สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องตรวจสอบการใช้โทรศัพท์
TELEPHONE LINE MONITOR

T055748

โดย

นายยุทธนา ปิ่นละออ

นายวิศรุต สุวรรณเสน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่
เลขทะเบียน 55748
วัน,เดือน,ปี 25 พ.ค. 2548

b
i

TELEPHONE LINE MONITOR

BY

MR. YUTTANA PINLA-OR

MR.WISARUT SUWANNASEAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR IN

DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบเสนอปริญญานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์
Telephone Line Monitor

นักศึกษา นายยุทธนา ปิ่นละออ 43010345
นายวิศรุต สุวรรณเสน 43010404

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล

ระดับการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2546

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

.....
(อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล)

.....
(อาจารย์กฤดากร กล่อมการ)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์
ชื่อนักศึกษา	นายยุทธนา ปิ่นละออ 43010345
	นายวิศรุต สุวรรณเสน 43010404
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้กล่าวถึงการออกแบบและการสร้างเกี่ยวกับเครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์ โดยที่เครื่องนี้สามารถบันทึกหมายเลขปลายทางที่โทรไป หมายเลขที่มีการเรียกเข้ามา วันเวลาที่เริ่มใช้ เวลาที่สิ้นสุดการสนทนา คำนวณค่าใช้โทรศัพท์ในแต่ละครั้งและสามารถนำข้อมูลเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรมไปทำการบันทึกยังเครื่องคอมพิวเตอร์และสามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้

เครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์เครื่องนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนวงจรทางโทรศัพท์ที่ใช้การควบคุมสัญญาณโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนที่สองคือส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรกับคอมพิวเตอร์ และส่วนที่สามคือซอฟแวร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน บันทึกการใช้โทรศัพท์ และคำนวณค่าใช้โทรศัพท์ โดยโครงงานชิ้นนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้งานเฉพาะในเขตโทรศัพท์นครหลวงเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT TITLE	TELEPHONE LINE MONITOR
STUDENT	Mr.Yuttana Pinla-or ID.43010345
	Mr.Wisarut Suwannasean ID.43010404
AVISOR	Asst. Prof. Pisan Sitthiyopasakul
GRADUATE LEVEL	Bachelor Degree of Information Engineering
DEPARTMENT	Information Engineering
ACADEMIC YEAR	2003

ABSTRACT

In this thesis deseribed the designing and inventing about The Telephone Line Monitor. The Telephone Line Monitor can record the terminal number, incoming number, date, starting time, finish time and show rate of service charge. The data can transfer between circuits and computer by using serial port .the telephone line monitor can print telephone detail via print.

There are three parts of this project. Part one is a circuit using microcontroller control signal. Part two is connection between circuit and computer .And part three is the software using to control, record number and show billing. This project is used in Bangkok area only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จไปได้เลย หากไม่ได้รับความช่วยเหลือและความร่วมมือจากหลายฝ่ายด้วยกัน บุคคลสำคัญอย่างยิ่งสำหรับโครงงานนี้ได้แก่ อาจารย์ ไพศาล สิทธิโยภาสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มโครงงานนี้ขึ้นมาด้วยความมีวิสัยทัศน์ แนะนำแนวทาง ให้คำปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ อาจารย์กฤดากร กล่อมการ สำหรับคำแนะนำ ในการให้แนวความคิด การเปิดโลกทัศน์ในการดำเนินชีวิตต่าง ๆ ขอบคุณ คุณ วรพล เอี่ยมสิริ ในส่วนของชิ้นงานของโครงงานทำให้มองเห็นภาพของชิ้นงานโดยรวม และอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ รวมทั้งเพื่อน ๆ ร่วมภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศอีกทั้งเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแห่งนี้ทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ห่วงใย และเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำต้องกราบขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้มีวันนี้ได้ก็คือ พ่อแม่อันเป็นที่เคารพรักอย่างยิ่ง ที่เป็นกำลังใจ สนับสนุนและคอยให้ช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ. ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ซ
สารบัญตาราง	ฎ
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของงาน	2
1.4 โครงประกอบของโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการของโทรศัพท์	
2.1 การสื่อสารโทรศัพท์	3
2.1.1 วงจรกำเนิดสัญญาณหมายเลข	4
2.1.2 วงจรกระดิ่ง	4
2.1.3 วงจรตัดเสียง	4
2.1.4วงจรไฮบริด	4
2.1.5วงจรปากพูดหูฟัง	4
2.2 การติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกและผู้ถูกเรียก	4
2.2.1 วิธีติดต่อด้านผู้เรียก	5
2.2.2 วิธีติดต่อด้านผู้ถูกเรียก	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้าที่
2.3 เครื่องโทรศัพท์แบ่งออกเป็นสองชนิด	6
2.3.1 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข	6
2.3.2 ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม	8
2.4 สัญญาณโทรศัพท์	9
2.4.1สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย	9
2.5 ชุมสายโทรศัพท์	10
2.6 ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	11
2.7 การเข้ารหัสและถอดความถี่ของระบบโทรศัพท์ระบบสัญญาณโทนคู่	12
2.7.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบสัญญาณโทนคู่	12
2.7.2 การถอดรหัสความถี่ระบบสัญญาณโทนคู่	12
2.7.3 หลักการทำงานเบื้องต้นของไอซีเบอร์ MT8870	13
2.8 อุปกรณ์บันทึกเสียงตอบรับอัตโนมัติ	16
2.9 หลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	17
2.9.1การเรียกเข้าจากสายนอก	17
2.9.2 การเรียกจากสายในออกไปสายนอก	17
2.9.3 การเรียกจากสายในไปสายในด้วยกัน	17
2.10 หลักการของ RS-232-C	17
2.10.1.มาตรฐานของ RS-232 C	18
2.10.2. คอนเนคเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ	18
2.10.3. รายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232	19
2.11 วิชวลเบสิก (Visual Basic)	20
2.11.1 เท็กบ็อกซ์ (Textbox)	21
2.11.2 เลเบล(Label)	23
2.11.3 ปุ่มคำสั่ง (Command Button)	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้าที่
2.11.4 เช็คบ็อกซ์ (Check Box)	24
2.11.5 ออปชั่นบัตทอน (Option Button)	24
2.11.6 เฟรม (Frame)	25
2.11.7 ลิสต์บ็อกซ์(ListBox)	25
2.11.8 คอมโบบ็อกซ์ (ComboBox)	26
2.11.9 ไทม์เมอร์(Timer)	26
2.12 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโทรศัพท์ที่ใช้ในประเทศไทยในปัจจุบัน	27
2.12.1 ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน	27
2.12.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่	27
2.12.3 การบริการขององค์การโทรศัพท์	28
2.12.4 การคิดอัตราค่าบริการของโทรศัพท์	29
บทที่ 3 วงจรและการทำงานของวงจร	
3.1 ส่วนประกอบของวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์	38
3.1.1 วงจรตรวจจับการยกหู	38
3.1.2 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก	39
3.1.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์	40
3.1.4 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ	41
3.1.5 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่เรียกเข้า	42
3.2 ส่วนควบคุมการทำงาน	45
3.3 ส่วนเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม	45
3.4 ส่วนโปรแกรมควบคุมการทำงาน	47
3.5 ส่วนโปรแกรมแสดงผล	49
3.5.1 ส่วนเพิ่มและลบฐานข้อมูล	50
3.5.2 ส่วนแก้ไขอัตราค่าบริการ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้าที่
บทที่ 4 การทดลองและผลลัพธ์	
4.1 ผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์	53
4.1.1 วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์	53
4.1.2 ผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียก	54
4.1.3 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์	56
4.1.4 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ	57
4.1.5 ผลการทดลองวงจรตรวจจับหมายเลขโทรเข้า	59
4.2 ส่วนของโปรแกรมแสดงผล	62
4.2.1 โปรแกรมแสดงผลขณะที่มีสายเรียกเข้า	62
4.2.2 โปรแกรมแสดงผลรายละเอียดรายการโทรออก	63
4.2.3 โปรแกรมแสดงผลรายละเอียดรายการโทรเข้า	64
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงงาน	
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน	65
5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างกาดำเนินโครงงาน	65
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงานต่อ	66
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้าที่
รูปที่ 2.1	แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์	3
รูปที่ 2.2	แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบ Pulse อย่างง่าย	7
รูปที่ 2.3	แสดงสัญญาณพื้นฐานที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์	10
รูปที่ 2.4	บล็อกไดอะแกรมของไอซีเบอร์ MT8870	14
รูปที่ 2.5	แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่	15
รูปที่ 2.6	โครงสร้างวงจรแบบดิฟเฟอเรนเชียล	16
รูปที่ 2.7	แสดงการต่อวงจรกำเนิดความถี่	16
รูปที่ 2.8	คอนเนคเตอร์แบบ DB-9 ตัวผู้	18
รูปที่ 2.9	คอนเนคเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้	19
รูปที่ 2.10	รูปคอนโทรลพื้นฐานของ Visual Basic	21
รูปที่ 3.1	รูปบล็อกไดอะแกรมของเครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์	38
รูปที่ 3.2	วงจรตรวจจับการยกหู	38
รูปที่ 3.3	วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก	39
รูปที่ 3.4	แสดงวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์	40
รูปที่ 3.5	วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ	41
รูปที่ 3.6	แสดงวงจรการถอดรหัสสัญญาณความถี่ที่เรียกเข้า	42
รูปที่ 3.7	ไทม์มิ่งไดอะแกรมของวงจรตรวจจับสัญญาณหมายเลขเรียกเข้า	43
รูปที่ 3.8	แสดงรายละเอียดของขาไอซีเบอร์ MC14LC5447	44
รูปที่ 3.9	แสดงโครงสร้างภายในของ IC เบอร์ MC14LC5447	44
รูปที่ 3.10	วงจรควบคุมการทำงานเชื่อมต่อผ่านไอซี MAX232 เข้าพอร์ตอนุกรม	45
รูปที่ 3.11	แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์	46
รูปที่ 3.12	แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของส่วนควบคุม	49
รูปที่ 3.13	โปรแกรมของเครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์	50
รูปที่ 3.14	แสดงการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล	51
รูปที่ 3.15	แสดงระบบฐานข้อมูลที่เก็บหมายเลขโทรศัพท์	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้าที่
รูปที่	3.16 แสดงโปรแกรมในส่วนของการแก้ไขอัตราค่าบริการ	52
รูปที่	3.17 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของส่วนโปรแกรมแสดงผล	53
รูปที่	4.1 สัญญาณที่วัดได้ของวงจรตรวจจับการยกหูขณะที่กำลังยกหูโทรศัพท์	55
รูปที่	4.2 สัญญาณกระดิ่งที่วัดได้ของวงจรตรวจจับสัญญาณเรียก	56
รูปที่	4.3 สัญญาณที่ถูกขยายในช่วงที่มีสัญญาณกระดิ่ง	56
รูปที่	4.4 สัญญาณเรียกกลับในขณะที่สายไม่ว่าง	59
รูปที่	4.5 สัญญาณเรียกกลับในขณะที่สายว่าง	59
รูปที่	4.6 สัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งครั้งแรกและสัญญาณกริ่งครั้งที่สอง	60
รูปที่	4.7 สัญญาณที่ขยายจากสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกระดิ่งครั้งแรกและครั้งที่สอง	60
รูปที่	4.8 สัญญาณ Seizure ที่ได้จากการขยายสัญญาณจาก DOR ขาที่ 14 ของ MC14LC5447 ในช่วงแรก	61
รูปที่	4.9 สัญญาณ Mark ที่ได้จากการขยายสัญญาณจาก DOR ขาที่ 14 ของ MC14LC5447 ในช่วงที่สอง	61
รูปที่	4.10 สัญญาณข้อมูลที่ได้จากการขยายสัญญาณจาก DOR ขาที่ 14 ของ MC14LC5447 ในช่วงที่สาม	62
รูปที่	4.11 แสดงโปรแกรมในส่วนของการมีสายเรียกเข้า	63
รูปที่	4.12 แสดงโปรแกรมในส่วนของการโทรออก	64
รูปที่	4.13 แสดงโปรแกรมในส่วนของการโทรเข้า	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความถี่ของ DTMF	8
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงสัญญาณโทนคู่	12
ตารางที่ 2.3 ตารางกำหนดขาของขั้วต่อ RS-232-C	19
ตารางที่ 2.4 ตารางคุณสมบัติการจัดรูปแบบข้อความ	22
ตารางที่ 2.5 ตารางคุณสมบัติของเลเบล	23
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติที่สำคัญของเช็คบอกซ์	24
ตารางที่ 2.7 ตารางการกำหนดค่าคุณสมบัติคอลัมน์	25
ตารางที่ 2.8 ตารางรูปแบบของคอมโบบ็อกซ์	26
ตารางที่ 2.9 ตารางแสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อคิดจากจุดเรียกถึงที่กรุงเทพมหานคร	30
ตารางที่ 2.10 เปรียบเทียบอัตราภาคกลางวัน ภาคค่ำและภาคดึก (บาท/นาที)	30
ตารางที่ 2.11 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด	31
ตารางที่ 2.12 หมายเลขโทรศัพท์ที่ไม่เสียค่าบริการ	34
ตารางที่ 2.13 แสดงหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 1 แต่ต้องเสียค่าบริการ	35
ตารางที่ 2.14 อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ	37
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์	53
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์	56
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองของวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ	57
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองขณะตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่าง	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารได้มีความก้าวหน้าไปเป็นอันมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารทางโทรศัพท์ ซึ่งทำให้โทรศัพท์กลายเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ทุกคนขาดไม่ได้ โดยเฉพาะที่พักอาศัยและสำนักงานทั่วไป หากเป็นสำนักงานขนาดกลางถึงขนาดใหญ่จะมีความจำเป็นที่ต้องใช้โทรศัพท์ในแต่ละวันสูงมาก ดังนั้นสำนักงานบางแห่งจึงมีการติดตั้งตู้สาขาอัตโนมัติมาเป็นตัวตัดต่อในการทำโทรศัพท์ และสามารถตรวจสอบรายละเอียดการใช้งานได้จากใบแจ้งนี้ขององค์การโทรศัพท์ ในที่นี้เราหมายถึงการโทรทางไกลหรือการโทรศัพท์เข้าหาโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่านั้น ถ้าเป็นพื้นที่เดียวกันเราจะ ไม่สามารถทราบรายละเอียดการใช้โทรศัพท์ได้

ในปริมาณการใช้โทรศัพท์ที่มากนี้ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการขัดข้องของช่องสัญญาณการสื่อสารได้ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการใช้โทรศัพท์มากกว่าความเป็นจริงที่เราใช้งานอยู่และเป็นการยากต่อการตรวจสอบได้ ดังนั้นจึงมีการนำเสนอการออกแบบและการสร้างเครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์เพื่อบันทึกรายละเอียดการใช้โทรศัพท์ ไม่ว่าจะเป็นการโทรเข้า โทรออก และระยะเวลาในการใช้โทรศัพท์ของแต่ละครั้งได้ ซึ่งในปัจจุบันนี้โทรศัพท์บ้านพื้นฐานก็ยังไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบได้และบันทึกข้อมูลการใช้งานในลักษณะนี้ ถ้าเกิดมีเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลในลักษณะนี้แล้วจะทำให้เราทราบรายละเอียดของข้อมูลในการใช้โทรศัพท์ในแต่ละเดือนของการโทรเข้า และโทรออกได้ อีกทั้งยังสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้โทรศัพท์ได้ ซึ่งจะเป็นการควบคุมปริมาณการใช้โทรศัพท์ได้ เพื่อลดค่าใช้จ่ายของบริษัทหรือของครอบครัวได้ นอกจากนี้ก็ยังสามารถทำการบันทึกรายละเอียดของแต่ละรายบุคคลได้ เช่น ชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ของบุคคลเหล่านั้นเพื่อให้สะดวกในการค้นหาเบอร์โทรศัพท์และยังเป็นการประหยัดเวลามากกว่าการค้นหาแบบเปิดสมุดโทรศัพท์ อีกทั้งยังจะทำให้เราสามารถตรวจสอบการใช้กับทางบริษัท ทศท. คอปอร์เรชั่น จำกัดและบริษัท เทเลคอมเอเซีย จำกัด ซึ่งเป็นผู้ให้บริการโทรศัพท์บ้านพื้นฐานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบโทรศัพท์บ้าน
2. เข้าใจระบบการทำงานของวงจรรวมเบอร์ MT 8870 และ เบอร์ MC14LC5447
3. ทำการคำนวณค่าบริการในการใช้โทรศัพท์ในแต่ละครั้งที่โทรออกได้
4. จัดทำในส่วนของการบันทึกข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ ชื่อ ที่อยู่ ของแต่ละรายบุคคล
5. จัดทำในส่วนของการบันทึกข้อมูลรายละเอียดของการใช้โทรศัพท์
6. สามารถแสดงหมายเลขปลายทางที่โทรออกและหมายเลขที่โทรเข้ามาได้

1.3 ขอบเขตของงาน

1. สามารถสร้างอุปกรณ์ที่ตรวจสอบหมายเลขที่โทรเข้าได้
2. สามารถสร้างอุปกรณ์ที่ตรวจสอบหมายเลขที่โทรออกได้
3. สามารถสร้างอุปกรณ์ที่ตรวจเช็คการยกหู การวางหู สัญญาณการสั่นของกระดิ่ง สัญญาณโทรศัพท์ได้
4. สามารถคำนวณค่าบริการการใช้โทรศัพท์ในแต่ละครั้งที่ทำการใช้สายและแสดงออกมาเป็นรายการได้

1.4 องค์ประกอบของโครงงาน

โครงงานนี้ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท โดยมีบทนำ ในบทที่ 1 เป็นการกล่าวแนะนำหลักการเบื้องต้น และ วัตถุประสงค์ในการทำโครงงานนี้ ส่วนรายละเอียดของบทต่างๆ อีก 4 บท มีดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

บทที่ 3 วงจรและการทำงานของวงจร

บทที่ 4 การทดลองและผลลัพธ์

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

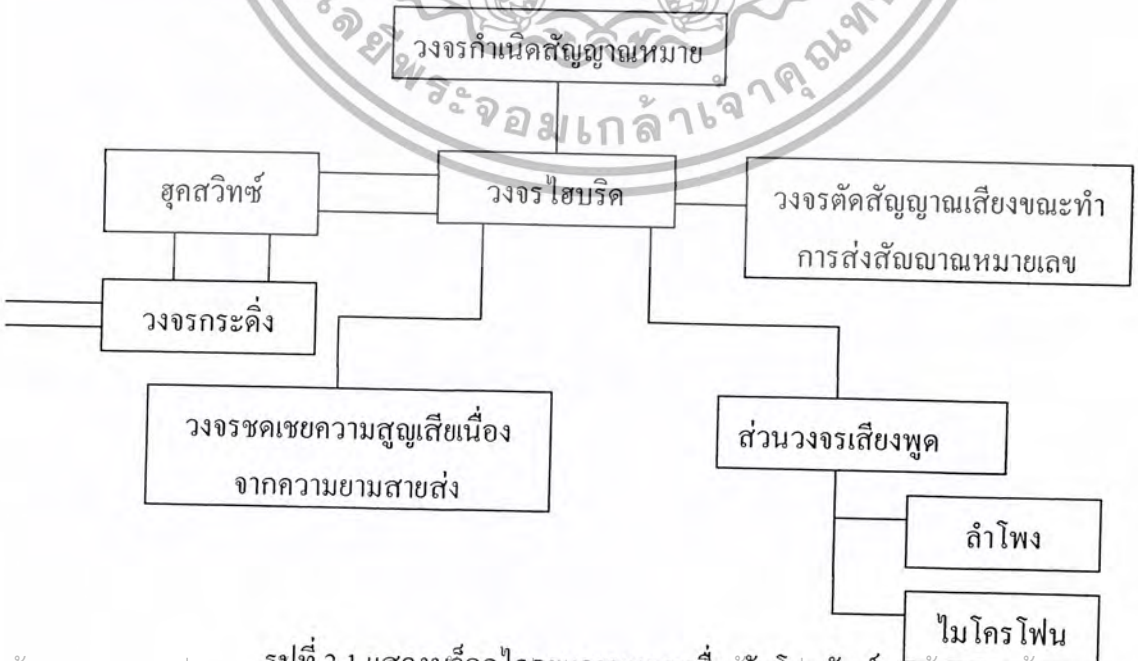
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการของโทรศัพท์

2.1 การสื่อสารทางโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์ จะติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ ด้วยสายสัญญาณ 2 สาย คือ สายทิป (Tip) และสายริง (Ring) ปกติเมื่อไม่มีการใช้โทรศัพท์ วงจรของเครื่องรับโทรศัพท์จะถูกตัดออกจากคู่สายโทรศัพท์ คงเหลือแต่เพียงวงจรกำเนิดเสียงเรียก (Ringing) หรือวงจรกระดิ่งต่ออยู่กับชุมสายโทรศัพท์เท่านั้นเพื่อส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อจากผู้อื่นเข้ามา ทำให้ในขณะที่โทรศัพท์ไม่ถูกใช้งานจะไม่มีกระแสไหลผ่านเครื่องรับโทรศัพท์ แต่เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ ก็จะมีการเชื่อมต่อเครื่องรับโทรศัพท์เข้ากับชุมสายโทรศัพท์ เกิดการไหลของกระแสในวงจรที่กำเนิดมาจากแบตเตอรี่ในชุมสายโทรศัพท์ และเมื่อชุมสายโทรศัพท์ทราบคู่สายที่ถูกเรียกจะติดต่อ โดยจะทำการส่งสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับ (AC) ออกไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียก เพื่อทำการสั่นกระดิ่งให้ดังขึ้น เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์รับสายจะเกิดกระแสตรง (DC) ไหล เมื่อชุมสายตรวจพบก็จะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่ง ก็จะสามารถทำการสนทนาได้

ภายในเครื่องโทรศัพท์มีส่วนวงจรที่สำคัญ ประกอบด้วยวงจรกำเนิดสัญญาณหมายเลข วงจรกระดิ่งวงจรตัดเสียง วงจรไฮบริด วงจรปากพูดหูฟัง ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 วงจรกำเนิดสัญญาณหมายเลข

จะทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ ซึ่งอาจจะเป็นสัญญาณพัลซ์ หรือสัญญาณความถี่คู่ผสม (Dual Tone Multi Frequency :DTMF) ก็แล้วแต่โทรศัพท์ที่ใช้งาน

2.1.2 วงจรกระดิ่ง

ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณเรียกเข้ามาเป็นกระแสสลับประมาณ 100-120 โวลต์ ความถี่ 25 เฮิรตซ์ มายังวงจรกระดิ่ง เพื่อแจ้งให้เจ้าขอเครื่องรับทราบว่ามีการเรียกเข้ามา

2.1.2 วงจรตัดเสียง

จะทำการตัดเสียงต่างๆ มิให้เข้าไปในชุมสายเพื่อป้องกันการผิดพลาด ถ้าหากบังเอิญมีสัญญาณเสียงที่มีความถี่ใกล้เคียงกับสัญญาณความถี่หมายเลขที่จะทำให้การส่งสัญญาณหมายเลขเกิดความผิดพลาดได้

2.1.3 วงจรไฮบริด

เป็นตัวที่ทำหน้าที่แปลงวงจร 2 สาย 2 ทิศทาง เป็น 4 สาย 2 ทิศทางใน 4 สายแต่ละคู่ใช้เพื่อส่งสัญญาณแต่ละทิศทาง

2.1.4 วงจรปากพูดหูฟัง

ส่วนนี้จะทำหน้าที่เหมือนวงจรเครื่องรับ-ส่ง ที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกและผู้ถูกเรียกเพื่อให้พูดคุยสนทนากันได้

2.2 การติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

ในการติดต่อดังกล่าวมีวิธีการดังนี้

การเรียกทางโทรศัพท์ (Telephone Call) หมายถึง การเรียกผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

ผู้เรียก (Calling subscriber) หมายถึง ผู้ที่ทำการติดต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ เพื่อแจ้งเลขหมายที่ต้องการจะทำการติดต่อได้

ผู้ถูกเรียก (Called subscriber) หมายถึง ผู้ได้รับการติดต่อจากชุมสายโทรศัพท์ว่ามีผู้ต้องการติดต่อด้วย

คู่สายโทรศัพท์ (Telephone line) หมายถึง สายนำสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 วิธีติดต่อด้านผู้เรียก (Calling Subscriber)

สภาวะปกติเมื่อยังไม่มีการยกหูโทรศัพท์จะมีแรงดันไฟตรงที่คู่สายประมาณ -48 โวลต์ เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้นทำการกดหมายเลขเพื่อโทรเรียกไปยังผู้รับจะทำให้ระดับแรงไฟตรงที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนแปลงจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ ชุมสายโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีการเริ่มต้นการใช้งานเกิดขึ้น ชุมสายโทรศัพท์ ก็จะทำการส่งสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ไปยังผู้เรียก เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุนก็จะกดหมายเลขส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ไปยังหมายเลขที่กดชุมสายก็จะทำการตัดสัญญาณให้หมุนออกทันทีที่ได้รับหมายเลขโทรศัพท์ตัวแรกและเมื่อชุมสายโทรศัพท์ได้รับทราบหมายเลขของผู้ถูกเรียกครบแล้ว ก็จะทำการกำหนดเส้นทางระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก เพื่อใช้ในการสนทนา แต่ถ้าคู่สายผู้ถูกเรียกไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปให้ผู้เรียกทราบ เพื่อให้ผู้เรียกวางหู แล้วค่อยทำการเรียกใหม่แต่ถ้าหากคู่สายผู้ถูกเรียกว่างชุมสายก็จะส่งสัญญาณกริ่ง (Ring Tone) ไปยังเครื่องของผู้ถูกเรียกและส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) กลับไปยังผู้เรียก เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถทำการติดต่อได้แล้วเมื่อผู้ถูกเรียกทำการยกหูชุมสายจะทำการยกเลิกสัญญาณเรียกกลับ การสนทนาจึงเริ่มต้นได้

2.2.2 วิธีติดต่อด้านผู้ถูกเรียก (Called Subscriber)

ด้านผู้ถูกเรียกเมื่อมีการเรียกเข้ามา ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียกที่มีความถี่ 25 เฮิรตซ์ และขนาดแรงดันประมาณ 100 โวลต์พีคทูพีค ไปยังเครื่องผู้ถูกเรียก ทำให้เครื่องโทรศัพท์ดังขึ้นในกรณีที่ไม่มีผู้รับสาย สัญญาณกระดิ่งจะดังอยู่ประมาณ 15 ครั้ง หลังจากนั้นชุมสายจะทำการตัดสัญญาณ แล้วส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหูโทรศัพท์เพื่อทำการเรียกใหม่หรือวางหู ถ้าผู้ถูกเรียกทำการยกหูโทรศัพท์ ระดับแรงดันไฟตรงที่คู่สายโทรศัพท์จะเปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ เกิดสัญญาณตอบรับไปยังชุมสายโทรศัพท์ ชุมสายโทรศัพท์ก็จะทำการตัดสัญญาณกริ่งเรียกออกจากผู้ถูกเรียก เพื่อให้คู่สนทนาพูดคุยกันได้ ในตอนนี้หน้าที่การทำงานของชุมสายในส่วนของการควบคุมก็จะหยุดลง มิเตอร์สำหรับเก็บค่าบริการของชุมสายก็จะเริ่มทำงาน

เมื่อการสนทนาสิ้นสุด คู่สนทนาก็จะทำการวางหู ระดับแรงดันของคู่สายโทรศัพท์ก็จะเปลี่ยนแรงดันกลับเป็น 48 โวลต์ดังเดิม เกิดสัญญาณตอบรับไปบังชุมสายโทรศัพท์ให้รับรู้ว่าการสนทนาได้สิ้นสุดลง

ไซด์โทน (Side Tone) คือเสียงที่เราพูดไป สัญญาณไฟฟ้าจะผ่านเข้าไปที่หูฟังของตัวเองอย่างเต็มที่ ทำให้ได้ยินเสียงตัวเองดังมาก และยังเป็นผลให้พลังงานที่ส่งออกไปลดลง เสียงที่เราพูดไปแล้วไปได้ยินที่หูฟัง เรียกว่า ไซด์โทน เสียงนี้มีความสำคัญต่อการรับส่งสัญญาณมาก เพราะถ้ามีขนาดแรงเกินไปผู้พูดก็จะพูดค่อยลง ทำให้สัญญาณที่ส่งไปยังผู้รับค่อยลงด้วย แต่ถ้ามีไซด์โทนต่ำไป ผู้พูดก็จะพูดดังมากซึ่งอาจจะทำให้สัญญาณเพี้ยน หรือผู้รับจะได้ยินเสียงดังจนเกิดความรำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

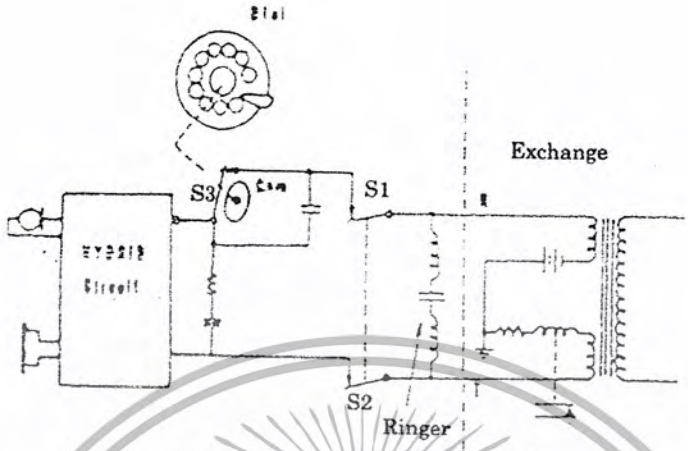
1. แบบหมุน (Rotating)

2. แบบกดปุ่ม (Push Button)

2.3.1 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข (Rotating Type)

เมื่อมีการใช้เครื่องโทรศัพท์ไม่ว่าจะเป็นการเรียกออกไปหรือเป็นการรับโทรจากผู้อื่นเข้ามา คือ การยกหูโทรศัพท์หรือที่เรียกกันว่า ปากพูดหูฟัง (Hand Set) ขึ้นจากที่รองรับ (Cradte) ทำให้ Hook Switch ปิดวงจรของสายเส้น TIP (T) และ RING (R) เป็นผลทำให้ครบวงจรของ Relay Coil ในชุมสายโทรศัพท์ทำให้มีกระแสไหลผ่านเครื่องโทรศัพท์และ Relay Coil ที่ชุมสายโทรศัพท์ด้วยก็จะทำให้อุปกรณ์สวิตชิ่งต่าง ๆ ในชุมสายโทรศัพท์ทำงานนั้นก็คือ ชุมสายโทรศัพท์สามารถติดต่อกับเครื่องรับโทรศัพท์ได้แล้วโดยการส่งสัญญาณหมุนหมายเลข (Dial Tone) มายังเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกเพื่อให้ผู้เรียกทราบว่าสามารถหมุนเลขหมายที่ผู้เรียกต้องการติดต่อได้แล้วและชุมสายโทรศัพท์ก็พร้อมที่จะรับหมายเลขที่ผู้เรียกหมุนหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งหลังจากที่ชุมสายโทรศัพท์ได้รับสัญญาณหมุนหมายเลขตัวแรกแล้วชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณก็จะส่งสัญญาณหมุนหมายเลข (Dial Tone) ซึ่งกระบวนการต่าง ๆ จะเกิดอย่างรวดเร็ว เมื่อหมุนหมายเลขเสร็จก็ปล่อยมือหน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ก็จะกลับมาที่เดิมในขณะที่หน้าปัดหมุนกลับมาที่เดิมจะมีผล คือ ทำให้ลูกเบี้ยว (CAM) หมุนตามการหมุนของลูกเบี้ยวนี้จะทำให้ Contact S3 (ในรูป) ปิดและเปิดวงจรเป็นจำนวนครั้งเท่ากับหมายเลขที่หมุน การที่ Contact S3 ปิด เปิดวงจรจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านซึ่งเรียกว่า IMPULSE และเมื่อ Contact S3 เปิดวงจร กระแสก็จะหยุดไหลนี้จะเป็นผลทำให้เกิดพัลซ์ (PULSE) ขึ้นมาและจำนวนพัลซ์ที่เกิดขึ้นก็จะมีเท่ากับจำนวนหมายเลขที่หมุน เช่น หมุนหมายเลข “1” ก็จะเกิดจำนวนพัลซ์ 1 ลูกคือ Contact S3 จะทำการปิดและเปิดเป็นจังหวะ 1 ครั้ง ถ้าหมุนหมายเลข 5 ก็จะทำให้เกิดพัลซ์ 5 ลูกคือ Contact S3 จะเปิดและปิดเป็นจังหวะ 5 ครั้ง แต่ถ้าหมุนหมายเลข 0 ก็จะเกิดพัลซ์ขึ้นมา 10 ลูกเป็นต้น นั่นก็หมายถึงว่าในการหมุนหมายเลขแต่ละครั้งพัลซ์ที่เกิดขึ้นจะไม่ได้เกิดตอนที่หมุน หมายเลข แต่พัลซ์จะเกิดขึ้นตอนที่หน้าปัดหมุนกลับนั่นเอง ซึ่งวงจรดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบ Pulse อย่างง่าย

ความเร็วหน้าปัด (Dial Speed) ของเครื่องโทรศัพท์ก็มีความสำคัญต้องอยู่ในมาตรฐานเพียงเนื่องจากการติดต่อ โดยถ้ามีโอกาสติดต่อกันได้หลายเครื่องจึงต้องอยู่ในขอบข่ายเดียวกัน ซึ่งประกอบด้วย ความเร็วของกระแส IMPULSE อัตราการต่อ (Break Make Ratio) ของ Contact และช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมายตามปกติแล้วความเร็วของกระแส IMPULSE จะใช้อยู่ 2 ตัว คือ 10 และ 20 IPS (Impulse Period Second) ส่วนค่ามาตรฐานสำหรับอัตราส่วนตัดต่อ จะมีค่าตัดต่อ 2:1 ซึ่งหมายความว่า Contact จะต้องตัดวงจรเป็นเวลา 2 หน่วยเวลา ในระบบโทรศัพท์ที่มีการส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลซ์จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณพัลซ์ได้อัตรา 10 พัลซ์ต่อวินาทีหรือ 10 IPS (Impulse Period Second) ก็จะทำให้ได้ค่าของ Pulse Period เป็น 10 ms นั่นเอง ซึ่งความหมายของช่วงเวลาต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

- คาบของสัญญาณพัลซ์ (Pulse Period) เท่ากับช่วงเวลาที่ Contact ปิด (Make Duration) รวมกับช่วงเวลาที่ Contact เปิด (Break Duration) จะได้ค่าเท่ากับ 100 มิลลิวินาที

- ช่วงเวลาต่อวงจร คือ ช่วงเวลาค่าใน 3 ของคาบเวลาทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 100 ms # 9 / 3 = 33.33 ms

- ช่วงเวลาตัดวงจร คือ ช่วงเวลา 2 ใน 3 ของคาบเวลาทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 100 ms # 2 / 3 = 66.66 ms

ส่วนช่วงเวลาในการหยุดหมุนหมายเลขแต่ละตัว โดยทั่วไปมีค่าเป็น 700 ms แต่ก็อาจจะใช้ได้ในช่วงตั้งแต่ 600 ms ไปจนถึง 900 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม (Push Button)

ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่มซึ่งเป็นระบบที่จะใช้ในโครงงานนี้ด้วยนั้น โดยที่โทรศัพท์แบบกดปุ่มจะใช้กรรมวิธีของ Dual Tone Multi Frequency (DTMF) ในการส่งสัญญาณหมายเลขและเลือกฟังก์ชันในการติดต่อกับ voice mail box เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลซ์ คือ จะมีหลักการที่ว่าเมื่อเรากดหมายเลขใดๆ ก็ตามจะมีการส่งสัญญาณความถี่ออกไป 2 ความถี่ มอดูเลตกันไปซึ่งก็หมายถึงตัวแทนของหมายเลขที่กดนั่นเอง ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านของความถี่เสียง (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งโดยทั่วไปจะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 แถว และ 3 คอลัมน์ และเครื่องโทรศัพท์แบบมี 16 ปุ่ม โดยที่จะเพิ่มอีกหนึ่งคอลัมน์ โดยที่ความถี่ต่ำจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน (ROW) และอีกความถี่หนึ่งจะเป็นความถี่สูงซึ่งอยู่ในแนวแกนตั้ง (COLUMNS) สามารถแสดงได้ดังตาราง

High Freq. group (Hz)		1,209	1,336	1,447	1,663
Low Freq. group (Hz)					
697	R1	1	2	3	A
770	R2	4	5	6	B
852	R3	7	8	9	C
941	R4	*	0	#	D
		C1	C2	C3	C4

ตาราง 2.1 แสดงความถี่ของ DTMF

ความถี่ที่ใช้ในแต่ละคอลัมน์จะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ของทั้ง 4 แถว เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ(Low Group Frequency) และความถี่ทั้ง 4 คอลัมน์เรียกว่าเป็นกลุ่มความที่สูง (High Group Frequency) การกดที่หมายเลขใดๆ จะทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่เช่น การกดหมายเลข 5 ความถี่ที่ผลิตออกมาคือ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ เป็นต้น ซึ่งเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มจะให้คุณสมบัติที่ดีดังนี้

1.สามารถลดเวลาในการหมุนลงได้ ผลก็คือเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการหมุนโทรศัพท์แต่ละครั้ง (Holding Time) ลดลงซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับทราฟฟิกได้มากขึ้น

2.สามารถใช้วงจรทางอิเล็กทรอนิกส์แทนอุปกรณ์ทางด้านกลไกจึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งหมายเลขได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.มีความเหมาะสมที่จะใช้กับอุปกรณ์ชุมสายระบบควบคุมด้วยโปรแกรม (Stored Program Control:SPC)

4. ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสาย

2.4 สัญญาณโทรศัพท์

สัญญาณ (Signalling) คือข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย

หน้าที่ทั่วๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่คือ

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

2.4.1 สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber Signalling)

สัญญาณที่ส่งจากผู้เช้าถึงชุมสาย

1. ออฟฮุค (Off Hook) คือ สภาพผู้เช่ายกหู สายโทรศัพท์จะมีสถานะโคลสลูป (Close Loop) หรืออิมพีแดนซ์ต่ำ (Low Impedance)
2. ออนฮุค (On Hook) คือ สภาพผู้เช่าวางสาย หรือสภาพว่างสายจะมีสถานะ โอเพนลูป (Open Loop) หรืออิมพีแดนซ์สูง (High Impedance)
3. ไดอัลลิ่ง (Dialing) คือสภาพที่ผู้เช่ากดหมายเลข สัญญาณที่ออกไปจะเป็นความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย

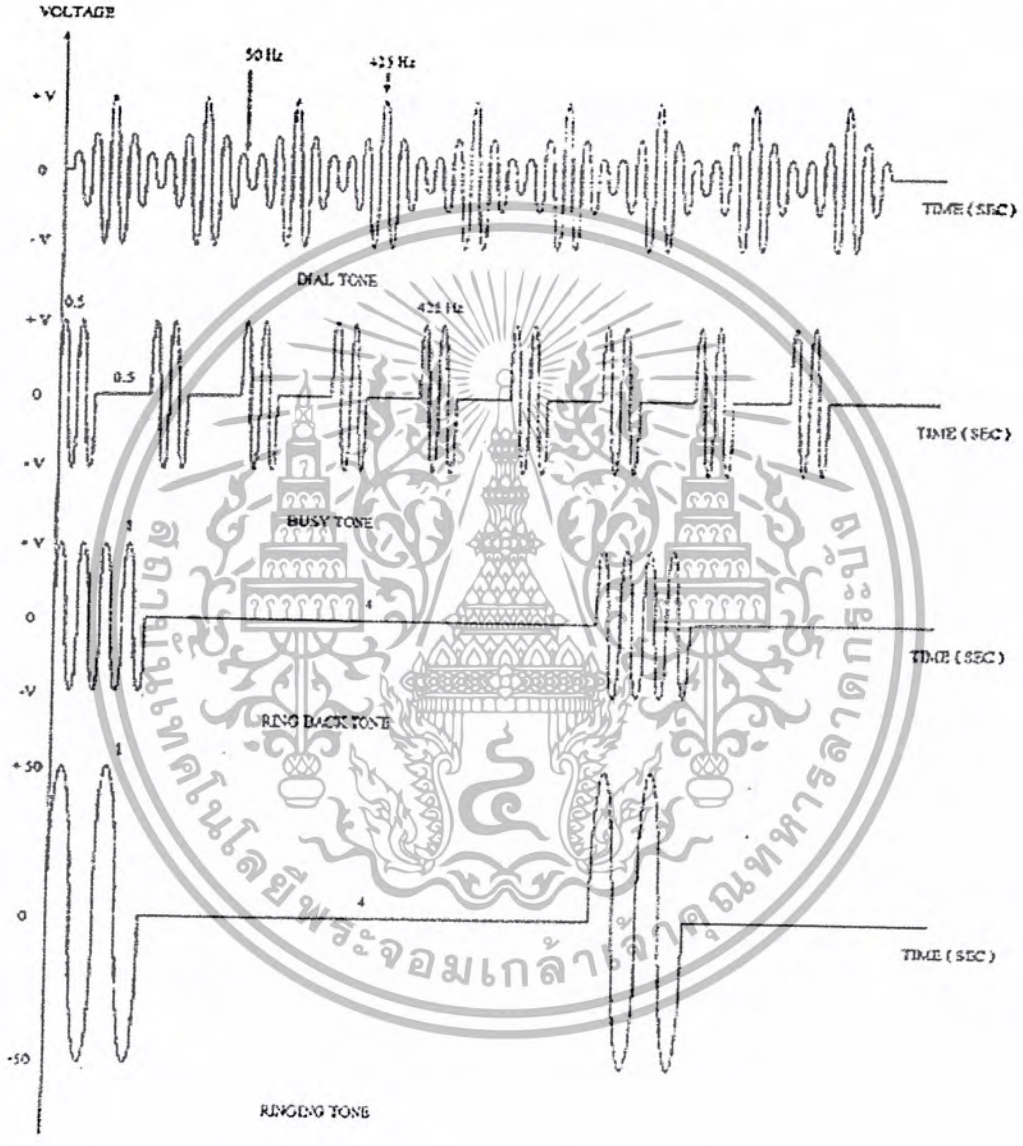
สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) คือสัญญาณที่บอกถึงสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสายและชุมสายพร้อมจะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Tone นี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 เฮิรตซ์ มอดดูเลตด้วยความถี่ 50 เฮิรตซ์ ผู้เช่าจะได้ยินเสียงเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

2. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) คือสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้ายกหูแล้วได้สัญญาณนี้แสดงว่า อุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนหมายเลขไปแล้วแสดงว่า ผู้เช้าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสายลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) คือสัญญาณที่ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้ถูกเรียก เครื่องโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าสำเร็จเป็นสัญญาณ 425 เฮิรตซ์ ช่วงเวลาของการส่งประมาณ 1 วินาที หยุด 4 วินาที



รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณพื้นฐานที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

4. สัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone) คือสัญญาณที่ใช้เมื่อมีการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้ถูกเรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียก เรียกผู้ถูกเรียกมาตอบการเรียกเป็นสัญญาณ 25 เฮิรตซ์ ช่วงเวลาการส่งและเงียบเช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทแรกเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นและตู้ชุมสายอัตโนมัติ ประเภทที่สอง คือ ชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านท้องถิ่นและชุมสายต่อผ่านทางไกล

1. ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น หมายถึง ชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อโดยตรงชุมสายแบบนี้มีจำนวนหมายเลขตั้งแต่ร้อยถึงหมื่นหมายเลข

ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติก็มีลักษณะคล้ายชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น แต่การใช้งานจะใช้ติดต่อภายในสำนักงานโดยไม่ผ่านชุมสายท้องถิ่นสามารถให้บริการพิเศษแก่หมายเลขภายในขึ้นอยู่กับความสามารถของตู้ชุมสายนั้น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นทำนองเดียวกันผู้ใช้โทรศัพท์จากภายนอกก็สามารถทำการติดต่อยังผู้ใช้โทรศัพท์ภายในได้โดยผ่านชุมสายท้องถิ่นและตู้ชุมสายสาขาตามลำดับ

2. ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่าน หมายถึงชุมสายที่ไม่มีหมายเลขโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อโดยตรงแต่จะให้บริการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นกับชุมสายท้องถิ่นด้วยกัน

2.6 ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange)

ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติเป็นชุมสายโทรศัพท์ขนาดเล็กที่นิยมใช้หันในองค์กรสำนักงานต่างๆ อย่างแพร่หลาย ซึ่งให้บริการติดต่อกับโทรศัพท์ภายในที่ต่ออยู่กับระบบโดยไม่ต้องผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ก่อให้เกิดความประหยัดและสะดวกรวดเร็ว ทั้งยังสามารถติดต่อผ่านไปยังชุมสายภายนอกได้อีกด้วยชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ในที่นี่จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ส่วนเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร (Communication Interface Device) ซึ่งอุปกรณ์ในส่วนนี้จะทำหน้าที่เชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่มาต่อพ่วงกับตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ ซึ่งจะแบ่งออกเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ และอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายนอก
    - อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ ได้แก่ อุปกรณ์กำเนิดเสียง (Tone Generator) ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณเสียงโทรศัพท์ต่างๆ เช่น สัญญาณเสียงไดอัล เป็นต้น อุปกรณ์กำเนิดเสียงสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ (Automatic Answer) และอุปกรณ์ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Decoder) ที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากเครื่องโทรศัพท์ ส่งมาระหว่างการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายนอกตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องโทรศัพท์สายภายในและสายนอก โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะต่อผ่านอุปกรณ์อินเตอร์เฟสติดต่อเข้ากับตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ

2. เซอร์กิจสวิทช์ (Circuit Switching) นับเป็นหัวใจของ PABX ซึ่งทำให้มีการติดต่อกันได้ระหว่างผู้ใช้ อุปกรณ์สวิทชิงจะหาช่องสัญญาณกายภาพ (Physical Channel) หรือเส้นทางผ่านจริงของสัญญาณ (PhysicalPath) เพื่อเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลตลอดเส้นทางระหว่างผู้ใช้ ในที่นี้กล่าวถึงเมทริกสวิทช์ (Matrix Switch)
3. หน่วยควบคุมระบบ (Control Section) จะทำหน้าที่ประมวลผลการติดต่อต่าง ๆ (Call Processing) เช่น รับส่งข้อมูลหรือสั่งงานอุปกรณ์ต่าง ๆ การจัดช่องสัญญาณการติดต่อสื่อสาร และการบริหาร เกี่ยวกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ

2.7 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของระบบโทรศัพท์ระบบ DTMF

2.7.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบสัญญาณโทนคู่ (DTMF Decoder)

ระบบโทรศัพท์แบบสัญญาณโทนคู่นี้จะใช้การส่งสัญญาณไปบนสายส่งของสัญญาณไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์ ซึ่งเป็นสัญญาณแบบแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่า โดยแต่ละค่าประกอบด้วยสัญญาณคลื่นรูปไซน์ (Sine Wave) 2 แบบ แบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group Frequency) และอีกแบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency) โดยสามารถแสดงกลุ่มของความถี่ได้ดังตารางที่ 2.1

กลุ่มของความถี่สูง (Hz)	กลุ่มของความถี่สูง (Hz)			
	1209	1336	1477	1663
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

ตารางที่ 2.2 แสดงสัญญาณโทนคู่

2.7.2 การถอดรหัสความถี่สัญญาณโทนคู่ (DTMF Decoder)

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกด จากสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนด ต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดสัญญาณ DTMF เกิดความผิดพลาดขึ้น ต้องคำนึงถึงรายละเอียดดังนี้

1. วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้ว่าสัญญาณที่รับเข้ามาจะมีที่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน ± 2 % และจะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า ± 3 % จากค่ามาตรฐานผ่านวงจรกรองความถี่ไปได้
2. วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที
3. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ก็ต่อเมื่อสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที
4. วงจรถอดรหัสจะต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่มีไดนามิกส์เรนจ์สูงกว่า 25.7 dB ได้โดยไม่เกิดความผิดพลาดและยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ ประกอบขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF มีแอมปลิจูดแตกต่างกันมากกว่า 6 dB
5. วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลา ไม่ว่าขณะนั้นจะเป็นปรากฏเสียงพูดหรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัสก็ไม่ทำให้การถอดรหัสผิดพลาด

ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบทั้งสอง

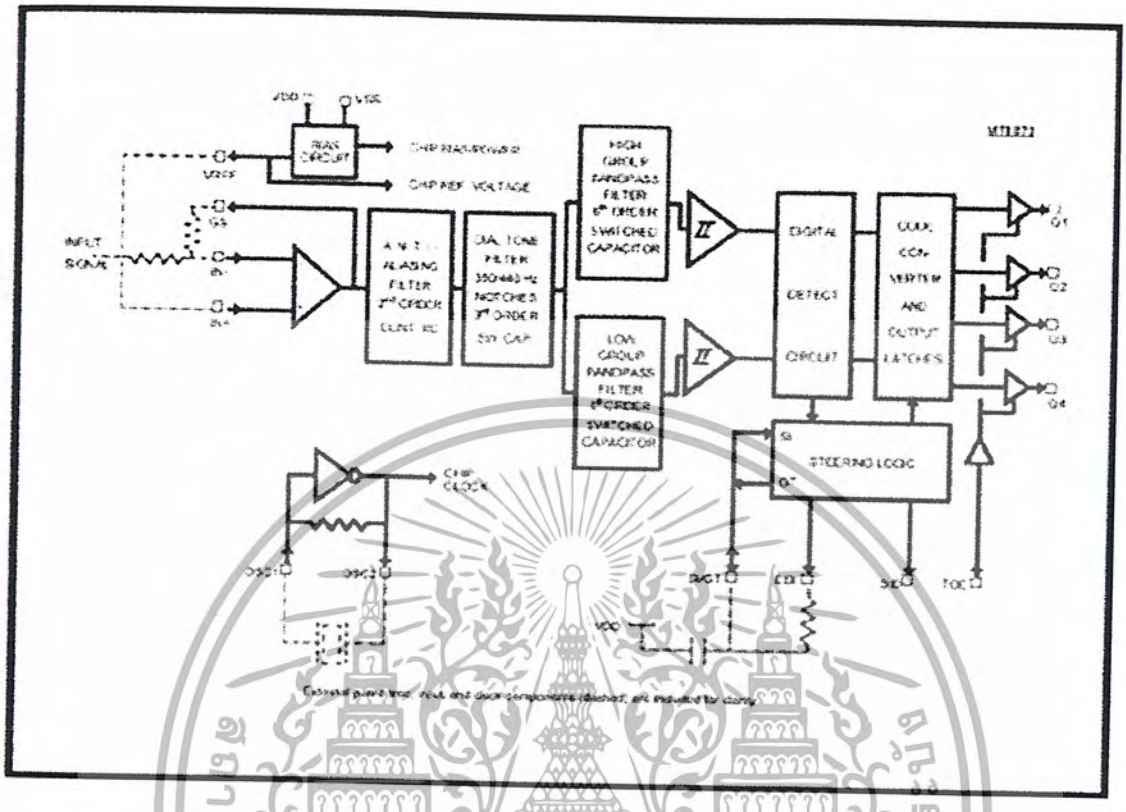
จากการที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าในการส่งสัญญาณแบบพัลซ์ 1 ลูก ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100 มิลลิวินาที (66.67 มิลลิวินาที สำหรับช่วงเวลาการตัดวงจร และ 33.33 มิลลิวินาทีสำหรับเวลาในการตัดวงจร) และยังต้องมีช่วงเวลาระหว่างตัวเลขแต่ละตัวอีกอย่างน้อย 700 มิลลิวินาทีและยิ่งถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อมีจำนวนถึง 9 ตัวแล้วต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น แต่การส่งสัญญาณในระบบ DTMF จะใช้เวลาน้อยกว่า และยังสามารถสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้อุปกรณ์โซลิตสเตตได้ จึงทำให้เกิดความสะดวกและประหยัด
- สามารถเพิ่มปุ่มเกินจำนวนหมายเลข เพื่อให้สามารถใช้ในการส่งสัญญาณที่ใช้ในการบริการพิเศษต่างๆ
- มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับชุมสายโทรศัพท์ระบบที่ทันสมัยขึ้น

2.7.3 การทำงานของไอซีเบอร์ MT 8870

ในโครงงานนี้จะใช้ไอซีเบอร์ 8870 เป็นตัวถอดรหัส DTMF โดยที่ MT8870 จะทำการแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอล 4 บิต บล็อกไดอะแกรมของ MT8870 มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4 บล็อกไดอะแกรมของไอซีเบอร์ MT8870

โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสทางดิจิตอล เป็นไอซีสร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO² -CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้ส่วนประกอบของสวิตซ์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ (Capacitor Filter) สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุตเป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะ

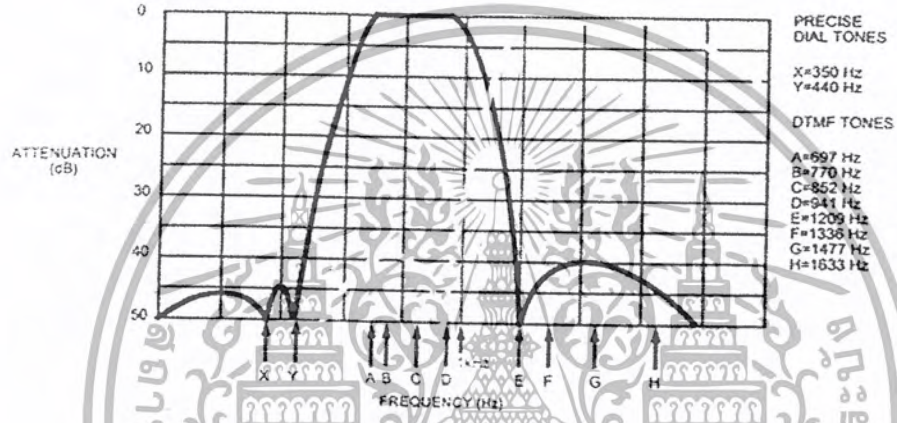
ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870 มีส่วนสำคัญ 5 ส่วน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็นสองกลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตซ์คาปาซิเตอร์ (Six order Switch Capacitor band pass filter)



รูปที่ 2.5 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTFM หรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้องสัญญาณที่ขา Est (Early Steering) ก็จะแอคทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้น

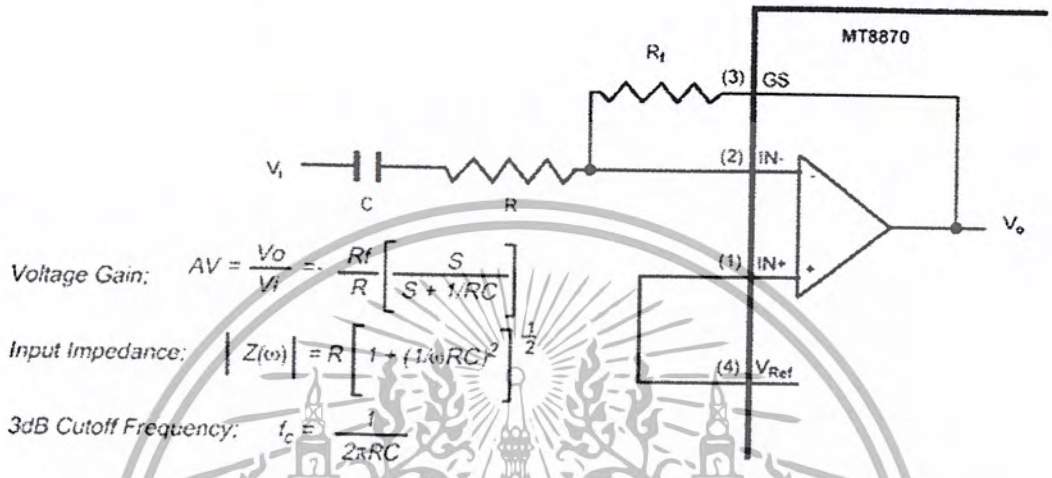
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรนี้จะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งโดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น high นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามานานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

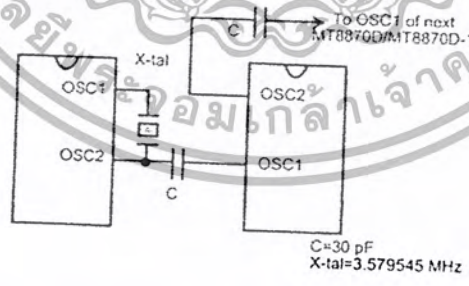
วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป ดังรูป



รูปที่ 2.6 โครงสร้างวงจรแบบดิฟเฟอเรนเชียล

5. ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรอยู่ภายใน เพียงต่อคริสตัลออสซิเลเตอร์ ความถี่ 3.579 MHz ที่ภายนอกดังรูปที่ 2.7 ก็สามารถใช้งานได้ทันที



รูปที่ 2.7 แสดงการต่อวงจรกำเนิดความถี่

2.8 อุปกรณ์บันทึกเสียงตอบรับอัตโนมัติ

อุปกรณ์บันทึกเสียงที่ใช้คือ ไอซีเบอร์ ISD1420 ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้นาน 20 วินาที ภายในมีวงจรควบคุมการทำงานให้กลับเข้าสู่โหมดสแตนด์บาย (Standby Mode) หรือปิดตัวเองโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ โดยสัญญาณอนาลอกที่ทำการบันทึกสามารถเก็บไว้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หน่วยความจำได้โดยตรงไม่ต้องผ่านการแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D) หรือจากดิจิตอลเป็นอนาลอก (D/A) ซึ่งเป็นสัญญาณถูกเก็บในรูปของแรงดันระดับต่างๆ ภายในเซลล์สัญญาณสามารถขับออกทางลำโพงได้โดยตรง หรือต่อเข้ากับวงจรขยายภายนอกได้เลย

2.9 หลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

หลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติเครื่องนี้อธิบายได้ตามลักษณะการติดต่อดังนี้

2.9.1 การเรียกเข้าจากสายภายนอก

เมื่อมีการเรียกเข้าจากสายนอก วงจรส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งจะบอกให้ระบบควบคุมทราบและทำการยกหูโดยวงจรตอบรับอัตโนมัติทำหน้าที่รับสาย จากนั้นรอรับสัญญาณ DTMF จากเครื่องโทรศัพท์สายนอกที่เรียกเข้ามาต้องการติดต่อกับโทรศัพท์ภายในคู่สายใด เมื่อรู้ปลายทางแล้ว ระบบควบคุมก็จะทำการส่งสัญญาณกระดิ่งไปที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องนั้นๆ และส่งสัญญาณเรียกกลับไปที่เครื่องโทรศัพท์สายนอกดังกล่าว

แต่ถ้าคู่สายภายในปลายทางนั้นไม่ว่าง วงจรตอบรับอัตโนมัติจะบอกให้เลือกกดหมายเลขภายในหมายเลขอื่น หรือเลือกติดต่อเข้ามาใหม่ภายหลัง

2.9.2 การเรียกจากสายในออกไปสายนอก

เมื่อคู่สายภายในต้องการติดต่อคู่สายภายนอก ผู้เรียกจากสายในทำการยกหูจะได้รับสัญญาณไดอัลกดหมายเลข “9” เพื่อบอกว่าคู่สายที่ต้องการติดต่อเป็นสายนอก จากนั้นกดหมายเลขปลายทางที่ต้องการได้

กรณีที่บริษัท องค์กร หรือสำนักงานมีการจำกัดการใช้โทรศัพท์ของพนักงาน สามารถตั้งเวลางดการติดต่อออกไปภายนอกได้ เช่น ช่วงพักกลางวัน

2.9.3 การเรียกจากสายในไปสายในด้วยกัน

เมื่อคู่สายภายในต้องการติดต่อคู่สายภายในด้วยกัน ผู้เรียกทำการยกหูจะได้รับสัญญาณไดอัลแล้วกดหมายเลขภายในที่ต้องการได้เลย

2.10 หลักการของ RS-232-C

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียวเพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55748

ที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเนคเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12 V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3 ถึง +12 V แสดงว่าไม่มีข้อมูล (Space)

มาตรฐาน RS-232-C ได้จัดพิมพ์ขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1969 โดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คำว่า RS ย่อมาจาก Recommended Standard ส่วน 232 เป็นหมายเลขบ่งบอกของมาตรฐานตัวนี้ C เป็นเลขหมายของฉบับสุดท้ายของมาตรฐานตัวนี้ นอกจากอักษร C แล้ว ในปัจจุบันยังมีอักษร D และ E ด้วย จุดประสงค์ของมาตรฐานตัวนี้ก็เพื่อเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ส่งข้อมูลปลายทาง (DTE : Data Terminal Equipment) อุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ โมเด็ม, TA Adapter ฯลฯ กับอุปกรณ์สื่อสารกับข้อมูล (DCE : Data communication Equipment) ซึ่งก็คือคอมพิวเตอร์นั่นเอง

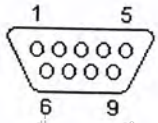
2.10.1 มาตรฐานของ RS-232 C

- ช่วงไม่มีข้อมูล (Space) หรือลอจิก 0 ต้องมีแรงดันในช่วง +3 V ถึง +25
- ช่วงข้อมูล(Mark) หรือลอจิก 1 ต้องมีแรงดันในช่วง –3 V ถึง –25 V
- แรงดันในช่วง –3 V ถึง +3 V ถือเป็นช่วงเวลาการเปลี่ยนสถานะ
- แรงดันในขณะเปิดวงจรต้องมีค่าไม่เกิน 25 V
- กระแสขณะช็อตวงจรมีค่าไม่เกิน 500 mA

ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่ใช่ข้อกำหนดที่ครอบคลุมมาตรฐานของ RS-232 ทั้งหมด มาตรฐานของ RS-232-C นั้นนอกจากจะมีคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึง นั่นก็คือ RS-232-C นั้น จำกัดความจุไฟฟ้าอยู่ที่ 2500 PE สำหรับสายเคเบิลที่มีฉนวนและช่วงว่างระหว่างสายอย่างสามัญทั่วไปสายจะมีความยาวประมาณ 50 ฟุต จะมีค่าความจุไฟฟ้าประมาณนั้น ดังนั้นถ้าไม่ใช่สายชนิดพิเศษแล้ว ระยะห่างมากที่สุดระหว่าง DTE คือ 50 ฟุต หรือประมาณ 15 เมตร แต่ถ้าสายที่ใช้มีขนาดความจุต่ำแล้วความยาวของสายก็ต้องเพิ่มขึ้น

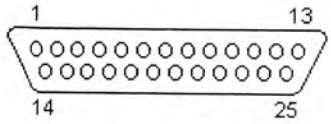
2.10.2. คอนเนคเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเนคเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้ หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเนคเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเนคเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก ถึงถูกยกเลิกไป



รูปที่ 2.8 คอนเนคเตอร์แบบ DB-9 ตัวผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 คอนเนคเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้

คอนเนคเตอร์ DB-9	คอนเนคเตอร์ DB-9	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect	Input
2	3	Received Data : RXD	Input
3	2	Transmitted Data : TXD	Output
4	20	Data terminal ready : DTR	
5	7	Signal Ground : Gnd	-
6	6	Data set Ready : DSR	Input
7	4	Request To Sent : RST	Output
8	5	Cleat To Sent : CTS	Input
9	22	Ring Indicator : RI	Input

ตารางที่ 2.3 ตารางกำหนดขาของขั้วต่อ RS-232-C

2.10.3. รายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้

1. Transmit Data

TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป เมื่อไม่มีสัญญาณส่งออกสถานภาพของลอจิกที่ขานี้จะมีค่าเท่ากับ "1" หรือเท่ากับ stop bit

2. Receive Data

RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ เมื่อไม่มีสัญญาณรับเข้ามา ขานี้จะมีสภาพทางลอจิกเป็น "1"

3. Request to Send

RST เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปการณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RST ก็คือขา CTS อุปกรณ์รีบหากได้รับสัญญาณออกไปที่สาย CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3 สายจะต้องเชื่อต่อขา RST และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Clear to Send

CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RST เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้ตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

5. Data Set Ready

DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา STR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอก ซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR เมื่อสัญญาณสายนี้อยู่ในสถานะออน (หรือลอจิก 0) เป็นการบอกไมโครคอมพิวเตอร์หรือฝ่ายส่งว่าโมเด็มต่อเข้ากับสายโทรศัพท์เรียบร้อยแล้วพร้อมที่จะส่งได้ โมเด็มที่มีการหมุนหมายเลขอัตโนมัติจะส่งสัญญาณสายนี้ไปบอกให้ไมโครคอมพิวเตอร์รู้ว่าต่อโทรศัพท์ได้สำเร็จแล้ว

6.Signal Ground

SG ทำหน้าที่เป็นระดับแรงดันอ้างอิงสำหรับทุกๆสายของสัญญาณ จะมีแรงดันเป็น “0” เมื่อเทียบกับสัญญาณตัวอื่น

7. Carrier Detect

CD ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ถูกใช้งานมากนัก

8. Data Terminal Ready

DTR เป็นขอสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขาของอุปกรณ์ปลายทาง จะต้องเชื่อมต่อขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้เชื่อมต่อแบบ Null Modem ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้ในการตรวจจับสัญญาณพาห์

9. Ring Indicator

RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารทั่วไปในสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน ก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

2.11 วิชวลเบสิก (Visual Basic)

คอนโทรลเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งใน Visual Basic 6 จะมีแถบเครื่องมือนี้ว่าทูลบ็อกซ์ (ToolBox)

คอนโทรลพื้นฐานใน VB6 จะเป็นคอนโทรลติดต่อกับผู้ใช้ในการทำงานพื้นฐานต่างๆเช่น การแสดงข้อความ และ รับข้อความจากผู้ใช้ การแสดงรูปภาพ การแสดงตัวเลือกแก่ผู้ใช้ เป็นต้น คอนโทรลพื้นฐานต่างๆของ VB6 จะมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมาส์ (Mouse)

พิกเจอร์บอกซ์(Picture)

ลาเบล(Label)

เท็กบ็อกซ์(Text box)

เฟรม(Frame)

ปุ่มคำสั่ง(Command Button)

เช็กบ็อกซ์(Check box)

ออบชั่นบัตทอน(Option button)

ลิสต์บ็อกซ์(List box)

คอมโบบ็อกซ์(Combo box)

สกรอลบาร์แนวนอน และ แนวตั้ง(Horizontal bar)

สกรอลบาร์แนวตั้ง(Vertical scroll bar)

ไทเมอร์(Timer)

รูปที่ 2.10 รูปคอนโทรลพื้นฐานของ Visual Basic

นอกจากคอนโทรลเหล่านี้ยังมีคอนโทรลอื่นที่เราจะกล่าวในบทที่เกี่ยวข้องดังนี้

- คอนโทรลรูปทรง และ เส้นตรง (Shape and Line)
- อิมเมจบ็อกซ์(Image Box)
- ไดรฟ์ลิสต์บ็อกซ์(Drive List Box)
- ไดเร็กทอรีลอสต์บ็อกซ์(Directory List box)
- ไฟล์ลิสต์บ็อกซ์(File List Box)
- ดาต้าคอนโทรล(Data Control)
- คอนโทรล OLE

2.11.1 เท็กบ็อกซ์ (Textbox)

เท็กบ็อกซ์เป็นคอนโทรลที่ใช้เพื่อจุดประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ให้ผู้ใช้สามารถเติม แก้ไขข้อความโดยผ่านคีย์บอร์ดเข้าสู่โปรแกรม
2. แสดงข้อมูลต่างๆในโปรแกรมของเราได้
3. ใช้ในการสร้างไดอะล็อกซ์ให้ใส่รหัสผ่านได้
4. ใช้ในการสร้างไดอะล็อกซ์ให้ใส่รหัสผ่านได้
5. ใช้ในการสร้างไดอะล็อกซ์ให้ใส่รหัสผ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติที่เราควรรู้จัก

1. Text เป็นคุณสมบัติที่เก็บค่าข้อความของเท็กบ็อกซ์ที่แสดงผลอยู่
2. MaxLengthใช้ในการกำหนดความยาวสูงสุดของข้อความที่สามารถรับได้ของเท็กบ็อกซ์
3. HideSelection ใช้กำหนดว่าจะให้แสดงสีหน้าของข้อความที่ถูกเลือกด้วยหรือไม่ เมื่อเท็กบ็อกซ์นั้นไม่ได้รับโฟกัสแล้ว

การอ่านข้อความที่ถูกเลือกในเท็กบ็อกซ์

เราสามารถทำงานกับข้อความที่ถูกเลือกในเท็กบ็อกซ์ด้วยคุณสมบัติต่างๆดังต่อไปนี้

1. SelStart ใช้กำหนดหรือส่งค่าเป็นตำแหน่งเริ่มต้นของข้อความที่เราเลือกในเท็กบ็อกซ์ ถ้าในเท็กบ็อกซ์ไม่ได้มีการเลือกข้อความ เมื่อเราเลื่อนโฟกัสไปที่เท็กบ็อกซ์ SelSelect จะบอกตำแหน่งที่อยู่ของเคอร์เซอร์ในข้อความ
2. SelLengthใช้กำหนดหรือส่งค่าความยาวของข้อความที่เราเลือกอยู่
3. SelText ใช้กำหนด หรือส่งค่าข้อความที่เราเลือกอยู่

การจัดรูปแบบข้อความในเท็กบ็อกซ์

คุณสมบัติที่เกี่ยวกับการจัดรูปแบบข้อความในเท็กบ็อกซ์มีดังตารางต่อไปนี้

ชื่อคุณสมบัติ	คำอธิบาย
MultiLine	กำหนดให้เท็กบ็อกซ์แสดงและรับข้อความแบบหลายบรรทัดได้
ScrollBars	กำหนดให้เท็กบ็อกซ์แสดงสกรอลบาร์ด้วยหรือไม่ และแสดงสกรอลบาร์แบบใด (แนวนอน แนวตั้ง หรือทั้งสองแนว)
Alignment	กำหนดให้จัดรูปแบบข้อความในเท็กบอกซ์อย่างไร เช่น จัดชิดซ้าย (Left Justify) จัดกึ่งกลาง (Center) และจัดชิดขวา (Right Justify) คุณสมบัตินี้จะใช้ได้ต่อเมื่อคุณสมบัติ MultiLine มีค่าเป็น True

ตารางที่ 2.4 ตารางคุณสมบัติการจัดรูปแบบข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างเท็กบ็อกซ์แบบแก้ไขค่าไม่ได้

เราสามารถทำให้ข้อความในเท็กบ็อกซ์อ่านได้อย่างเดียวโดยกำหนดคุณสมบัติ Locked ให้มีค่า True ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไข รวมทั้งใช้คำสั่งตัด (Cut) และวาง (Paste) ข้อความในเท็กบ็อกซ์ไม่ได้ในตอนรันโปรแกรม

การสร้างเท็กบ็อกซ์แบบรหัสผ่าน (Password TextBox)

เราสามารถสร้างเท็กบ็อกซ์แบบรหัสผ่านได้โดยการกำหนดค่าคุณสมบัติ PasswordChar ให้เป็นตัวอักขระที่จะแสดงแทนข้อความในเท็กบ็อกซ์ เช่น ให้แสดง * แทนตัวอักษรจริงที่เราพิพ์เข้าไป

การตอบสนองต่อข้อความที่เปลี่ยนในเท็กบ็อกซ์

เราสามารถตอบสนองต่อข้อความที่เปลี่ยนแปลงในเท็กบ็อกซ์ได้ โดยผ่านทางอีเว็นต์ Change เช่น เราต้องการสร้างโปรแกรมที่ประมวลผลทันทีตามข้อความที่รับเข้ามาจากเท็กบ็อกซ์เราต้องทำผ่าน อีเว็นต์นี้ เป็นต้น

2.11.2 เลเบล (Label)

เลเบลเป็นคอนโทรลที่ใช้ในการแสดงข้อความตามที่เราต้องการบนฟอร์ม ซึ่งใช้อธิบายข้อมูลบางอย่างแก่ผู้ใช้ โดยผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขข้อความในเลเบลได้ในตอนรันโปรแกรม แต่สามารแก้ไขได้โดยใช้คำสั่งโปรแกรมตอนรัน และตอนออกแบบโปรแกรมเท่านั้น

ส่วนใหญ่เราจะใช้เลเบลในการอธิบายการทำงาน รวมทั้งแสดงสถานะบางอย่างเช่น ใช้อธิบายว่าเท็กบ็อกซ์นี้รับข้อมูลอะไร ชื่อหรือที่อยู่ เป็นต้น

ชื่อคุณสมบัติ	คำอธิบาย
Alignment	กำหนดให้ข้อความในเลเบลชิดซ้าย ชิดขวา หรือจัดอยู่กึ่งกลาง
Autosize	กำหนดให้ขนาดของเลเบลเท่ากับข้อความหรือไม่ (ตามแนวนอน)
WordWrap	กำหนดให้ขนาดของเลเบลเท่ากับข้อความคิดตามแนวตั้ง โดยรักษาความยาวตามแนวนอนไว้หรือไม่(ใช้ร่วมกับ Autosize)

ตารางที่ 2.5 ตารางคุณสมบัติของเลเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 ปุ่มคำสั่ง (Command Button)

ปุ่มคำสั่งเป็นคอนโทรลที่จะทำงานตามที่เรากำหนดเมื่อมีการกดปุ่มคำสั่ง โดยเราต้องกำหนดสิ่งที่จะตอบสนองในอีเว็นต์ Click

การกำหนดข้อความที่แสดงบนปุ่มคำสั่ง

ให้เราใส่ข้อความที่ต้องการแสดงบนปุ่มคำสั่งในคุณสมบัติ Caption หรือ กำหนดโดยใช้คำสั่งโปรแกรมก็ได้

คุณสมบัติ Default และ Cancel

เมื่อเรากำหนดให้ปุ่มคำสั่งใดบนฟอร์มมีคุณสมบัติ Default เป็น True จะทำให้เมื่อมีการกดปุ่ม <Enter> จะเป็นการ Click mouse ที่ปุ่มคำสั่งนั้นทันที โดยไม่สนใจว่ามีปุ่มคำสั่งใดได้รับโฟกัสอยู่

ส่วนคุณสมบัติ Cancel เมื่อถูกกำหนดให้เป็น True จะทำให้เมื่อมีการกดปุ่ม <Esc> จะเป็นการ Click mouse ที่ปุ่มคำสั่งนั้นทันที

2.11.4 เช็กบ็อกซ์ (Check Box)

คอนโทรลเช็กบ็อกซ์ใช้สำหรับเป็นตัวเลือกที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ 2 สถานะ คือ จะเช็ก(ให้มีเครื่องหมายถูกแสดง)หรือไม่เช็ค (ไม่มีเครื่องหมายถูก) โดยเราสามารถเช็กได้หลายเช็กบ็อกซ์พร้อมกันซึ่งต่างจากการใช้ออบชั่นที่เลือกได้เพียงครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น

ค่าที่กำหนด	ค่าตัวเลข	ชื่อของค่าคงที่
Unchecked	0	VbUnchecked
Checked	1	VbChecked
Unavailable	2	VbGrayed

ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติที่สำคัญของเช็คบอกซ์

2.11.5 ออบชั่นบัตทอน (Option Button)

คอนโทรลออบชั่นบัตทอนใช้สำหรับตัวเลือกให้แก่ผู้ใช้ โดยถ้ามีหลายออบชั่นบัตทอนบนฟอร์ม (ใช้จะเลือกออบชั่นบัตทอนได้ครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น ซึ่งเมื่อเราเลือกออบชั่นบัตทอนหนึ่งจะทำให้ออบชั่นบัตทอนเดิมที่เราเลือกเปลี่ยนไปเป็นไม่ถูกเลือกโดยอัตโนมัติ

เราสามารถใช้คอนโทรลเฟรม ในการแบ่งกลุ่มของตัวเลือกต่างๆ โดยที่ในแต่ละกลุ่ม ผู้ใช้จะเลือกได้เพียงตัวเลือกเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.6 เฟรม (Frame)

คอนโทรลเฟรมใช้สำหรับจัดกลุ่มคอนโทรลที่ต้องใช้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เช่น ใช้ในการแบ่งกลุ่มออปชั่นบัตทอนบนฟอร์มออกเป็นกลุ่มๆ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว เฟรมเป็นคอนโทรลที่ช่วยเพิ่มความเรียบร้อย และความสวยงามของหน้าตาของโปรแกรมเรามากขึ้น

ในการสร้างกลุ่มของคอนโทรลโดยใช้เฟรม เราจะต้องวาดเฟรมลงบนฟอร์มก่อนแล้วจึงวาดคอนโทรลที่ต้องการให้อยู่ในเฟรมลงไปทีหลัง และเวลาที่เราเลื่อนเฟรมไป คอนโทรลที่อยู่ในเฟรมก็จะเลื่อนตามไปด้วย ถ้าเราต้องการเลื่อนเฉพาะคอนโทรลที่อยู่ในเฟรม ให้เรากดปุ่ม<CTRL>ในขณะที่เลือกคอนโทรลในเฟรม แล้วจึงเลื่อนคอนโทรลที่เลือกนั้น

2.11.7 ลิสต์บ็อกซ์ (ListBox)

ลิสต์บ็อกซ์เป็นคอนโทรลที่แสดงรายการให้ผู้ใช้เลือก โดยที่สามารถเลือกได้ครั้งละ 1 รายการหรือมากกว่าก็ได้ ถ้ารายการที่ต้องแสดงในลิสต์บ็อกซ์นั้นมีมากเกินกว่าที่แสดงในลิสต์บ็อกซ์ได้ทั้งหมด จะมีสกรอลบาร์แนวตั้งขึ้นมาให้เราเลื่อนดูรายการที่เหลือได้ นอกจากนั้นลิสต์บ็อกซ์ยังสามารถแสดงข้อมูลแบบหลายๆ คอลัมน์ได้ด้วย

การเพิ่มรายการเข้าไปในลิสต์บ็อกซ์

เราสามารถเพิ่มรายการเข้าไปในลิสต์บ็อกซ์โดยใช้เมดถอด AddItem ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

```
<ชื่อของลิสต์บ็อกซ์> Additem Item, [Index]
```

โดยพารามิเตอร์ต่างๆ มีความหมายดังต่อไปนี้

1.Item เป็นข้อความที่ต้องการเพิ่มเข้าไปในลิสต์บ็อกซ์

2.Index เป็นตำแหน่งที่ต้องการให้แทรก Item ลงไปในลิสต์บ็อกซ์ ถ้าตอนเรียกเมดถอดนี้ไม่ได้ใส่ค่านี้ลงไป จะเป็นการเพิ่ม Item ไปเป็นรายการสุดท้ายของลิสต์บ็อกซ์ ตัวอย่าง คำสั่งต่อไปนี้ (รายการแรกในลิสต์บ็อกซ์จะมีค่า Index เท่ากับ 0 เสมอ)

ค่าที่กำหนดให้	คำอธิบาย
0	แสดงคอลัมน์เดียวและมีสกรอลบาร์แนวตั้ง(Default)
>0	แสดงคอลัมน์และมีสกรอลบาร์แนวนอน โดยความกว้างของแต่ละคอลัมน์ จะเท่ากับความกว้างของลิสต์บ็อกซ์หารด้วยค่าคุณสมบัตินี้และไม่มีสกรอลบาร์แนวตั้ง

ตารางที่ 2.7 การกำหนดค่าคุณสมบัติคอลัมน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.8 คอมโบบ็อกซ์ (ComboBox)

คอมโบบ็อกซ์เป็นคอนโทรลที่รวมความสามารถของเท็กบ็อกซ์ และลิสต์บ็อกซ์เข้าไว้ด้วยกัน ทำให้เราสามารถเลือกรายการได้เช่นเดียวกับลิสต์บ็อกซ์ รวมทั้งสามารถแก้ไขรายการได้เหมือนกับเท็กบ็อกซ์ คอมโบบ็อกซ์จะใช้พื้นที่วางน้อยกว่าลิสต์บ็อกซ์ และใช้คำสั่งในการทำงานคล้ายกัน ดังนั้น เราสามารถนำความรู้ที่เกี่ยวกับลิสต์บ็อกซ์มาใช้กับคอมโบบ็อกซ์ได้

การกำหนดค่ารูปแบบของคอมโบบ็อกซ์

เราสามารถกำหนดรูปแบบของคอมโบบ็อกซ์ได้โดยผ่านทางคุณสมบัติ Style โดยคอมโบบ็อกซ์มีรูปแบบที่ใช้ในการใช้งานอยู่ 3 แบบ ดังตาราง

รูปแบบ	ค่าที่กำหนดให้
Dropdown combo box	0
Simple combo box	1
Dropdown list box	2

ตารางที่ 2.8 รูปแบบของคอมโบบ็อกซ์

2.11.9 ไทเมอร์(Timer)

จุดประสงค์ของการใช้คอนโทรลไทเมอร์ คือให้มีการทำงานบางอย่างทุกๆช่วงเวลาที่เรากำหนด ซึ่งจะช่วยให้การทำงานบางอย่างถูกทำแบบฉากหลังพร้อมกับมีโปรแกรมอื่นทำงานอยู่ด้วย คอนโทรลนี้จะไม่สามารถมองเห็นได้เมื่อรันโปรแกรม (เราเรียกคอนโทรลประเภทนี้ว่า Non Visual Interface ซึ่งก็คือจะไม่เห็นตัวคอนโทรลในขณะที่รันโปรแกรมขึ้นมา)

คุณสมบัติที่สำคัญของไทเมอร์

1.Interval เป็นคุณสมบัติที่บอกว่าต้องการให้เกิดอีเว็นต์ Timer เว้นช่วงเวลาห่างกันเท่าไร คุณสมบัตินี้จะมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที (1/1000 second)

2.Timer เป็นอีเว็นต์ที่เกิดขึ้นในทุกช่วงเวลาที่เราได้กำหนดไว้ในคุณสมบัติ Interval

สกรอลบาร์ (ScrollBar)

สกรอลบาร์จะใช้ในโอกาสที่ไม่สามารถแสดงผลข้อมูลทั้งหมดได้ในคราวเดียว เนื่องจากมีพื้นที่ในการแสดงผลไม่เพียงพอ หรืออาจจะใช้เป็นอินพุตของข้อมูลก็ได้ สกรอลบาร์จะมีทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติต่างๆที่สำคัญของสกรอลบาร์

1. Min เป็นค่าต่ำสุดที่เป็นไปได้ของสกรอลบาร์

2. Max เป็นค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของสกรอลบาร์

3. Value เป็นคุณสมบัติที่ตรงกับตำแหน่งของสกรอลบ็อกซ์ในสกรอลบาร์

4. SmallChange เป็นการบอกว่าคุณสมบัติ Value จะมีค่าเปลี่ยนแปลงครั้งละเท่าไร เมื่อเกิด

5. LargeChange เป็นการบอกว่าคุณสมบัติ Value จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเท่าไร เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งของสกรอลบ็อกซ์ โดยการ Click mouse ที่สกรอลบาร์

การ Click mouse ที่ปุ่มลูกศรของสกรอลบาร์

อีเว็นต์ที่สำคัญของสกรอลบาร์

1. Change เป็นอีเว็นต์ที่เกิดขึ้น เมื่อค่าคุณสมบัติ Value เปลี่ยน

2. Scroll เป็นอีเว็นต์ที่เกิดขึ้น เมื่อมีการเลื่อนสกรอลบ็อกซ์ โดยไม่รวมการ Click เลื่อนโดนปุ่มลูกศรของสกรอลบาร์ กับการ Click เมาส์ที่สกรอลบาร์

2.12 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโทรศัพท์ที่ใช้ในประเทศไทยในปัจจุบัน

ระบบโทรศัพท์ที่ใช้ในประเทศไทย ปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบใหญ่ ๆ คือระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งในแต่ละบทมีรายละเอียดดังนี้

2.12.1 ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน มีทั้งหมด 2 ระบบต่อพื้นที่ทั่วประเทศ

1. Telecom Asia (TA) ให้บริการเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร
2. TT&T ให้บริการเฉพาะในเขตภูมิภาค
3. องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย มีทั้งส่วนบริการในกรุงเทพฯ และเขตภูมิภาค

2.12.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ระบบ NMT470 โดยองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
2. ระบบ 800Band A โดยการสื่อสารแห่งประเทศไทย
3. ระบบเซลลูล่าร์ 900 โดย บมจ. แอดวานซ์อินโฟร์ เซอร์วิส
4. ระบบเวิล์ดโฟน 800 โดย บมจ. โทเทิ่ล แอ็คเซส คอมมูนิเคชั่น
5. ระบบดิจิตอล GSM โดย บมจ. แอดวานซ์อินโฟร์ เซอร์วิส
6. ระบบ DTAC + เวิล์ดโฟน 1800 ดิจิตอล บมจ. โทเทิ่ล แอ็คเซส คอมมูนิเคชั่น
7. ระบบ PCN 1800* โดยบริษัท WCS ในเครือข่าย IEC
8. ระบบ PCN 1800* โดย บริษัท DPC ในเครือข่ายของสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ระบบออเรนจ์ โดย บริษัท ทีเอ ออเร้นจ์ จำกัด

10. ระบบ ซีดีเอ็มเอ วันเอ็กซ์ โดย บริษัท ฮัชชิสัน ซีเอที วายเลซ มัลติมีเดีย จำกัด (Hutchison CAT Wireless MultiMedia Ltd.)

2.12.3 การบริการขององค์การโทรศัพท์

1. บริการสื่อสารร่วมระบบดิจิตอล คือบริการสื่อสารที่สามารถรับส่งได้ทั้งสัญญาณข้อมูลและภาพเป็นระบบดิจิตอล ด้วยคู่สาย ISDN เพียงหนึ่งคู่สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. บริการประชุมทางไกลผ่านจอภาพ เป็นบริการติดต่อสื่อสารทั้งเสียงและภาพเคลื่อนไหวเหมือนจริงเหมาะกับกิจการขนาดใหญ่ มีสำนักงานและสาขาที่ต้องการจัดประชุมอยู่เป็นประจำ

3. บริการพิเศษ SPC ประกอบไปด้วยบริการให้เลือกข้อใช้ 8 ประเภทคือ

- บริการแจ้งค่าพูดโทรศัพท์ทางไกลทันที
- บริการเปลี่ยนหมายเลข
- บริการเรียกซ้ำอัตโนมัติ
- บริการหมายเลขย่อ
- บริการประชุมผ่านทางโทรศัพท์
- บริการจำกัดการเรียกออก
- บริการหมายเลขด่วน
- บริการรับสายเรียกซ้อน

4. บริการโทรศัพท์ติดตามตัว เช่น โฟนลิ้งค์ (Phonelink), เพจโฟน (Page-Phone) หรือเวิล์ดเพจ (World Page) เป็นบริการโทรศัพท์ติดตามตัวแบบรับได้ทางเดียวที่อาศัยเคลื่อนวิทยุเป็นสื่อ

5. บริการส่งข้อมูลเพื่อธุรกิจผ่านดาวเทียม (ISBN) เป็นการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียมและโทรศัพท์ผ่านดาวเทียม โดยผ่านสถานีกลาง (HUB)

6. บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เฉพาะกลุ่มธุรกิจ (Trunked Mobile Radio) เป็นการบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เฉพาะกลุ่มธุรกิจทั่วประเทศ เพื่อเป็นการสื่อสารระหว่างผู้ใช้ในกลุ่มเดียวกัน

7. บริการโทรศัพท์สาธารณะแบบใช้บัตร (Card Phone) จะเป็นการให้บริการโทรศัพท์สาธารณะแบบใช้บัตร

8. บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular Mobile Telephone) เป็นบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ NMT900, GSM

9. บริการสื่อสารข้อมูลโดยใช้ระบบ Datakit Virtual Circuit Switch โดยผ่าน DATANET เป็นการให้บริการข้อมูลบนสายโทรศัพท์

10. บริการ 108 (PINPHONE) เป็นการให้บริการโทรศัพท์โดยใช้รหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.4 การคิดอัตราค่าบริการของโทรศัพท์

1. อัตราค่าใช้โทรศัพท์ในประเทศ

- อัตราค่าใช้โทรศัพท์ในพื้นที่การให้บริการเดียวกัน

คิดในอัตราเดียวกันทั้งพื้นที่ คือ ครั้งละ 3 บาท

- อัตราค่าใช้โทรศัพท์ทางไกลภายในประเทศ

ปัจจุบันโทรศัพท์ทางไกลในประเทศแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. โทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติ

เป็นระบบโทรศัพท์ทางไกลที่สามารถติดต่อได้ด้วยตัวเอง เพียงกดรหัสทางไกลแล้วตามด้วยหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการติดต่อ ดังนั้นเมื่อต้องการโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติถึงผู้ใดควรตรวจดูรหัสทางไกลของชุมสายปลายทางที่จะติดต่อว่าอยู่ในเขตรหัสเดียวกันหรือต่างกัน เพราะถ้าเป็นรหัสเดียวกันต่อเพียงหมายเลขปลายทางเท่านั้นไม่ต้องต่อรหัสทางไกล

2. โทรศัพท์ทางไกลแบบพนักงานต่อ

"หมุน 101" เพื่อขอใช้โทรทางไกล โดยบอกรายละเอียดแก่พนักงานและชัดเจนดังนี้

- รหัสเขตโทรศัพท์ทางไกลของหมายเลขปลายทาง
- หมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง
- หมายเลขโทรศัพท์ของตนเอง
- ชื่อของตนเอง

การคิดค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลภายในประเทศขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยและของบริษัท เทเลคอมเอเซีย จำกัดมีการคิดอยู่ 2 รูปแบบ คือ

1. ค่าบริการให้พนักงานต่อ คิดเพิ่มขึ้นในอัตราครั้งละ 20 บาทสำหรับภาคกลางวัน และ 30 บาทสำหรับภาคค่ำและภาคดึก

2. ค่าบริการโทรศัพท์ในอัตราค่าธรรมเนียมรายเดือน เดือนละ 200 จะคิดในอัตราค่าบริการเดียวทุกพื้นที่และโทรศัพท์มือถือทุกระบบ

3. ค่าบริการโทรศัพท์ในอัตราค่าธรรมเนียมรายเดือน เดือนละ 100 จะคิดตามระยะทางและระยะเวลาที่ใช้ ดังนี้

- ภาคกลางวัน 07.00 น. – ก่อน 18.00 น.

ค่าบริการพนักงานต่อ 20 บาท ค่าโทรศัพท์ทางไกล

- ภาคค่ำ 18.00 น. – ก่อน 22.00 น.

ค่าบริการพนักงานต่อ 30 บาท ค่าโทรศัพท์ทางไกล

- ภาคกลางคืน 22.00 น. – ก่อน 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : บริการโทรศัพท์ทางไกลโดยพนักงานต่อประเภทเก็บเงินปลายทางคิดว่า บริการเก็บเงินปลายทางอีกครั้งละ 20 บาท

เรียกไปยังบริษัทเคลื่อนที่ที่จดทะเบียนในเขตการให้บริการ	เขตให้บริการ	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
1	เขตภาคกลาง	3
2	เขตภาคอีสานตอนบน	12
3	เขตภาคอีสานตอนล่าง	8
4	เขตภาคเหนือตอนบน	12
5	เขตภาคเหนือตอนล่าง	8
6	เขตภาคใต้ตอนล่าง	12
7	เขตภาคใต้ตอนบน	8

ตารางที่ 2.9 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อคิดจากจุดเรียกคืนที่กรุงเทพมหานคร

ภาคกลางวัน 07.00 น.- ก่อน 18.00 น.	ภาคค่ำ 18.00 น.- ก่อน 22.00 น.	ภาคกลางคืน 22.00 น.- ก่อน 07.00 น.
3.00	1.50	1.00
6.00	3.00	2.00
9.00	4.50	3.00
12.00	6.00	4.00
15.00	7.50	5.00
18.00	9.00	6.00

ตารางที่ 2.10 เปรียบเทียบอัตราภาคกลางวัน ภาคค่ำและภาคดึก (บาท/นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด

สำหรับอัตราที่ถูกกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน โดยองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย โดยแสดงอยู่ในอัตราของราคาต่อเวลา 1 นาที โดยการคิดเศษปัดขึ้นเป็น 1 นาที ตารางที่ 2.11 แสดงอัตราค่าบริการ โทรศัพท์ทางไหลต่างจังหวัดเมื่อคิดจุดโทรศัพท์ออกจากกรุงเทพฯ โดยแยกเป็นเขตภูมิภาค เขตรหัสทางไกล แล้วแยกย่อยออกไปเป็นเขตแต่ละจังหวัด แล้วแสดงค่าบริการในแต่ละจังหวัด

รหัสทางไกล 3 ตัวแรก	เลขนำหน้า 3 ตัวแรก	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
032	2,3	ราชบุรี	6
	4	เพชรบุรี	6
	5,6	ประจวบคีรีขันธ์	12
034	2,3	นครปฐม	3
	4	สมุทรสาคร	3
	5,6	กาญจนบุรี	9
	7	สมุทรสงคราม	6
035	2,5	อยุธยา	6
	5	สุพรรณบุรี	6
036	2,3	สระบุรี	6
	4	ลพบุรี	9
	5	สิงห์บุรี	9
037	2	ปราจีนบุรี,สระแก้ว	6
	3	นครนายก	6
	2,3,4	ชลบุรี	6
	5	ฉะเชิงเทรา	6
	6	ระยอง	9
	3,4	จันทบุรี	12
	5	ตราด	12
042	2,3	อุดรธานี,หนองบัวลำภู	15
	4	หนองคาย	18
	5	นครพนม	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสทางไกล 3 ตัวแรก	เลขนำหน้า 3 ตัวแรก	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
	7	สกลนคร	18
	8	เลย	15
043	2,3,4	ขอนแก่น	15
	5	ร้อยเอ็ด	15
	7	มหาสารคาม	15
	8	กาฬสินธุ์	15
044	2,3,4	นครราชสีมา	12
	5	สุรินทร์	12
	6	บุรีรัมย์	12
	8	ชัยภูมิ	12
045	2,3,4	อุบลราชธานี,อำนาจเจริญ	15
	6	ศรีษะเกษ	15
	7	ยโสธร	15
053	2,3,4	เชียงใหม่	18
	5	ลำพูน	18
	6	แม่ฮ่องสอน	18
	7	เชียงราย	18
054	2	ลำปาง	18
	4	พะเยา	18
	5,6	แพร่	15
	7	น่าน	18
055	2,3	พิษณุโลก	12
	4	อุตรดิตถ์	15
	5	ตาก	15
	6	สุโขทัย	15
	7	กำแพงเพชร	12
056	2,3	นครสวรรค์	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสทางไกล 3 ตัวแรก	เลขนำหน้า 3 ตัวแรก	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
	4	ชัยนาท	9
	5	อุทัยธานี	9
	6	พิจิตร	9
	7	เพชรบูรณ์	12
073	3,4	ปัตตานี	18
	5,6	นราธิวาส	18
074	2,3,4,5	สงขลา	18
	6	พัทลุง	18
	7	สตูล	18
075	2	ตรัง	18
	3,4,5	นครศรีธรรมราช	18
	6	กระบี่	18
076	2,3	ภูเก็ต	18
	4	พังงา	18
077	2,3,4	สุราษฎร์ธานี	18
	5	ชุมพร	15
	8	ระนอง	15

ตารางที่ 2.11 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด

หมายเหตุ:-ค่าบริการที่แสดงในตารางข้างบนนี้คิดเมื่อต้นทางอยู่ในเขตพื้นที่นครหลวง

-อัตราค่าบริการที่แสดงในตารางเป็นอัตราภาคกลางวัน

การคิดค่าบริการในลักษณะนี้จะเป็นแบบราคาเดียว คืออัตราค่าบริการไม่ได้ขึ้นอยู่กับเวลาในการใช้งาน และสำหรับประเทศไทยนั้นได้กำหนดให้อัตรานี้คือ 3 บาท ต่อการใช้งานโทรศัพท์ภายในจังหวัด 1 ครั้ง และมีหน่วยงานพิเศษบางหน่วยงานที่ผู้โทรเข้าไม่ต้องเสียค่าบริการ ซึ่งหมายเลขบริการของหน่วยงานเหล่านี้จะมีหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 1 เสมอ แต่ไม่ได้หมายความว่าหมายเลขที่ขึ้นต้นด้วย 1 นั้นจะเป็นหมายเลขที่โทรเข้าโดยไม่เสียค่าบริการเสมอไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขโทรศัพท์	ชื่อหน่วยงานหรือสถานที่บริการ
1133	บริการสอบถามเบอร์โทรศัพท์ในเขตนครหลวง
183	บริการสอบถามเบอร์โทรศัพท์ในเขตภูมิภาคและหมายเลขของโทรศัพท์เคลื่อนที่
191	แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย
123	แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย
193	ตำรวจทางหลวง
199	ศูนย์ดับเพลิงศรีอยุธยา
195	กองปราบปราม
1699	ตำรวจท่องเที่ยว
17-xxx	แจ้งเหตุขัดข้องในการใช้โทรศัพท์ (กด 17 ตามด้วยหมายเลข 3 ตัวแรกของหมายเลขที่ขัดข้อง
189	ศูนย์ระฆังทอง ร้องเรียนเรื่องโทรศัพท์
1644	สถานีวิทยุ สวพ.91
1548	ศูนย์สอบถามทะเบียนราษฎ์
108	PIN PHONE

ตาราง 2.12 หมายเลขโทรศัพท์ที่ไม่เสียค่าบริการ

และยังมีหมายเลขพิเศษ ซึ่งขึ้นต้นด้วย 1 เช่นกัน และเป็นหมายเลข 7 ตัวตามปกติ (เฉพาะในเขตกรุงเทพฯ คิดค่าบริการครั้งละ 3 บาท) สำหรับส่วนภูมิภาคจะมีบางหมายเลขที่ไม่สามารถเรียกได้เช่นเดียวกับในกรุงเทพฯ และอัตราค่าบริการในกรณีหน่วยงานนั้นๆตั้งอยู่ในจังหวัดของผู้เรียกนั้นจะคิดค่าบริการครั้งละ 3 บาท เช่นเดียวกับในกรุงเทพฯ ส่วนกรณีหน่วยงานนั้นไม่ได้ตั้งอยู่ในจังหวัดของผู้เรียกก็ยังสามารถเรียกได้และยังจะเรียกไปหน่วยงานนั้นๆที่ตั้งอยู่ในเขตรหัสทางไกลต่างจังหวัดในเขตเดียวกัน ตามที่กำหนดไว้ในอัตราปกติ และสำหรับหมายเลขที่เรียกได้ทั้งในกรุงเทพฯและส่วนภูมิภาคนั้นได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขโทรศัพท์	บริการ
151,152	PHONELINK
1142,1142,1144	PACKLINK
1500,1501	EASYCALL
161,162	HUTCHISON PAGE PHONE
1188	POST TEL
142	WORLDPAGE
1567	ศูนย์บริการข่าวสารมหาดไทย
1665	สำนักงานอาสาสาธารณสุขแห่งชาติ
1125	แจ้งท่อประปาแตก
181	สอบถามเวลา
182	ศูนย์บริการข่าวอากาศ
1506	ศูนย์ข้อมูลสำนักงานประกันสังคม
1507	ศูนย์บริการให้คำปรึกษาทางโทรศัพท์กรมประชาสงเคราะห์
714-3333	เฮลธ์ไลน์สายด่วนเพื่อสุขภาพ
383-9195-8	สถานีวิทยุ จส. 100
1111	ศูนย์บริการสอบถามข่าวสารของทางภาครัฐ

ตาราง 2.13 แสดงหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 1 แต่ต้องเสียค่าบริการ

การคิดค่าบริการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

สำหรับการคิดค่าบริการในระบบนี้นั้น จะแบ่งรูปแบบของการคิดค่าบริการจากลักษณะของการเรียกจากระบบใดได้ดังนี้คือ

1. การเรียกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่

สำหรับการเรียกในรูปแบบนี้จะคิดค่าบริการ โดยคิดจากจุดที่ผู้เรียกทำการเรียกไปยังจุดลงทะเบียนของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ถูกเรียก โดยไม่เกี่ยวกับพื้นที่ที่ผู้ถูกเรียกอยู่เสมอ

2. การเรียกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน

สำหรับการเรียกในรูปแบบนี้จะคิดค่าบริการ โดยคิดจากจุดผู้เรียกทำการเรียกไปยังพื้นที่หรือจังหวัดของโทรศัพท์พื้นฐานที่ถูกเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การเรียกจากโทรศัพท์พื้นฐานไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่

สำหรับการเรียกในรูปแบบนี้จะคิดค่าบริการโดยเรียกจากพื้นที่จังหวัดที่ตั้งของโทรศัพท์พื้นฐานเครื่องนั้นไปยังจุดลงทะเบียนของโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยไม่เกี่ยวกับพื้นที่ที่ผู้ถูกเรียกอยู่ในขณะเวลานั้นเลย

2. โทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ

บริการโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้านขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยขณะนี้เปิดให้บริการอยู่สี่ประเทศ คือ กัมพูชา ลาว พม่า และมาเลเซีย ท่านสามารถโทรศัพท์ไปประเทศทั้งสี่ประเทศได้ด้วยวิธีง่าย ๆ ดังนี้

1. ต่อทางไกลอัตโนมัติด้วยตัวท่านเอง

กดรหัส 007 + รหัสประเทศ + รหัสเมือง + เลขหมายปลายทางรหัสประเทศ มาเลเซีย 60รหัสประเทศลาว 856 กัมพูชา 855 พม่า 95

ตัวอย่างเช่น หากท่านต้องการโทรศัพท์ไปยังเมืองต่าง ๆ โปรดกดรหัสดังนี้

ประเทศ / เมืองปลายทางที่จะติดต่อ กด รหัสประเทศ + รหัสเมือง + เลขหมายลายทาง

- มาเลเซีย / เมืองกัวลาลัมเปอร์ กด 007 + 60 + 3 + XXXXXXX
- ลาว / เมืองเวียงจันทร์ กด 007 + 856 + 21 + XXXXXXX
- กัมพูชา / เมืองพนมเปญ กด 007 + 855 + 23 + XXXXXXX
- พม่า / เมืองย่างกุ้ง กด 007 + 95 + 1 + XXXXXXX

2. ต่อผ่านพนักงาน

กด 101 เพื่อติดต่อโอเปอร์เรเตอร์ พร้อมบอกหมายเลขปลายทางให้ โอเปอร์เรเตอร์ต่อให้โทรศัพท์ทางไกลในประเทศ

ตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2543 เป็นต้นไป กสท.ปรับลดอัตราค่าบริการโทรศัพท์ระหว่างประเทศลงอีกประมาณ 10-30 % เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันแก่ภาคธุรกิจของไทยในตลาดโลก และลดต้นทุนการดำเนินธุรกิจของประเทศ ดังนี้

- ประเทศสิงคโปร์ เหลือนาทีละ 28 บาท
- ประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และไต้หวัน เหลือนาทีละ 36 บาท
- ประเทศออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ เหลือนาทีละ 24 บาท
- ประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา อลาสก้า ฮาวาย เหลือนาทีละ 24 บาท
- 36 ประเทศในทวีปยุโรป เหลือนาทีละ 42 บาท อาทิ ประเทศออสเตรีย เบลเยี่ยม เดนมาร์ก เยอรมัน ฮังการี สเปน สวีเดน ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zone Destination	ISD (100)						Operator Assisted 100		
	Minimal 1st Minute			Additional 6 Seconds			First 3 Min.		Additional
Countries	Standard Rate	Economy Rate	Reduced Rate	Standard Rate	Economy Rate	Reduced Rate	Person Call	Station Call	Min.
Asia (Japan, South Korea, Taiwan)	40	32	28	4.00	3.20	2.80	160	120	40
Hong Kong only	36	29	25	3.60	2.90	2.50	144	108	36
ASEAN (Philippines, Indonesia, Brunei)	30	24	24	3.00	2.40	2.40	120	90	30
(Myanmar, Cambodia)	34	27	27	3.40	2.70	2.70	136	102	34
Singapore only	30	24	24	3.00	2.40	2.40	120	90	30
Middle East	28	22	22	2.80	2.20	2.20	112	84	28
Europe	46	37	32	4.60	3.70	3.20	184	138	46
Africa	42	34	30	4.20	3.40	3.00	168	126	42
Australia/ New Zealand	55	44	39	5.50	4.40	3.90	220	165	55
North America/ Canada	24	20	20	2.40	2.00	2.00	96	72	24
South & Central America	24	20	20	2.40	2.00	2.00	96	72	24
Pacific Ocean	55	44	39	5.50	4.40	3.90	220	165	55
	46	37	32	4.60	3.70	3.20	184	138	46

ตารางที่ 2.13 อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วงจรและการทำงานของวงจร

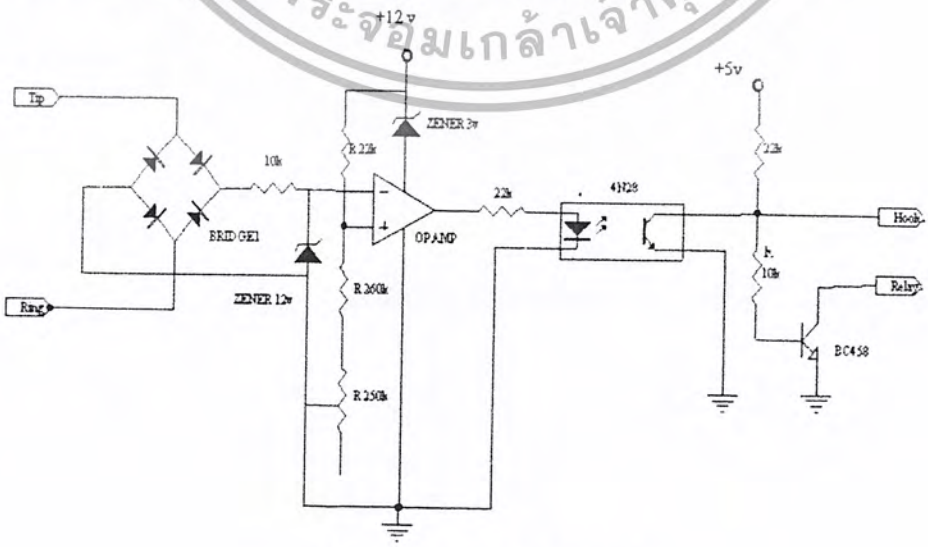
เครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์นี้ สามารถใช้งานร่วมได้กับโทรศัพท์บ้านและสำนักงานได้ และสามารถนำข้อมูลมาพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้โดยมีรายละเอียด ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 รูปบล็อกไดอะแกรมของเครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์

3.1 ส่วนประกอบของวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์

1. วงจรตรวจจับการยกหู (Hook Status Detector)
2. วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing Detector)
3. วงจรถอดรหัสสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Detector)
4. วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ring back Tone Detector)
5. วงจรตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า (Caller ID Decoder)

3.1.1 วงจรตรวจจับการยกหู (Hook Status Detector)



รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับการยกหู

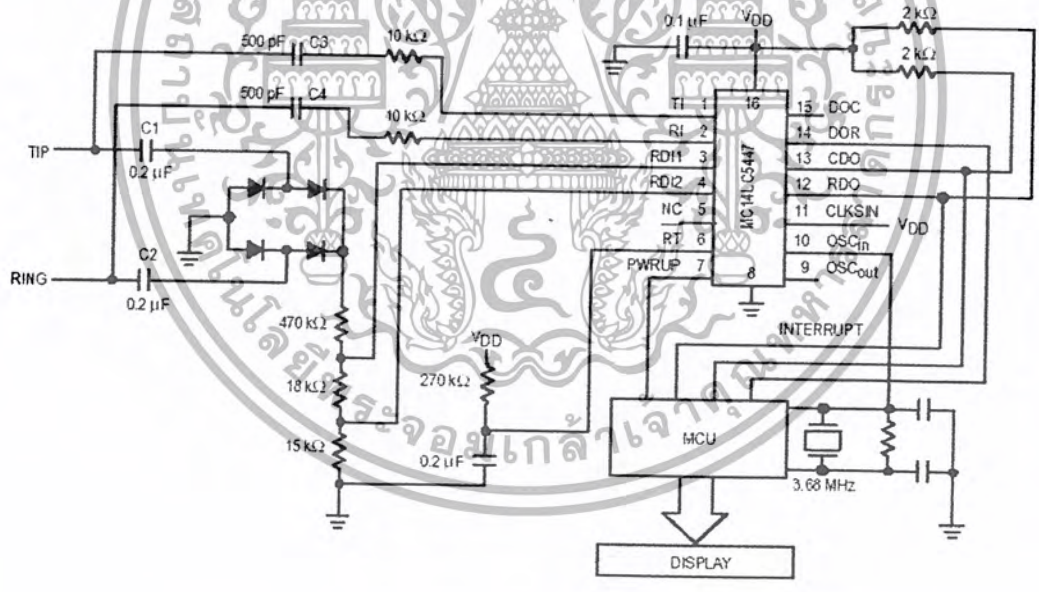
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 จะทำหน้าที่ในการตรวจสอบการยกหูหรือวางหูของเครื่องโทรศัพท์ โดยจะตรวจสอบจากระดับแรงดันในคู่สายโทรศัพท์ คือ เมื่อยกหูโทรศัพท์จะมีแรงตกคร่อมคู่สายประมาณ 10 โวลต์ดีซี และเมื่อวางหูจะมีแรงดันประมาณ 48 โวลต์ดีซี ดังนั้นจากส่วนนี้เมื่อมีการวางหูจะส่งลอจิก 0 และเมื่อยกหูจะส่งลอจิก 1 ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในวงจรจะใช้ออปแอมป์ ตั้งระดับแรงดันอ้างอิงที่ขา 2 ไว้ที่ระดับ 11 โวลต์ และใช้ออปโต้ไอโซเลเตอร์เป็นตัวเปลี่ยนระดับแรงดันจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์

ขณะที่วางหูแรงดันไฟตรง 48 โวลต์จะผ่านวงจรบริดจ์ซึ่งจะทำให้ขั้วของแรงดันแน่นอน หลังจากนั้นจะมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานและซีเนอร์ไดโอด 12 โวลต์ ดังนั้นแรงดันที่ตกคร่อมขา 3 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 12 โวลต์เพราะว่าซีเนอร์ไดโอดจะจำกัดแรงดันไว้ เมื่อแรงดันที่เข้ามามีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิง ทำให้ออปโต้ไอโซเลเตอร์ไม่นำกระแสแรงดันเอาพุตเท่ากับ 0 โวลต์

3.1.2 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing Detector)



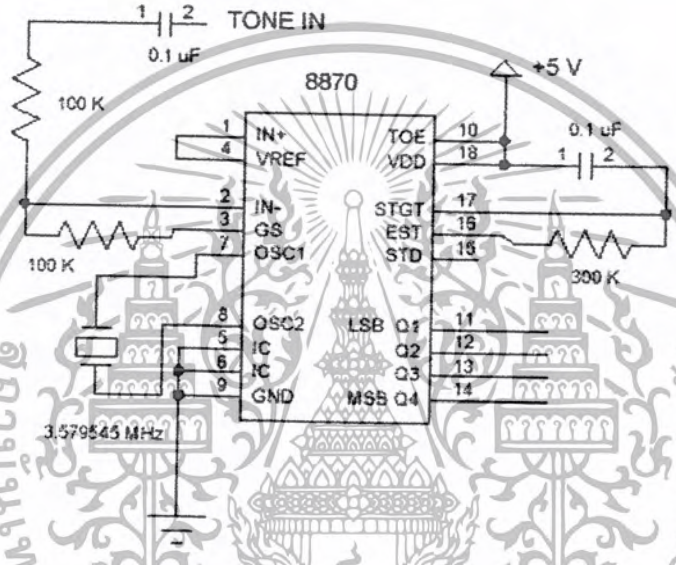
รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก

ในโครงงานนี้จะใช้ไอซีเบอร์ MC14LC5447 ในการตรวจจับสัญญาณเรียกของโทรศัพท์ เนื่องจากโครงสร้างภายในไอซีนี้จะมีส่วนของการตรวจจับสัญญาณนี้ประกอบอยู่ด้วย โดยขณะที่มีสัญญาณเรียกเป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งมายังผู้ที่ถูกเรียกซึ่งเป็นสัญญาณไซน์ความถี่ 25 เฮิรตซ์ แรงไฟประมาณ 100 Vp-p หรือประมาณ 70-90 Vrms โดยสัญญาณเรียกจะดัง 1 วินาที ดับ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วินาที เมื่อสัญญาณเรียกเข้ามาจะมีคาปาซิเตอร์ 0.2 ไมโครฟารัด เป็นตัวกั้นไฟกระแสตรงไม่ให้เข้ามาในวงจร สัญญาณจะผ่านวงจรบริดจ์ ซึ่งทำหน้าที่จัดขั้วของแรงดันให้มีค่าแน่นอน จะมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน แล้วเข้ามายังขาของไอซีเบอร์ MC14LC5447 ที่ขา 3 และ 4 สัญญาณที่ได้จะออกมาจากขาที่ 12 ของไอซี ดังรูปที่ 3.3

3.1.3 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Detector)



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

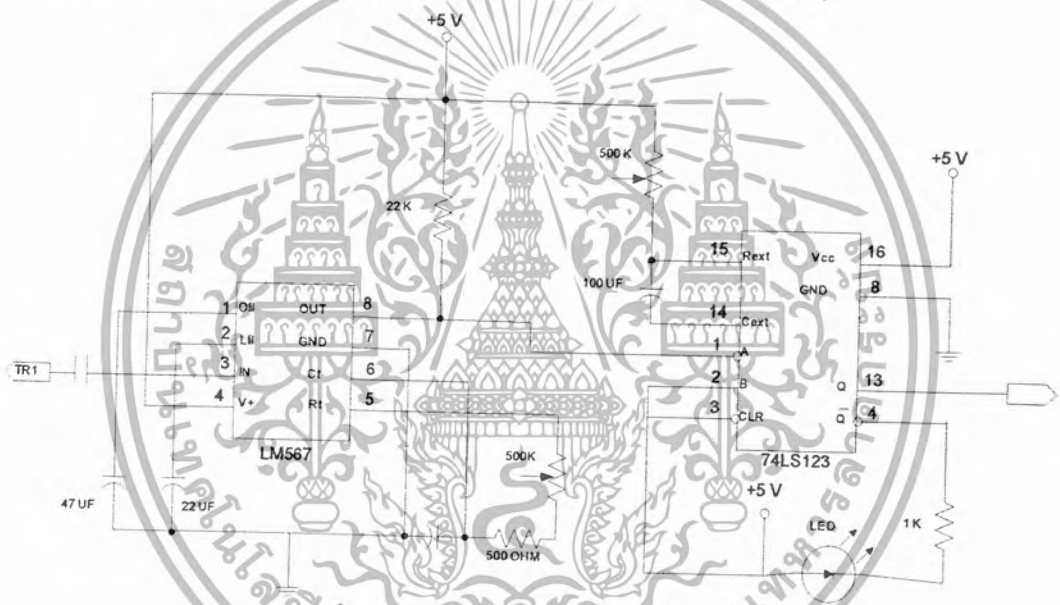
จากรูปที่ 3.4 เราจะใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณความถี่จากการกดปุ่มโทรศัพท์เป็นรหัสไบนารี่ (BCD Code) ออกไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบหมายเลขที่โทรออก

วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์จะมีไอซีสำเร็จรูปเบอร์ MT 8870 เป็นตัวสร้างสัญญาณดิจิตอลเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่อง การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด TONE หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งไอซี MT 8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต ภายในไอซี MT 8870 ซึ่งประกอบไปด้วยภาคกรองความถี่, ภาคถอดรหัส, ภาคตรวจสอบสัญญาณ, ภาคขยายสัญญาณความต่าง และภาคกำเนิดความถี่ โดยจะใช้คริสตอล 3.57954 MHz เป็นฐานเวลาจากวงจรจะใช้แมชชิ่ง (Matching) 600 โอห์ม มาเป็นตัวคัปปลิ้ง (Coupling) สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์เข้ามายังวงจรเฉพาะสัญญาณโทรศัพท์เท่านั้น และยังทำหน้าที่ในการแยกกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Ground) ของวงจรอีกด้วย เพราะในคู่สายโทรศัพท์จะมีสัญญาณรบกวนต่าง ๆ มากมายซึ่งอาจจะมีผลต่อการดีโค้ดสัญญาณได้หลังจากที่ทำการกดหมายเลขและไอซีที่ทำการกดหมายเลขและไอซีที่ทำการดีโค้ดรหัส แล้วจะส่งรหัสไบนารีไปยังเอาต์พุต Q1-Q4 จากนั้นไอซีก็จะทำการแลตช์ (Latch) ค่าสัญญาณนั้นเอาไว้จนกว่าจะได้รับสัญญาณใหม่เข้ามา แล้วจึงค่อยเปลี่ยนเป็นรหัสตัวใหม่โดยในการเขียนโปรแกรมควบคุมนั้นจะใช้สัญญาณจากขา STD และ Q1-Q4 เป็นตัวเช็คสถานะในการเขียนโปรแกรมควบคุม

3.1.4 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ring back Tone Detector)



รูปที่ 3.5 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

จากรูปที่ 3.5 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับจะทำหน้าที่ในการตรวจจับสัญญาณเรียกกลับหลังจากติดต่อสำเร็จ โดยในส่วนนี้จะแสดงสถานะ 1 เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับและจะแสดงสถานะ 0 เมื่อเป็นสัญญาณสายไม่ว่างให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์หลังจากการหน่วงเวลา

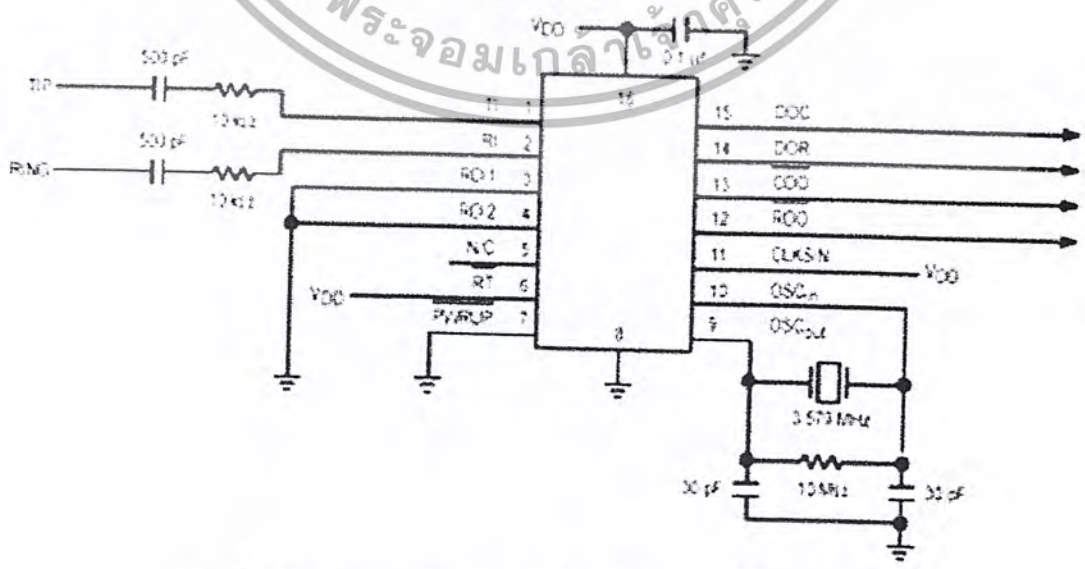
การทำงานของวงจรเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์แล้วรีเลย์จะทำการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรนี้ และเมื่อกดหมายเลขปลายทางก็จะรอรับสัญญาณตอบกลับมา ถ้าหากสายปลายทางเป็นสัญญาณว่างก็จะได้รับสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) ที่ความถี่ประมาณ 425 เฮิรตซ์ ดัง 1 วินาที ดับ 4 วินาที แต่ถ้าสายปลายทางสายไม่ว่างก็จะได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) ความถี่ประมาณ 425 เฮิรตซ์ ดัง 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์จะผ่านเข้ามาทางไอซี LM567 ซึ่งถูกต่อเป็นวงจรจับสัญญาณความถี่ (Tone Detector) เพื่อตรวจตรวจจับสัญญาณความถี่ประมาณ 425 เฮิรตซ์ โดยการกำหนดค่าจากตัวต้านทานและตัวเก็บประจุซึ่งต่ออยู่ที่ขา 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และขา 6 ของไอซี LM567 จากความสัมพันธ์ f=1/(1.1RC) เมื่อมีสัญญาณอินพุตซึ่งมีความถี่ประมาณ 425 เฮิรตซ์ มาเข้าวงจรนี้ เอาท์พุตที่ขา 8 จะเป็น 0 เมื่อมีสัญญาณอินพุตที่ความถี่ดังกล่าว และเอาท์พุตที่ขา 8 จะเป็น 1 เมื่อมีอินพุตเป็นสัญญาณที่ไม่ใช่ความถี่ 425 เฮิรตซ์ โดยที่เอาท์พุตที่ขา 8 จะเป็น 0 นาน 0.5 วินาที และเป็น 1 นาน 0.5 วินาที สลับกันไป ถ้าอินพุตเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง เอาท์พุตที่ขา 8 จะเป็น 0 นาน 1 วินาที และเป็น 1 นาน 4 วินาทีสลับกันไป ถ้าอินพุตที่เข้าเป็นสัญญาณสายเรียกกลับ แต่เนื่องจากการเปลี่ยนสภาวะของลอจิก 0 และ 1 สลับกันไปนี้ ทำให้ยากต่อการเขียนโปรแกรมควบคุม ดังนั้นจึงต่อวงจรโมโนสเตเบิลเพิ่มเข้าไปเพื่อทำการทริกเอาท์พุตให้คงสภาวะ 1 ไว้ในขณะช่วงเวลาหนึ่งที่มีสัญญาณเรียกกลับและจะมีสภาวะลอจิก 0 เมื่อไม่มีสัญญาณเรียกกลับ โดยที่ช่วงเวลาที่จะกำหนดสภาวะคงที่ของคาบเวลานี้จะขึ้นอยู่กับการปรับค่าความต้านทานและความของตัวเก็บประจุ โดยใช้ไอซีเบอร์ 74LS123 เป็นตัวสร้างวงจรโมโนสเตเบิล ซึ่งสามารถปรับค่าของช่วงเวลาที่ทำการทริกส์ที่ Volume Resister และ Capacitor ของวงจร

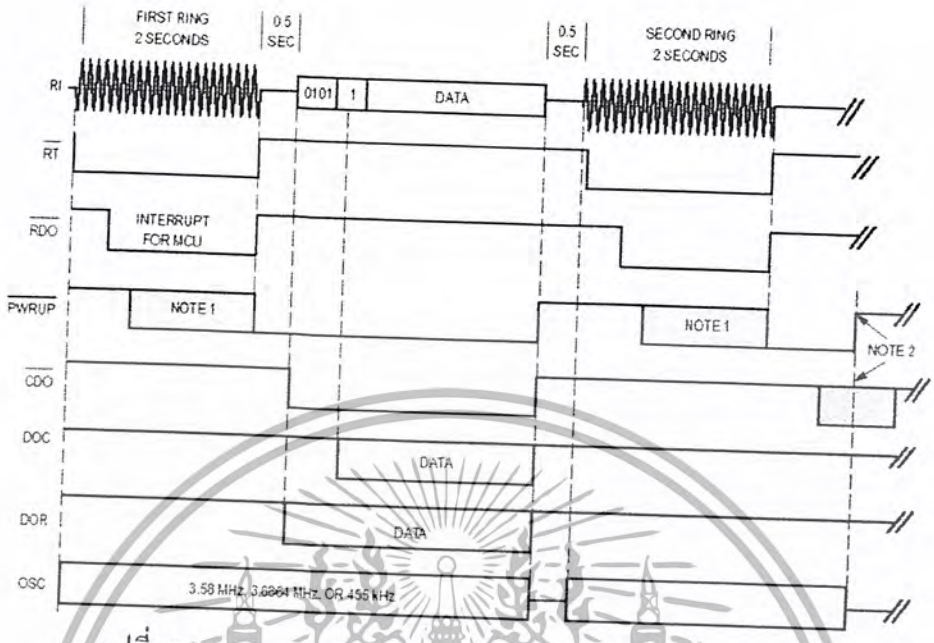
3.1.5 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่เรียกเข้า (Calling Line Identification Circuit)

สำหรับการถอดรหัสสัญญาณความถี่ที่เรียกเข้ามาเพื่อแสดงผลเป็นตัวเลขนั้น ในโครงงานนี้เราใช้ไอซีเบอร์ MC14LC5447 ในการถอดสัญญาณซึ่งได้ถูกออกแบบมาเพื่อการถอดรหัสแบบการเข้ารหัสข้อมูลโดยการเลื่อนความถี่ (FSK : Frequency Shift Keying) การถอดรหัสสัญญาณที่เรียกเข้ามา หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งได้จากการส่งความถี่ของหมายเลขที่เรียกเข้ามาจากชุมสายโทรศัพท์ (PABX) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งไอซีเบอร์ MC14LC5447 ใช้ในการแปลงความถี่ที่ได้รับมาจากชุมสายโทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสอง



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรการถอดรหัสสัญญาณความถี่ที่เรียกเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 Timing Diagram ของวงจรตรวจจับสัญญาณหมายเลขเรียกเข้า

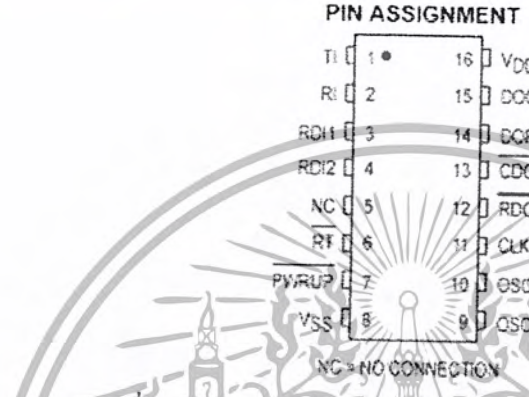
จากรูปที่ 3.6 ในโครงงานนี้เราใช้ไอซีเบอร์ MC14LS5447 เป็นตัวเปลี่ยนสัญญาณความถี่ที่ได้รับมาจากชุมสายโทรศัพท์เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้าโดยจะถูกส่งเข้ามาทางสายทิปกับริงของสายโทรศัพท์แล้วสัญญาณความถี่ที่เข้ามาก็จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล ส่งออกมาที่ขา 12,13,14,15 ของไอซีเบอร์ MC14LC5447 และนำสัญญาณที่ได้เข้าไปที่ส่วนแสดงผล

สัญญาณข้อมูลที่ส่งมานั้นจะอยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งที่ 1 และกริ่งที่ 2 โดยสัญญาณกริ่งจะถูกป้อนเข้าที่ขา RI เมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามา สัญญาณที่ขา RDO จะเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 เพื่อเป็นสัญญาณป้อนเข้าไมโครคอนโทลเลอร์ เพื่อใช้ตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ส่วนขา CDO จะทำหน้าที่บอกตำแหน่งของสัญญาณข้อมูลที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์ โดยขาสัญญาณขานี้ปกติจะมีค่าเป็น 1 และจะเปลี่ยนเป็น 0 เมื่อมีสัญญาณเข้ามา ส่วนขา DOR จะเป็นขาเอาท์พุทของไอซี โดยสัญญาณข้อมูลที่ออกมาจะเป็นเลขฐานสองที่ส่งมาแบบอนุกรม ซึ่งสัญญาณที่เข้ามานี้จะแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรกเป็นสัญญาณตรวจจับช่องสัญญาณ (Channel seizure) ข้อมูลที่ได้จะเป็นสัญญาณโลจิก "1" สลับกับโลจิก "0" สัญญาณช่วงที่สองเป็นสัญญาณมาร์ค (Mark Signal) ข้อมูลที่ได้จะเป็นสัญญาณโลจิก "1" เพียงอย่างเดียว ซึ่งสัญญาณตรวจจับช่องสัญญาณและสัญญาณมาร์คนี้จะเป็นข้อมูลที่บอกให้ทราบว่าบิทต่อไปจะเป็นบิทข้อมูลของผู้เรียกเข้า ส่วนสัญญาณช่วงที่สามจะเป็นข้อมูลของผู้เรียกเข้าโดยจะมีการเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลของผู้ที่โทรเข้ามา ซึ่ง 8 บิทแรกจะใช้ในการบอกโหมดในการทำงาน เช่น ถ้า 8 บิทแรกเป็น 1000 0000 (80h) ข้อมูลที่ส่งเข้ามาถัดจากนี้จะเป็นรูปแบบข้อมูลหลากหลาย (Multiple Data Message Format : MDMF)

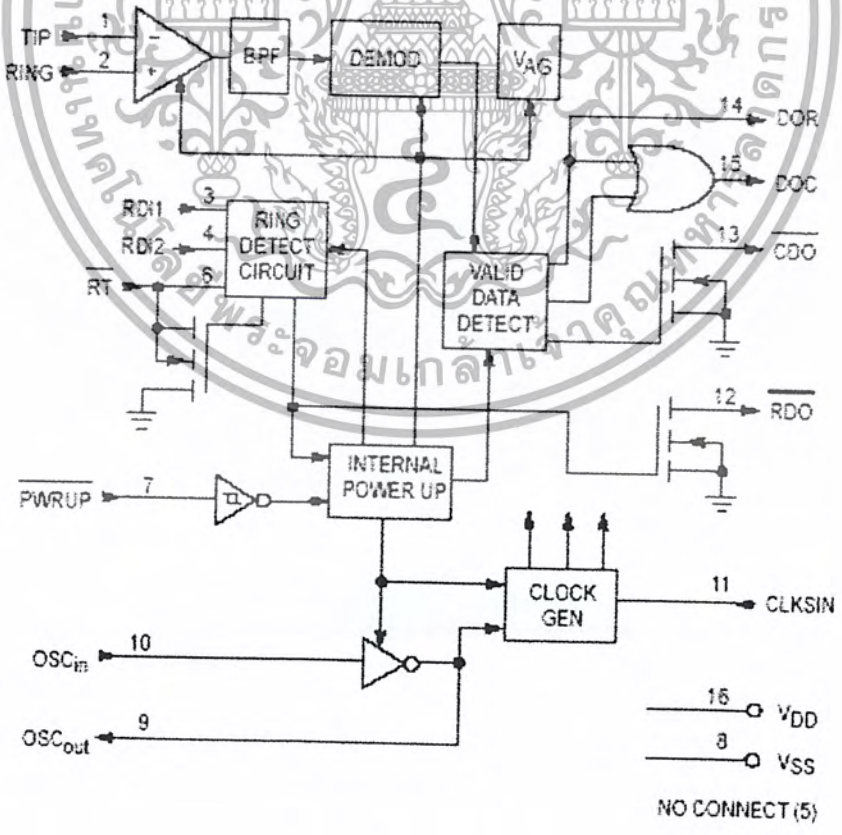
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นสัญญาณจากขาสัญญาณ DOR นี้จะเป็นอินพุทที่เข้าไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการถอดรหัสสัญญาณเบอร์โทรศัพท์ของผู้เรียกเข้า ดังรูปที่ 3.7

โครงสร้างของ MC14LC5447



รูปที่ 3.8 แสดงรายละเอียดของขา IC เบอร์ MC14LC5447



รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างภายในของ IC เบอร์ MC14LC5447

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

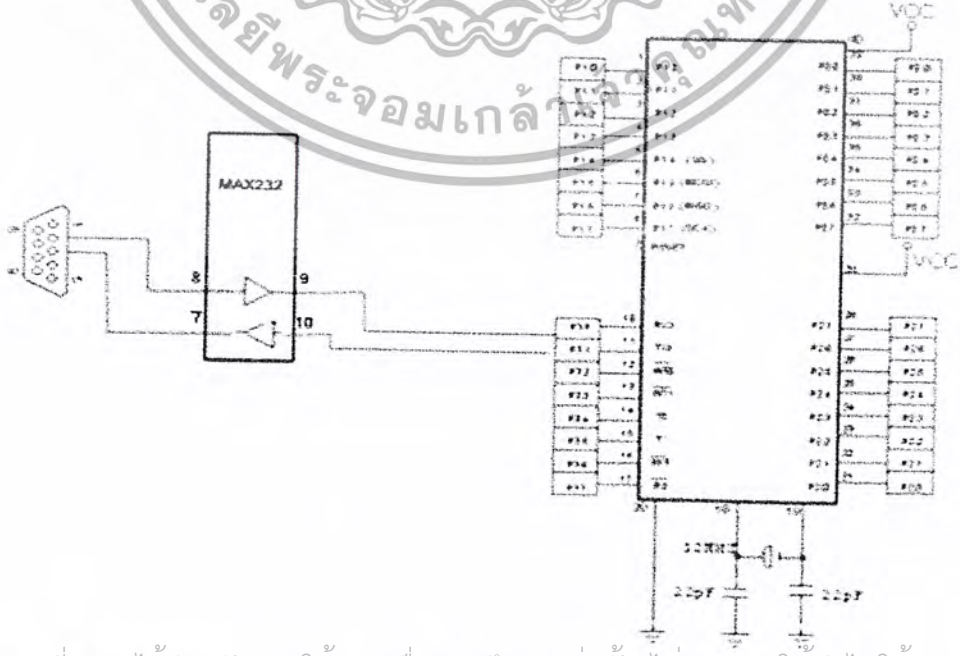
3.2 ส่วนควบคุมการทำงาน

ส่วนควบคุมการทำงานนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากวงจรดีเทคเตอร์ต่าง ๆ และส่งสัญญาณที่ประมวลผลเรียบร้อยแล้วไปแสดงผลที่จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ในโครงงานนี้จะใช้คอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS – 51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน

ในการออกแบบจะทำการเชื่อมต่อวงจรรวมเบอร์ MCS-51 เข้ากับสัญญาณที่ได้จากคู่สายโทรศัพท์ส่งไปยังวงจรดีเทคเตอร์แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งไปยังมายัง MCS-51 มีทั้งหมด 5 สัญญาณ ได้แก่ สถานการณ์ยกหูโทรศัพท์ (Hook Status), สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone), สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone), ข้อมูลที่ได้จากการถอดรหัส DTMF และข้อมูลที่ได้จากการส่งหมายเลขโทรเข้ามาของชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (PABX)

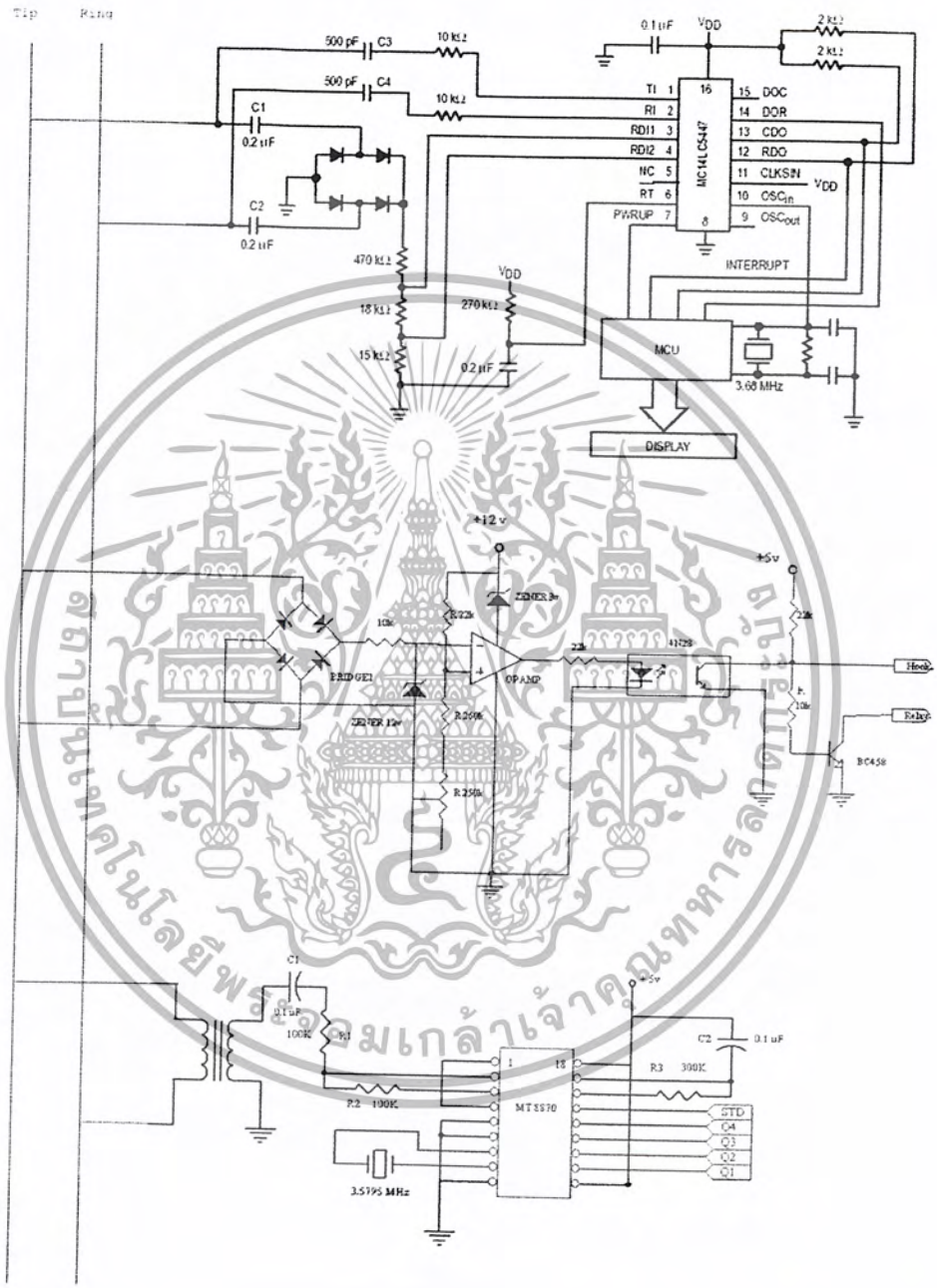
3.3 ส่วนเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม

ในโครงงานนี้ทำการเชื่อมต่อ MCS-51 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแสดงผลโดยผ่านไอซีเบอร์ MAX232 โดยไอซี MAX232 จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณและจะต่อเข้ากับ MCS-51 ที่ขาในส่วนของการรับข้อมูล RxD และขาส่งข้อมูล TxD ส่วนอีกด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับคอนเนคเตอร์หรือพอร์ตอนุกรมแบบ DB-9 ตัวผู้ โดยข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้จะถูกส่งไปแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ตอนุกรม ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมการทำงานเชื่อมต่อผ่านไอซี MAX232 เข้าพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์

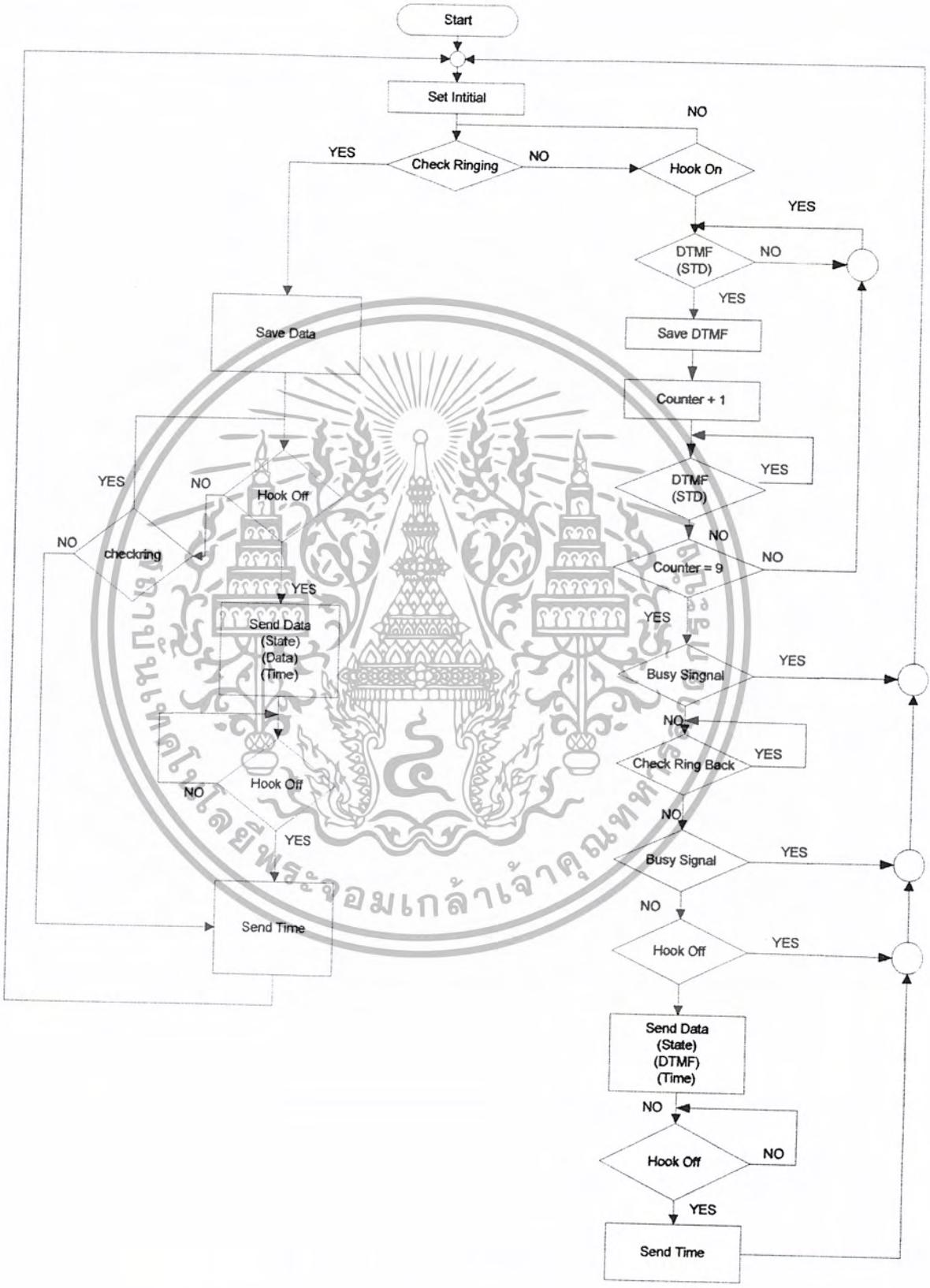
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ส่วนโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ในส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานนี้เราจะโปรแกรมภาษาแอสแซมบี (Assembly Language) ในการเขียนโปรแกรมให้กับส่วนประมวลผลวงจรรวมเบอร์ MCS-51 โดยในส่วนแรกเราจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ให้กับโปรแกรมตัวประมวลผล จากนั้นเราก็ทำการตรวจสอบสถานะของโทรศัพท์ โดยในตอนแรกเราจะทำการตรวจสอบสัญญาณกริ่งว่ามีเข้ามาหรือไม่ ถ้าไม่มีเราก็จะทำการตรวจสอบสถานะต่อไปอีกว่ามีการยกหูโทรศัพท์หรือไม่ ถ้าไม่มีทั้งสัญญาณกริ่งและไม่มีการยกหูโทรศัพท์โปรแกรมก็จะทำการกลับไปรอรับสัญญาณกริ่งอย่างนั้นอยู่เรื่อย ๆ แต่ถ้ามีการหูโทรศัพท์ก็แสดงว่ากำลังจะมีการโทรศัพท์ออก หลังจากนั้นโปรแกรมก็ตรวจสอบสัญญาณ DTMF (STD) ว่ามีเข้ามาหรือยังถ้ามีเข้ามาก็แสดงว่ามีการกดหมายเลขโทรศัพท์เพื่อทำการโทรออกแล้วก็ทำการบันทึกข้อมูลนั้นพร้อมทั้งนับจำนวนข้อมูลที่เข้ามาว่าครบจำนวนเก้าตัวหรือยังถ้ายังไม่ครบก็จะทำการวนกลับไปรับค่าเหล่านั้นอีกครั้งจนครบ หลังจากที่ครบจำนวนแล้วก็จะทำการตรวจสอบสัญญาณตอบกลับว่าเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) หรือไม่ ถ้าใช่ก็จะทำการกลับไปในส่วนของการกำหนดค่าเริ่มต้นโปรแกรมใหม่พร้อมทั้งวางหูโทรศัพท์ แต่ถ้าไม่ใช่ก็จะทำการตรวจสอบว่ายังมีสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) กลับมาอยู่หรือไม่ ถ้ามีก็แสดงว่ายังไม่มีคนรับสายก็ให้วนรอรับค่านี้ไปเรื่อย ๆ แต่ถ้าไม่มีสัญญาณนี้กลับมาแล้วแต่เป็นสัญญาณสายไม่ว่างแทนก็แสดงว่าไม่มีผู้รับสายก็ให้ทำการวนกลับไปในส่วนเริ่มต้นโปรแกรมอีกครั้ง หรือไม่ก็ทำการตรวจสอบว่ามีการว่างหูหรือไม่ ถ้ามีการว่างหูก่อนก็ให้วนกลับไปในส่วนเริ่มต้นโปรแกรมเช่นกัน แต่ถ้าไม่มีทั้งสัญญาณสายไม่ว่าง สัญญาณเรียกกลับ และไม่มีการว่างหูโทรศัพท์ก็แสดงว่ามีการรับสายที่ปลายทางหรือมีการสนทนากันเกิดขึ้น ก็ให้ทำการส่งค่าที่แสดงสถานะว่าเป็นการโทรออก ค่าหมายเลขที่โทรออก และเวลาเริ่มต้นในการโทรออก หลังจากนั้นก็ให้ทำการตรวจสอบสถานะการวางหูโทรศัพท์ ถ้ามีการวางหูโทรศัพท์ก็ให้ส่งค่าที่แสดงเวลาสิ้นสุดการโทรออกและกลับไปส่วนของการเริ่มต้นของโปรแกรมอีกครั้ง

อีกส่วนก็คือถ้ามีสัญญาณกริ่งเข้ามาหลังจากที่กำหนดค่าเริ่มต้นแล้วก็แสดงว่ามีการโทรเข้ามา ก็ให้ทำการส่งข้อมูลที่ได้รับมา (รหัสแอสกี) ไปยังส่วนแสดงผลพร้อมทั้งตรวจสอบสถานะการยกหูว่ามีการยกหูโทรศัพท์เพื่อการสนทนาหรือยัง ถ้ายกหูแล้วก็ให้ส่งเวลาเริ่มต้นการสนทนาไปพร้อมทำการตรวจสอบการวางหูโทรศัพท์อีกครั้ง โดยที่ถ้ามีการวางสายแล้วก็ให้ส่งเวลาสิ้นสุดการโทรไปส่วนแสดงผลพร้อมวนกลับไปส่วนเริ่มต้นของโปรแกรมใหม่ หรือถ้ายังมีสัญญาณกริ่งอยู่ก็วนกลับไปตรวจสอบการยกหู ถ้าไม่มีทั้งการยกหูโทรศัพท์และสัญญาณกริ่งเข้ามาแล้วก็แสดงว่าไม่มีผู้รับสายให้ส่งเวลาสิ้นสุดพร้อมแจ้งว่ามีสายที่ไม่ได้รับด้วยพร้อมทั้งวนหลับไปยังส่วนเริ่มต้นโปรแกรมใหม่อีกครั้ง ดังที่ได้แสดงใน รูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของส่วนควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ส่วนโปรแกรมแสดงผล

โปรแกรมเครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์ จะทำการนำข้อมูลที่ได้จากวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์มาทำการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลแต่สาย โดยแบ่งเป็นการบันทึกการใช้โทรศัพท์ขณะเรียกเข้า หรือขณะที่ทำการเรียกออก พร้อมทำการคิดค่าบริการโทรศัพท์ในแต่ละครั้งโดยในขณะที่ทำการรอสายจะทำการแสดงวัน และเวลา ดังแสดงในรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 โปรแกรมของเครื่องตรวจจับการใช้โทรศัพท์

ปุ่มการทำงาน

1.ปุ่ม เพิ่ม/ลดฐานข้อมูล มีไว้สำหรับเพิ่ม, ลดหรือแก้ไขฐานข้อมูลเกี่ยวกับเบอร์โทรศัพท์ ชื่อ-สกุล และที่อยู่

2. ปุ่ม บันทึกการใช้โทรศัพท์ จะแสดงบันทึกการใช้โทรศัพท์ โดยสามารถเลือกดูบันทึกการเรียกเข้าหรือเรียกออกของแต่ละสายได้

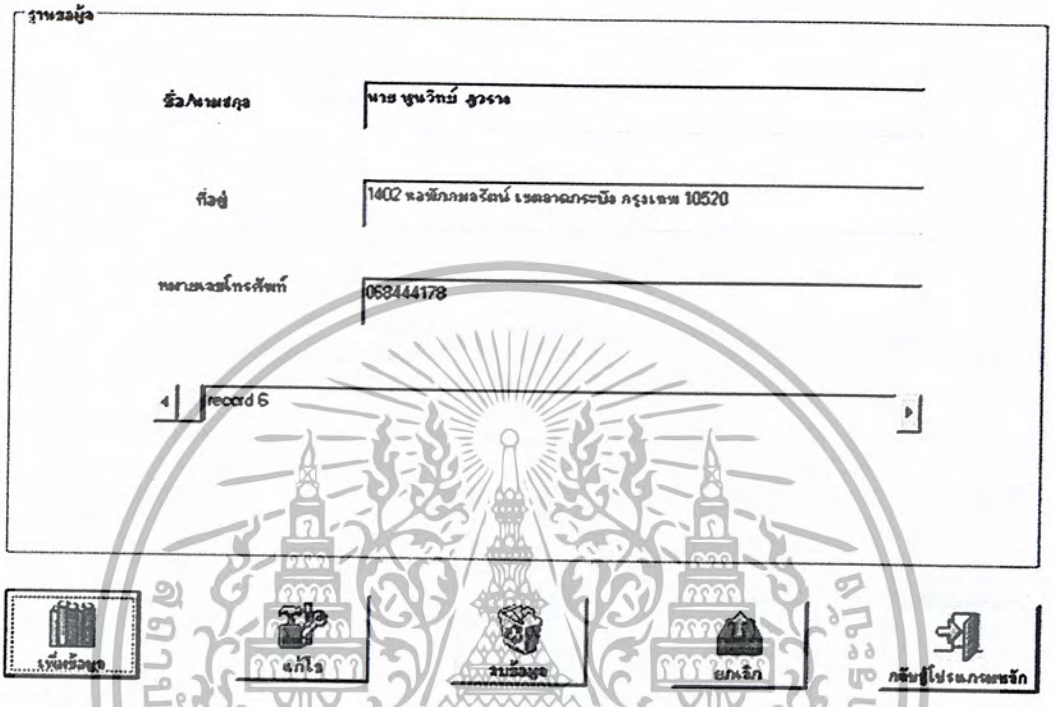
3. ปุ่มรายงาน จะแสดงบิลการใช้โทรศัพท์

4.ปุ่มแก้ไขอัตราค่าบริการ สามารถแก้ไขอัตราค่าบริการที่เปลี่ยนไปได้

5.ปุ่มออกจากโปรแกรม ใช้ออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 ส่วนเพิ่มและลบฐานข้อมูล



รูปที่ 3.14 แสดงการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล

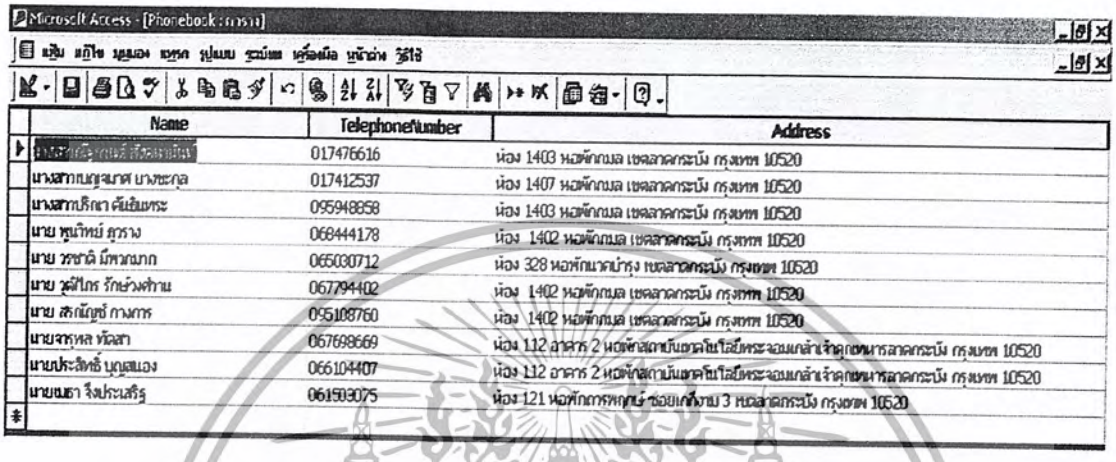
จากรูปที่ 3.14 เนื่องจากข้อมูลที่ทำการบันทึกอยู่นี้จะประกอบด้วย เบอร์โทรศัพท์, ชื่อ-นามสกุลและที่อยู่โดยสามารถเพิ่มข้อมูลเข้า ทำการแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลเดิม หรือทำการลบทิ้งข้อมูลเดิม โดยข้อมูลในฐานข้อมูลนี้จะถูกนำไปแสดงผลในส่วนของการบันทึกการใช้โทรศัพท์ขณะเรียกออก

ปุ่มการทำงาน

1. ปุ่มเพิ่ม สามารถเพิ่มข้อมูลใหม่ในฐานข้อมูล
2. ปุ่มแก้ไข สามารถแก้ไขข้อมูลในเร็คคอร์ด (RECORD)ที่ปรากฏ
3. ปุ่มลบ สามารถลบข้อมูลในเร็คคอร์ด ที่ปรากฏออกจากฐานข้อมูล โดยจะมีข้อความยืนยันการลบข้อมูลเกิดขึ้นหลังจากลบข้อมูลนี้
4. ปุ่มยกเลิก สามารถทำการยกเลิกการทำงานก่อนหน้านี้ เช่น ยกเลิกการเพิ่มข้อมูลใหม่ ยกเลิกการแก้ไขข้อมูล หรือยกเลิกการลบข้อมูลทิ้ง
5. ปุ่มกลับโปรแกรมหลัก

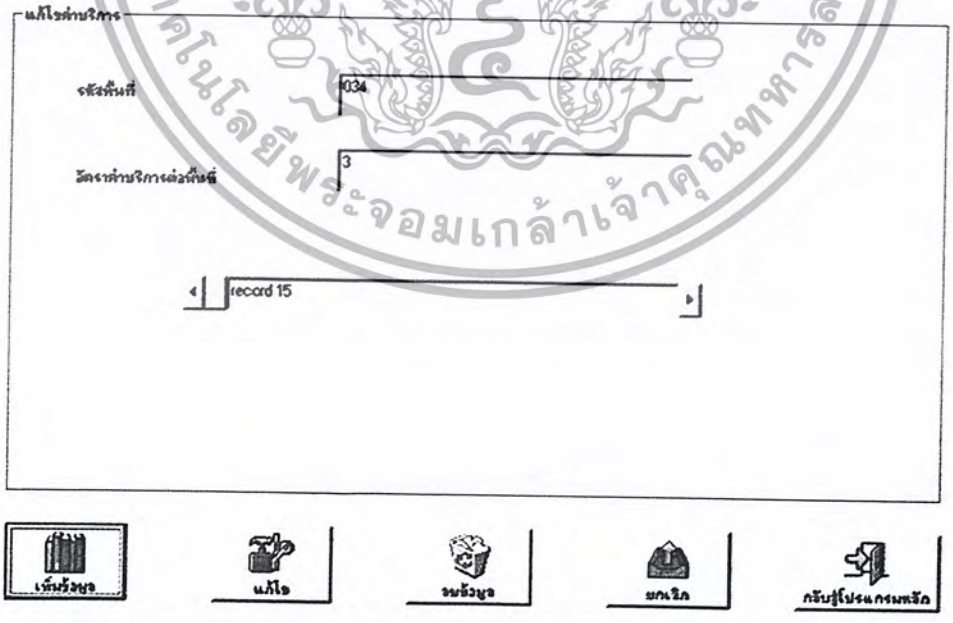
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในส่วนของระบบ ฐานข้อมูลนั้นได้ทำการเก็บไว้ในส่วนของโปรแกรม Microsoft Access โดยทำการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ ชื่อ – นามสกุล ที่อยู่ ประจำหมายเลขนั้นดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงระบบฐานข้อมูลที่เก็บหมายเลขโทรศัพท์

3.5.2 ส่วนแก้ไขอัตราค่าบริการ



รูปที่ 3.16 แสดงโปรแกรมในส่วนของการแก้ไขอัตราค่าบริการในส่วนของการแก้ไขอัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.16 อัตราค่าบริการนั้น จะทำการแก้ไขอัตราค่าบริการในการโทรแต่ละพื้นที่หรือแก้ไขในส่วนของการโทรเข้าโทรศัพท์มือถือซึ่งปุ่มการทำงานนั้นมีดังนี้

ปุ่มการทำงาน

1. ปุ่มเพิ่ม ทำการเพิ่มอัตราค่าบริการในพื้นที่ใหม่ที่ยังไม่ได้มีการบันทึกไว้ลงไป
2. ปุ่มแก้ไข เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการโทรในแต่ละครั้งนั้นสามารถทำการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าโทรศัพท์ให้เป็นไปตามยุคได้
3. ลบข้อมูล สามารถทำการลบข้อมูลอัตราการโทรออกจากฐานข้อมูลได้
4. ยกเลิกการทำงาน ปุ่มนี้นั้นสามารถทำการยกเลิกการทำงานในส่วนของโปรแกรมนี้ได้
5. ปุ่มกลับสู่หน้าหลัก ทำการกลับไปสู่หน้าหลักของการทำงานนี้

สำหรับในส่วนของการแสดงผลนั้นเราได้แบ่งการแสดงรายงานการใช้โทรศัพท์ออกเป็น 2 รูปแบบคือ รายงานการโทรเข้าและรายงานการโทรออก โดยในรายงานการออกเข้านั้นได้แสดงส่วนของระยะเวลาในการโทร อัตราค่าบริการในการโทร และค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดในการโทร ซึ่งสามารถแสดงออกมาให้เห็นรายละเอียดต่างๆได้ สำหรับในส่วนของการโทรเข้านั้น เราได้แสดงในส่วนของหมายเลขที่โทรเข้า แล้วแสดงชื่อ-นามสกุล ของผู้ที่โทรมานั้นถ้าหากว่ามีข้อมูลใน Database แต่ว่าถ้าหากว่าไม่พบข้อมูลของหมายเลขนั้นใน Database แล้ว ก็จะขึ้นแสดงว่า Not Found จากนั้นก็แสดงในส่วนของวัน เวลาที่โทร ต่างๆ หลังจากนั้นถ้าหากว่า ต้องการบันทึกหมายเลขนั้นก็สามารถเข้าไปในส่วนของโปรแกรมหลัก แล้วเข้าไปใน ปุ่มบันทึก จากนั้น กรอกรายละเอียดต่างๆลงใน ข้อมูล เมื่อเสร็จแล้วเครื่องจะทำการ Update ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลลัพธ์

4.1 ผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์

4.1.1 วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์

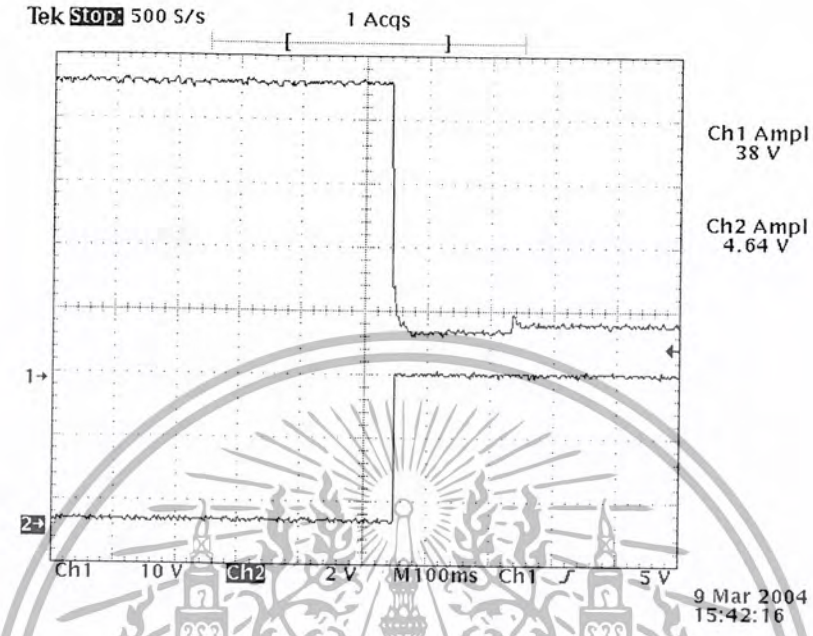
ตำแหน่ง	ขณะไม่ยกหู	ขณะยกหู
แรงดันตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์	50.2 โวลต์	10.7 โวลต์
แรงดันตกคร่อม Zener Diode 12 V	11.8 โวลต์	7.91 โวลต์
แรงดันตกคร่อม 4N28 ที่ขา 1-2	1.4 โวลต์	1.2 โวลต์
แรงดันตกคร่อม 4N28 ที่ขา 5-4	0.2 โวลต์	6.1 โวลต์

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์

จากรูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบการยกหูหรือวางหูของเครื่องโทรศัพท์ จะทำการตรวจสอบจากระดับแรงดันในคู่สายโทรศัพท์ คือ เมื่อยกหูโทรศัพท์จะมีแรงตกคร่อมคู่สายประมาณ 10 โวลต์ดีซี และเมื่อวางหูจะมีแรงดันประมาณ 48 โวลต์ดีซีในทางทฤษฎี โดยที่จะใช้ออปไว้ที่ระดับ 11 โวลต์ และใช้ออปโต้ไอโซเลเตอร์เป็นตัวเปลี่ยนระดับแรงดันจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ โดยขณะที่วางหูแรงดันไฟตรง 48 โวลต์จะผ่านวงจรบริดจ์ซึ่งจะทำให้ขั้วของแรงดันแน่นอนและมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานและซีเนอร์ไดโอด 12 โวลต์ ทำให้แรงดันมีค่าสูงสุดเท่ากับ 12 โวลต์เพราะว่าซีเนอร์ไดโอดจะจำกัดแรงดันไว้ เมื่อแรงดันที่เข้ามามีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิง ทำให้ออปโต้ไอโซเลเตอร์ไม่นำกระแสแรงดันเอาพุตเท่ากับ 0 โวลต์ แต่เมื่อยกสายโทรศัพท์แรงดันไฟจะตกลงมาที่ 10 โวลต์และไม่เกินแรงกันไฟอ้างอิงทำให้เอาต์พุตของออปแอมป์มีค่าเท่ากับ 12 โวลต์ ทำให้ออปโต้ไอโซเลเตอร์นำกระแส แรงดันเอาพุตเท่ากับ 5 โวลต์ โดยค่าที่ได้จริงที่วัดได้จากการทดลองจะได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 4.1

สัญญาณที่วัดได้ในช่องสัญญาณที่ 1 นั้นเป็นสัญญาณที่ได้มาจากการวัดสัญญาณที่มาจากชุมสายโทรศัพท์ในขณะที่โทรศัพท์มีการวางหูอยู่และยกหูขึ้นโดยแรงดันไฟที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์ขณะวางหูจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 48 โวลต์และเมื่อยกหูโทรศัพท์แรงดันไฟจะตกมาอยู่ที่ประมาณ 10 โวลต์ ส่วนช่องสัญญาณที่ 2 เป็นการวัดค่าที่ออกมาจากไอซีเบอร์ 4N28 ในขณะที่มีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ดังได้แสดงในรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



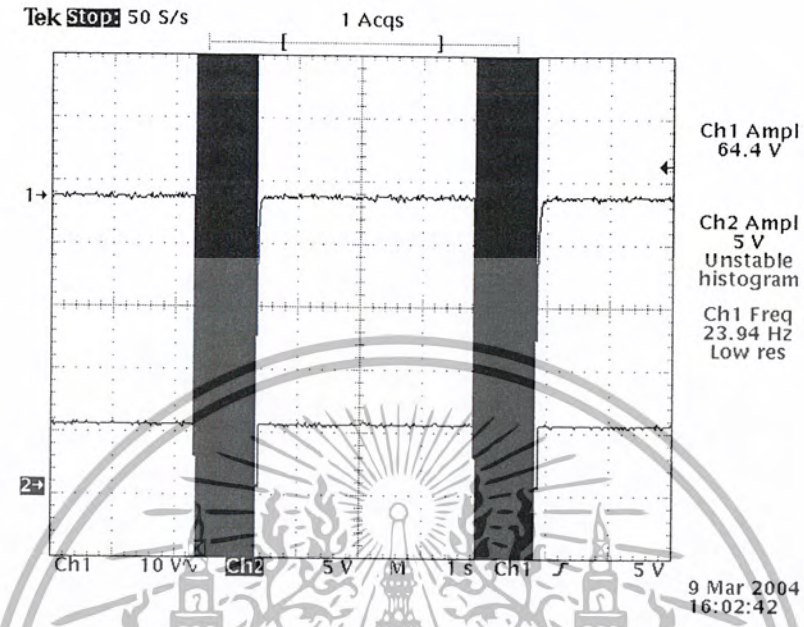
รูปที่ 4.1 สัญญาณที่วัดได้ของวงจรตรวจจับการยกหูขณะที่กำลังยกหูโทรศัพท์

4.1.2 ผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียก

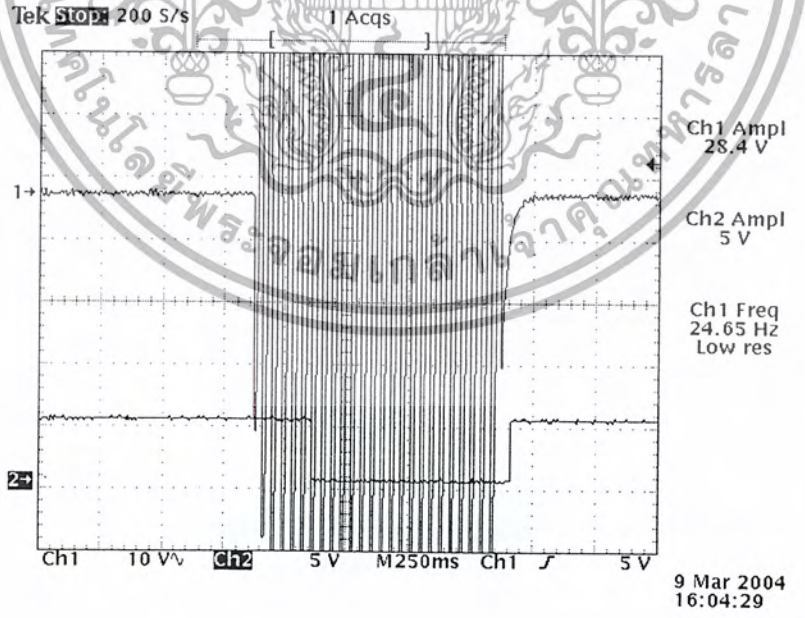
สัญญาณเรียกหรือสัญญาณกริ่งเป็นสัญญาณที่ทางชุมสายโทรศัพท์ส่งมายังผู้ที่ถูกเรียกซึ่งเป็นสัญญาณไซน์ความถี่ 25 เฮิรตซ์ แรงไฟประมาณ 100 โวลต์ หรือประมาณ 70-90 Vrms โดยสัญญาณเรียกนี้จะดัง 1 วินาที ดับ 4 วินาทีไปเรื่อย ๆ ประมาณ 1 นาทีแล้วหายไปถ้าไม่มีคนรับสาย เมื่อสัญญาณเรียกเข้ามาจะมีคาปาซิเตอร์เป็นตัวกั้นแรงดันไฟกระแสตรงไม่ให้เข้ามาในวงจร สัญญาณจะผ่านวงจรบริดจ์ ซึ่งทำหน้าที่จัดขั้วของแรงดันให้มีค่าแน่นอน จะมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน แล้วเข้ามายังขาของไอซีเบอร์ MC14LC5447 และสัญญาณที่ได้จะออกมาจากขาของไอซีนี้จะเปลี่ยนระดับแรงดันไฟจาก 5 โวลต์เป็น 0 โวลต์และส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

สัญญาณที่วัดได้ในช่องสัญญาณที่ 1 นั้นเป็นสัญญาณที่ได้มาจากการวัดสัญญาณที่มาจากชุมสายโทรศัพท์ในขณะที่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาโดยจะมีความถี่ที่เข้ามาประมาณ 23.94 เฮิรตซ์ 1 วินาที ดับอีก 4 วินาที ส่วนสัญญาณในช่องสัญญาณที่ 2 จะเป็นการวัดค่าที่ออกมาจากเอาพุตขาที่ 12 ของไอซีเบอร์ MC14LC5447 ในขณะที่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาโดยที่เมื่อมีสัญญาณความถี่ 25 เฮิรตซ์ เข้ามาค่าแรงดันไฟที่เอาพุตของไอซีจะเปลี่ยนจากแรงดันไฟ 5 โวลต์เป็นแรงดันไฟ 0 โวลต์ ดังได้แสดงในรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 สัญญาณกระดิ่งที่วัดได้ของวงจรตรวจจับสัญญาณเรียก



รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ถูกขยายในช่วงที่มีสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

ปุ่มหมายเลข	สัญญาณ STD ที่ขา 15		DTMF Decoder			
	กดปุ่ม (โวลต์)	ไม่กดปุ่ม (โวลต์)	Q4 (ขา14) (โวลต์)	Q3 (ขา13)(โวลต์)	Q2 (ขา12)(โวลต์)	Q1 (ขา11)(โวลต์)
1	5	0	0	0	0	5
2	5	0	0	0	5	0
3	5	0	0	0	5	5
4	5	0	0	5	0	0
5	5	0	0	5	0	5
6	5	0	0	5	5	0
7	5	0	0	5	5	5
8	5	0	5	0	0	0
9	5	0	5	0	0	5
0	5	0	5	0	5	0
*	5	0	5	0	5	5
#	5	0	5	5	0	0
A	5	0	5	5	0	5
B	5	0	5	5	5	0
C	5	0	5	5	5	5
D	5	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

เมื่อทำการกดปุ่มบนหน้าปัดโทรศัพท์วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์จะทำการถอดรหัสความถี่ออกมาเป็นเลขดิจิตอลขนาด 4 บิต ออกมาพร้อมกันและบิตตรวจสอบอีก 1 บิต โดยที่เมื่อทำการกดปุ่มต่าง ๆ แล้วมีรายละเอียดของการกดปุ่มแต่ละปุ่ม ดังได้แสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

ตำแหน่ง	ขณะมีสัญญาณเรียกกลับ	ขณะมีสัญญาณอื่น
แรงดันขา 8 ของ LM567	0 โวลต์ 1 วินาที 3.7 โวลต์ 4 วินาที	3.4 โวลต์
แรงดันขา 13 ของ 74LS123	5 โวลต์	0 โวลต์

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองของวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

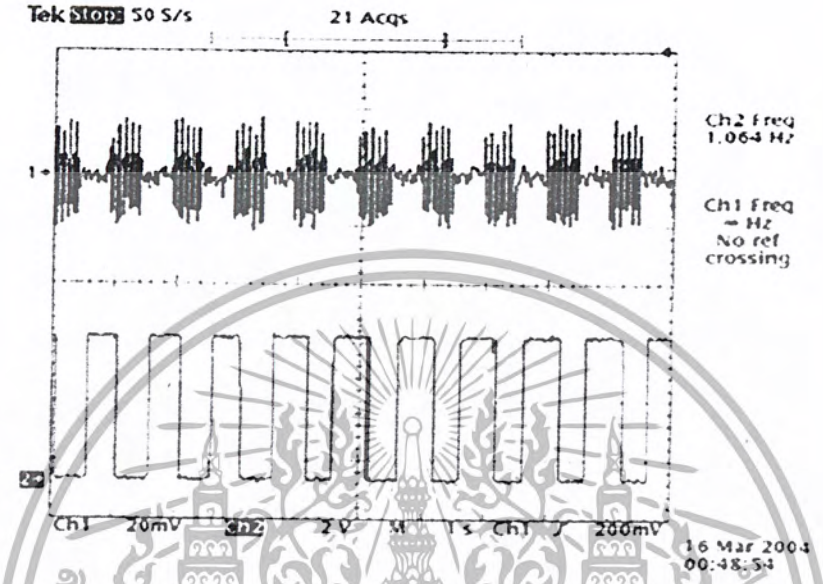
ตำแหน่ง	ขณะที่มีสัญญาณสายไม่ว่าง	ขณะที่มีสัญญาณให้หมุนหมายเลข	ขณะมีสัญญาณอื่น
แรงดันขา 8 ของ LM567	0 โวลต์ 0.5 วินาที 5 โวลต์ 4 วินาที	0 โวลต์	5 โวลต์
แรงดันขา 13 ของ 74LS123	5 โวลต์	5 โวลต์	0 โวลต์

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองขณะตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่าง

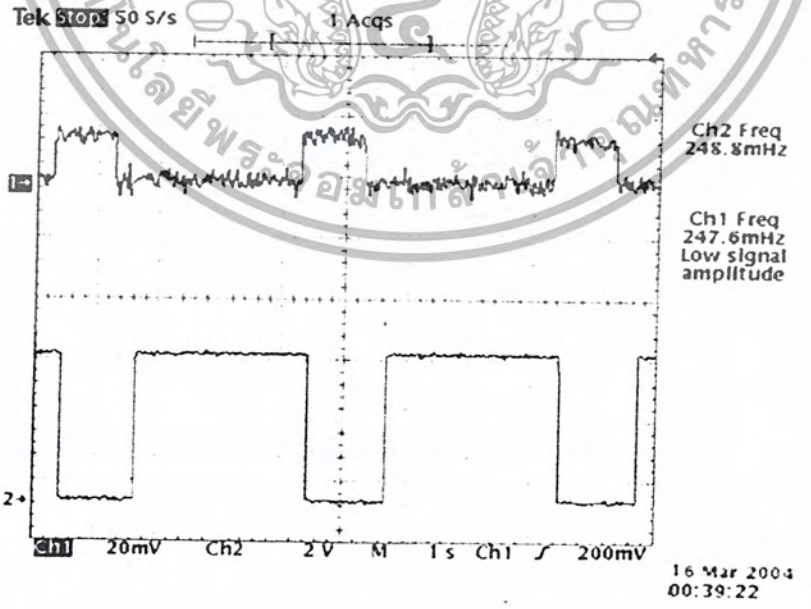
จากตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับจะทำหน้าที่ในการตรวจจับสัญญาณเรียกกลับหลังจากติดต่อสำเร็จ เมื่อกดหมายเลขปลายทางก็จะรอรับสัญญาณตอบกลับมา เมื่อมีสัญญาณอินพุตซึ่งมีความถี่ประมาณ 425 เฮิรตซ์ มาเข้าวงจรนี้ เอาท์พุตที่ขา 8 ของไอซีเบอร์ LM 567 จะเป็น 0 เมื่อมีสัญญาณอินพุตที่ความถี่ดังกล่าวและเอาท์พุตที่ขา 8 จะเป็น 1 เมื่อมีอินพุตเป็นสัญญาณที่ไม่ใช่ความถี่ 425 เฮิรตซ์ โดยที่เอาท์พุตที่ขา 8 จะเป็น 0 นาน 0.5 วินาที และเป็น 1 นาน 0.5 วินาที สลับกันไป ถ้าอินพุตเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง เอาท์พุตที่ขา 8 จะเป็น 0 นาน 1 วินาที และเป็น 1 นาน 4 วินาทีสลับกันไป ถ้าอินพุตที่เข้าเป็นสัญญาณสายเรียกกลับ

สัญญาณที่วัดได้ในช่องสัญญาณที่ 1 นั้นเป็นสัญญาณที่ได้มาจากการวัดสัญญาณที่มาจากชุมสายโทรศัพท์ในขณะที่มีสัญญาณเรียกกลับ โดยจะมีความถี่ที่เข้ามาประมาณ 425 เฮิรตซ์ ส่วนสัญญาณในช่องสัญญาณที่2 จะเป็นการวัดค่าที่ออกมาจากเอาพุตของไอซีเบอร์ LM567 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่มาจากชุมสายโทรศัพท์ในช่องสัญญาณที่ 1 ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณเรียกกลับในขณะที่สายไม่ว่าง

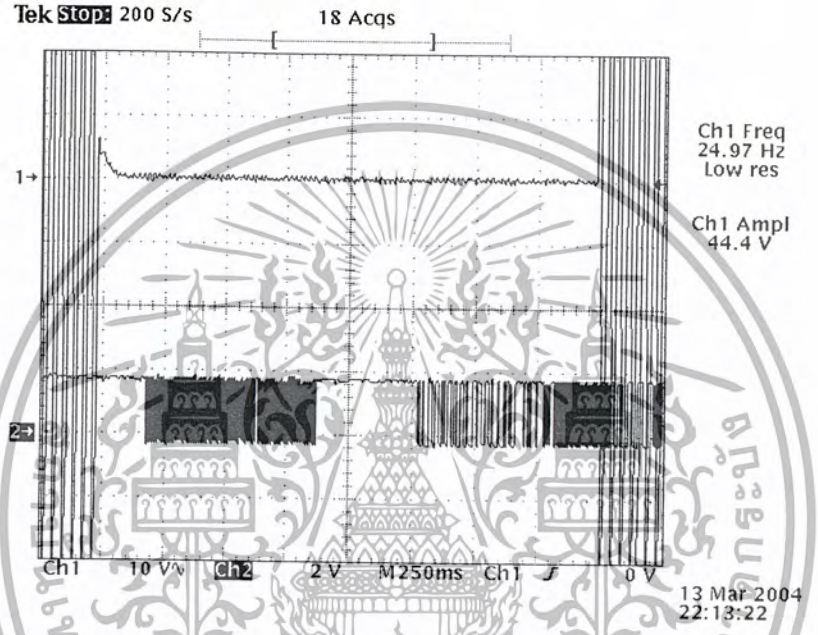


รูปที่ 4.5 สัญญาณเรียกกลับในขณะที่สายว่าง

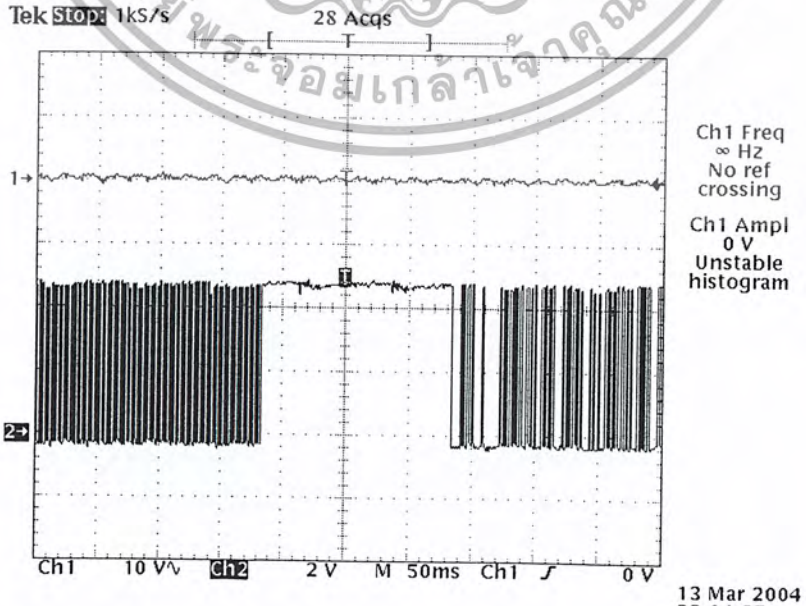
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการทดลองวงจรตรวจจับหมายเลขโทรเข้า

วงจรตรวจจับสัญญาณหมายเลขเรียกเข้า สัญญาณข้อมูลที่ส่งมานั้นจะอยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งที่ 1 และกริ่งที่ 2 โดยสัญญาณข้อมูลที่ออกมาจะเป็นเลขฐานสองที่ส่งมาแบบอนุกรม ซึ่งสัญญาณที่เข้ามานี้จะแบ่งเป็น 3 ช่วง ดังที่จะได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7



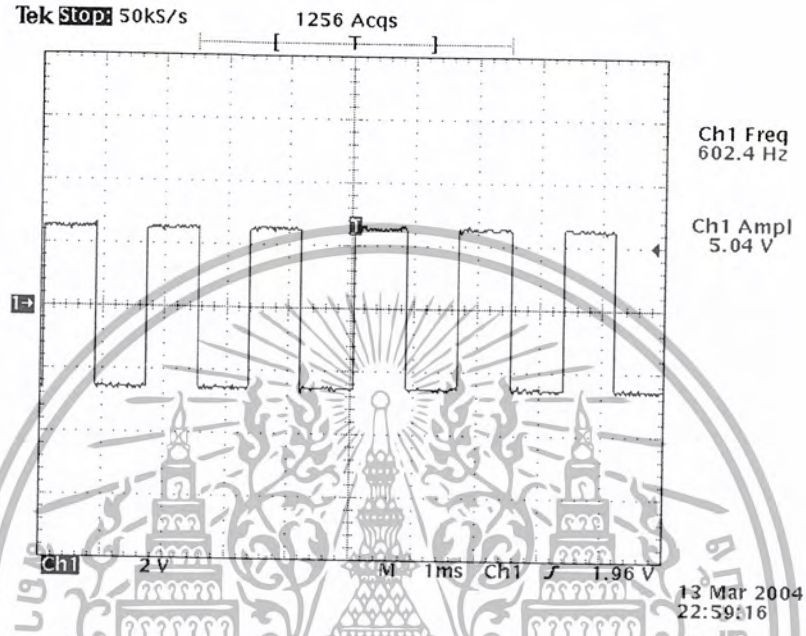
รูปที่ 4.6 สัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งครั้งแรกและสัญญาณกริ่งครั้งที่สอง



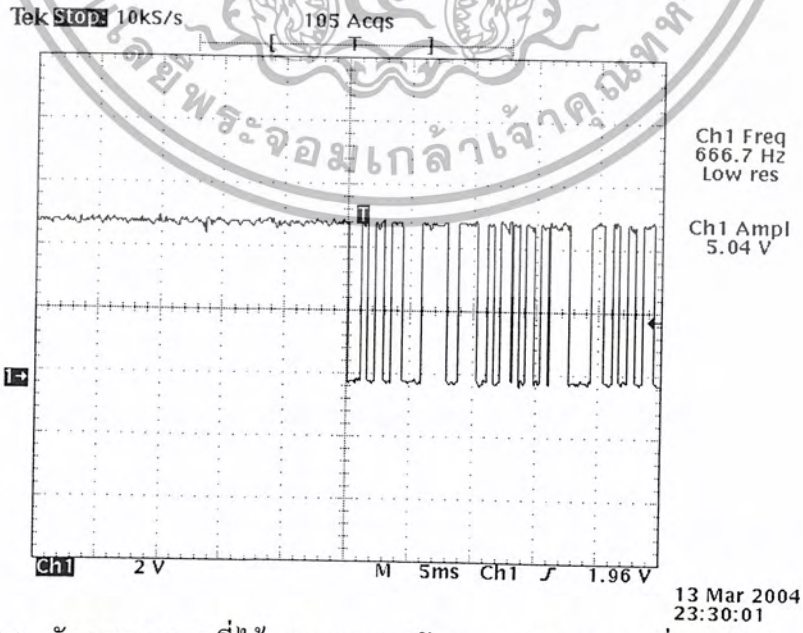
รูปที่ 4.7 สัญญาณที่ขยายจากสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกระดิ่งครั้งแรกและครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงแรกเป็นสัญญาณตรวจจับช่องสัญญาณ (Channel seizure) ข้อมูลที่ได้จะเป็นสัญญาณโลจิก "1" สลับกับโลจิก "0" ดังที่จะแสดงไว้ในรูปที่ 4.8



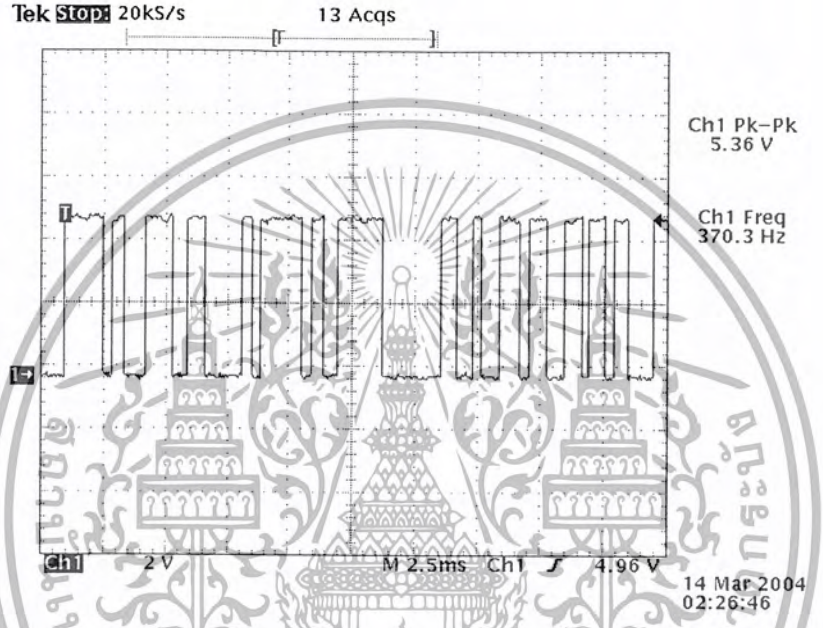
รูปที่ 4.8 สัญญาณ Seizure ที่ได้จากการขยายสัญญาณจาก DOR ขาที่ 14 ของ MC14LC5447 ในช่วงแรก



รูปที่ 4.9 สัญญาณ Mark ที่ได้จากการขยายสัญญาณจาก DOR ขาที่ 14 ของ MC14LC5447 ในช่วงที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณช่วงที่สองเป็นสัญญาณมาร์ค (Mark Signal) ข้อมูลที่ได้จะเป็นสัญญาณโลจิก "1" เพียงอย่างเดียว ซึ่งสัญญาณตรวจจับช่องสัญญาณและสัญญาณมาร์คนี้จะเป็นข้อมูลที่บอกให้ทราบว่าบิตต่อไปจะเป็นบิตข้อมูลของผู้เรียกเข้า ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.10 สัญญาณข้อมูลที่ได้จากการขยายสัญญาณจาก DOR ขาที่ 14 ของ MC14LC5447 ในช่วงที่สาม

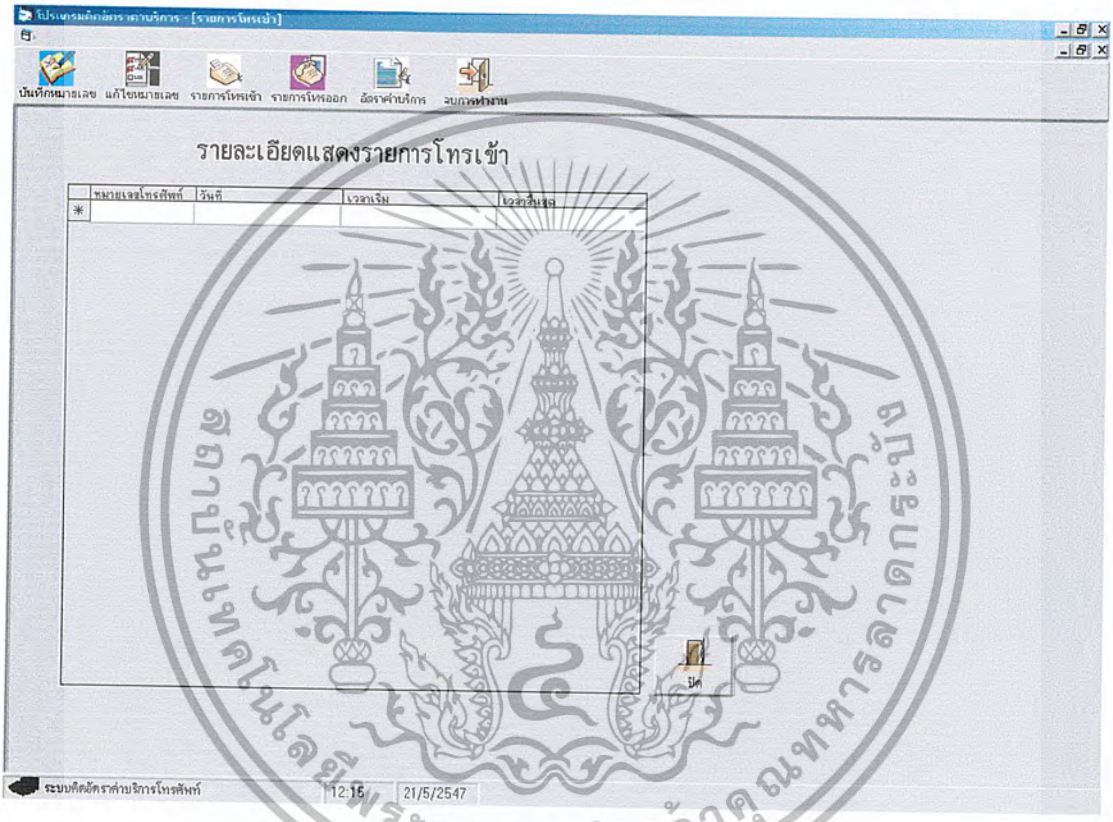
ส่วนสัญญาณช่วงที่สามจะเป็นข้อมูลของผู้เรียกเข้าโดยจะมีการเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลของผู้ที่โทรเข้ามา โดยที่ข้อมูลที่เข้ามานี้จะเป็นข้อมูลที่เข้ามาในลักษณะของรหัสแอสกี ซึ่งลักษณะของข้อมูลที่ส่งมานี้แตกต่างกันไป โดยจะขึ้นอยู่กับรูปแบบการส่งข้อมูลของผู้ให้บริการโทรศัพท์บ้านพื้นฐานซึ่งมีความไม่เหมือนกันอยู่ ซึ่งบางผู้ให้บริการก็จะส่งข้อมูลที่มีแต่เฉพาะเบอร์โทรศัพท์ แต่บางผู้ให้บริการก็จะส่งข้อมูลที่มี ชื่อ ที่อยู่ และเบอร์โทรศัพท์ของผู้ที่ทำการโทรเข้ามาได้ด้วยแต่ก็ขึ้นอยู่กับว่าผู้ที่โทรเข้ามานั้นได้ลงทะเบียนขอใช้บริการนี้หรือไม่ ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนของโปรแกรมแสดงผล

ในส่วนของโปรแกรมการคิดค่าบริการโทรศัพท์นั้น จะทำการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์มาทำการบันทึกไว้ในฐานข้อมูล โดยแบ่งเป็นการบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ขณะเรียกเข้า หรือขณะเรียกออกพร้อมทั้งทำการคิดค่าบริการโทรศัพท์ในแต่ละครั้งด้วย

4.2.1โปรแกรมแสดงผลขณะที่มีสายเรียกเข้า



รูปที่ 4.11 แสดงโปรแกรมในส่วนของการมีสายเรียกเข้า

ปุ่มการทำงาน

1.ปุ่ม เพิ่ม มีไว้สำหรับเพิ่ม, ข้อมูลเกี่ยวกับเบอร์โทรศัพท์ ชื่อ-สกุล

2.แก้ไขหมายเลข ในส่วนนี้นั้นจะทำการแก้ไขหมายเลข ค้นหาหมายเลข เปลี่ยนแปลงหมายเลข ลบหมายเลขโทรศัพท์

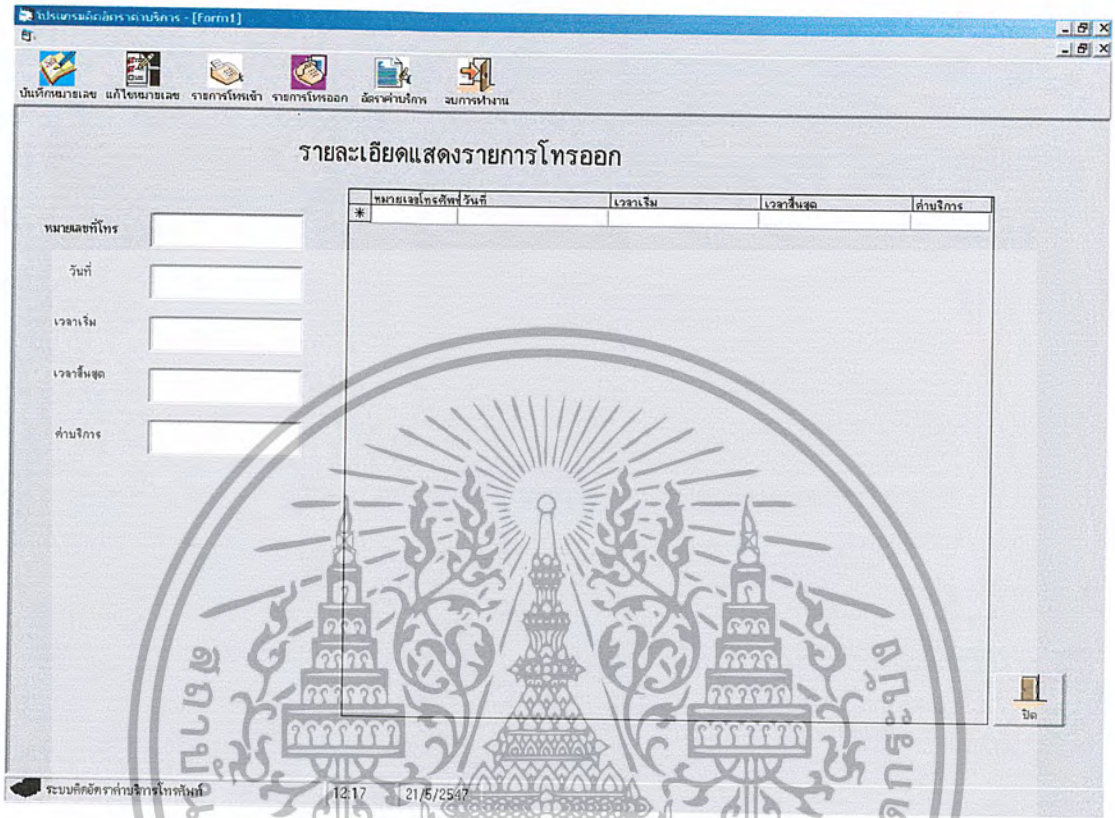
3. ปุ่ม รายการโทรเข้า นั้นแสดงรายละเอียดในการโทรเข้า

4.ปุ่ม รายการโทรออกนั้น แสดงรายละเอียดในการโทรออก วัน เวลาที่โทร ค่าบริการ

5.ปุ่มออกจากโปรแกรม ใช้ออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 โปรแกรมแสดงผลรายละเอียดรายการโทรออก

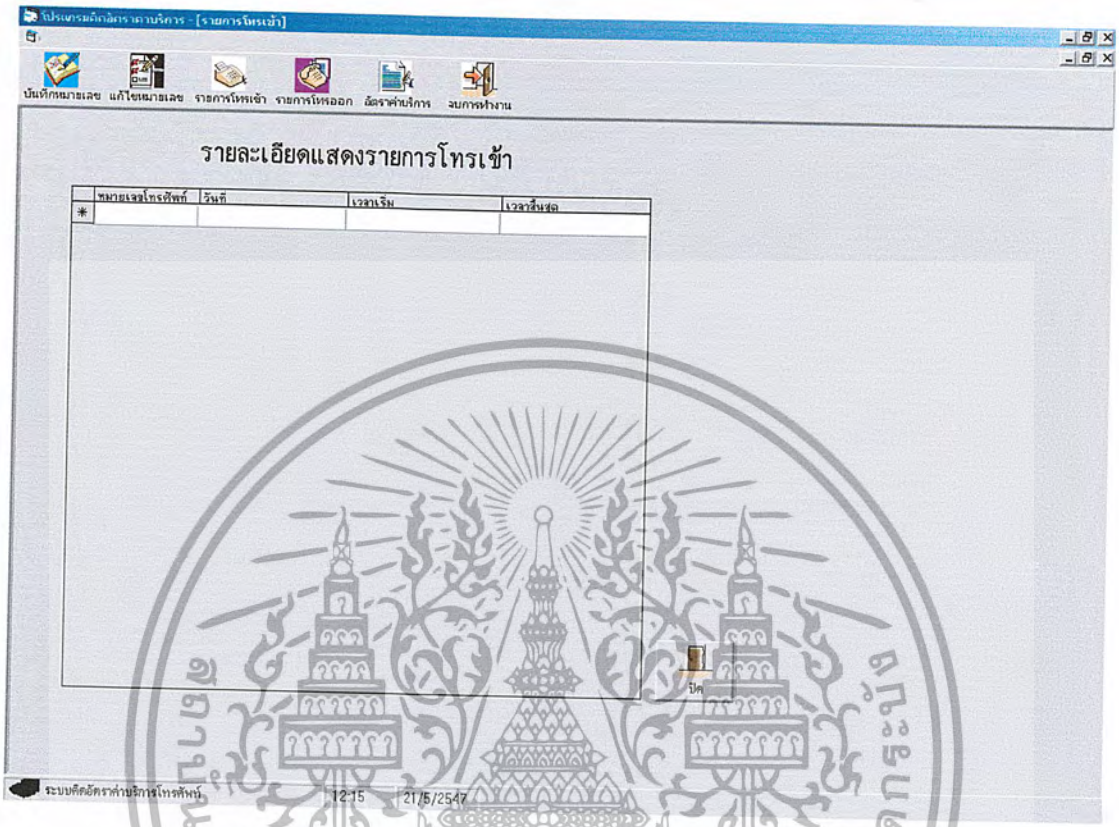


รูปที่ 4.12 แสดงโปรแกรมในส่วนของการโทรออก

ในส่วนของการแสดงรายการในการโทรออกนั้น ได้แสดงในส่วนของ หมายเลขโทรศัพท์ ชื่อ-นามสกุล ระยะเวลาในการโทร ซึ่งเมื่อเราสามารถทราบระยะเวลาทั้งหมดในการโทรในครั้งนั้น เราก็จะนำเอาค่าเวลาทั้งหมดนั้นมาคูณกับอัตราค่าบริการ เมื่อเสร็จแล้วเราก็จะได้ค่าบริการที่เราเสียในครั้งนั้น จากนั้นในหน่วยสุดท้ายของตารางก็จะทำการสะสมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการโทรในครั้งนั้น แล้วคิดค่าโทรออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 โปรแกรมแสดงผลรายละเอียดรายการโทรเข้า



รูปที่ 4.13 แสดงโปรแกรมในส่วนของการโทรเข้า

ในส่วนของการโทรเข้านั้น เราจะแสดงรายละเอียดในส่วนของหมายเลขที่โทรเข้าแล้วทำการตรวจสอบหมายเลขนั้นว่ามีหมายเลขนั้นในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าหากว่ามีก็จะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับหมายเลขที่โทรเข้าว่าเป็นใคร จากนั้นก็จะแสดงวันเดือนปีที่โทรเข้า เวลาที่โทรเข้าได้ โดยส่วนนี้นั้นถ้าหากว่าสายที่โทรเข้ามานั้นไม่พบในฐานข้อมูลแล้ว ถ้าหากว่าเราต้องการแก้ไขหมายเลขโทรศัพท์ก็สามารถทำได้โดยการกลับไปสู่หน้าหลักแล้วทำการเลือกในส่วนของ "แก้ไขหมายเลข"

สำหรับในส่วนของระบบ ฐานข้อมูลนั้นได้ทำการเก็บไว้ในส่วนของโปรแกรม Microsoft Access โดยทำการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ ชื่อ – นามสกุล ที่อยู่ ประจำหมายเลขนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินโครงงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง วงจรตรวจสอบสถานการณ์ใช้โทรศัพท์ การถอดรหัสสัญญาณความถี่ที่เรียกเข้ามา และการถอดรหัสสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มโทรศัพท์เพื่อทำการโทรออกนั้นสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้โดยส่วนของการแสดงผลเป็นการแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเรียกการทำงานผ่านทางเมนูสัญลักษณ์ (Menu Icon) ฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ก็ได้ทำงานตามที่ออกแบบพัฒนาไว้ได้อย่างถูกต้อง สามารถใช้งานฟังก์ชั่นต่าง ๆ เช่น การแสดงเบอร์โทรศัพท์ที่โทรเข้า โทรออกพร้อมบันทึกเวลาในการโทรเข้า โทรออกแต่ละครั้ง การบันทึกชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ของบุคคลต่าง ๆ การแสดงเบอร์โทรเข้า โทรออกครั้งล้าสุด เรียกดูการใช้งานในรอบเดือนและสามารถพิมพ์ลงบนกระดาษได้ และอื่น ๆ จากการดำเนินโครงงานทำให้ได้รับความรู้ ประสบการณ์การทำงานร่วมกับผู้อื่น ๆ การรับรู้ถึงปัญหาต่าง ๆ ทำให้เข้าใจระบบการทำงานของโทรศัพท์บ้านพื้นฐาน และการทำงานของวงจรรวม (IC) แต่ละตัว อีกทั้งส่วนของโปรแกรมภาษาเบสิกที่ใช้ในการแสดงผลและจัดเก็บข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินโครงงาน

1. ไม่สามารถจัดหาซื้อไอซีที่ใช้ในการถอดรหัสสัญญาณการเรียกเข้ามาได้ต้องรอสั่งซื้อทำให้โครงงานดำเนินการล้าช้า

2. ไม่มีความชำนาญในการเขียนโปรแกรมภาษาวิชวลเบสิก จึงเสียเวลาในการศึกษาศึกษาและใช้ขั้นตอนในการดำเนินโครงงานค่อนข้างมาก

3. ระบบไฟฟ้าของห้องที่ใช้ทำโครงงานเกิดการขัดข้องบ่อย ทำให้มีปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้ดำเนินการไปแล้วสูญหาย

4. การคิดอัตราค่าบริการ ในการใช้โทรศัพท์บ้านมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยมากในช่วงที่ได้ดำเนินการโครงงานนี้อยู่ อาจจะทำให้ไม่การทำงานของโครงงานไม่ตรงกับความเป็นจริงในการใช้งาน ณ. ปัจจุบัน

5. ความไม่เชี่ยวชาญและขาดประสบการณ์ในการออกแบบตัวโปรแกรมการแสดงผล ทำให้รูปแบบการแสดงผลที่ได้ออกมาอาจจะไม่สวยน่าใช้เท่าที่ควร

6. ในห้องดำเนินโครงงานไม่มีคู่สายโทรศัพท์ที่สามารถโทรออกภายนอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงงานต่อ

1. ปรับปรุงรูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้สวยงามขึ้น สามารถใช้งานฟังก์ชั่นต่าง ๆ ได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

2. เพิ่มเติมฟังก์ชันการใช้งานใหม่ ๆ ลงไปให้อำนวยความสะดวกมากขึ้น ทำให้มีความสามารถในการตอบสนองมากขึ้น

3. พัฒนาโครงงานให้สามารถนำมาใช้กับระบบที่ใหญ่ขึ้น เช่น การตรวจสอบการใช้โทรศัพท์ในบริษัท หรือ ตามสำนักงานว่ามีการใช้โทรศัพท์เกินความจำเป็นหรือไม่ เพื่อเป็นการควบคุมค่าใช้จ่าย

4. พัฒนาตัวโครงงานให้มีขนาดเล็กและสามารถนำไปอยู่ในวงจรเดียวกันกับวงจรที่มีอยู่โทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

5. พัฒนาฟังก์ชันการทำงานให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงการคิดอัตราค่าบริการของ บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด และ บริษัท เทเลคอมเอเซีย จำกัดได้โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ภาษาของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. กิตติ ภักดีวัฒนะกุลม,จำลอง ครูอุตสาหะ, "Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์" : สำนักพิมพ์ KTP COMP&CONSULT,2545
2. ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์",สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
3. สุรพล บุญจันทร์, "เอกสารประกอบการเรียนวิชา Telephone Engineering"
4. "เอกสารอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลในประเทศไทย",องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
5. "เวบไซต์อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างประเทศ", บริษัท เทเลคอมเอเซีย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by MC14LC5447/D

MC14LC5447

Product Preview

Calling Line Identification (CLID) Receiver with Ring Detector

The MC14LC5447 is a silicon gate HCMOS IC designed to demodulate Bell 202 and V.23 1200–baud FSK asynchronous data. The primary application for this device is in products that will be used to receive and display the calling number, or message waiting indicator sent to subscribers from participating central office facilities of the public switched network. The device also contains a carrier detect circuit and ring detector which may be used to power up the device.

Applications for this device include adjunct boxes, answering machines, feature phones, fax machines, and computer interface products.

The MC14LC5447 offers the following performance features.

- Ring Detector On–Chip
- Ring Detect Output for MCU Interrupt
- Power–Down Mode, Less than 1 μA
- Single Supply: + 3.5 to + 6.0 V
- Pin Selectable Clock Frequencies: 3.68 MHz, 3.58 MHz, or 455 kHz
- Two Stage Power–Up for Power Management Control
- Demodulates Bell 202 and V.23

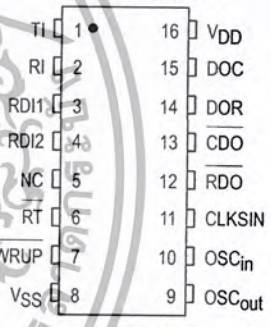
P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 648

DW SUFFIX
SOG PACKAGE
CASE 751G

ORDERING INFORMATION

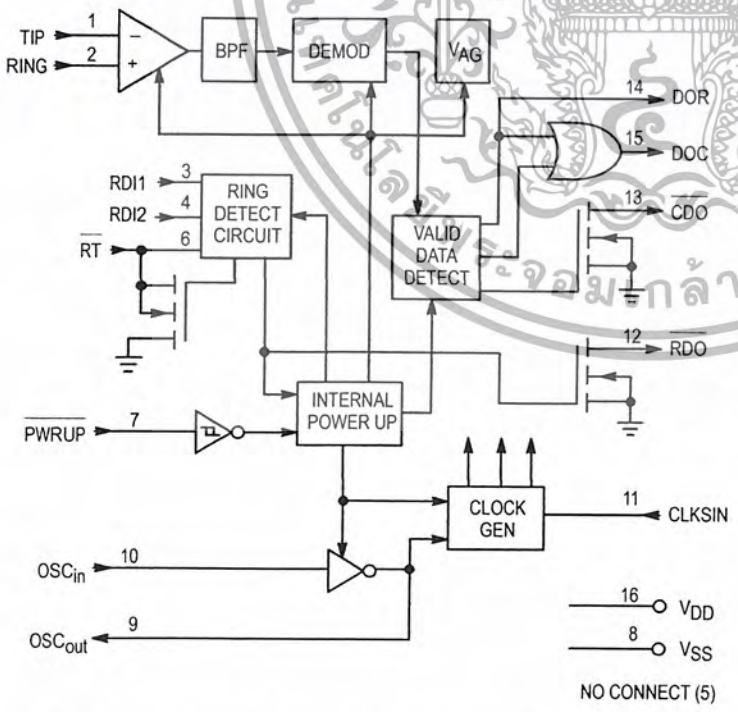
MC14LC5447P	Plastic DIP
MC14LC5447DW	SOG Package

PIN ASSIGNMENT



NC = NO CONNECTION

BLOCK DIAGRAM



This document contains information on a product under development. Motorola reserves the right to change or discontinue this product without notice.

REV 0
7/96

© Motorola, Inc. 1996

MOTOROLA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages referenced to GND, except where noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	– 0.5 to + 6.0	V
Input Voltage, All Pins	V_{in}	– 0.5 to V_{DD} + 0.5	V
DC Current Drain Per Pin	I	± 10	mA
Power Dissipation	P_D	20	mW
Operating Temperature Range	T_A	0 to + 70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	– 40 to + 150	°C

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields. However, it is advised that normal precautions be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation it is recommended that V_{in} and V_{out} be constrained to the range $V_{SS} \le (V_{in}$ or $V_{out}) \le V_{DD}$.

Reliability of operation is enhanced if unused inputs are tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}).

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(All polarities referenced to V_{SS} = 0 V, V_{DD} = + 5 V ± 10%, unless otherwise noted, T_A = 0 to + 70°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	3.5	5	6	V
Supply Current (All Output Pins Unloaded) (See Figure 1) RT = 0, PWRUP = 1, XTAL = 3.58 MHz	I_{DD}	—	2.4	3	mA
Supply Current (All Output Pins Unloaded) (See Figure 1) PWRUP = 0, RT = Don't Care, XTAL = 3.58 MHz	I_{DD}	—	4.0	5.5	mA
Standby Current (All Output Pins Unloaded) (See Figure 1) RT = 1, PWRUP = 1	I_{STBY}	—	—	1	µA
Input Voltage 0 Level (CLKSIN, OSC_{in})	V_{IL}	—	—	V_{DD} x 0.3	V
Input Voltage 1 Level (CLKSIN, OSC_{in})	V_{IH}	V_{DD} x 0.7	—	—	V
Output Voltage High: V_{DD} = 5 V (DOR, DOC, OSC_{out}) I_{OH} = 40 µA $I_{OH} \le$ 1 µA	V_{OH}	 2.4 4.95	—	—	V
Output Voltage Low: V_{DD} = 5 V (DOR, DOC, OSC_{out}) I_{OL} = 1.6 mA $I_{OL} \le$ 1 µA	V_{OL}	—	—	 0.4 0.05	V
Input Leakage Current (OSC_{in}, CLKSIN, PWRUP, RT, RDI1, and RDI2)	I_{in}	—	—	±1	µA
Output Voltage Low: V_{DD} = 5 V (RDO, RT, CDO) I_{OL} = 2.0 mA	V_{OL}	—	—	0.4	V
Input Threshold Voltage Positive Going: V_{DD} = 5 V (RDI1, RT, PWRUP) (See Figure 3)	V_{T+}	2.5	2.75	3.0	V
Input Threshold Voltage Negative Going: V_{DD} = 5 V (RDI1, RT, PWRUP) (See Figure 3)	V_{T-}	2.0	2.3	2.6	V
RDI2 Threshold	R_{D2VT}	1.0	1.1	1.2	V
TIP/RING Input dc Resistance	R_{in}	—	250	—	kΩ

ANALOG CHARACTERISTICS (V_{DD} = + 5 V, T_A = + 25°C, unless otherwise noted, 0 dBm = 0.7746 Vrms @ 600 Ω)

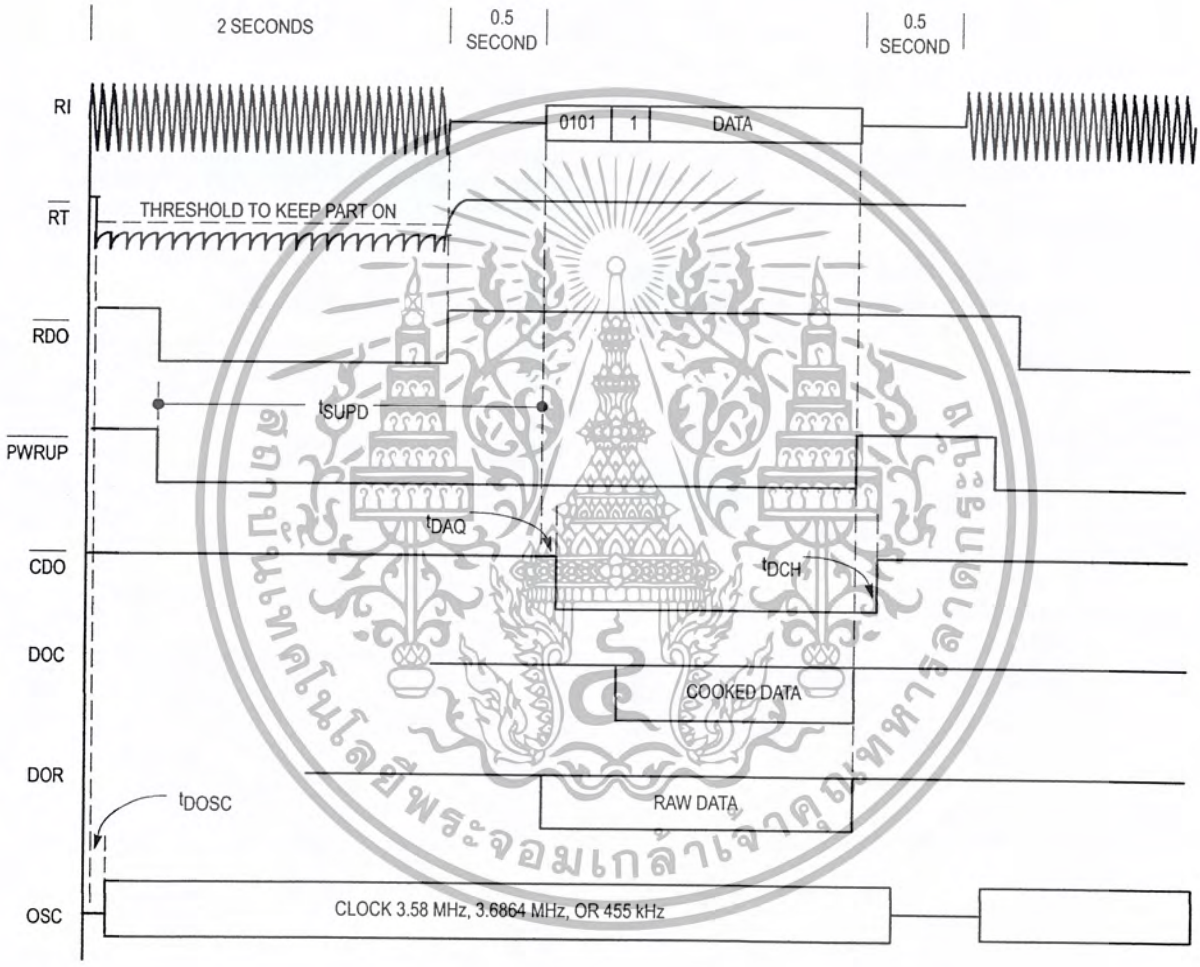
Characteristic		Min	Typ	Max	Unit
Input Sensitivity: TIP and RING (Pins 1 and 2, V_{DD} = + 5 V)		– 40	– 45	—	dBm
Band–Pass Filter (BPF) Frequency Response (Relative to 1700 Hz @ 0 dBm)	60 Hz	—	– 64	—	dB
	500 Hz	—	– 4	—	
	2700 Hz	—	– 3	—	
	≥ 3300 Hz	—	– 34	—	
Carrier Detect Sensitivity		—	– 48	—	dBm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

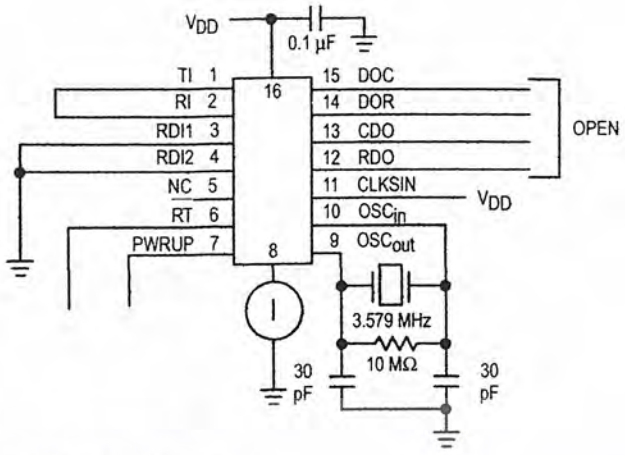
SWITCHING CHARACTERISTICS (V_{DD} = + 5 V, C_L = 50 pF, T_A = + 25°C)

Description	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
OSC Startup (CLKSIN = 1; 3.579 MHz XTAL)	t_{DOSC}	—	2	—	ms
Power–Up Low to FSK (Setup Time)	t_{SUPD}	15	—	—	ms
Carrier Detect Acquisition Time	t_{DAQ}	—	14	—	ms
End of Data to Carrier Detect High	t_{DCH}	8	—	—	ms

TIMING DIAGRAM



เอกสารนี้ใช้เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\overline{RT}$	$\overline{PWRUP}$	I_{DD}	OSC_{in}
1	1	1 µA MAX	DISABLE
0	1	2.4 mA TYP	ENABLE
X	0	6.2 mA TYP	ENABLE

Figure 1. I_{DD} Test Circuit

PIN DESCRIPTIONS

TI
Tip Input (Pin 1)

This input pin is normally connected to the tip side of the twisted pair. It is internally biased to 1/2 supply voltage when the device is in the power–up mode. This pin must be dc isolated from the line.

RI
Ring Input (Pin 2)

This input is normally connected to the ring side of the twisted pair. It is internally biased to 1/2 supply voltage when the device is in the power–up mode. This pin must be dc isolated from the line.

RDI1
Ring Detect Input 1 (Pin 3)

This input is normally coupled to one of the twisted pair wires through an attenuating network. It detects energy on the line and enables the oscillator and precision ring detection circuitry.

RDI2
Ring Detect Input 2 (Pin 4)

This input to the precision ring detection circuit is normally coupled to one of the twisted pair wires through an attenuating network. A valid ring signal as determined from this input sends the RDO (Pin 12) to a logic 0.

$\overline{RT}$
Ring Time (Pin 6)

An RC network may be connected to this pin. The RC time constant is chosen to hold this pin voltage below 2.2 V between the peaks of the ringing signal. RT is an internal power–up control and activates only the circuitry necessary to determine if the incoming ring is valid.

$\overline{PWRUP}$
Power Up (Pin 7)

A logic 0 on the PWRUP input causes the device to be in the active mode ready to demodulate incoming data. A logic 1 on this pin causes the device to be in the standby mode, if the RT input pin is at a logic 1. This pin may be controlled by RDO and CDO for auto power–up operation. For other applications, this pin may be controlled externally.

V_{SS}
Ground (Pin 8)

Ground return pin is typically connected to the system ground.

OSC_{out}
Oscillator Output (Pin 9)

This pin will have either a crystal or a ceramic resonator tied to it with the other end connected to OSC_{in}.

OSC_{in}
Oscillator Input (Pin 10)

This pin will have either a crystal or a ceramic resonator tied to it with the other end connected to OSC_{out}. OSC_{in} may also be driven directly from an appropriate external source.

CLKSIN
Clock Select Input (Pin 11)

A logic 1 on this input configures the device to accept either a 3.579 MHz or 3.6864 MHz crystal. A logic 0 on this pin configures the part to operate with a 455 kHz resonator.

For crystal and resonator specifications see Table 1.

RDO
Ring Detect Out (Pin 12)

This open–drain output goes low when a valid ringing signal is detected. RDO remains low as long as the ringing signal remains valid. This signal can be used for auto power–up, when connected to Pin 7.

CDO
Carrier Detect Output (Pin 13)

When low, this open drain output indicates that a valid carrier is present on the line. CDO remains low as long as the carrier remains valid. An 8 ms hysteresis is built in to allow for a momentary drop out of the carrier. CDO may be used in the auto power–up configuration when connected to PWRUP.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DOR
Data Out Raw (Pin 14)

This pin presents the output of the demodulator whenever CDO is low. This data stream includes the alternate 1 and 0 pattern, and the 150 ms of marking, which precedes the data. At all other times, DOR is held high.

DOC
Data Out Cooked (Pin 15)

This output presents the output of the demodulator whenever CDO is low, and when an internal validation sequence has been successfully passed. The output does not include the alternate 1 and 0 pattern. At all other times, DOC is held high.

V_{DD}
Positive Power Supply (Pin 16)

The digital supply pin, which is connected to the positive side of the power supply.

APPLICATIONS INFORMATION

The MC14LC5447 has been designed to be one of the main functional blocks in products targeted for the CLASS (Custom Local Area Signaling Service) market. CLASS is a set of subscriber features now being presented to the consumer by the RBOCs (Regional Bell Operating Companies) and independent TELCOs. Among CLASS features, such as distinctive ringing and selective call forwarding, the subscriber will also have available a service known as Calling Number Delivery (CND) and message waiting. With these services, a subscriber will have the ability to display at a minimum, a message containing the phone number of the calling party, the date, and the time. A message containing only this information is known as a single format message, as shown in Figure 9. An extended message, known as multiple format message, can contain additional information as shown in Figure 10.

The interface should be arranged to allow simplex data transmission from the terminating central office, to the CPE (Customer Premises Equipment), only when the CPE is in an on–hook state. The data will be transmitted in the silent period between the first and second power ring after a voice path has been established.

The data signaling interface should conform to Bell 202, which is described as follows:

- Analog, phase coherent, frequency shift keying
- Logical 1 (Mark) = 1200 ± 12 Hz
- Logical 0 (Space) = 2200 ± 22 Hz
- Transmission rate = 1200 bps
- Application of data = serial, binary, asynchronous

The transmission level from the terminating C.O. will be – 13.5 dBm ± 1.0. The expected worst case attenuation through the loop is expected to be – 20 dB. The receiver therefore, should have a sensitivity of approximately – 34.5 dBm to handle the worst case installations.

Additional information on CLASS services can be obtained from:

BELLCORE CUSTOMER SVS.
1–800–521–2673
201–699–5800 FOREIGN CALLS
201–699–0936 FAX
The document number is: TA–NWT–000030
Title: "Voice Band Data Transmission Interface Generic Requirements"

Figure 7 is a conceptual design of how the MC14LC5447 can be implemented into a product which will retrieve the incoming message and convert it to EIA–232 levels for transmission to the serial port of a PC. With this message and appropriate software, the PC can be used to look up the name and any additional information associated with the caller that had been previously stored.

Figure 8 is a conceptual design of an adjunct unit in parallel with an existing phone. This arrangement gives the subscriber CND service without having to replace existing equipment.

Table 1. Oscillator Specifications

Clock Select Pin 11 = 1

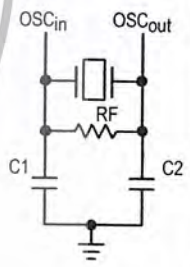
Crystal Mode	Parallel
Frequency	3.579 MHz or 3.6864 MHz
R_f	10 MΩ
C1 and C2	30 pF

Source:
Fox Electronics
5570 Enterprise Pkwy.
Ft. Myers, FL 33905
Tel. 813–693–0099

Clock Select Pin 11 = 0

Resonator	#CSB455J
Frequency	455 kHz ± 0.5%
R_f	1.0 MΩ
C1 and C2	100 pF

Source:
Murata Manufacturing Co. Ltd.
2200 Lake Park Dr.
Smyma, GA 30080
Tel. 404–436–1300



NOTE: Motorola cannot recommend one supplier over another and in no way suggests that this is a complete listing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN INFORMATION

The circuit in Figure 2 illustrates in greater detail the relationship between Pins 3, 4, 6, and 7.

The external component values shown in Figure 2 are the same as those shown in Figures 7 and 8. When V_{DD} is applied to the circuit in these two figures, the RC network will charge cap C1 to V_{DD} holding RT (Pin 6) off. If the PWRUP (Pin 7) is also held at V_{DD}, the MC14LC5447 will be in a power–down mode, and will consume 1 µA of supply current (max).

The resistor network (R2 – R4) attenuates the incoming power ring applied to the top of R2. The values given have been chosen to provide a sufficient voltage at RDI1 (Pin 3) to turn on the Schmitt–trigger input with approximately a 40 Vrms or greater power ring input from tip and ring. When V_{T+} of the Schmitt is exceeded, Q1 will be driven to saturation discharging cap C1 on RT. This will initialize a partial power–up, with only the portions of the part involved with the ring signal analysis enabled, including RDI2 (Pin 4). At this time the MC14LC5447 power consumption is increased to approximately 2.4 mA (typ).

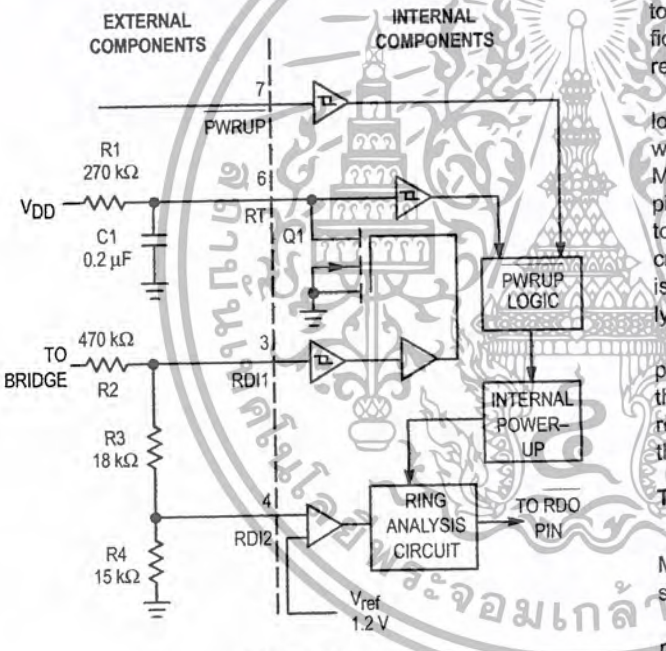


Figure 2.

The value of R1 and C1 must be chosen to hold the $\overline{RT}$ pin voltage below the V_{T+} of the RT Schmitt between the individual cycles of the power ring. The values shown will work for ring frequencies of 15.3 Hz (min).

With RDI2 now enabled, a portion of the power ring above 1.2 V is fed to the ring analysis circuit. This circuit is a digital integrator which looks at the duty cycle of the incoming signal. When the input to RDI2 is above 1.2 V, the integrator is counting up at an 800 Hz rate. When the input to RDI2 falls below 1.2 V, the integrator counts down at a 400 Hz rate.

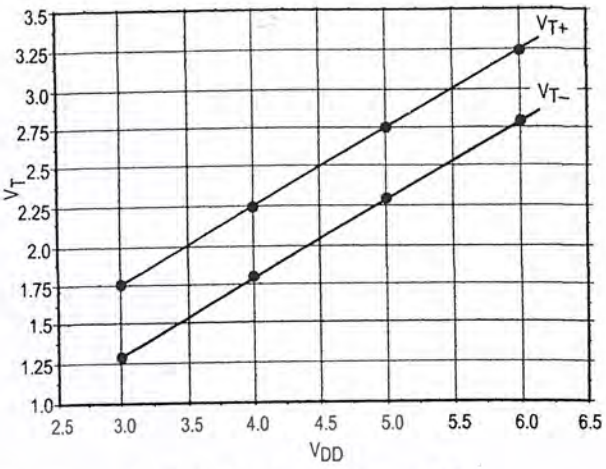


Figure 3. V_{DD} versus V_{T+} and V_{T-}

A ring is qualified when an internal count of binary 48 is reached. The ring is disqualified when the count drops to a binary 32. The number of ring cycles required to qualify the signal will depend on the amplitude of the voltage presented to RDI2. The shortest amount of time needed to do the qualification is approximately 60 ms. The shortest amount of time required for dequalification will be approximately 40 ms.

Once the ring signal is qualified, the RDO pin will be sent low. This can be fed back to PWRUP as shown in Figure 7, or with a pull–up resistor, can be used as an interrupt to an MCU as shown in Figure 8. In either case, once the PWRUP pin is below V_{T-}, the part will be fully powered up, and ready to receive FSK. During this mode, the device current will increase to approximately 6.2 mA (typ). The state of the RT pin is now a "don't care" as far as the part is concerned. Normally, however, this pin will be allowed to return to V_{DD}.

After the FSK message has been received, the PWRUP pin can be allowed to return to V_{DD} and the part will return to the standby mode, consuming less than 1 µA of supply current. The part is now ready to repeat the same sequence for the next incoming message.

TYPICAL DEMODULATOR PERFORMANCE

The following describes the performance of the MC14LC5447 demodulator in the presence of noise over a simulated Bell 3002 telephone loop.

The Bell 3002 loop represents a worst case local telephone loop in North America. The characteristics of this loop, which affect performance, are high frequency attenuation and Envelope Delay Distortion (EDD) or group delay.

The minimum receiver sensitivity of the MC14LC5447 under these conditions is typically – 45 dBm.

The MC14LC5447 achieves a Bit Error Rate (BER) of 1×10^{-5} at a Signal–to–Noise Ratio (SNR) of 15 dB in V.23 operation and at an SNR of 18 dB in Bell 202 operation (see Figures 4 and 5).

All measurements in dBm are referenced to 600 Ω: 0 dBm = 0.7746 Vrms.

All measurements were taken using the MC145460EVK evaluation board.

เอกสารนี้ใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electronic file not available for this figure. To view the complete document, order it from the Literature Center.

Figure 4. MC14LC5447 V.23 Operation (Typical BER vs SNR)

Electronic file not available for this figure. To view the complete document, order it from the Literature Center.

Figure 5. MC14LC5447 Bell 202 Operation (Typical BER vs SNR)

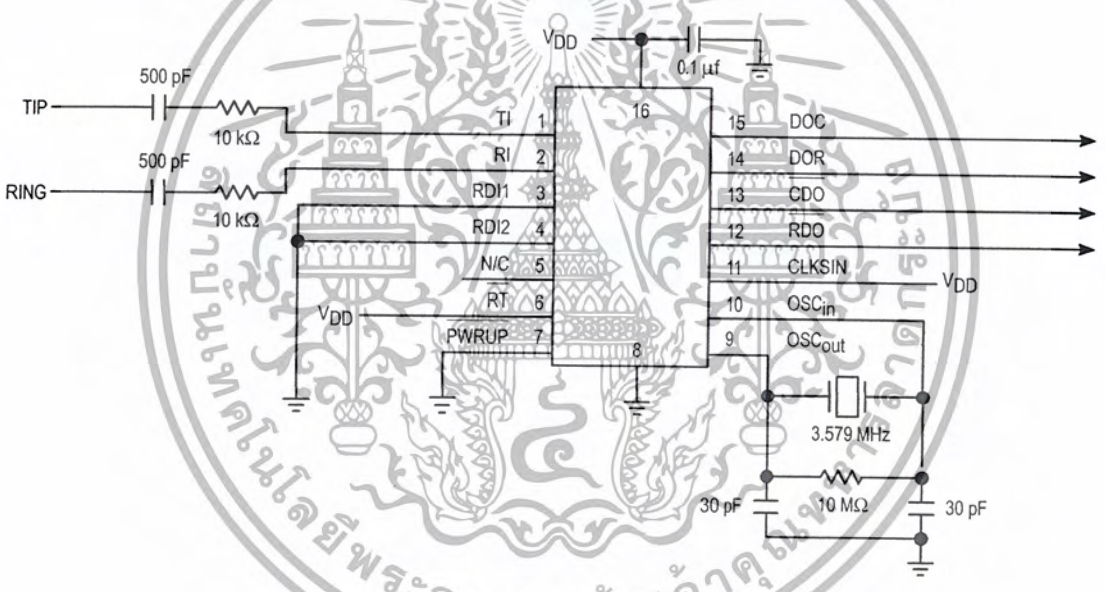
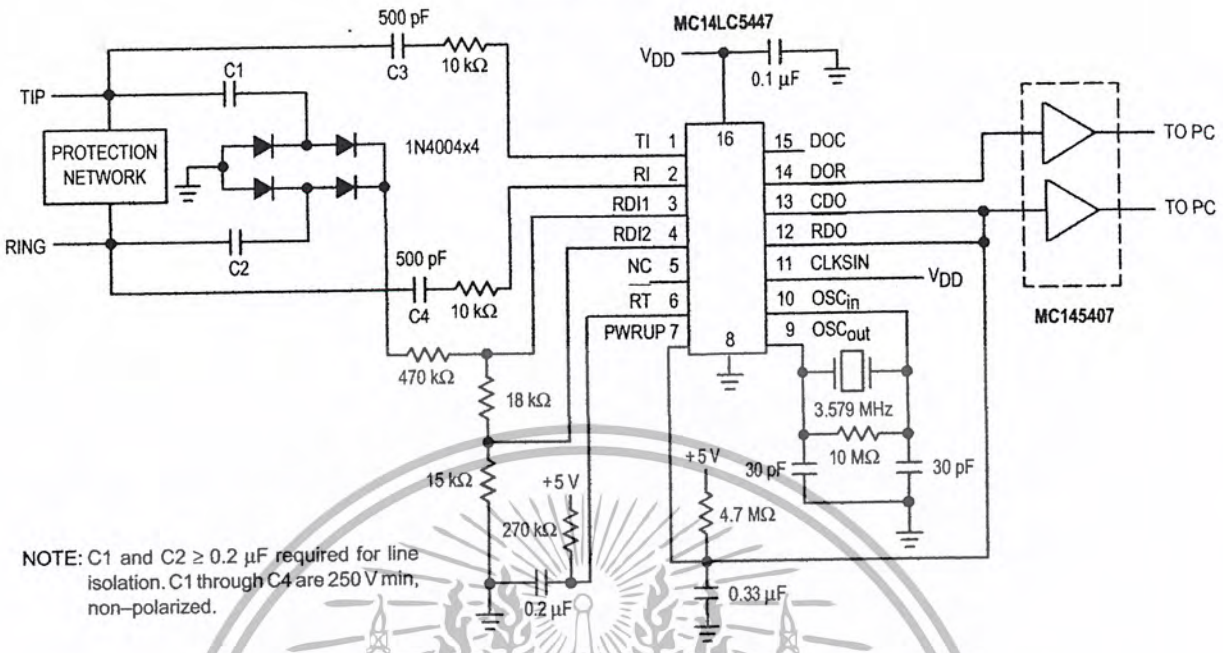


Figure 6. Full–Time Power without Ring Detect

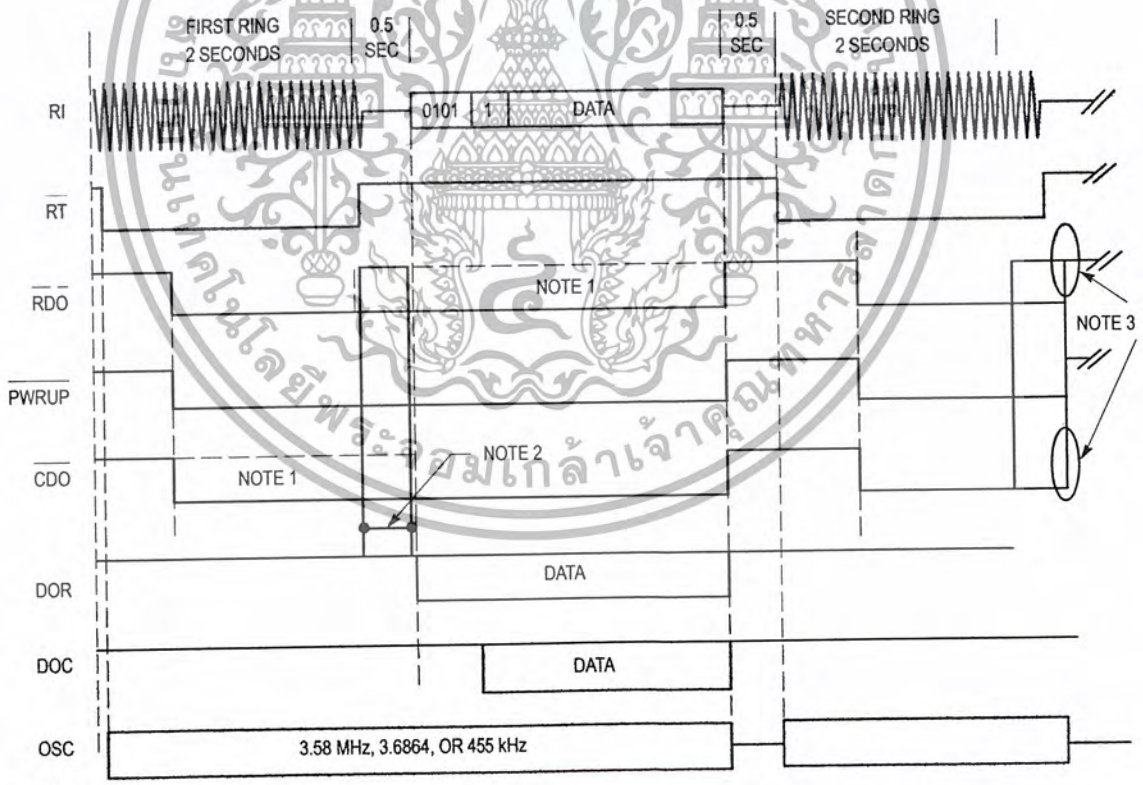
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION CIRCUIT



NOTE: C1 and C2 ≥ 0.2 µF required for line isolation. C1 through C4 are 250 V min, non–polarized.

Figure 7. Partial Implementation of PC Interface to Tip and Ring



NOTES:
1. Wired 'OR' RDO with CDO.
2. Overlap of RDO edge with CDO edge to ensure part stays in PWRUP determined by RC time constant on RDO, PWRUP, and CDO pin.
3. Part reverts to PWR ON, on rising edge of RDO since there is no CDO.

Timing Diagram for Figure 7

เอกสารนี้ใช้ในการสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION CIRCUIT

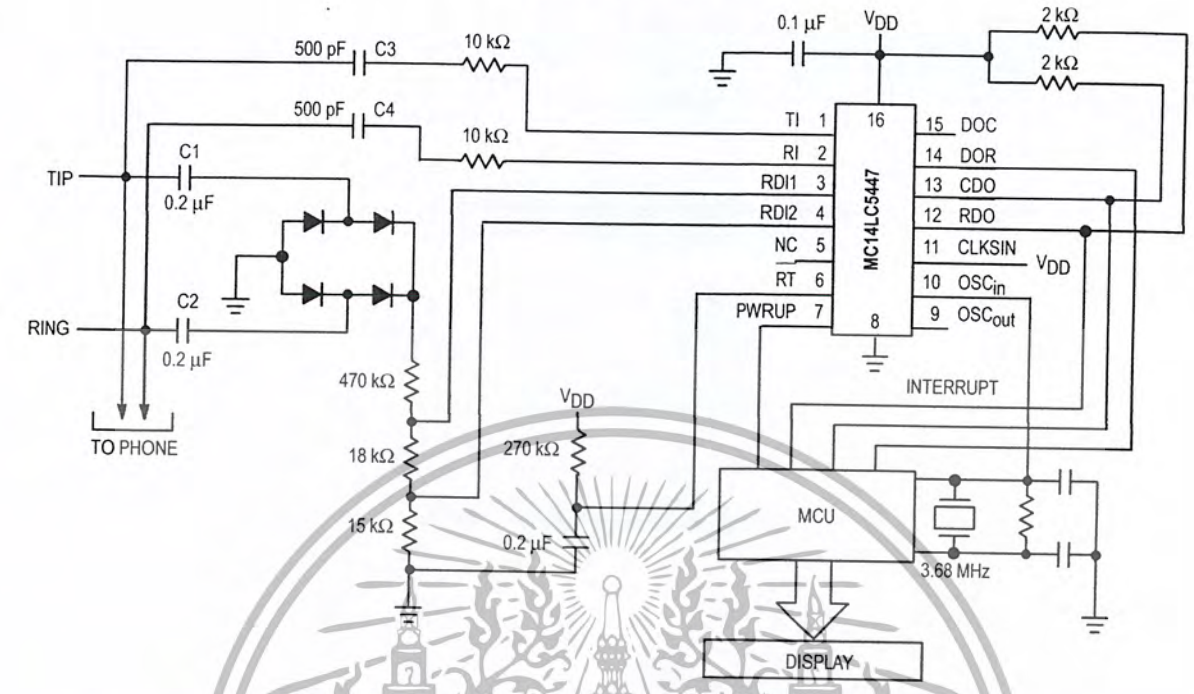
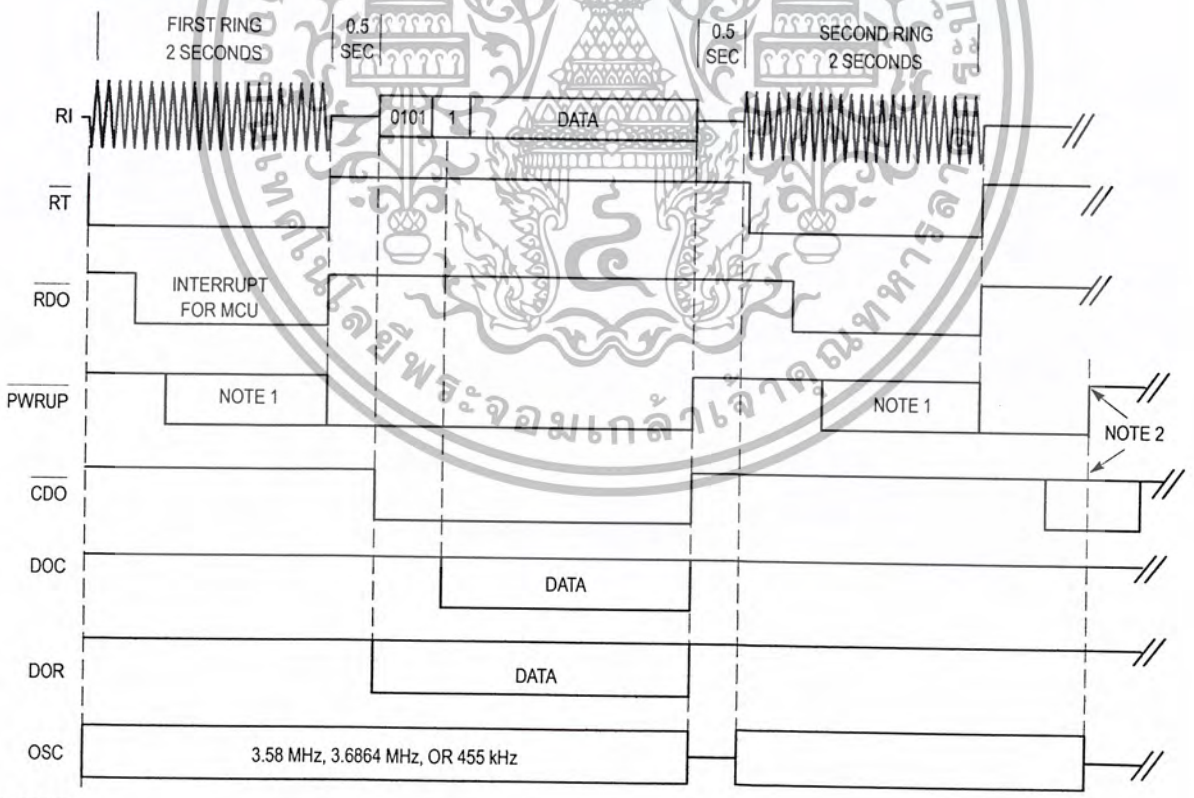


Figure 8. Adjunct Box Concept for Calling Number Display



NOTES:
1. MCU must assert $\overline{\text{PWRUP}}$ to MC14LC5447.
2. No data detected, MCU powers down the MC14LC5447.

Timing Diagram for Figure 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

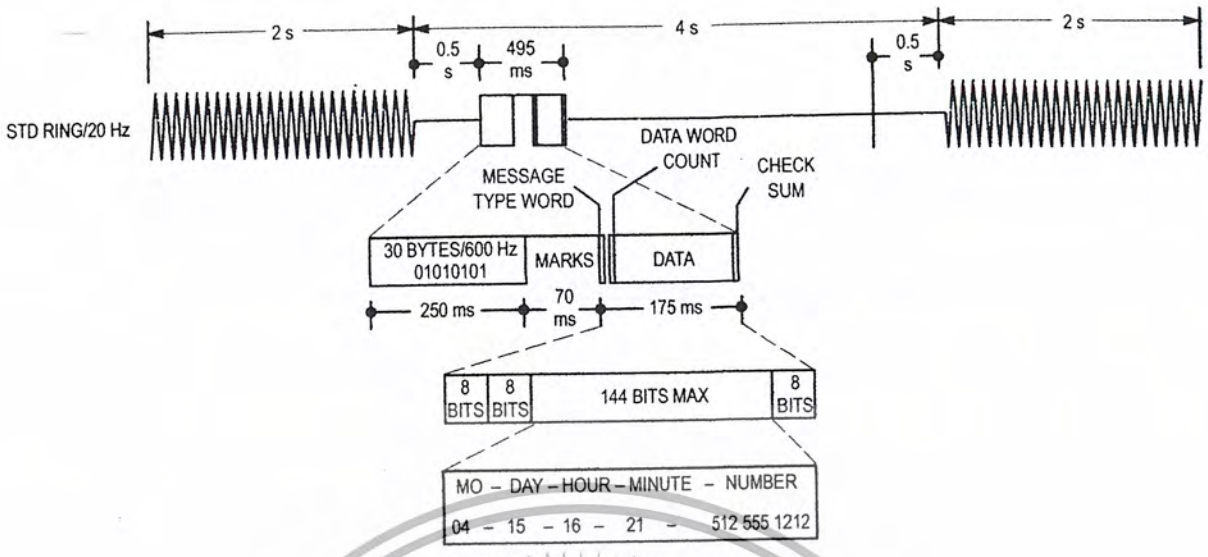


Figure 9. Single Message Format

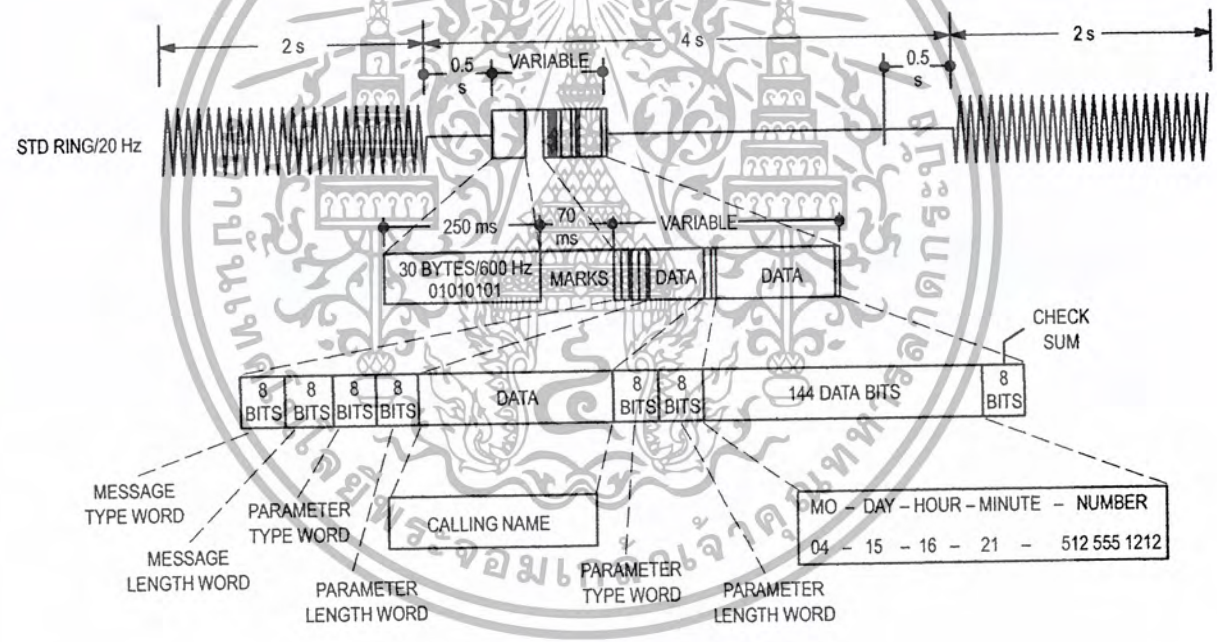


Figure 10. Multiple Message Format

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

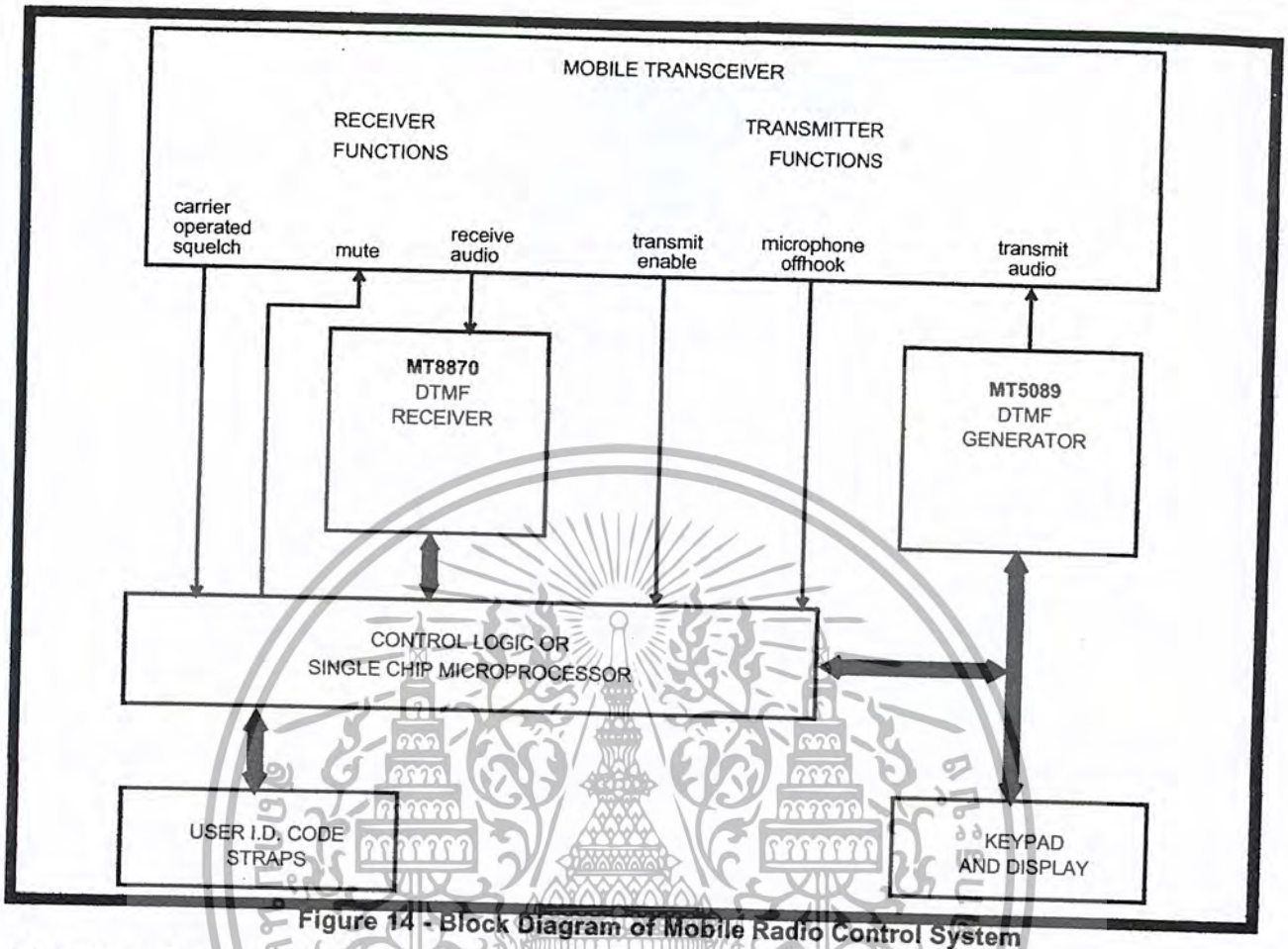


Figure 14 - Block Diagram of Mobile Radio Control System

Distributed Control Systems

There are many other applications which also fall into the distributed communications/control class. That is, several devices being controlled via a common communications medium whether it be RF, copper wire or optical fibres, etc.

Consider, for example, an existing pair of wires circulating throughout a plant. By connecting DTMF receivers at strategic points along this path one could conceivably control the whole plant from a single DTMF transmitter (Fig. 15). Each DTMF receiver would monitor the common line until its specific I.D. was received, at which time it would transfer data to its functional control logic.

With some simple logic a circuit can be devised to recognize a sequence of programmed DTMF code. Figure 16 illustrates a method of detecting a DTMF code sequence of arbitrary length, N. The object is to compare N sequential 4-bit DTMF data words to N preprogrammed 4-bit I.D. words. Programming the I.D. code is accomplished by applying the desired logic levels to the inputs of N 4-bit bus buffers. This may be achieved with straps as shown, dipswitches or thumbwheels. Pull-up resistors should be applied to the buffer inputs. Initially, after a RESET has occurred, Q_0 of the presettable shift register is set logically high, the remaining outputs are reset. This activates the first bus buffer which applies its outputs to the Y inputs of a 4-bit comparator.The "LAST DIGIT" latch is reset, the "ERROR-" flip-flop and "VALID DIGIT" latch are set. These three signals are ANDed indicating a "no-match" condition. When a valid DTMF signal is received its data appears at the comparators "X" inputs, a comparison occurs and the result appears at the "X=Y" output. After 3.4 µS (typical) Std rises indicating that the MT8870 output data is valid and strobes "X=Y" into the "VALID DIGIT" latch. The shift register advances one position which enables the next bus buffer. If the result of the comparison was true then the "VALID DIGIT" output is high. If all digits of the sequence match then the high output from the shift register "wraps around" from Q_{N-1} to Q_0, which strobes the "LAST DIGIT" latch high. This activates the three input AND gate indicating a "match" condition. If non-matching data is received any time during the detection sequence the "ERROR-" flip-flop is reset which disables the AND gate until a system "RESET" occurs. "RESET" may be generated in a variety of ways depending on the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

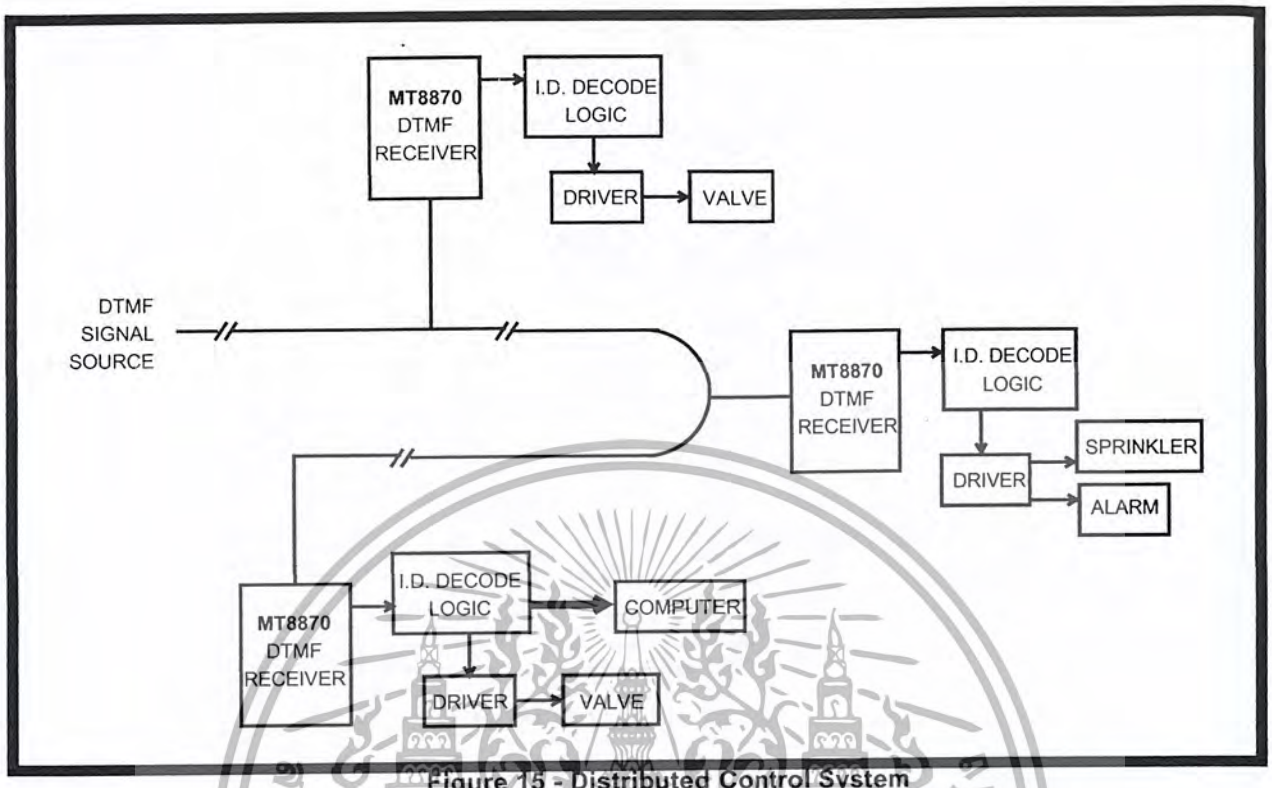


Figure 15 - Distributed Control System

system design objective. If one DTMF code is reserved exclusively for the "RESET" function then the MT8870 outputs can be decoded directly. This requires that the controller send a "RESET" command prior to sending an I.D. sequence. Alternatively a "time-out" timer, triggered by StD, could serve to generate a system reset if a certain time lapse occurs between received signals. This method places time constraints on the system but eliminates the need to consume a DTMF command for the "RESET" function.

The concept of using a common transmission medium for control signalling applies to several possible situations. Plant process control, remote measurement control, selective intercom call systems, institutional intercom systems, two way radio control, pocket pagers and model car or boat remote control, just to mention a few.

Conversely, data could be collected from distributed sources. Implemented on a circulating wire or an RF channel, as illustrated in Figure 17, information could be collected by a central unit which individually polls each monitor to ask for data. Alternatively, the system could be interrupt driven (Fig.18). In this case each monitor, when ready to send data, generates an interrupt request by sending a DTMF I.D. sequence followed by a data stream. Interrupt masking or prioritizing could be achieved from the the central control end by applying DC levels across a wire pair or sending a pilot tone in an RF system. Remote data collection units would monitor this signal to detect when a higher priority interupt is being handled or the communications channel is busy.

Data Communication Using DTMF

There is a vast array of potential applications for DTMF signalling using the existing telephone network. Considering that there are millions of ready-made data sets installed in convenient locations (i.e. the Touch Tone telephone) remote control and data entry may be performed by users without requiring them to carry around bulky data modems.

Potential applications include:

- home remote control
- remote data entry from any Touch-Tone keypad
- credit card verification and inquiry
- salesman order entry
- catalogue store (stock/price returned via voice synthesis)
- stock broker buy/sell/inquire -using stock exchange listing mnemonics
- answering machine message retrieval
- automatic switchboard extension forwarding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

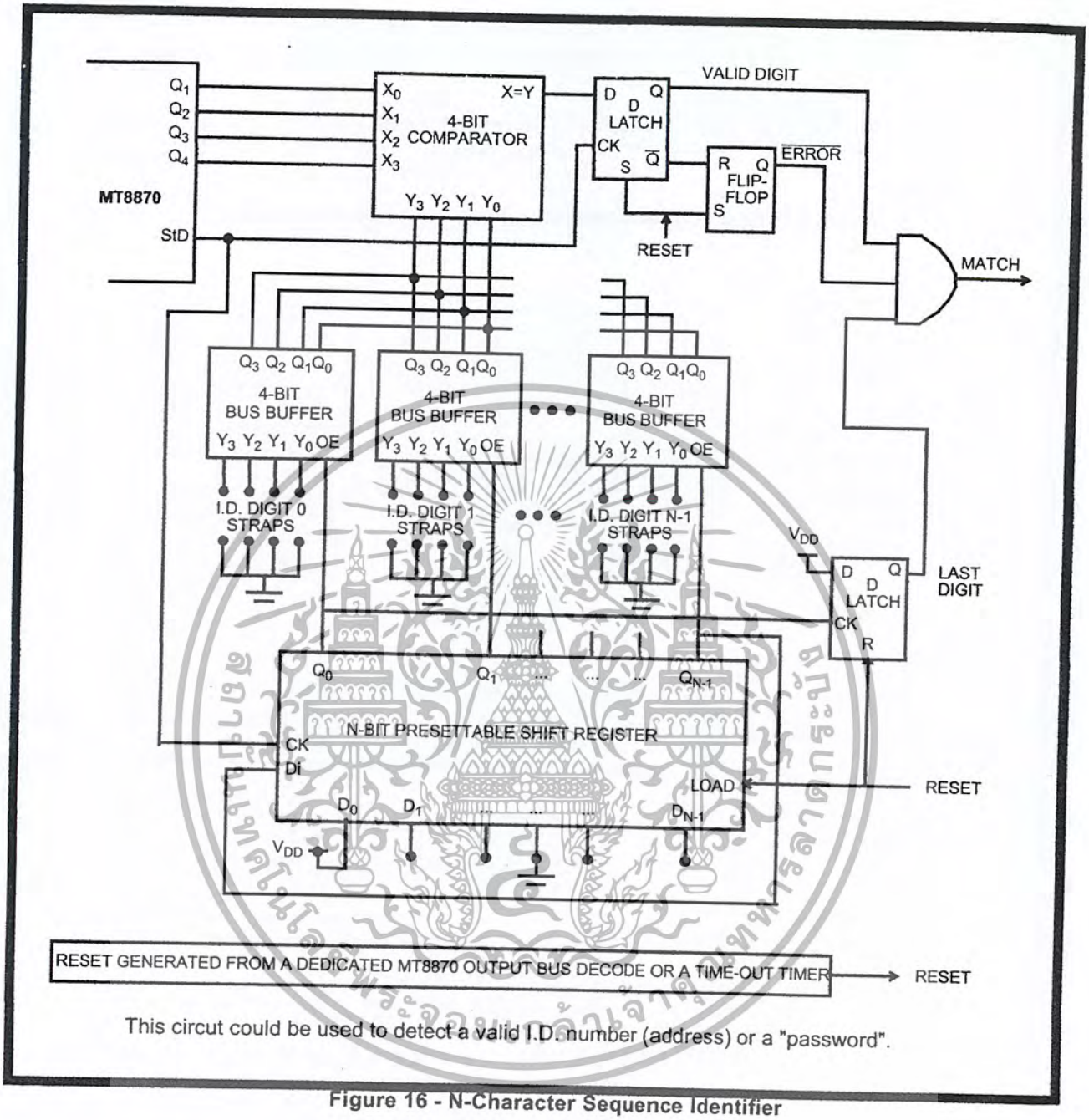


Figure 16 - N-Character Sequence Identifier

A household DTMF remote control system with an optional data port can boast a variety of conveniences (Fig. 19). Remote ON/OFF control may be given to electric appliances such as a slow cooker, exterior lighting and garage heater. An electro-mechanical solenoid operated valve allows remote control of a garden sprinkler. Video buffs could interface to their VCR remote control inputs and record T.V. shows with a few keystrokes of their friend's telephone. This would enhance the function of timers which are currently available on most VCR's. Schedule changes or unexpected broadcasts could be captured from any remote location featuring a Touch-Tone™ phone. Security systems could be controlled and a microphone could be switched in for remote audio monitoring. Interfacing a home computer to the data port makes an excellent family message center. At the remote end messages are entered from a telephone keypad. The computer responds with voice messages generated by a speech synthesizer. In the home, messages to be left are entered via the computer keyboard. Messages to be read may be displayed on the computer monitor or "played back" through the speech synthesizer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

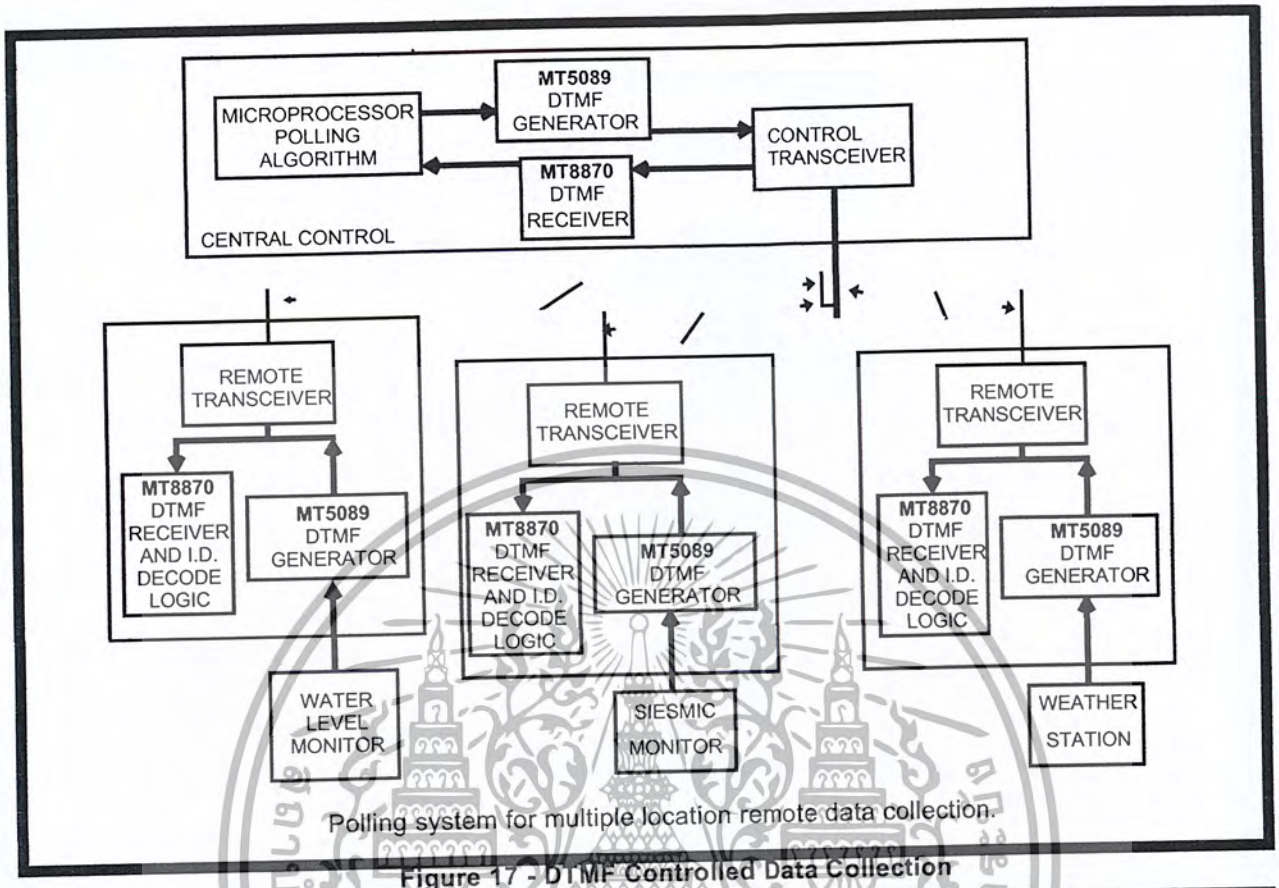


Figure 17 - DTMF Controlled Data Collection

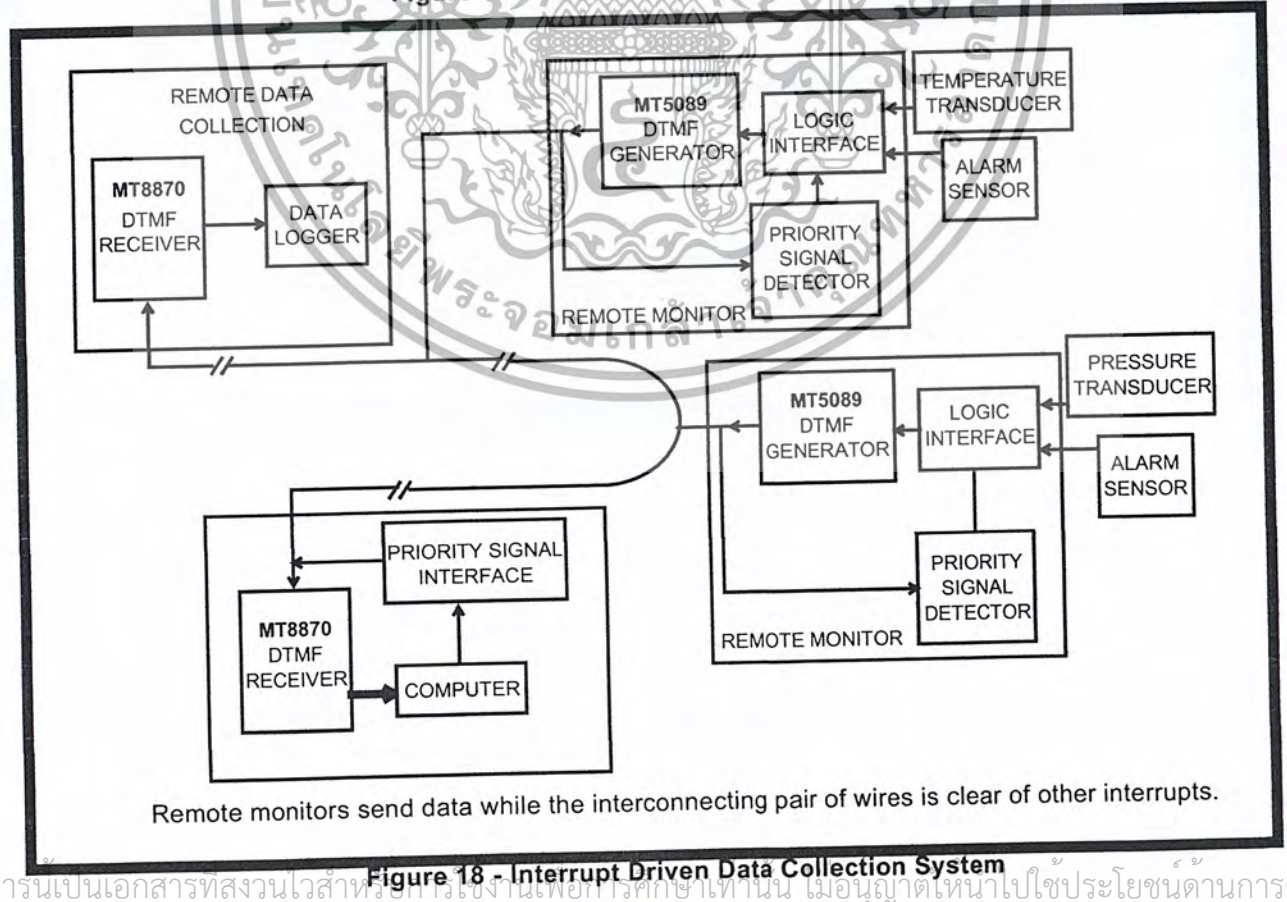


Figure 18 - Interrupt Driven Data Collection System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

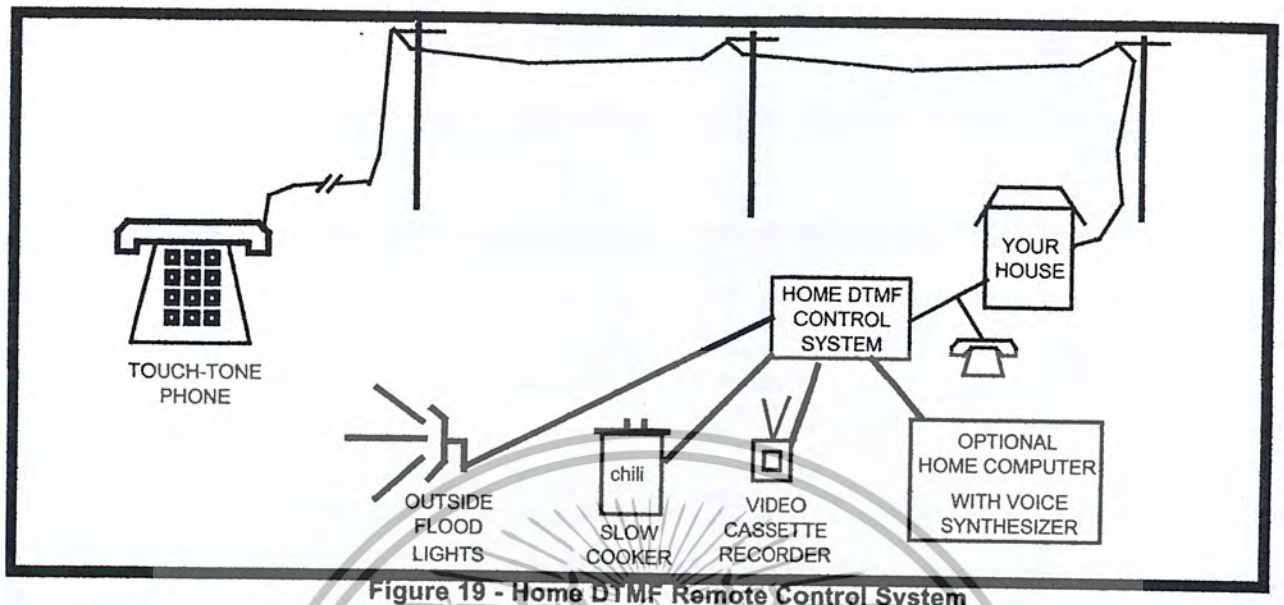
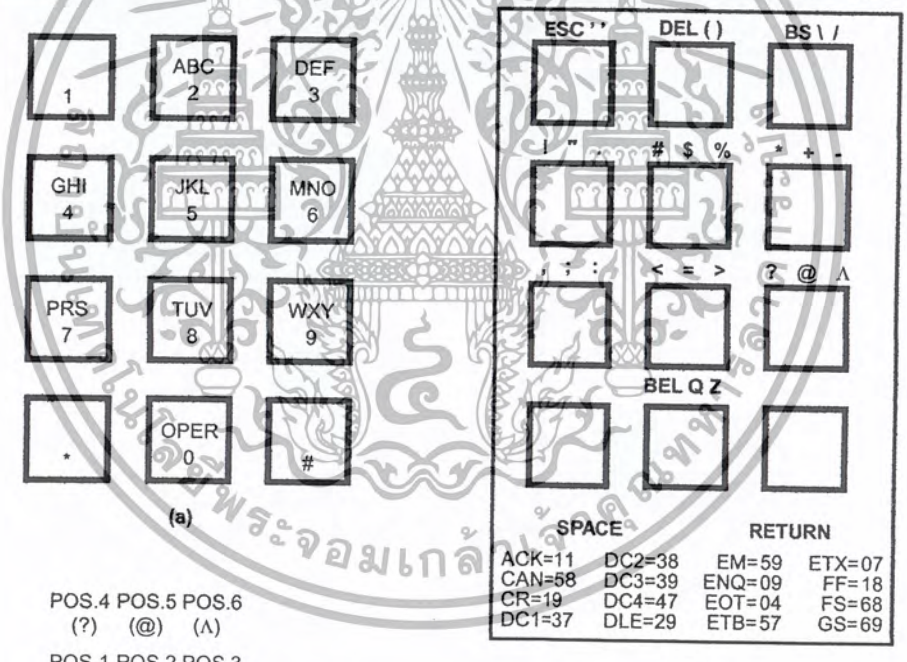


Figure 19 - Home DTMF Remote Control System



a) Layout of a standard telephone keypad showing inherent character positions for coding purposes.
b) Credit card size overlay expands each keys function by adding three more character positions.
The * and # are reserved to send "SPACE" and "RETURN" as single key operations. Each other ASCII code requires two keystrokes. To send a character simply push the button on or over which it appears, then push the numeral corresponding to its position. For example, to send a "T" push '8' followed by '1', to send "%" push '5' followed by '6'.

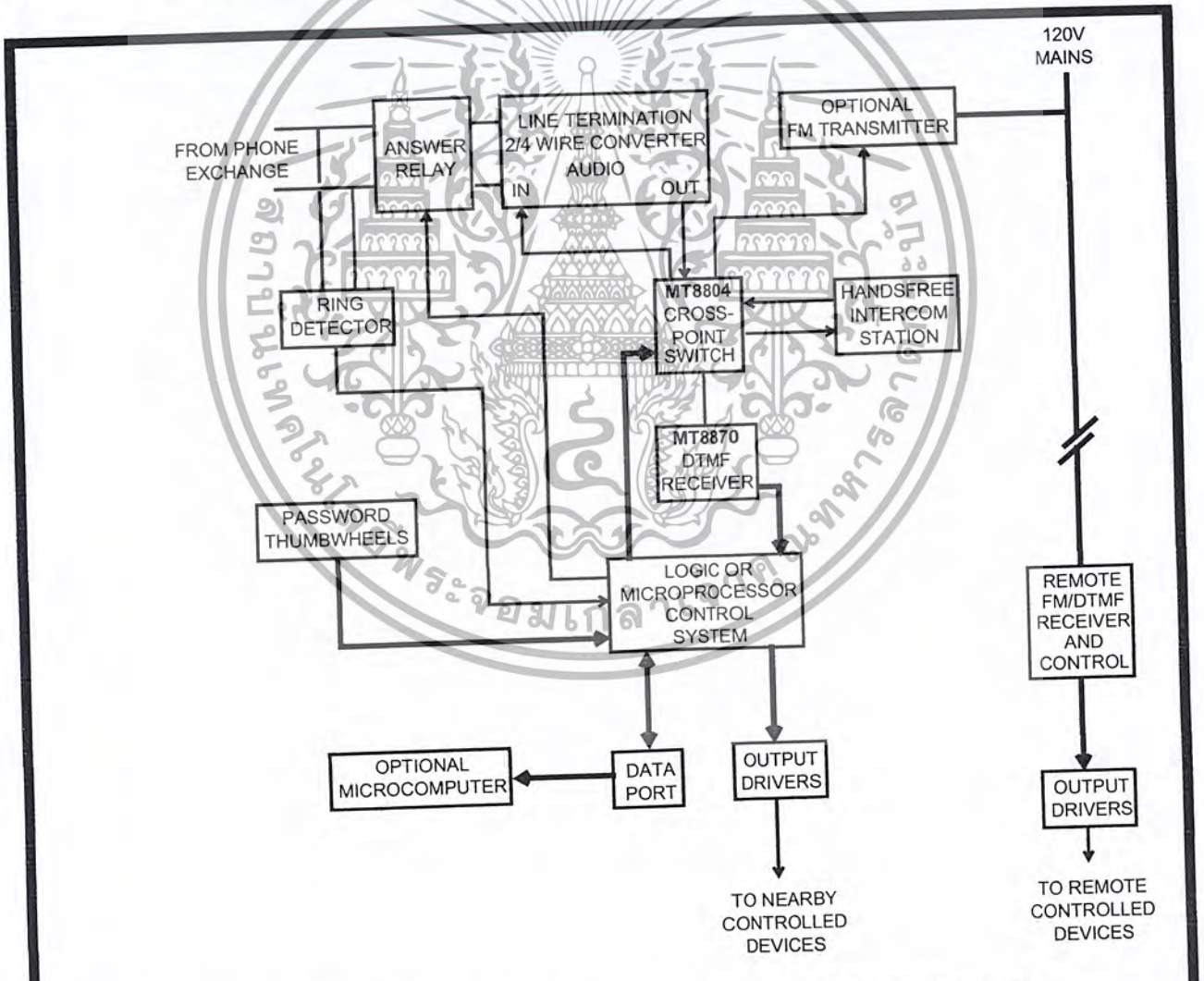
Figure 20 - Using A Pushbutton Phone As A Data Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A scheme for coding ASCII characters using one and two digit DTMF signals is outlined in the appendix. Notice that on a telephone keypad keys 2 through 9 are represented by three alpha-characters as well as a numeral. To send an alpha-character, using this scheme, first press the key on which the character appears then press the key corresponding to the position in which the character appears on its key (1, 2 or 3). Numerals are sent by touching the desired number followed by a zero. The asterisk (*) and octothorp (#) have been reserved for "space" and "return" respectively. A plastic overlay the size of a credit card expands the number of useable "positions" on each button (Fig. 20). This serves as a guide for sending other ASCII codes and fits snug into a credit card wallet. ASCII control characters that are not commonly used could be listed at the bottom of the card. This user-friendly algorithm eliminates the need to memorize conversion codes and allows significant functionality even without the overlay reference.

A simple block diagram shows how this scheme may be implemented for a home DTMF control system (Fig. 21). A ringing voltage detector signals the microprocessor of an incoming call. The microprocessor, after the prescribed number of rings, closes the answer relay engaging the proper terminating impedance. A two-to-four wire converter splits bidirectional audio from the balanced telephone line into separate single ended transmit and receive paths.

Receive audio is then switched to the DTMF receiver through the crosspoint switch. Upon receiving a valid DTMF signal, the microprocessor is alerted by



An FM transmitter could be used to couple control signals for distribution over existing power lines. This would eliminate the need for installing wires between the DTMF control unit and remote controlled devices.

Figure 21 - Block Diagram of Home DTMF Remote Control System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the rising edge of StD. The microprocessor then checks for a valid password sequence and decodes subsequent commands. A command can be entered to put the system into remote-control mode. In this case the crosspoint switch is configured to route DTMF signals into the FM-over-mains transmitter as well as the system tone receiver. Forwarding of control signals is accomplished by applying an FM carrier to the power line. This eliminates the need to string control wires haphazardly about the house. The appropriate device is selected by its unique DTMF I.D. code. The microcomputer keeps track of all device locations and their I.D. codes since it must decide when to supply function outputs to the "nearby" devices and when to let the "remote" receivers handle the data. Subsequent data is transmitted to a selected device until a 'reset' command is entered.

Upon receiving any DTMF signal, answer back tones are returned by the microprocessor to acknowledge valid or invalid operations and to indicate the state of an interrogated device. For example, a low to high tone transition could indicate that a particular device is on, a high to low transition indicating the off state. A command could be entered to put the system in an 'external' mode which would allow communications through the data port. A host computer could be connected to this port to broaden the scope of the system.

The resident microprocessor unit contains the software and hardware to control ringing verification, password and command decoding, answer back tone generation, audio routing, output function latches and an optional data port. Output drivers buffer the latches and switch relays or SCRs to control peripheral devices.

An infinite variety of devices could be controlled by such a system, the spectrum of which is limited only by the ability to provide appropriate interfacing. This system could also be the heart of a DTMF intercom system allowing intercommunication, "phone-patching", and remote control from varied household locations. This type of system concept is, of course, anything but limited to home use. Many applications can provide conveniences to consumers, salespeople and executives.

For example, a merchant could verify credit card accounts quickly utilizing only a telephone keypad for data entry (Fig. 22). Each credit card company could reserve one or more telephone lines to provide this function, reducing the human effort required. The receiving end system would be required to answer the call, provide a short answer back tone or message, receive and decode the credit card account number, verify it, verify the owner's name and give a go/no-go authorization. This return data could easily be provided with the aid of a voice synthesizer. An auto-dialler containing appropriate phone numbers could be installed at the merchant end as an added time saver.

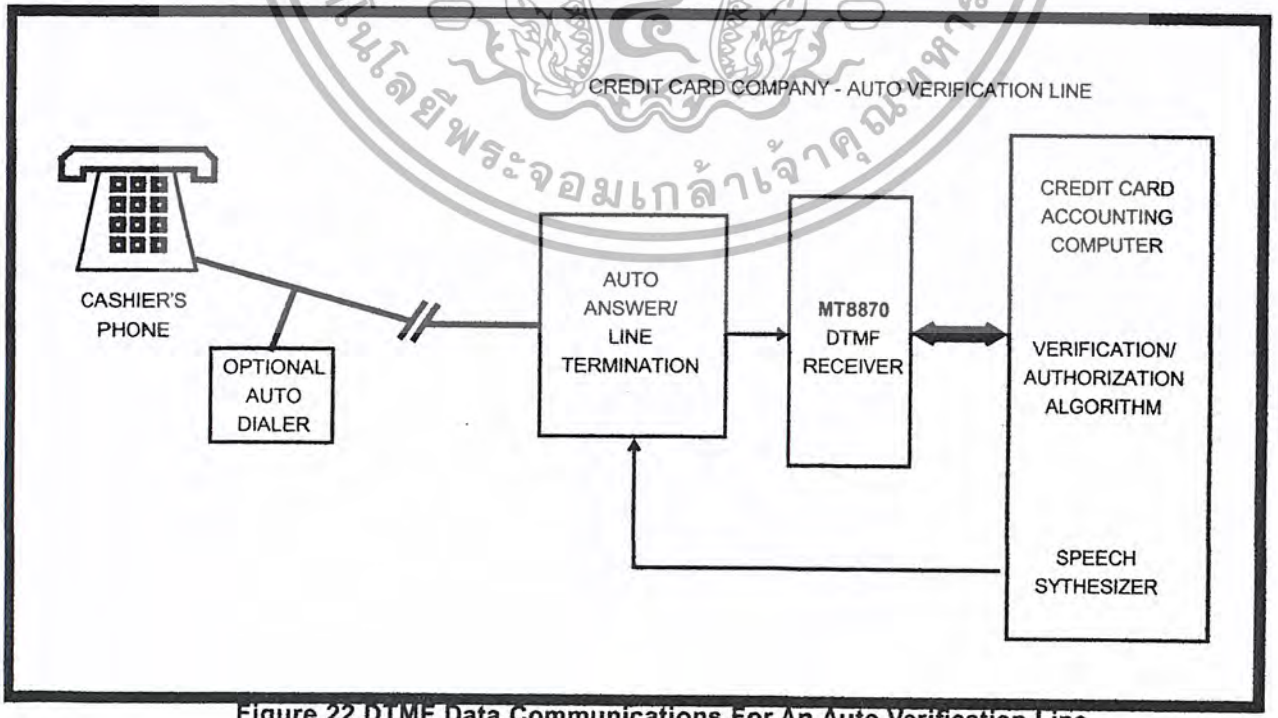


Figure 22 DTMF Data Communications For An Auto Verification Line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

With a similar arrangement, a travelling salesman could access price, delivery and customer status, enter or delete merchandise orders and retrieve messages all from the comfort of the customer's office (Fig. 23a). A department store could provide shop-by-phone service to its customers using telephone keypad data entry (Fig. 23b). Brokerage firms, utilizing the stock exchange mnemonic listings could provide trading price information and buy/sell service via telephone keypad entry. A voice synthesizer could provide opening and current trading price, volume of transactions and other pertinent data. A telephone answering system manufacturer could apply this technique, allowing users to access and change outgoing and incoming messages from a Touch-Tone phone.

A PBX manufacturer could offer a feature that relieves the switchboard attendant from unneccesary interaction. A call could be answered automatically and a recording may reply "Thank you for calling XYZ. Please dial the extension you wish to contact or zero for the switchboard". If the caller knows the called party's extension in advance it is not neccesary to wait for the switchboard attendant to forward the call. The attendant could be notified to intervene if there is no action by the caller say, ten seconds after the recording ends. This provides a similar function to a "Direct Inward Dialling" (DID) trunk but without the additional overhead incurred with renting a block of phone numbers as in the DID case.

Now that a DTMF receiver is so easy and inexpensive to implement there are many simple dedicated uses that become attractive. A useful home and office application for DTMF receivers is in a self-contained telephone-line-powered toll call restrictor similar to the block diagram in Fig. 2a. This could be installed in an individual telephone or at the incoming main termination depending on which phone or phones are to be restricted. While disallowing visitors from making unauthorized long distance calls, the owner may still desire access to toll dialling. This could be provided by adding a logic circuit that disables the toll restrictor upon receiving a predetermined sequence of DTMF characters (Fig. 16). In this case, the user must enter his password before dialling a long distance number.

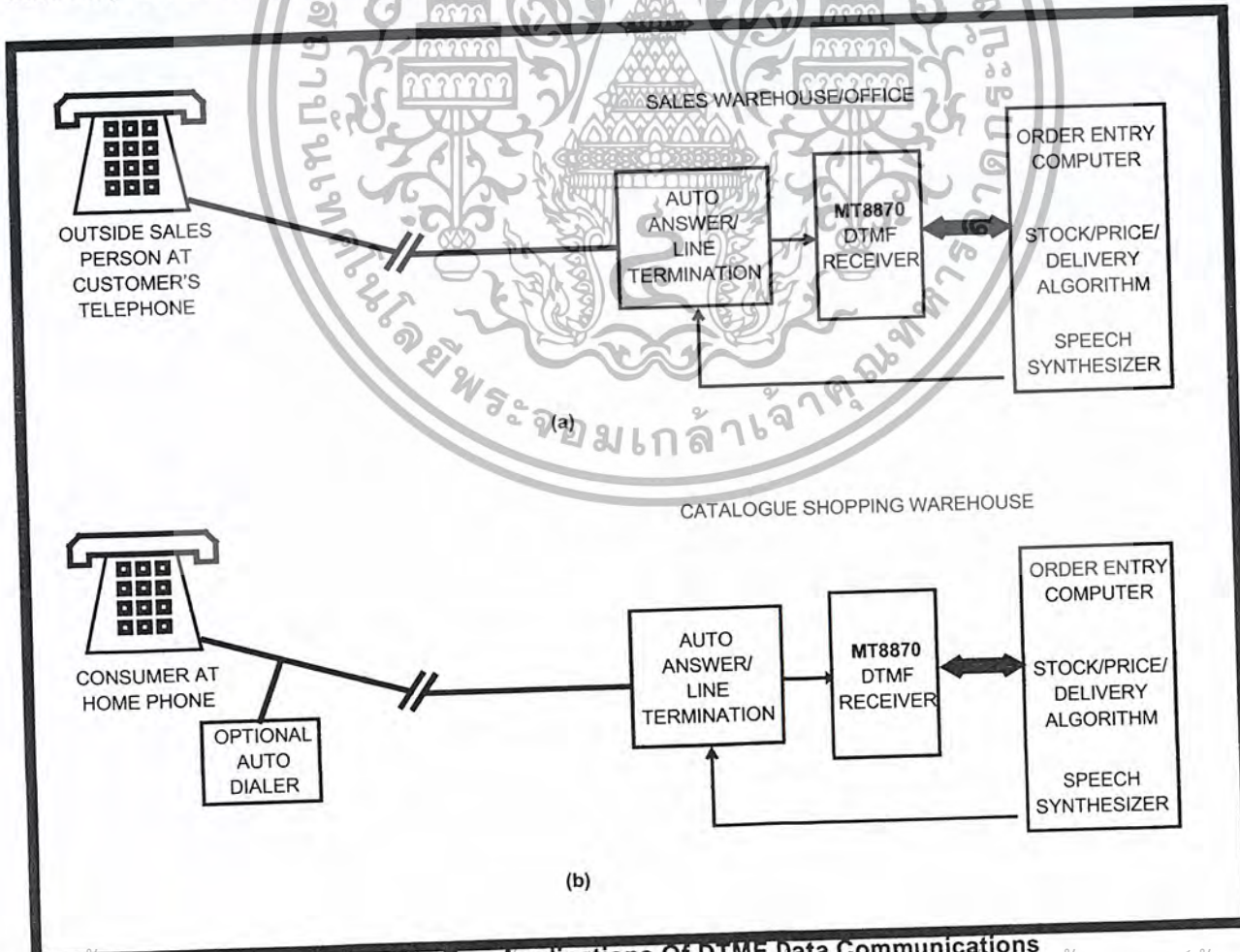


Figure 23 - Two Applications Of DTMF Data Communications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Conclusion

The applications for DTMF signalling are tremendous and due to innovative technological advances its use is increasingly widespread. DTMF offers highly reliable, cost effective signalling solutions which require no development effort on the user's part. The advent of single chip receivers has allowed many products that were previously not cost-effective to be manufactured in production quantities.

DTMF signalling was originally designed for telephony signalling over voice quality telephone lines. This signalling technique has been applied to a multitude of control and data communications systems. All that is required is a voice quality communication channel with appropriate interfacing. The applications are limited only by one's imagination.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Appendix

ASCII TO DTMF CONVERSION

Partial ASCII coding and conversion to 2 sequential DTMF signals

ASCII	HEX	DTMF	ASCII	HEX	DTMF	ASCII	HEX	DTMF
ACK	06	11	!	21	44	A	41	21
BEL	07	01	"	22	45	B	42	22
BS	08	34	#	23	54	C	43	23
CAN	18	58	$	24	55	D	44	31
CR	0D	19	%	25	56	E	45	32
DC1	11	37	&	26	79	F	46	33
DC2	12	38	'	27	16	G	47	41
DC3	13	39	(	28	25	H	48	42
DC4	14	47	)	29	26	I	49	43
DEL	7F	24	*	2A	64	J	4A	51
DLE	10	29	+	2B	65	K	4B	52
EM	19	59	,	2C	74	L	4C	53
ENQ	05	09	-	2D	66	M	4D	61
EOT	04	08	.	2E	46	N	4E	62
ESC	1B	14	/	2F	36	O	4F	63
ETB	17	57	0	30	00	P	50	71
ETX	03	07	1	31	10	Q	51	02
FF	0C	18	2	32	20	R	52	72
FS	1C	68	3	33	30	S	53	73
GS	1D	69	4	34	40	T	54	81
HT	09	12	5	35	50	U	55	82
LF	0A	13	6	36	60	V	56	83
NAK	15	48	7	37	70	W	57	91
NUL	00	04	8	38	80	X	58	92
RS	1E	77	9	39	90	Y	59	93
S0	0E	27	:	3A	76	Z	5A	03
S1	0F	28	;	3B	75	[	5B	87
SOH	01	05	<	3C	84	\	5C	35
SP	20	*	=	3D	85	]	5D	88
STX	02	06	>	3E	86	^	5E	96
SUB	1A	67	?	3F	94	_	5F	89
SYN	16	49	@	40	95	`	60	15
US	1F	78				DEL	7F	24
VT	0B	17						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A multi-channel repeater system serving a multitude of user groups may be found to achieve its most effective performance in the "trunked" mode. In this case, one RF channel is reserved for system signalling. System operation could be achieved as follows.

Each mobile plus the repeater system contain a DTMF receiver, DTMF generator and appropriate control logic. Mobiles are assigned individual DTMF I.D. codes and always monitor the signalling channel when idle. An originating mobile automatically sends a DTMF sequence containing its own I.D. and the I.D. of the called party. This is recognized by the repeater control which retransmits the called party's I.D. The answering mobile returns a DTMF handshake indicating to the repeater control that it is available to accept a call. At this time the repeater control sends a DTMF command sequence to both the originating and answering mobiles which instructs their logic circuits to switch to a specific, available channel. If all channels are busy the repeater control could send DTMF sequences to put both mobiles on "hold" and add their I.D.'s to a "channel-request" queue. This arrangement would allow users to access any available frequency and converse privately instead of being restricted to one assigned channel which is shared among several user groups.

As well as an individual I.D., each mobile belonging to a particular organization could also have a common group I.D. This would allow dispatch messages to be sent to all company mobiles simultaneously. Since mobiles would be under DTMF control, messages could be sent to an unattended vehicle and, at the user's convenience, displayed on a readout .

Each radio link either established or attempted would result in DTMF I.D. codes being sent to the repeater control. These occurrences could easily be collected by a computer for statistical analysis or billing information. Customers who have defaulted on rental payments could be denied access to the system.

Simplified block diagrams of the control systems for both the repeater and mobiles are shown in Figures 13 and 14 respectively.

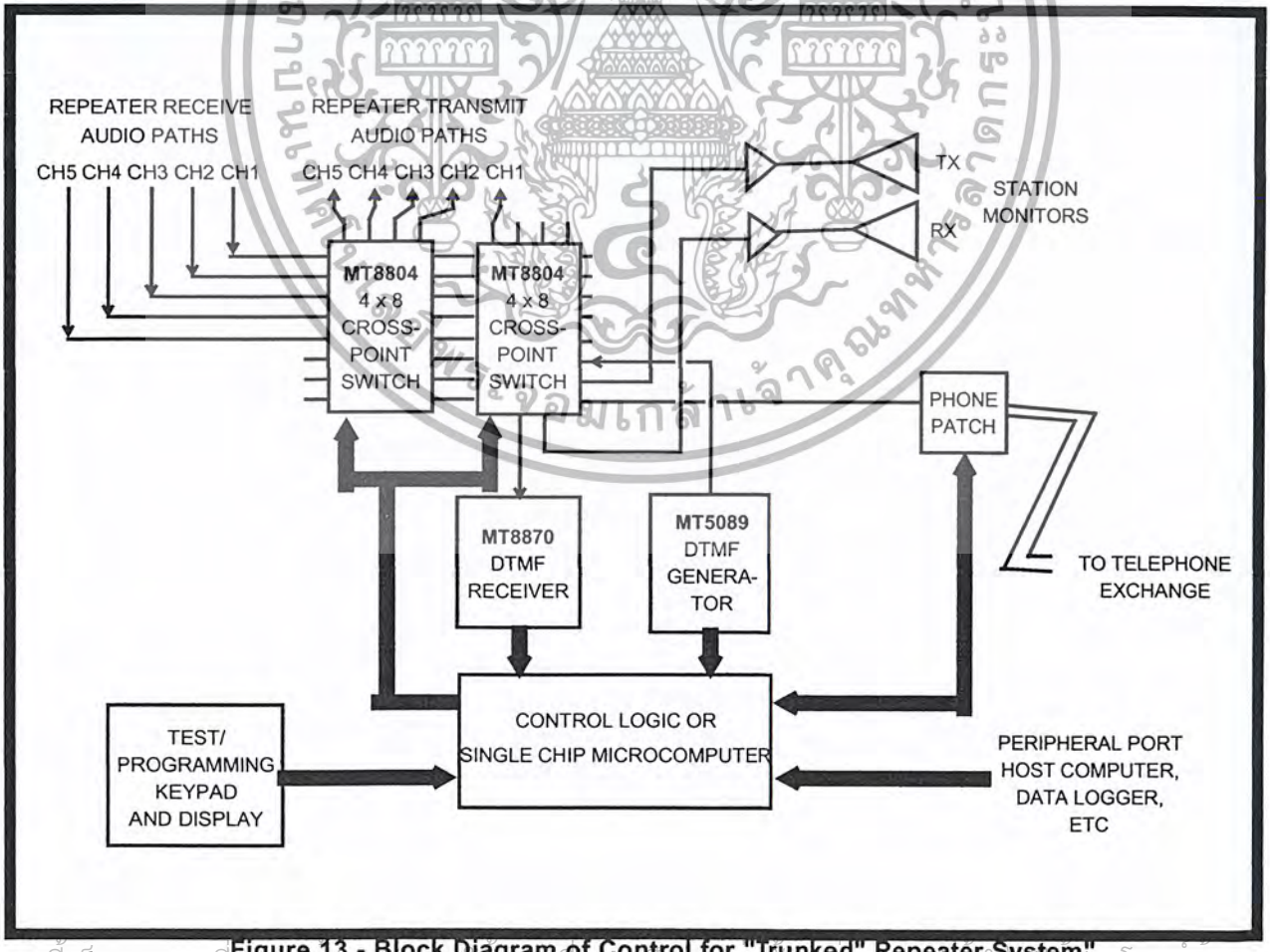


Figure 13 - Block Diagram of Control for "Trunked" Repeater System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

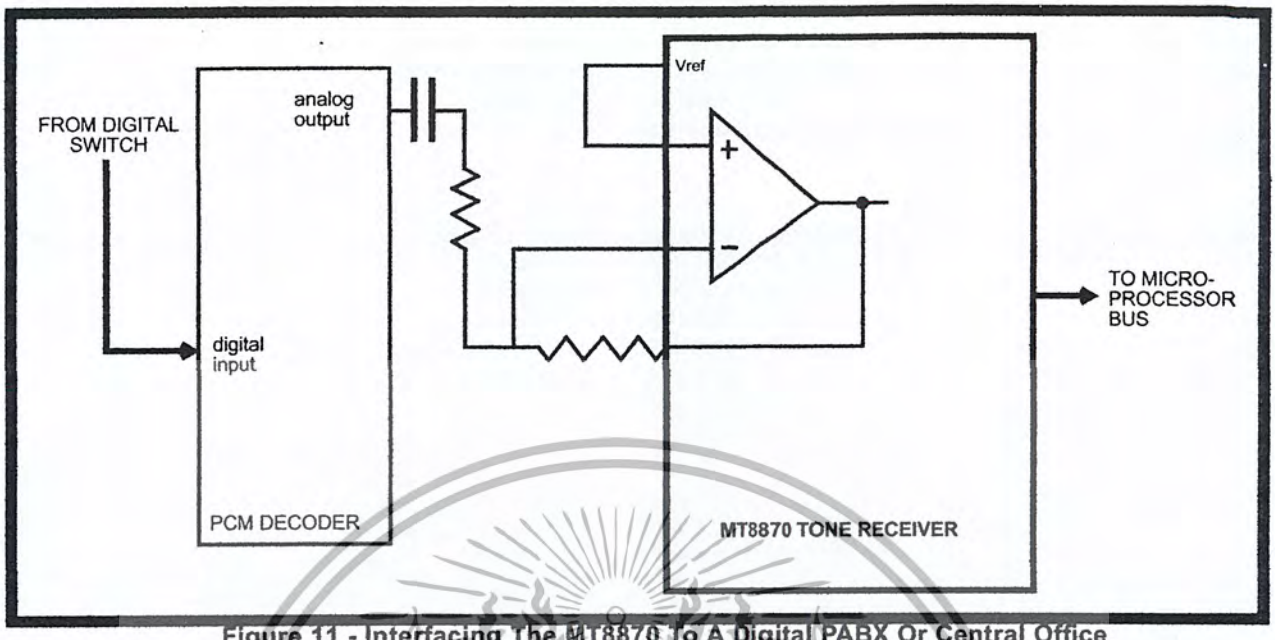


Figure 11 - Interfacing The MT8870 To A Digital PABX Or Central Office

satellite, etc.) could be switched, via commands from the user's DTMF keypad, into the local repeater. This would offer the mobile user a variety of paths for communication without the assistance of a human operator.

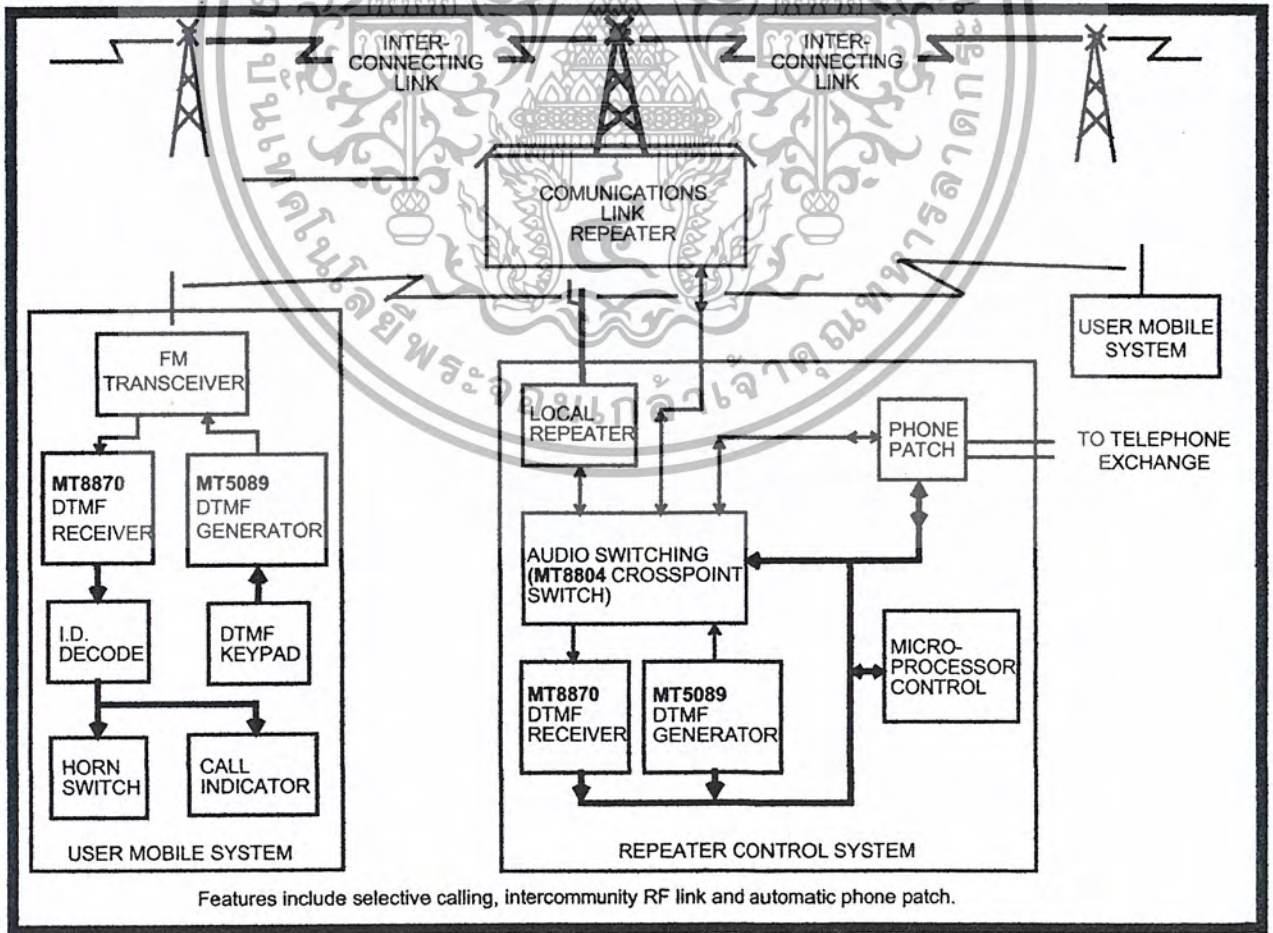


Figure 12 - DTMF Controlled Radio Repeater

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"Twist" is known as the difference in amplitude between the low and high group tones. It is specified in dB as:

$$TWIST = 20log_{10}\frac{V_L}{V_H}$$

where V_L is the amplitude of the low frequency tone

and V_H is the amplitude of the high frequency tone.

Twist is usually caused by the frequency response characteristic of the communication channel. Along a telephone line higher frequencies tend to roll off faster than the lower ones so the line response is usually compensated for by applying pre-emphasis (negative twist) to the originating DTMF signal. In extreme cases the receiver may require compensation. This could be realized with a filter arrangement utilizing the input op amp.

Any communication path that can pass the human voice spectrum is eligible for DTMF signalling. Therefore a variety of "front-end" interfaces may be applicable in a given control system. More commonly used media are copper wire and RF channels. An optical fibre could carry a light beam modulated by DTMF. Although this would incur a large overhead in terms of bandwidth utilization, optical fibres do offer isolation from external electro-magnetic interference. For example, if control or data signals must be sent near a high power transmission line environment, strong electric and magnetic fields could have a devastating effect on signals transmitted over wires. DTMF over fibre-optics could easily be employed as a highly reliable communications method in a harsh interference infested environment.

In modern digital switching equipment the MT8870 can easily be interfaced to a digital PCM line by using a codec as an input interface (Fig. 11). Actually, all that is required for the interface is a PCM decoder. In fact, the output filter that normally is associated with PCM decoders is not required since the high group DTMF bandpass filter has an upper cutoff frequency low enough to meet the required roll-off of the PCM filter.

DTMF In Mobile Radio Applications

DTMF signalling plays an important role in distributed communications systems, such as multi-user mobile radio (Fig. 12). It is a "natural" in the two-way radio environment since it slips neatly into the center of the voice spectrum, has excellent noise immunity and highly integrated methods of implementation are currently available. It is also directly compatible with telephone signalling, simplifying automatic phone patch systems.

Several emergency medical service networks currently use DTMF signals to control radio repeaters. Functions are, typically, mobile identification, selection of appropriate repeater links, selection of repeater frequencies, reading of repeater status, and for completing automatic phone patch links.

If available in a system of this type, audio from a long distance communications link (microwave,

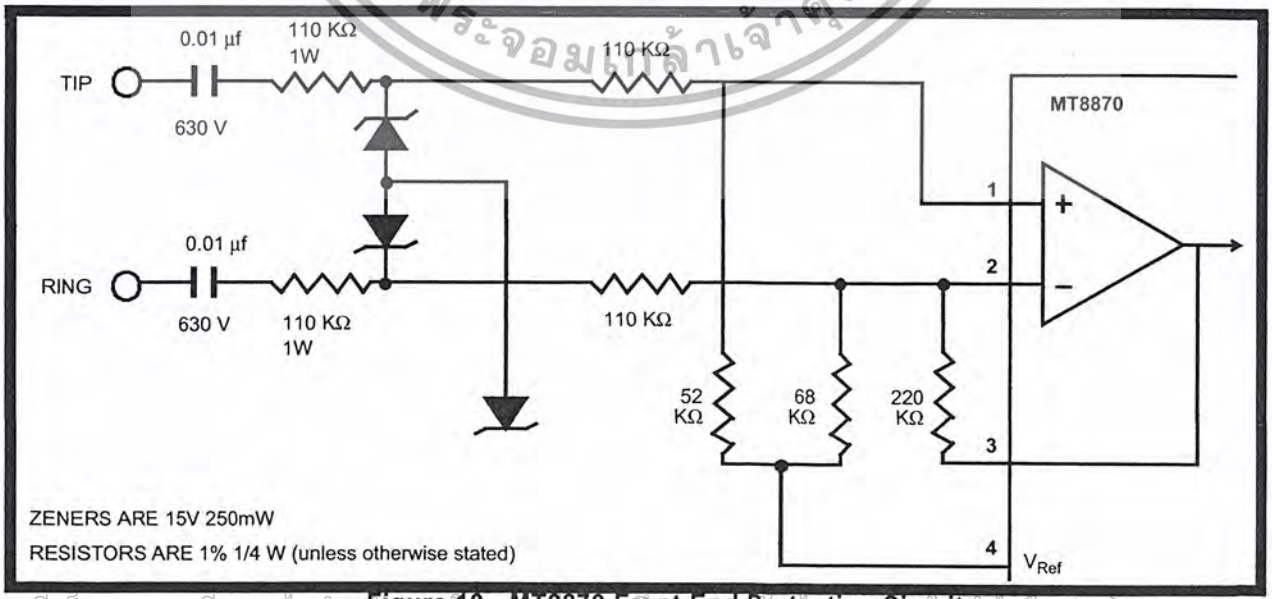


Figure 10 - MT8870 Front End Protection Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

attenuation at 685Hz, the required input time constant may be derived from;

$$M(\omega)_{dB}=20\log_{10}\frac{R_f}{R}+20\log_{10}\frac{\omega\tau}{\{(\omega\tau)^2+1\}^{1/2}}$$

where $M(\omega)_{dB}$ *is the amplifier gain in decibels*

ω *is the radian frequency*

τ *is the input time constant*

Therefore
$$-0.1=20\log_{10}\frac{(2\pi)685\tau}{\{[(2\pi)685\tau]^2+1\}^{1/2}}$$

$$or\ \tau = 1.52mS$$

Now, choosing R=220K gives a high input impedance (440K in the passband) and C= τ/R=6.9nF (use a standard value of 10 nF). For unity gain in the passband we choose R_f=R. R_a and R_b are biasing resistors. The choice of R_a is not critical and could be set at, say... 68K. Bias resistor R_a adds a zero to the non-inverting path through the differential amplifier but has no affect on the inverting path. This zero can be exactly cancelled by the added pole due to R_b if R_b is chosen as;

$$R_b=\frac{R_aR_f}{R_a+R_f}.$$

With appropriate input transient protection, this circuit will provide an excellent bridging interface across a properly terminated telephone line for end-to-end or key system applications. Transient protection may be achieved by splitting the input resistors and inserting zener diodes to achieve voltage clamping (Fig. 10). This allows the transient energy to be dissipated in the resistors and diodes and limits the maximum voltage that may appear at the op-amp inputs.

It is important to consider the amount of shunt capacitance introduced by the protection devices. In this case the parasitic capacitances of the zener diodes are in series which reduces their effect. Relatively large shunt capacitances will attenuate the high group frequencies causing the input signal to "twist" which degrades receiver performance.

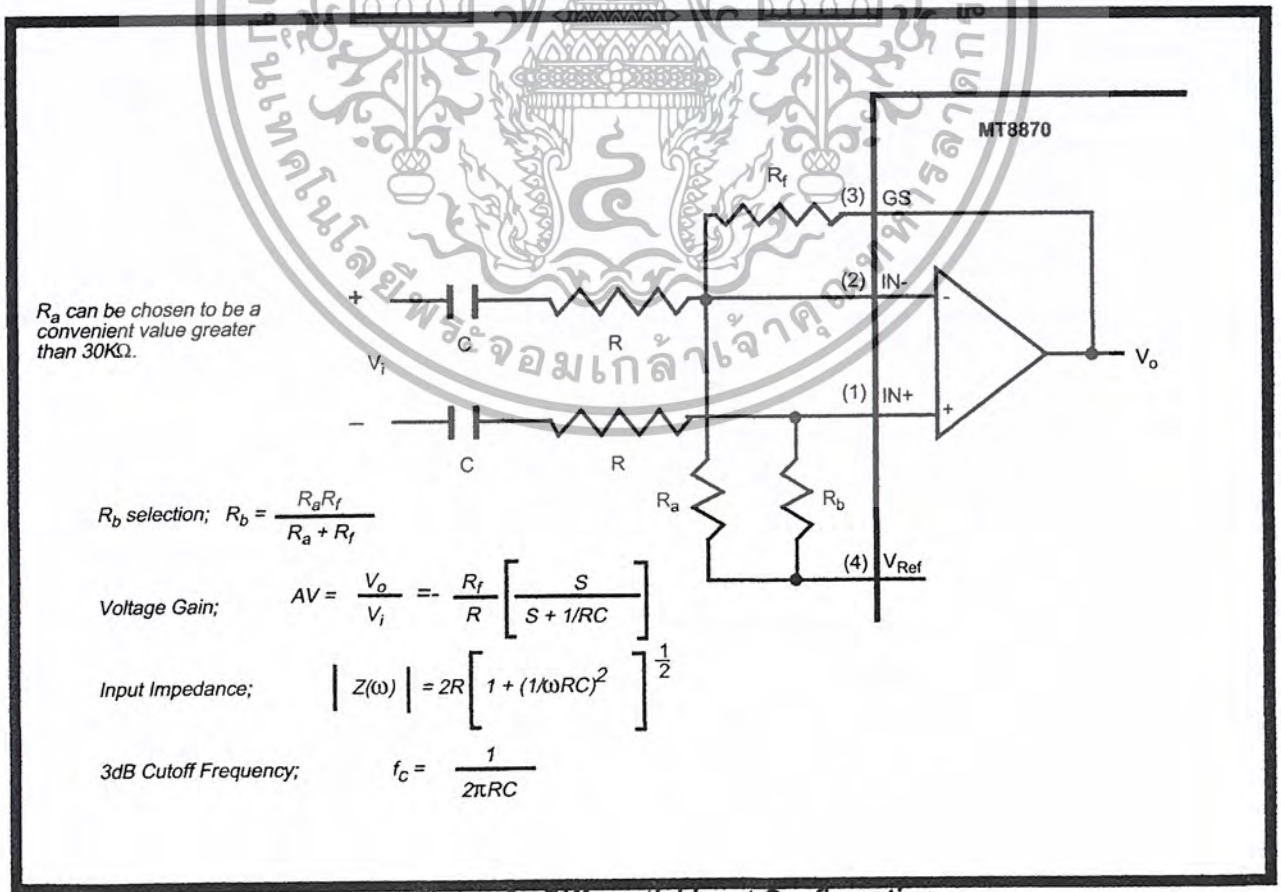


Figure 9 - Differential Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

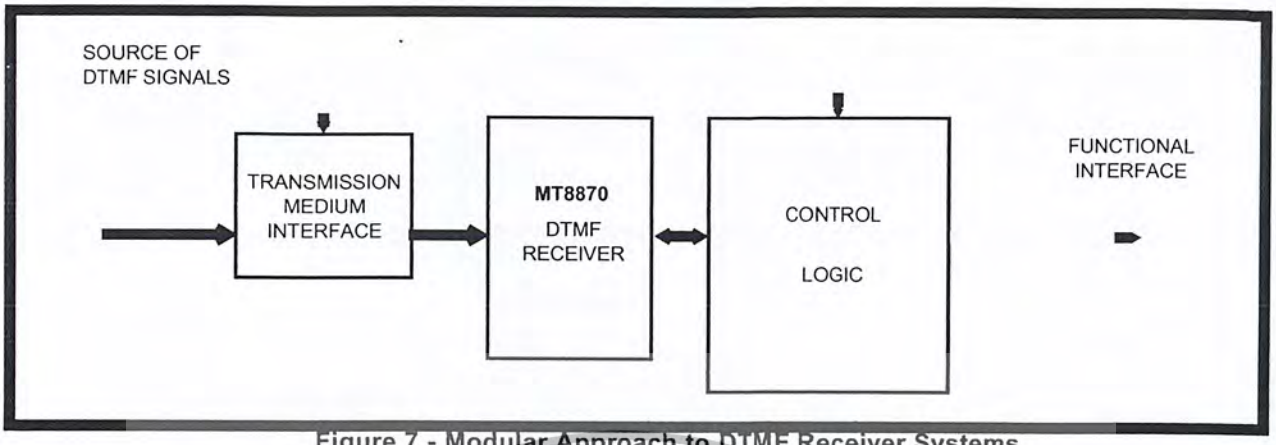


Figure 7 - Modular Approach to DTMF Receiver Systems

The design of a DTMF receiving system can generally be broken down into three functional blocks (Fig. 7). The first consideration is the interface to the transmission medium. This may be as simple as a few passive components to adequately configure the MT8870's input stage or as complex as some form of demodulation, multiplexing or analog switching system. The second functional block is the DTMF receiver itself. This is where the receiving system's parameters can be optimized for the specific signal conditions delivered from the "front end" interface. The third, and perhaps most widely varying function, is the output control logic. This may be as simple as a 4 to 16 line decoder, controlling a specific function for each DTMF code, or as complex as a full blown computer handling system protocols and adaptively varying the tone receiver's parameters to adjust for changing signal conditions. Several currently applied and conceptually designed applications are described subsequently but first let's consider the design of a typical input stage.

The input arrangement of the MT8870 provides a differential input op amp as well as a bias source (V_{REF}) which is used to bias the inputs at mid-rail. The output of this op amp is available to provide feedback for gain adjustment.

A typical single ended input configuration having unity gain is shown in Figure 8.

For balanced line applications good common mode rejection is offered by the differential configuration (Fig. 9). In both cases, the inputs are biased to 1/2 V_{DD} by V_{Ref}. Consider an input stage which will interface to a 600Ω balanced line. To reject common mode noise signals, a balanced differential amplifier input provides the solution.

With the input configured for unity gain the MT8870 will accept maximum signal levels of +1 dBm (into 600Ω). The lowest DTMF frequency that must be detected is approximately 685Hz. Allowing 0.1dB of

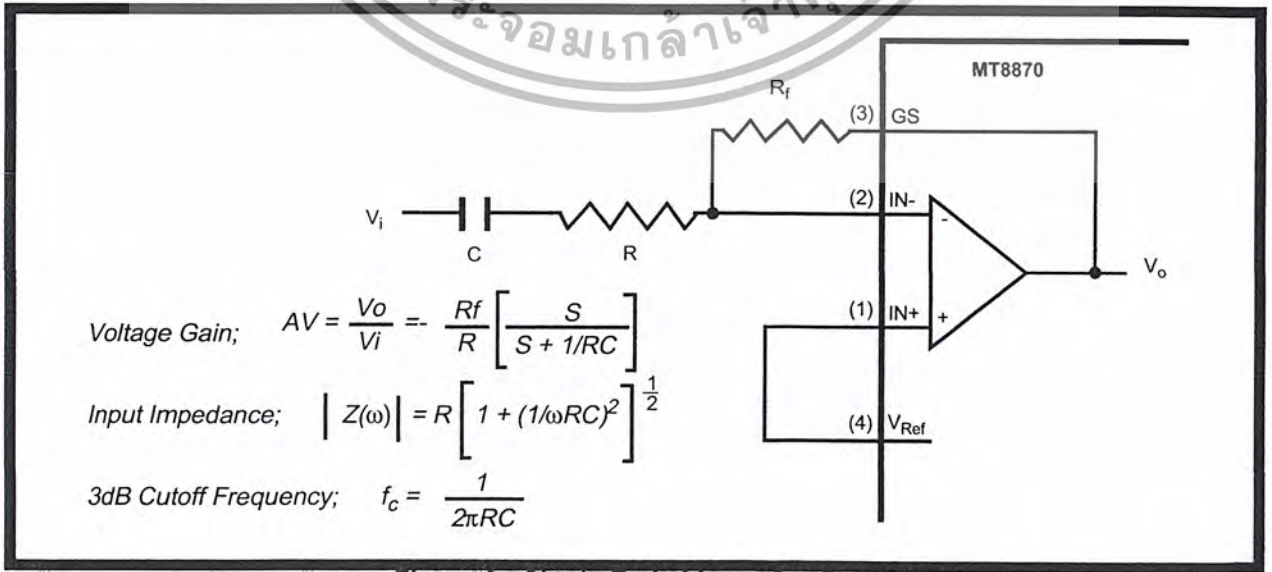


Figure 8 - Single Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

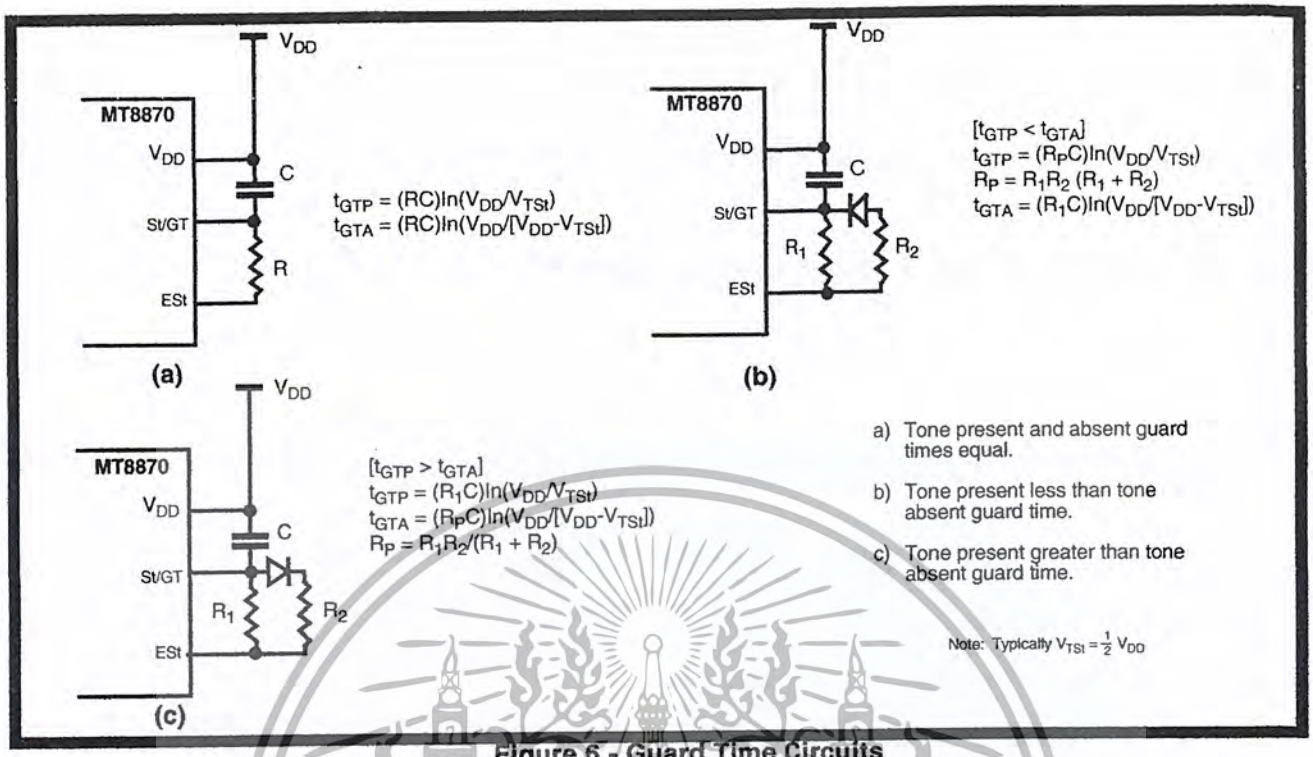


Figure 6 - Guard Time Circuits

it reduces the probability that speech will maintain DTMF simulation long enough to be considered valid. The trade-off here is decreased noise immunity because dropout (longer than t_{DA}) due to noise pulses will restart t_{GTP}. Therefore, for noisy environments, t_{GTP} should be decreased. The signal absent guard time, t_{GTA}, determines the minimum time allowed between successive DTMF signals. A dropout shorter than t_{GTA} will be considered noise and will not register as a successive valid tone detection. This guards against multiple reception of a single character. Therefore, lengthening t_{GTA} will increase noise immunity and tolerance to the presence of an unwanted third tone at the expense of decreasing the maximum signalling rate.

The intricacies of the digital detection algorithm have a significant impact on the overall receiver performance. It is here that the initial decision is made to accept the signal as valid or reject it as speech or noise.

Trade-offs must be made between eliminating talk off errors and eliminating the effects of unwanted third tone signals and noise. These are mutually conflicting events. On one hand valid DTMF signals present in noise must be recognized which requires relaxation of the detection criteria. On the other hand, relaxing the detection criteria increases the probability of receiving "hits" due to talk off errors.

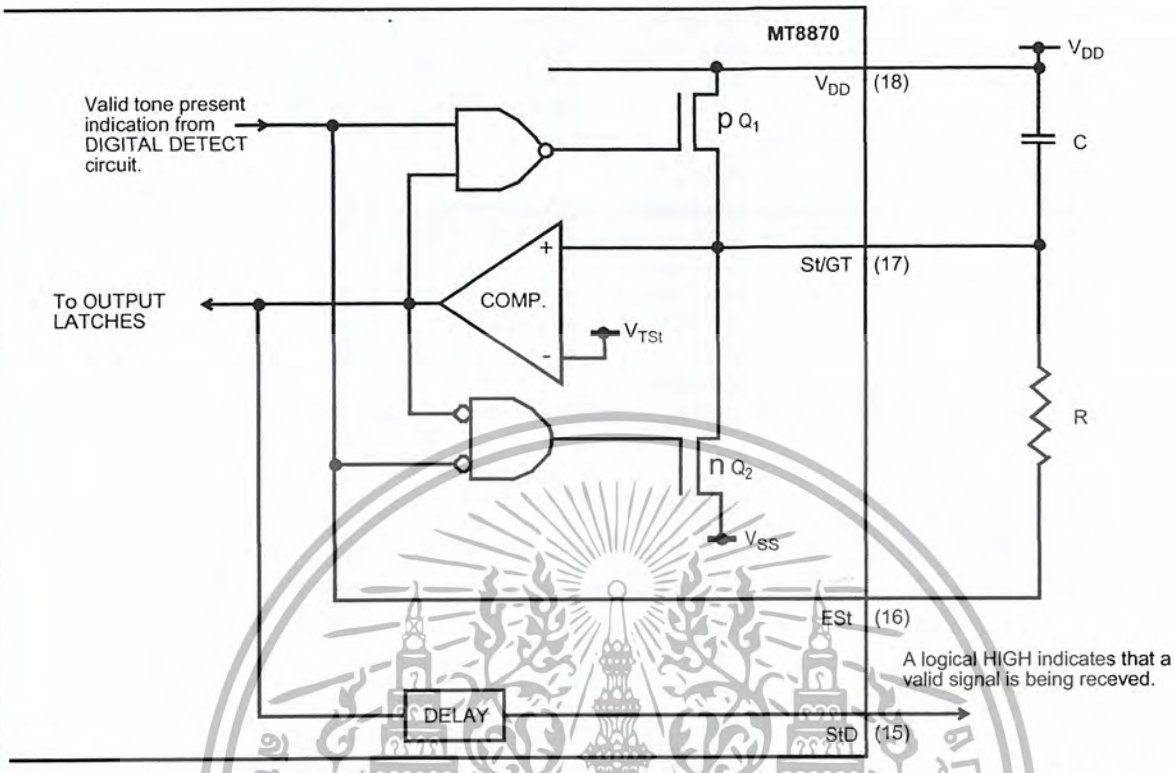
Many considerations must be taken into account in evaluating criteria for noise rejection. In the telephony environment two sources of noise are predominant. These are, third tone interference, which generally comes from dial tone harmonics, and band-limited white noise . In the MT8870 a complex digital averaging algorithm provides excellent immunity to voice, third tone and noise signals which prevail in a typical voice bandwidth channel.

The algorithm used in the MT8870 combines the best features from two previous generations of Zarlink digital decoders with improvements resulting from years of practical use within the telephone environment. The algorithm has evolved through a combination of statistical calculations and empirical "tweaks" to result in the realization of an extremely reliable decoder.

Applications

The proven reliability of DTMF signalling has created a vast spectrum of possible applications. Until recently, many of these applications were rendered ineffective due to cost or size considerations. Now that a complete DTMF receiver can be designed with merely a single chip and a few external passive components one can take full advantage of a highly developed signalling scheme as a small, cost-effective signalling solution.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Simplified steering circuit. Initially ESt is low, C is fully charged applying 0V to St/GT and Q_2 is on. Upon reception of a valid tone pair ESt is raised turning off Q_2 and allowing C to discharge through R which increases the voltae at St/GT. When VTSt is reached the comparator output goes high indicating a valid signal, latches the outputs and turns on Q_1 which discharges C. When the tone pair is lost ESt goes low Q_1 turns off and C charges through R decreasing the voltage at St/GT. When V_{TSt} is reached StD goes low and Q_2 turns on resetting the timing circuit.

STEERING TRUTH TABLE

ESt	St(/GT)	(St/)GT	StD
0	$<V_{TSt}$	0	0
0	$>V_{TSt}$	Z	1
1	$<V_{TSt}$	Z	0
1	$>V_{TSt}$	1	1

0 - LOGIC LOW
1 = LOGIC HIGH
Z = HIH IMPEDANCE
V_{TSt} = Threshold Voltqae (typically 1/2 V_{DD})

Steering circuit truth table. Note that pin 17 (St/GT) acts as both an input and an output depending on the relative states of ESt and the comparator output.

Figure 5 - MT8870 Steering And GuardTime Circuit Operation

If the same valid tone-pair does not reappear before t_{GTA} then the voltage at St/GT falls below V_{TSt} which resets the timing circuit via Q_2 and prepares the device to receive another signal. If the same valid tone-pair reappears before t_{GTA}, ESt is raised turning on Q_1 and discharging C which resets t_{GTA}. In this case StD remains high and the tone dropout is disregarded as noise.

To provide good reliability in a typical telephony environment, a DTMF receiver should be designed to recognize a valid tone-pair greater than 40mS in duration and, to accept as successive digits, tone-pairs that are greater than 40mS apart. However in other environments, such as two-way radio, the optimum tone duration and intra-digit times may differ due to noise considerations.

By adding an extra resistor and steering diode (Fig. 6b, 6c) t_{GTP} and t_{GTA} can be set to different values. Guard time adjustment allows tailoring of noise immunity and talk-off performance to meet specific system needs.

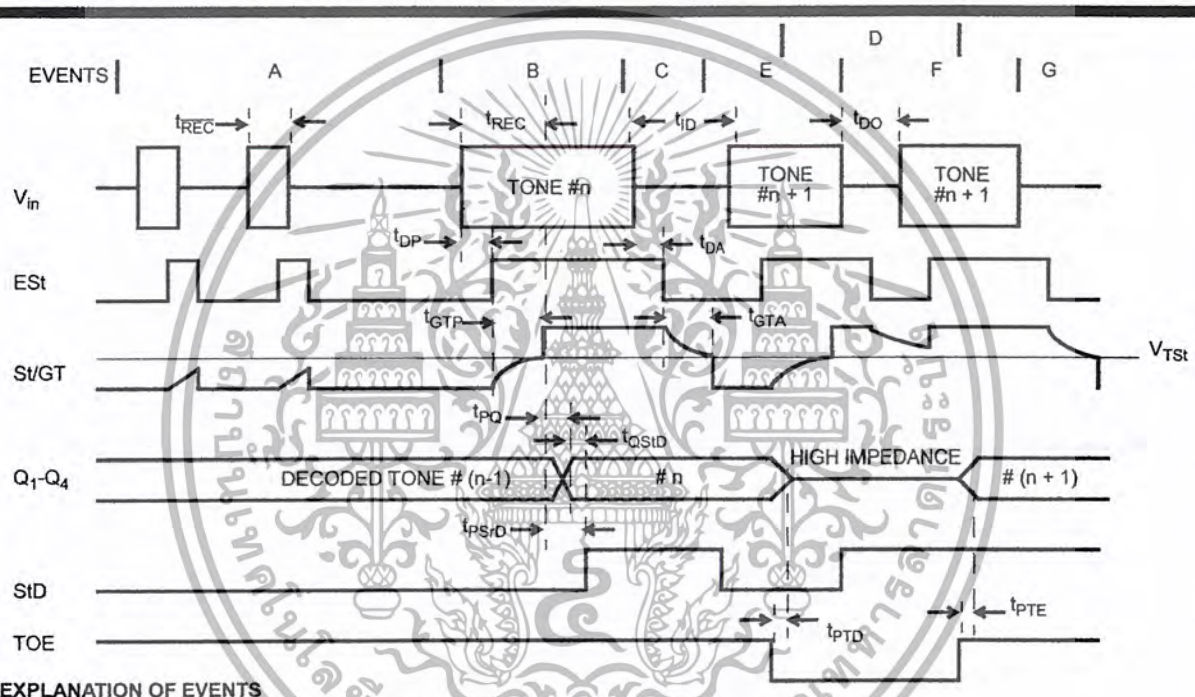
Talk-off is a measure of errors that occur when the receiver falsely detects a tone pair due to speech or background noise simulating a DTMF signal. Increasing t_{GTP} improves talk off performance since

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

low to high strobing new data into the output latches, and raising the StD output. As long as an input level above V_{TSt} is maintained StD will remain high indicating the presence of a valid DTMF signal.

Initially, when no valid tone-pairs are present, capacitor C is fully charged applying a low voltage to St/GT. This causes a low at the comparator's output and since ESt is also low, Q_2 turns on ensuring that C is completely charged. In this condition St/GT is in its output mode (GT function). When a valid tone-pair is received ESt is raised turning off Q_2 which puts St/GT in its high impedance input mode and allows C to discharge through R. If this condition persists for the tone-present guard time, t_{GTP}, the voltage at St/GT rises above V_{TSt} raising StD which indicates reception of a valid DTMF signal. If the tone pair drops out before the duration of t_{GTP}, ESt is lowered turning on Q_2 which charges C resetting the tone-present guard time.

Once a DTMF signal is recognized as valid both ESt and the comparator output are high. This turns on Q_1 which discharges C and initializes the tone-absent guard time, t_{GTA}. After the DTMF signal is removed, ESt is lowered, Q_1 turns off placing St/GT in its input mode and C begins to charge through R.



EXPLANATION OF EVENTS

A)	TONE BURSTS DETECTED, TONE DURATION INVALID, OUTPUTS NOT UPDATED.
B)	TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS
C)	END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMIAN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.
D)	OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.
E)	TONE #n + 1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).
F)	ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n + 1, TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.
G)	END OF TONE #n + 1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in}	DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
ESt	EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
St/GT	STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
Q_1-Q_4	4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
StD	DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
TOE	TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.
t_{REC}	MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID
t_{REC}	MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION
t_{ID}	MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
t_{DO}	MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
t_{DP}	TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{DA}	TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{GTP}	GUARD TIME, TONE PRESENT.
t_{GTA}	GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 4 - MT8870 Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

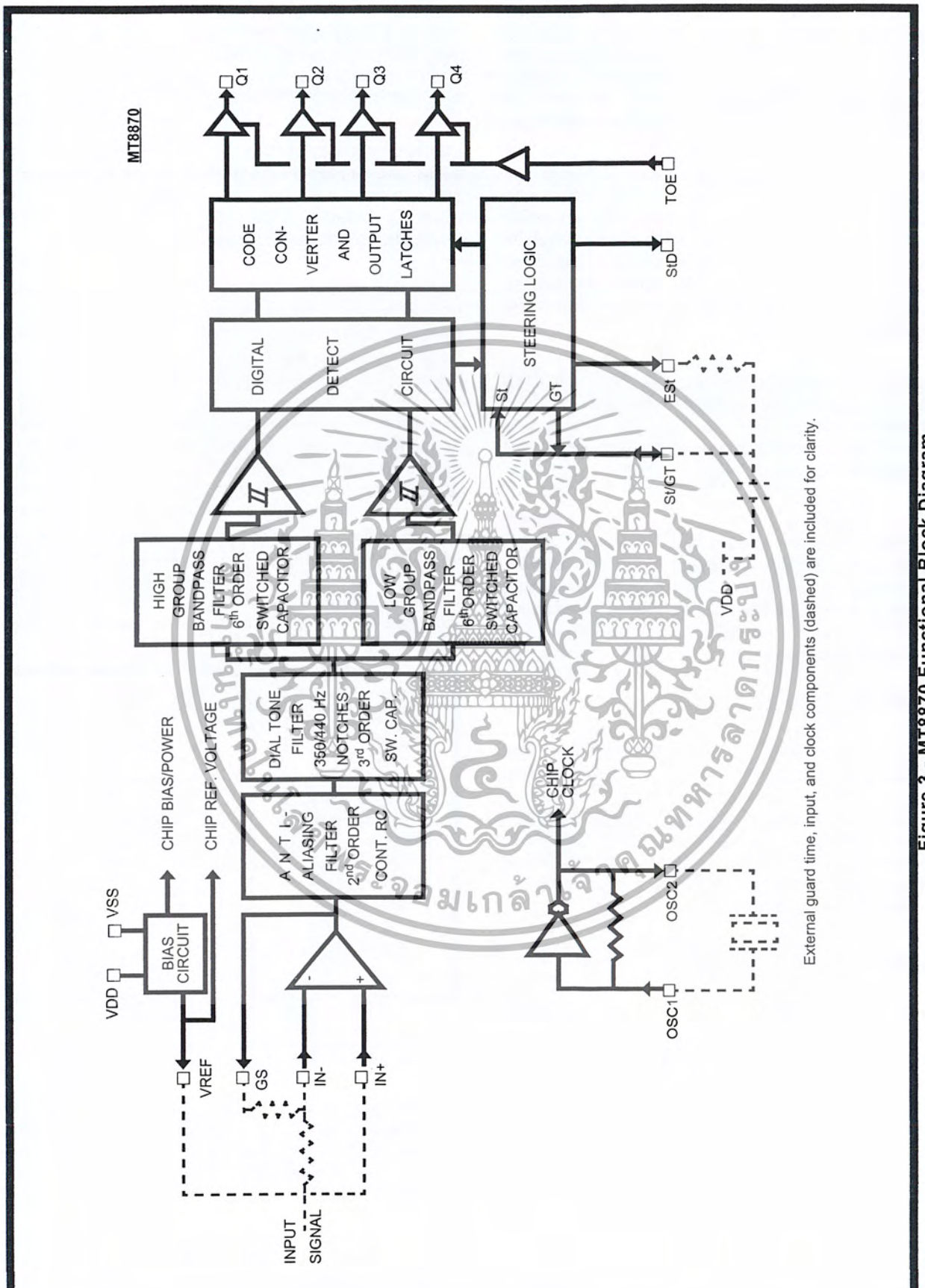


Figure 3 - MT8870 Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

receive and decode DTMF tones. Initial functions were, commonly, phone number decoders and toll call restrictors. A DTMF receiver is also frequently used as a building block in a tone-to-pulse converter which allows Touch-Tone dialling access to mechanical step-by-step and crossbar exchanges (Fig. 2).

The introduction of MOS/LSI digital techniques brought about the second generation of tone receiver development. These devices were used to digitally decode the two discrete tones that result from decomposition of the composite signal. Two analog bandpass filters were used to perform the decomposition.

Totally self-contained receivers implemented in thick film hybrid technology depicted the start of third generation devices. Typically, they also used analog active filters to bandsplit the composite signal and MOS digital devices to decode the tones.

The development of silicon-implemented switched capacitor sampled filters marked the birth of the fourth and current generation of DTMF receiver technology. Initially single chip bandpass filters were combined with currently available decoders enabling a two chip receiver design. A further advance in integration has merged both functions onto a single chip allowing DTMF receivers to be realized in minimal space at a low cost.

The second and third generation technologies saw a tendency to shift complexity away from the analog circuitry towards the digital LSI circuitry in order to reduce the complexity of analog filters and their inherent problems. Now that the filters themselves can be implemented in silicon, the distribution of complexity becomes more a function of performance and silicon real estate.

Inside The MT8870

The MT8870 is a state of the art single chip DTMF receiver incorporating switched capacitor filter technology and an advanced digital counting/ averaging algorithm for period measurement. The block diagram (Fig. 3) illustrates the internal workings of this device.

To aid design flexibility, the DTMF input signal is first buffered by an input op-amp which allows adjustment of gain and choice of input configuration. The input stage is followed by a low pass continuous RC active filter which performs an antialiasing function. Dial tone at 350 and 440Hz is then rejected by a third order switched capacitor notch filter. The signal, still in its composite form, is then split into its individual high and low frequency components by two sixth order switched capacitor and pass filters. Each component tone is then smoothed by an output filter and squared up by a hard limiting comparator.

The two resulting rectangular waves are applied to digital circuitry where a counting algorithm measures and averages their periods. An accurate reference clock is derived from an inexpensive external 3.58MHz colourburst crystal.

The timing diagram (Fig. 4) illustrates the sequence of events which follow digital detection of a DTMF tone pair. Upon recognition of a valid frequency from each tone group the Early Steering (ESt) output is raised. The time required to detect the presence of two valid tones, t_{DP} is a function of the decode algorithm, the tone frequency and the previous state of the decode logic. ESt indicates that two tones of proper frequency have been detected and initiates an RC timing circuit. If both tones are present for the minimum guard time, t_{GTP} which is determined by the external RC network, the DTMF signal is decoded and the resulting data (Table 1) is latched in the output register. The Delayed Steering (StD) output is raised and indicates that new data is available. The time required to receive a valid DTMF signal, t_{REC}, is equal to the sum of t_{DP} and t_{GTP}

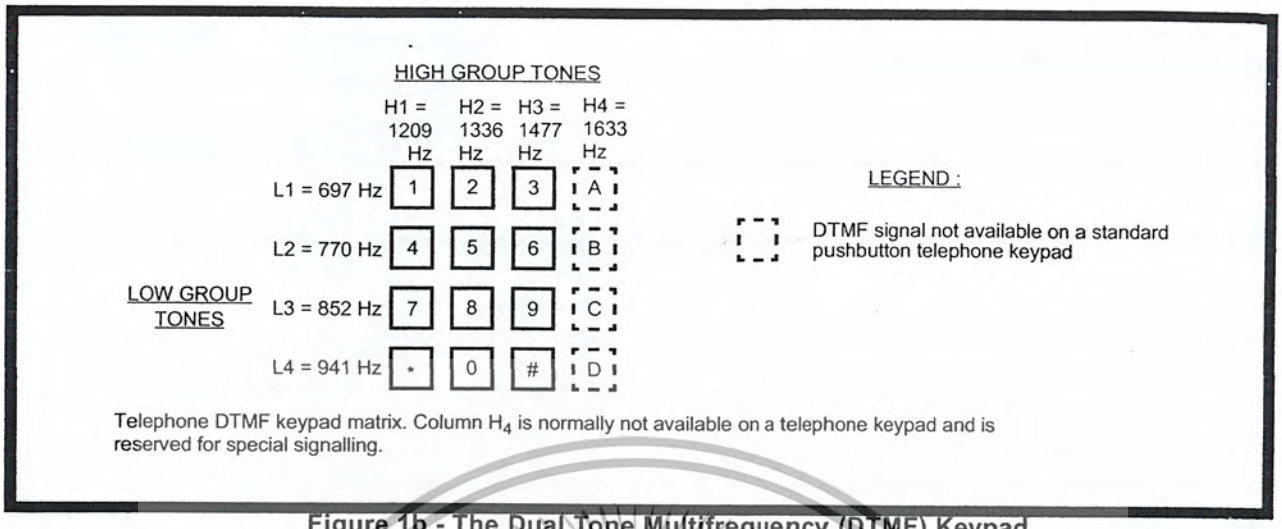
f_{LOW}	f_{HIGH}	KEY	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	1	0	0	0	1
697	1336	2	1	0	0	1	0
697	1477	3	1	0	0	1	1
770	1209	4	1	0	1	0	0
770	1336	5	1	0	1	0	1
770	1477	6	1	0	1	1	0
852	1209	7	1	0	1	1	1
852	1336	8	1	1	0	0	0
852	1477	9	1	1	0	0	1
941	1209	0	1	1	0	1	0
941	1336	*	1	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1	1
941	1633	D	1	0	0	0	0
-	-	ANY	0	Z	Z	Z	Z

Table 1. MT8870 Output Truth Table

0=LOGIC LOW 1=LOGIC HIGH Z=HIGH IMPEDANCE
Output truth table. Note that key "0" is output as "1010_2 (ie:10_{10})" corresponding to standard telephony coding.

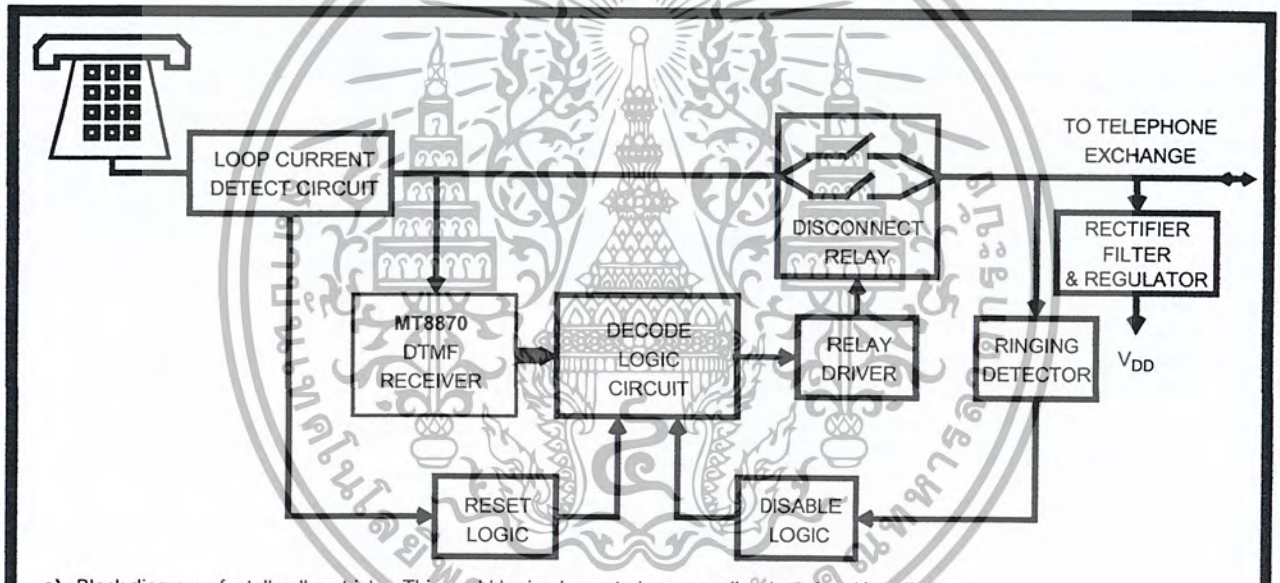
A simplified circuit diagram (Fig. 5) illustrates how the chip's steering circuit drives the external RC network to generate guard times. Pin 17, St/GT (Steering/Guard Time), is a bidirectional signal pin which controls StD, the output latches, and resets the timing circuit. When St/GT is in its input mode (St function) both Q_1 and Q_2 are turned off and the voltage level at St/GT is compared to the steering threshold voltage V_{TSt}. A transition from below to above V_{TSt} will switch the comparator's output from

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

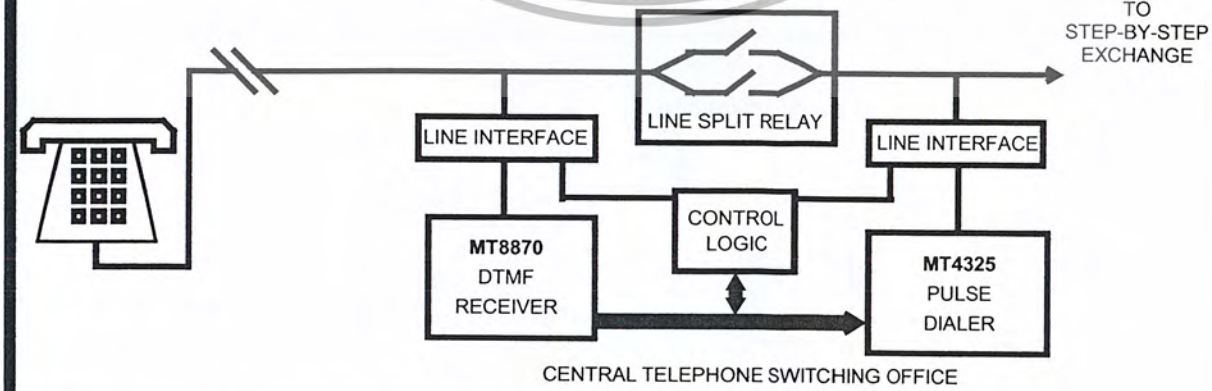


Telephone DTMF keypad matrix. Column H_4 is normally not available on a telephone keypad and is reserved for special signalling.

Figure 1b - The Dual Tone Multifrequency (DTMF) Keypad



a) Block diagram of a toll call restrictor. This could be implemented on a small pc board and installed in a telephone to disallow long distance calling.



b) Block diagram of a simple tome to pulse converter to allow TOUCH-TONE dialing into a step-by-step or crossbar exchange.

Figure 2 - Typical DTMF Receiver Applications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZARLINK SEMICONDUCTOR

Application Note MSAN-108
Applications of The MT8870 Integrated DTMF Receiver

ISSUE 1 June 1983

Contents

- DTMF Receiver Development
- Mobile Radio Applications
- Inside The MT8870
- Distributed Control Systems
- DTMF Receiver Application
- Data Communication Using DTMF

Introduction

The purpose of this Application Note is to provide information on the operation and application of DTMF Receivers. The MT8870 Integrated DTMF Receiver will be discussed in detail and its use illustrated in the application examples which follow.

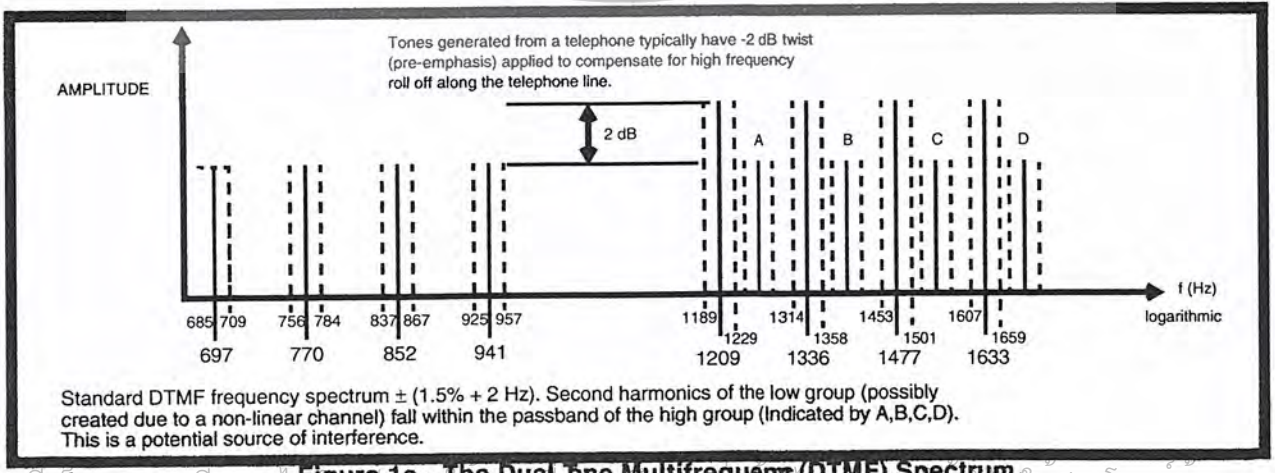
More than 25 years ago the need for an improved method for transferring dialling information through the telephone network was recognized. The traditional method, Dial pulse signalling, was not only slow, suffering severe distortion over long wire loops, but required a DC path through the communications channel. A signalling scheme was developed utilizing voice frequency tones and implemented as a very reliable alternative to pulse dialling. This scheme is known as DTMF (Dual Tone Multi-Frequency), Touch-Tone™ or simply, tone dialling. As its acronym suggests, a valid DTMF signal is the sum of two tones, one from a low group (697-941Hz) and one from a high group (1209-1633Hz) with each group containing four individual tones. The tone frequencies were carefully chosen such that they are not harmonically related and that their intermodulation products result in minimal signalling impairment (Fig. 1a). This scheme allows for 16 unique combinations. Ten of these codes represent the numerals zero through nine, the remaining six (*,#,A,B,C,D) being reserved for special signalling. Most telephone keypads contain ten numeric push buttons plus the asterisk (*) and octothorp (#). The buttons are arranged in a matrix, each selecting its low group tone from its respective row and its high group tone from its respective column (Fig. 1b).

The DTMF coding scheme ensures that each signal contains one and only one component from each of the high and low groups. This significantly simplifies decoding because the composite DTMF signal may be separated with bandpass filters, into its two single frequency components each of which may be handled individually. As a result DTMF coding has proven to provide a flexible signalling scheme of excellent reliability, hence motivating innovative and competitive decoder design.

Development

Early DTMF decoders (receivers) utilized banks of bandpass filters making them somewhat cumbersome and expensive to implement. This generally restricted their application to central offices (telephone exchanges).

The first generation receiver typically used LC filters, active filters and/or phase locked loop techniques to



Standard DTMF frequency spectrum ± (1.5% + 2 Hz). Second harmonics of the low group (possibly created due to a non-linear channel) fall within the passband of the high group (indicated by A,B,C,D). This is a potential source of interference.

Figure 1a - The Dual Tone Multifrequency (DTMF) Spectrum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. 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.

How to reach us:

USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution; P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1–800–441–2447 or 602–303–5454

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi–SPD–JLDC, 6F Seibu–Butsuryu–Center, 3–14–2 Tatsumi Koto–Ku, Tokyo 135, Japan. 03–81–3521–8315

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park, 151 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852–26629298

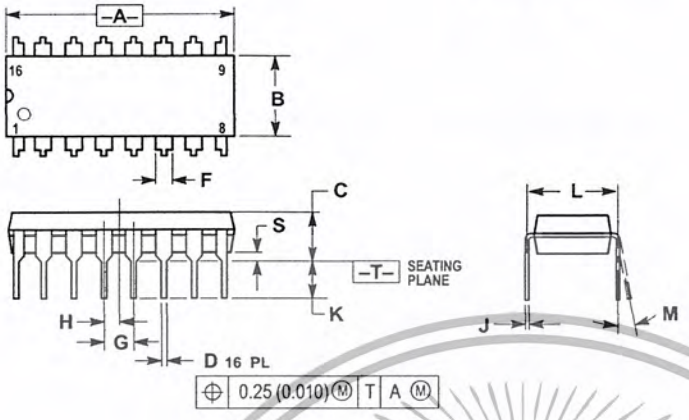
MOTOROLA

MC14LC5447/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

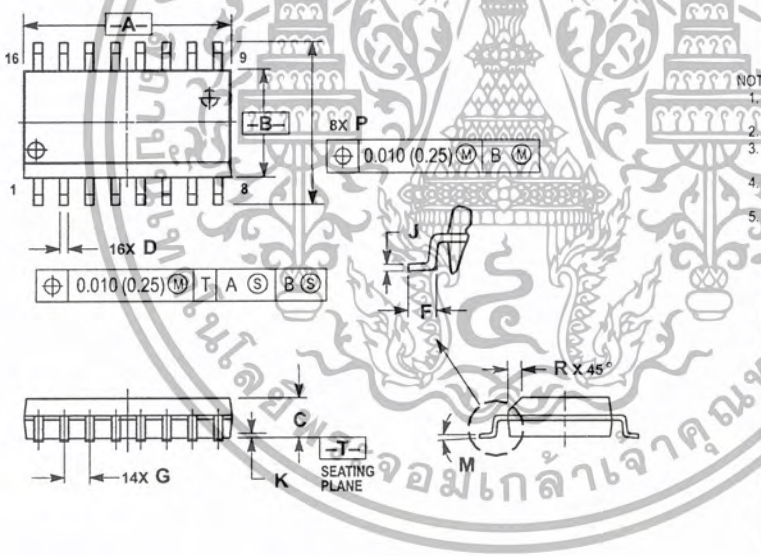
P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 648–08



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.740	0.770	18.80	19.55
B	0.250	0.270	6.35	6.85
C	0.145	0.175	3.69	4.44
D	0.015	0.021	0.39	0.53
F	0.040	0.70	1.02	1.77
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.050 BSC		1.27 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.110	0.130	2.80	3.30
L	0.295	0.305	7.50	7.74
M	0°	10°	0°	10°
S	0.020	0.040	0.51	1.01

DW SUFFIX
SOG PACKAGE
CASE 751G–02



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.13 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	10.15	10.45	0.400	0.411
B	7.40	7.60	0.292	0.299
C	2.35	2.65	0.093	0.104
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.50	0.90	0.020	0.035
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.25	0.32	0.010	0.012
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	10.05	10.55	0.395	0.415
R	0.25	0.75	0.010	0.029

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้