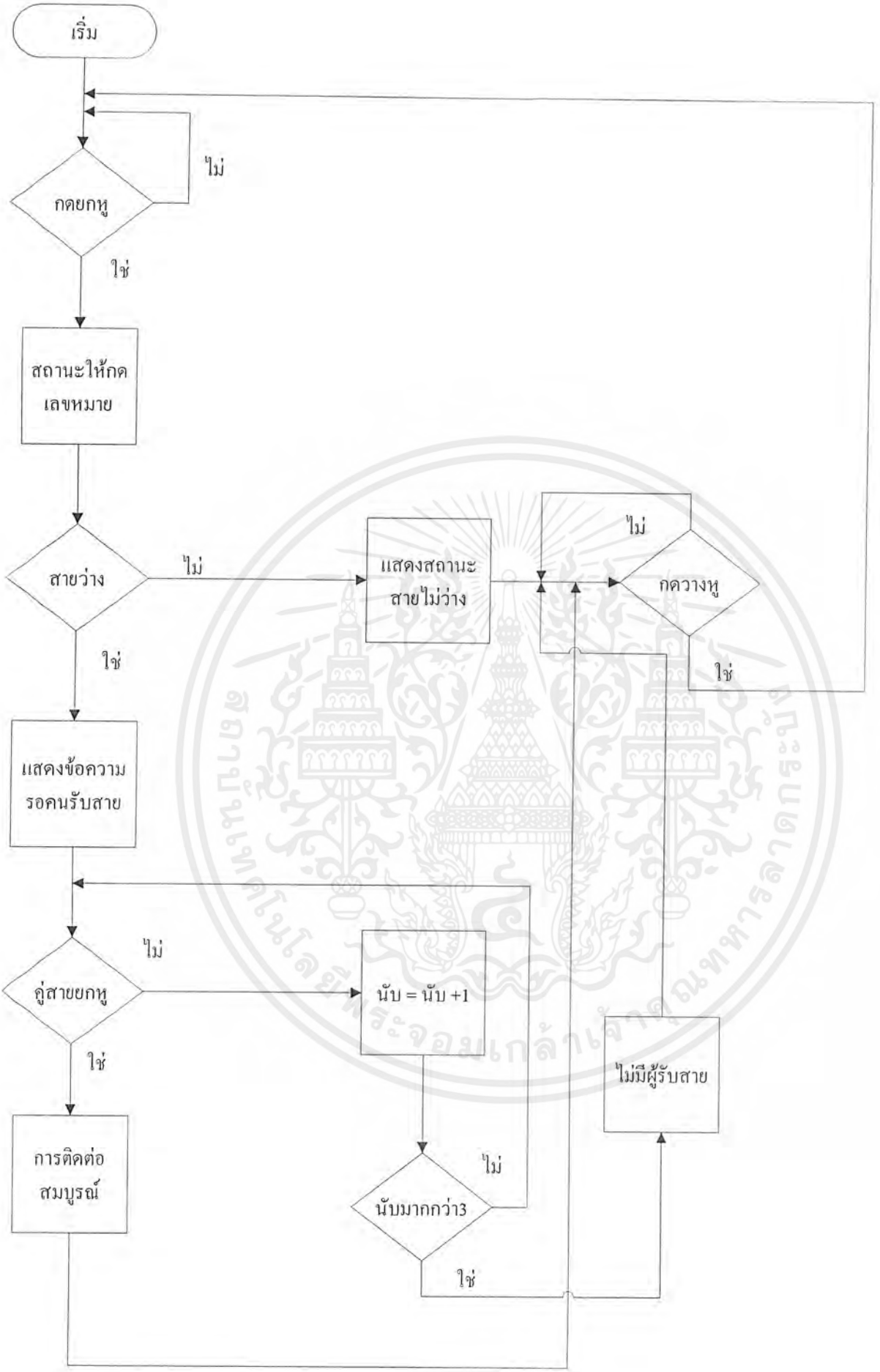
-ไอซี LM567 ตรวจสัญญาณผิดพลาดในเวลาโทรฯ ออก ถ้ามีเสียงพูดเข้าไมโครโฟนก่อนที่คู่สนทนาจะยกหู เพราะสัญญาณที่ตรวจมีความถี่เดียวกับความถี่เสียง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

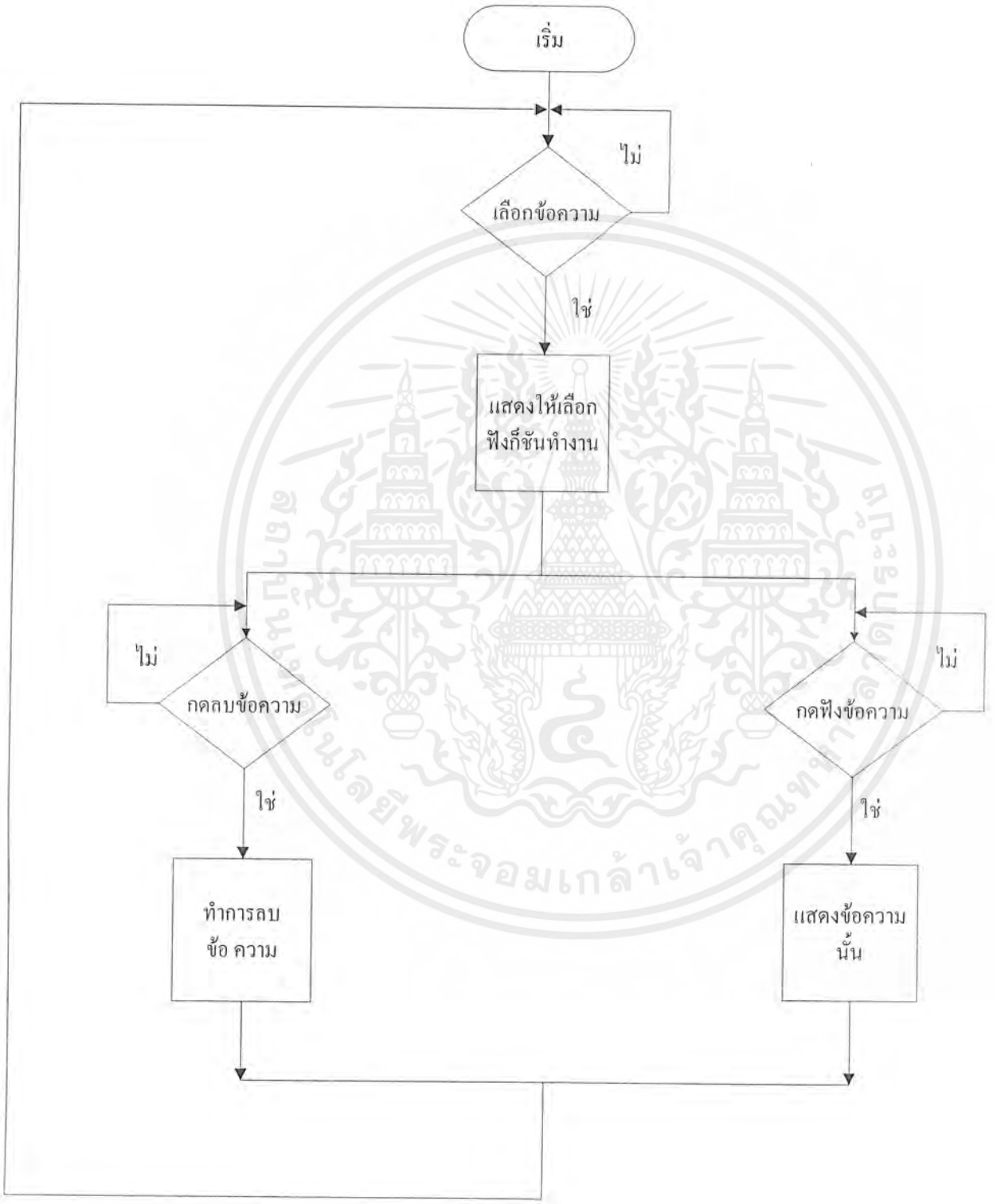
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



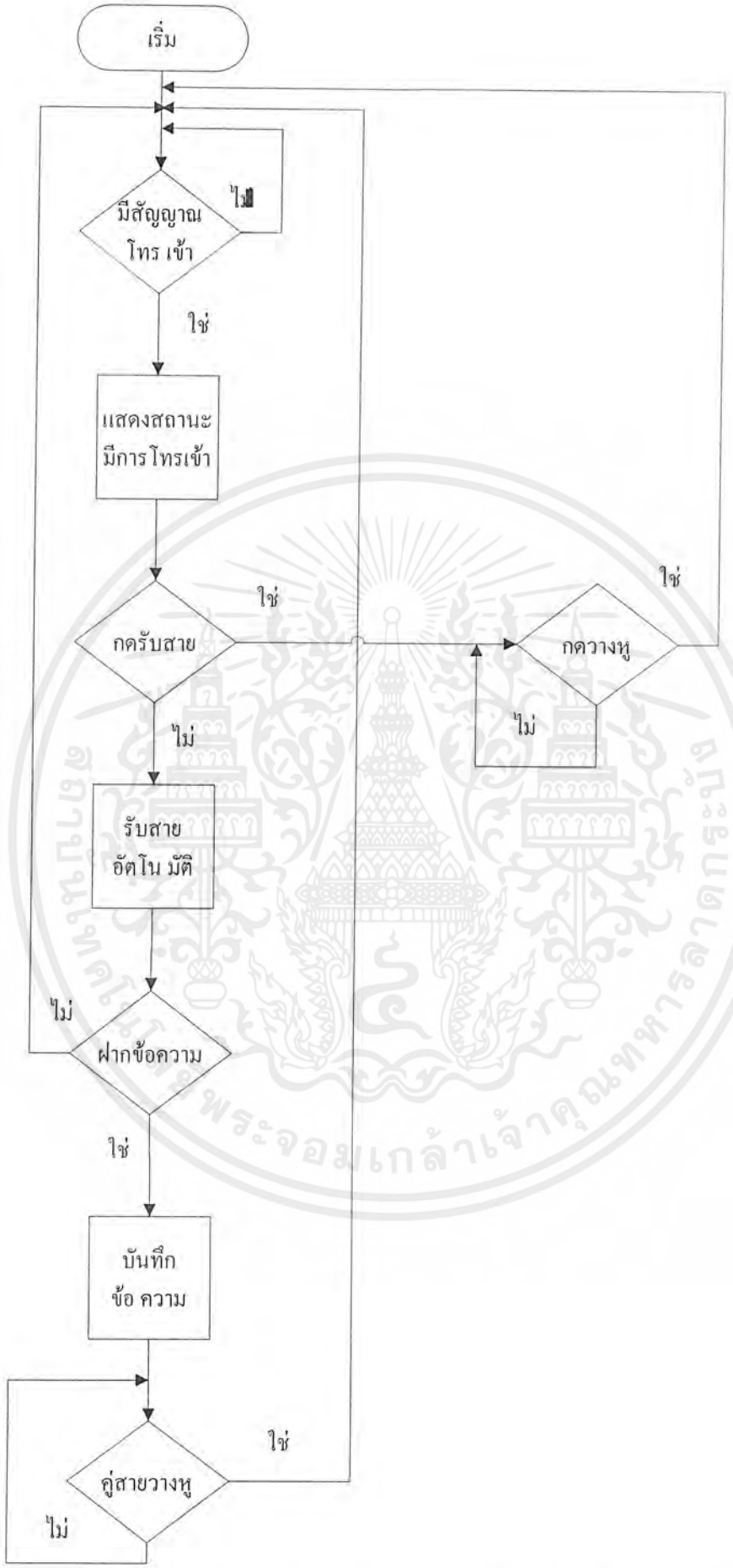
โฟชาร์ตแสดงการทำงานขณะโทรฯออก

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โฟชาร์ดแสดงการทำงานขณะฟังข้อความ

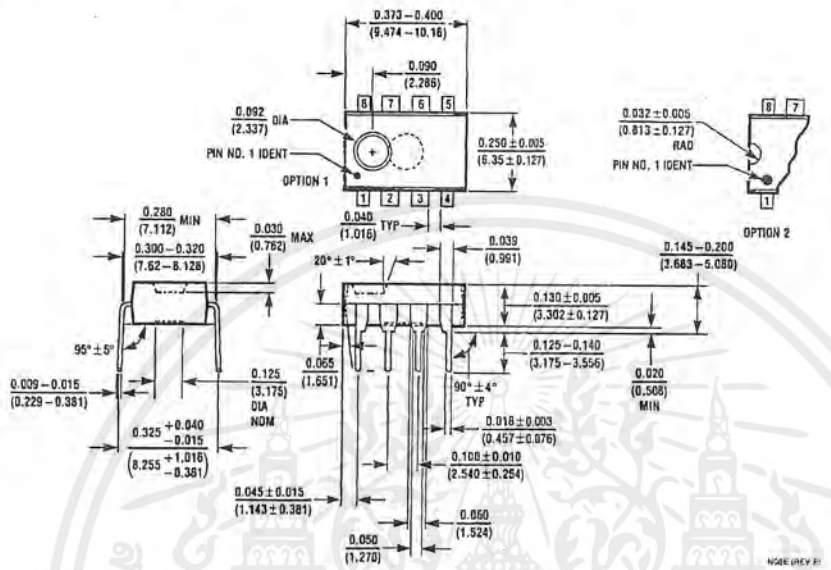
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โฟชาร์ดแสดงการทำงานส่วนรับสายอัตโนมัติและฝากข้อความ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



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

LIFE SUPPORT POLICY

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

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

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

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

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

Electrical Characteristics

AC Test Circuit, T_A = 25°C, V^+ = 5V

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

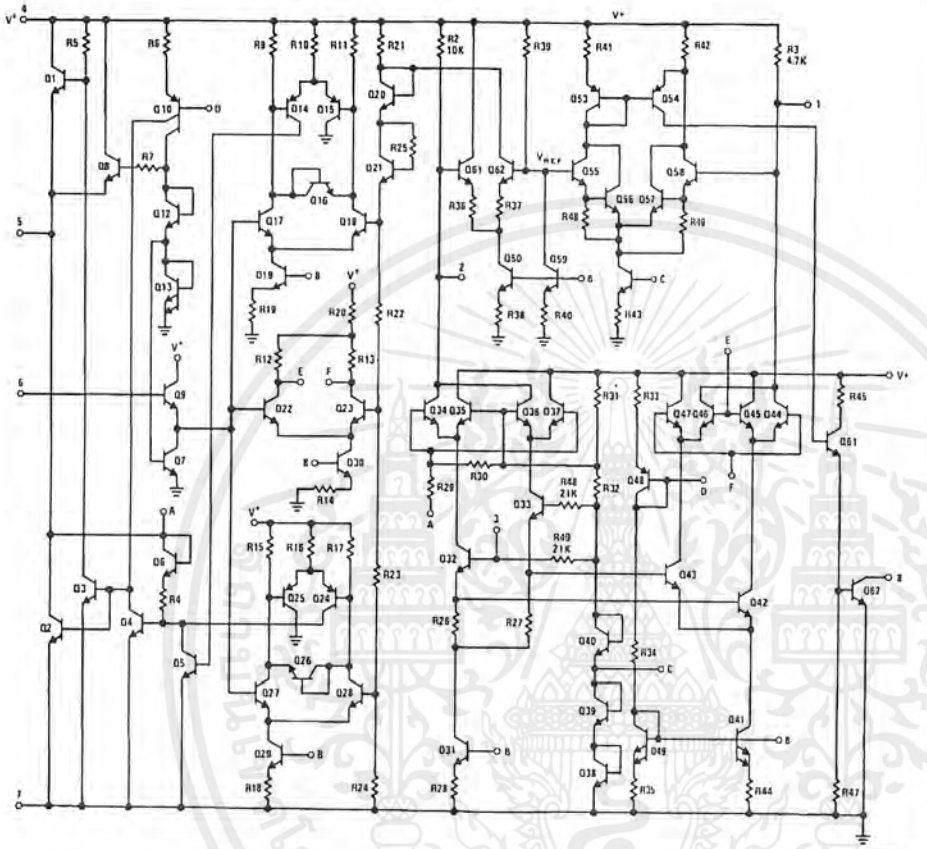
Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular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

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

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

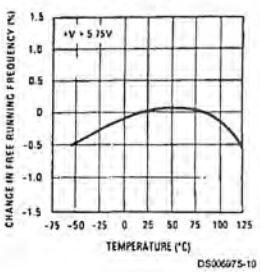
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schematic Diagram



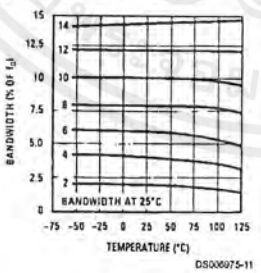
Typical Performance Characteristics

Typical Frequency Drift



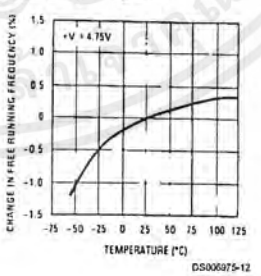
DS006975-10

Typical Bandwidth Variation



DS006975-11

Typical Frequency Drift

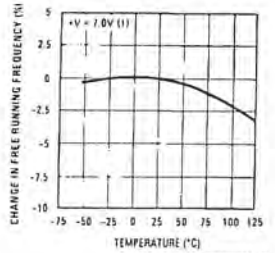


DS006975-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

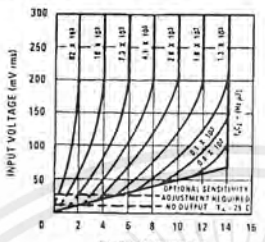
Typical Performance Characteristics (Continued)

Typical Frequency Drift



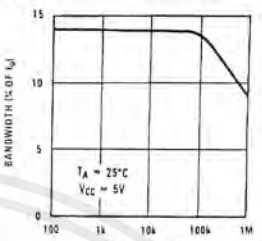
DS006975-13

Bandwidth vs Input Signal Amplitude



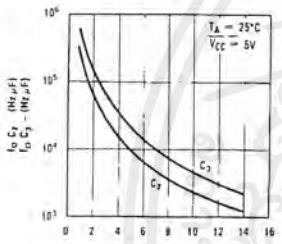
DS006975-14

Largest Detection Bandwidth



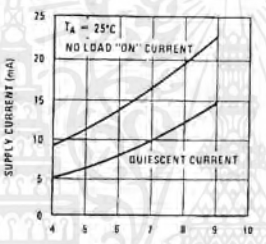
DS006975-15

Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



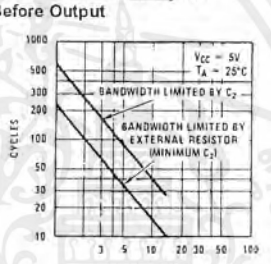
DS006975-16

Typical Supply Current vs Supply Voltage



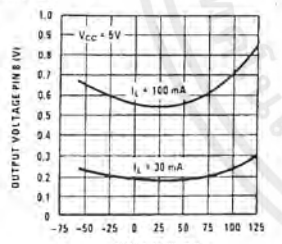
DS006975-17

Greatest Number of Cycles Before Output



DS006975-18

Typical Output Voltage vs Temperature



DS006975-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
APPLICATION NOTE

AN958

Transmit Gain Adjustments For The MC34014 Speech Network

By
Scott Bader and Dennis Morgan
Bipolar Analog IC Division

INTRODUCTION

The MC34014 telephone speech network provides for direct connection to an electret microphone and to Tip and Ring. In between, the circuit provides gain, drive capability, and determination of the ac impedance for compatability with the telephone lines. Since different microphones have different sensitivity levels, different gain levels are required from the microphone to the Tip and Ring lines. This application note will discuss how to change the gain level to suit a particular microphone while not affecting the other circuit parameters.

CIRCUIT DESCRIPTION

Refer to Figure 1. The microphone is assumed to be an electret type, characterized by a high dynamic impedance. It is therefore considered to be an ac current source rather than a voltage source. If the microphone used has a dynamic impedance which is not high (compared to R_8), then the microphone must be modeled as a current source paralleled by its dynamic impedance. That impedance value must then be considered to be in parallel with R_8 in the following equations. The T_X amplifier has a fixed gain of −20, and the EQ amplifier gain varies from 0.25 to 0.75, depending on the loop current. Z_L is the line impedance. The transmit gain is defined as $V+/I_{mic}$ and is equal to:

$$\frac{V+}{I_{mic}} = \frac{R_6 \times Z_L \times A_{TX}}{(1 + R_6/R_A)R_9 + (A_{TX})\ (A_{EQ})\ (Z_L)}$$

where A_{TX} = gain of the transmit amplifier (20 V/V)
A_{EQ} = gain of the equalization amp. (0.25 to 0.75 V/V)
R_A = R_8//10 kΩ (10 kΩ = input impedance of Tx amp.)

The ac impedance of the circuit is defined as:

$$Zac = \frac{R_9\ (1 + R_6/R_A)}{(A_{TX})\ (A_{EQ})}$$

The receive gain (see data sheet for the equivalent circuit) is defined as:

$$Grx = \frac{R_4}{R_1} + \frac{(X_C//R_2)\ (A_{EQ})\ (A_{TXO})\ (A_{STA}) \times R_4}{((X_C//R_2) + R_3)\ (1 + R_6/R_A) \times R_2}$$

As can be seen from the above equations, changing R_6 while maintaining the R_6/R_A ratio constant will result in a transmit gain change (proportional to R_6) but will not affect the other parameters. For example, increasing R_8 and R_6 by a factor of 3 will increase the transmit gain by ≈10 dB.

Using the above procedure to increase the transmit gain results in increasing R_8, which supplies the bias current to the microphone. If the higher value of R_8 results in insufficient bias voltage at the microphone, then the alternate biasing scheme of Figure 2 should be used.

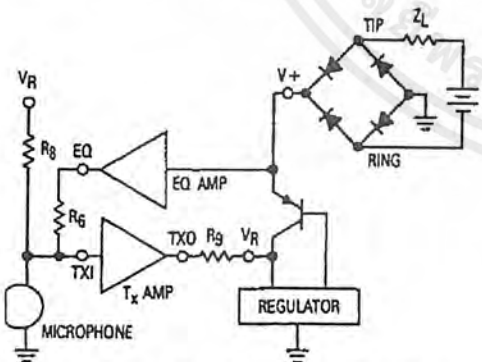


Figure 1. MC34014 Transmit Section

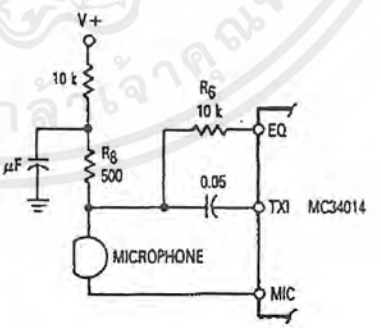


Figure 2. Alternate Biasing Scheme for Higher Voltage Microphones

©MOTOROLA INC., 1985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

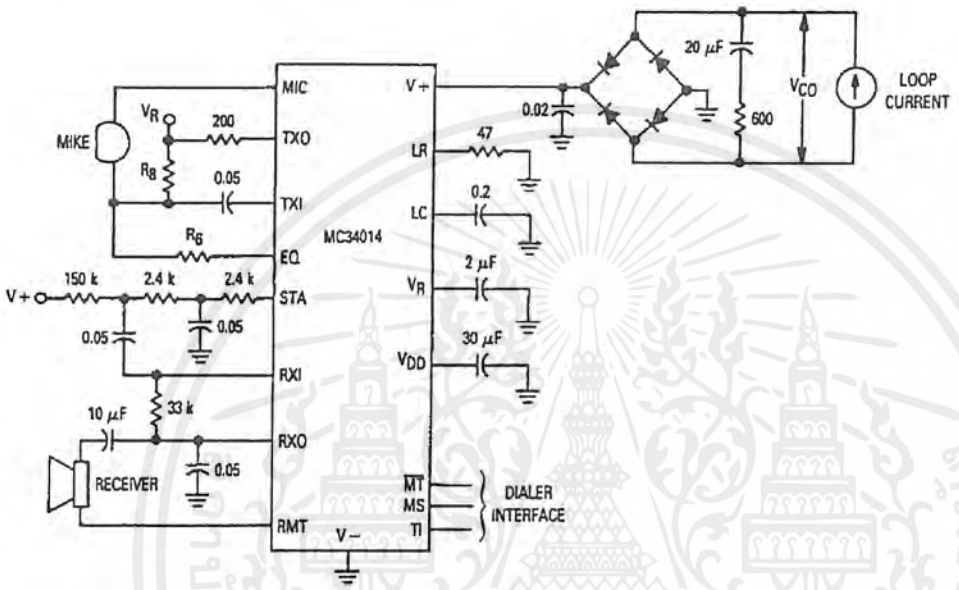
TEST RESULTS

Tests were conducted with a Primo EM-95A microphone, having a sensitivity of −53 dB ±3 dB (0 dB = 1 V/μbar), and a Hosiden KUC2123 microphone which has a sensitivity of −60 dB ±3 dB. The test circuit is shown in Figure 3. The tests consisted of applying a constant sound level to the microphones, and measuring the output at V_{CO}, while simulating line lengths of 0–21 Kfeet. The outputs of the two circuits were nearly identical at all line lengths.

CONCLUSION

Although the designs of the various parameters (transmit gain, receive gain, ac impedance, etc.) of the MC34014 speech network are not mutually exclusive due to the commonality of various components, it is possible to adjust the transmit gain independently to suit a particular microphone.

For further information on the MC34014 speech network, refer to the data sheet.



For Primo EM-95A microphone R_B = 500 Ω, R_G = 10 k
For Hosiden KUC2123 microphone R_B = 1.5 k, R_G = 30 k

Figure 3. Microphone Gain Test Circuit

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and Ⓜ are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

Literature Distribution Centers:
USA: Motorola Literature Distribution; P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036.
EUROPE: Motorola Ltd.; European Literature Centre; 88 Tanners Drive, Blakelands, Milton Keynes, MK14 5BP, England.
JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; 4-32-1, Nishi-Gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo 141, Japan.
ASIA PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; Silicon Harbour Center, No. 2 Dai King Street, Tai Po Industrial Estate, Tai Po, N.T., Hong Kong.

MOTOROLA
JIT PRINTED IN USA (1994) MPS/POD

AN958/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
APPLICATION NOTE

AN960

Equalization of DTMF Signals Using the MC34014

by
Scott Bader and Dennis Morgan
Bipolar Analog IC Division

INTRODUCTION

This application note will describe how to obtain equalization (line length compensation) of the DTMF dialing tones using the MC34014 speech network. While the MC34014 does not have an internal dialer, it has the interface for a dialer so as to provide the means for putting the DTMF tones onto the Tip & Ring lines. The Equalization amplifier, whose gain varies with loop current, was meant primarily to equalize the speech signals. However, by adding one resistor, it can be used to equalize the DTMF signals as well.

CIRCUIT DESCRIPTION

Referring to Figure 1, the gain of the equalization amplifier varies with loop current as it is a function of the voltage at the LR pin (Pin 13). The gain varies from a minimum of −12 dB at low loop currents (long line), to −2.5 dB at high loop currents (short line). The output at EQ (Pin 6) is in phase with the signals going out onto Tip & Ring, but is out of phase with the DTMF input signals from the dialer at R7 (see Figure 2). Because of the out-of-phase relationship, the signal at EQ can be used to partially cancel the signals at the Tone Input (Pin 16). The addition of resistor R10 provides the path for this function, with the result that the DTMF gain increases as loop current decreases.

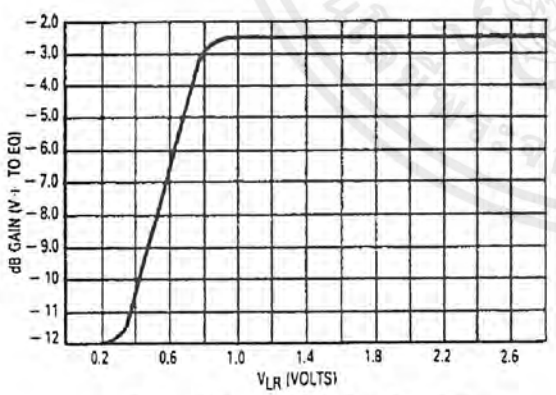


Figure 1. Equalization Amplifier Gain

Because the addition of R10 cancels some of the signal going into Pin 16, resistor R7 must be decreased in order to restore the overall gain from the dialer to Tip & Ring.

The DTMF gain values indicated in Figures 3 and 4 is the gain from the tone dialer (input at R7) to the Tip & Ring lines terminated with a 600 ohm resistor. Figure 3 indicates the gain CHANGE (as the loop current is varied from 60 to 20 mA) versus different values of R10. The gain change is a function of R10, and independent of R7. Figure 4 indicates the DTMF gain versus R7 for different values of R10 at a loop current of 20 mA.

Because the typical telephone line is not purely resistive, there will be a phase shift of other than 180° from the DTMF dialer to Tip & Ring in most applications. For this reason, the values of R10 and R7 will have to be adjusted slightly from those in the graphs to compensate for the phase shift.

The MC34014 data sheet mentions that a dc bias current of 20–50 μA is required into Pin 16 in order to bias the DTMF amplifier. The addition of R10 will provide the bias current from the EQ output for most applications, in which case it may be desirable to ac couple the dialer to R7 with a 0.5 μF capacitor. Excessive bias current will result in clipping of the signals at Tip & Ring. If just the addition of R10 results in excessive bias current, then the EQ output should be ac coupled to R10 with a 0.5 μF capacitor, and the bias current supplied either from the dialer or from an additional resistor as shown in Figure 5.

For further information on the MC34014, refer to its' data sheet.

©MOTOROLA INC., 1985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

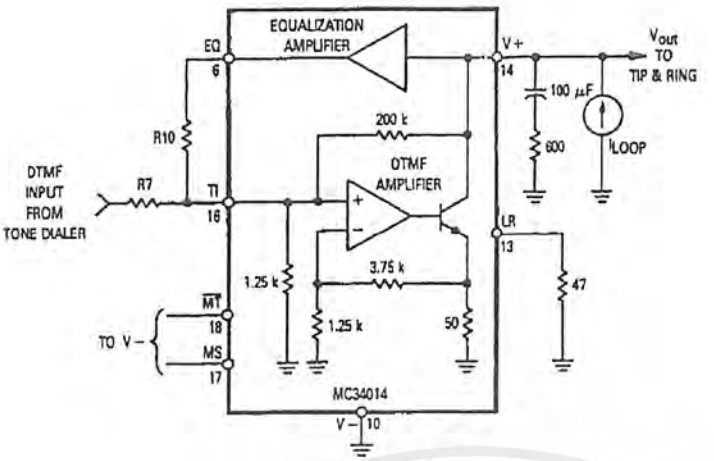


Figure 2. DTMF Driver

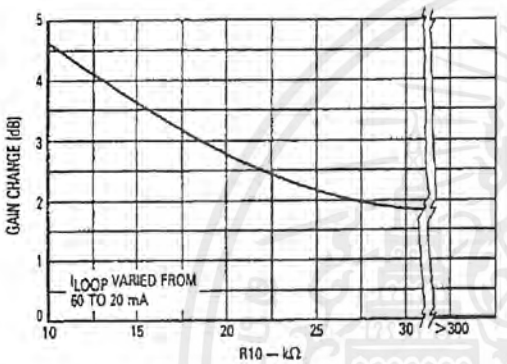


Figure 3. Gain Change

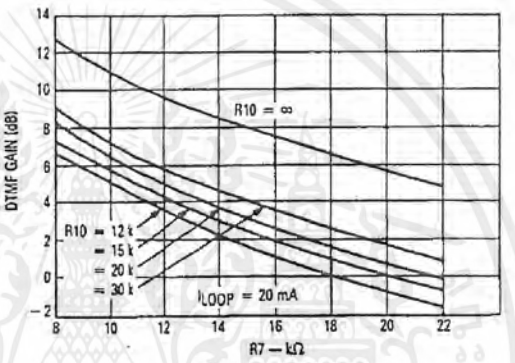


Figure 4. DTMF Gain

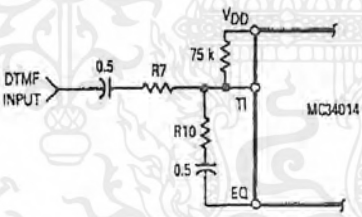


Figure 5. Alternate Biasing

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and Ⓜ are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

Literature Distribution Centers:
USA: Motorola Literature Distribution; P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036.
EUROPE: Motorola Ltd.; European Literature Centre; 88 Tanners Drive, Blakelands, Milton Keynes, MK14 5BP, England.
JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; 4-32-1, Nishi-Gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo 141, Japan.
ASIA PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; Silicon Harbour Center, No. 2 Dai King Street, Tai Po Industrial Estate, Tai Po, N.T., Hong Kong.

MOTOROLA
19432-1 PRINTED IN USA (1994) MPS/POD LIN MISC YCAEAA

AN960/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานทั้งหมดนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องมาจากบุคคลหลาย ๆ ฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องกราบขอบพระคุณอาจารย์ กิติพล ชิตสกุล เป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำแนะนำและเสนอแนวความคิดช่วยให้โครงงานนี้เป็นรูปร่างขึ้นมาได้ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ธานินทร์ ถาวรศารนวงศ์ และ ทินกร ดุ๊ก การอินเตอร์เฟส IBM/PC สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ 2535 หน้าที่ 28
2. นุกูล กระจาย การเขียนโปรแกรมแบบวิชวลด้วย Delphi 4 สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น 2542 หน้า 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้