

เครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย

8 - LINE TELEPHONE BILLING



โดย

นายตะวัน

โซ่สายใจ

นายยุทธพงษ์

บูรณบุญย์

นางสาวสุนันทา

สคติ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 46574

วัน, เดือน, ปี 13/9/2546

Form with fields .b..... and .i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย
8 - LINE TELEPHONE BILLING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย

8 LINE TELEPHONE BILLING

ผู้จัดทำ

1. นายตะวัน โช้สายใจ 42015017
2. นายยุทธพงษ์ บุรณบุญย์ 42015028
3. นางสาวสุนันทา สดสี 42015040


(อาจารย์สุรพล บุญจันทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย

8 - LINE TELEPHONE BILLING

โดย นายตะวัน โช่สายใจ	42015017
นายยุทธพงษ์ บูรณบุญย์	42015028
นางสาวสุนันทา สดสี	42015040

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์ โดยสามารถบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง วันเวลาที่เริ่มใช้และสิ้นสุดการสนทนา คำนวณค่าใช้จ่ายโทรศัพท์และสามารถนำข้อมูลเชื่อมต่อผ่าน RS-232 ไปบันทึกยังคอมพิวเตอร์และสามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้

เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์เครื่องนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนวงจรทางโทรศัพท์ที่ใช้การควบคุมของไมโคร โปรเซสเซอร์ ส่วนที่สองคือส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรกับคอมพิวเตอร์ และส่วนที่สามคือซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน ,บันทึกการใช้โทรศัพท์ และคำนวณการใช้โทรศัพท์ โดยโครงการชิ้นนี้จัดทำเพื่อใช้งานเฉพาะในเขตนครหลวงเท่านั้น

Abstract

This project is a study about the telephone recorder. The telephone recorder can record the terminal number ,date , starting time, finish time and show rate of service charge . The data can transfer between circuits and computer by using RS-232 . The telephone recorder can print telephone billing via printer.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 เป้าหมายในการทำโครงการ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทํางาน	
2.1 หลักการเบื้องต้นของเครื่อง โทรศัพท์	3
2.2 สัญญาณที่ใช้ในโทรศัพท์	9
2.3 ประเภทของชุมสายโทรศัพท์	13
2.4 ข่ายสายท้องถิ่น	14
2.5 วงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์	17
2.6 RS-232-C	20
2.7 วิชาลเบสิก (Visual Basic)	22
2.8 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ โทรศัพท์ที่ใช้ในประเทศไทยในปัจจุบัน	28
บทที่ 3 การออกแบบและการคำนวณ	
3.1 ส่วนประกอบของวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์	41
3.2 ส่วนควบคุมการทำงาน	45
3.3 ส่วนเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม	45
3.4 ส่วน โปรแกรมแสดงผล	50
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 การทดลองตรวจจับสัญญาณ โทรศัพท์	47
4.2 ผลการทดลองส่วนแสดงผล	61
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	
5.1 ส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณ โทรศัพท์	63
5.2 ส่วนควบคุมการทำงาน	63
5.3 ส่วน โปรแกรมแสดงผล	63
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องคิดค่าบริการ โทรศัพท์	1
รูปที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์ของ Transmitter และ Receiver	3
รูปที่ 2.2 Carbon Transmitter	4
รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของไฟกระแสตรงและกระแสสลับ	4
รูปที่ 2.4 แสดงการแยกส่วนประกอบกระแสไฟสลับกับกระแสไฟตรง	5
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะภายใน Receiver	5
รูปที่ 2.6 แสดงกระดิ่งของเครื่อง โทรศัพท์	6
รูปที่ 2.7 แสดง Dial Pulse	7
รูปที่ 2.8 แสดง Pulse ที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนเลข 4	8
รูปที่ 2.9 แสดงความถี่ที่ใช้ของเครื่อง โทรศัพท์ชนิดคูปม	9
รูปที่ 2.10 แสดงสถานะ Open Loop	10
รูปที่ 2.11 แสดงสัญญาณพื้นฐานที่ส่งมาจากชุมสาย โทรศัพท์	11
รูปที่ 2.12 แสดงสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย	12
รูปที่ 2.13 แสดง Mesh Shaped Network	14
รูปที่ 2.14 แสดง Star Shaped Network	15
รูปที่ 2.15 แสดงข่ายสายท้องถิ่น	16
รูปที่ 2.16 แสดงข่ายสายท้องถิ่นในเมืองใหญ่	16
รูปที่ 2.17 แสดงรายละเอียดของ MT8870	18
รูปที่ 2.18 คอนเนคเตอร์แบบ DB-25 และ DB-9	21
รูปที่ 3.1 เครื่องคิดค่าบริการ โทรศัพท์ 8 คู่สาย	41
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับการยกหู	42
รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก	42
รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลข โทรศัพท์	43
รูปที่ 3.5 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ	44
รูปที่ 3.6 วงจรตรวจจับสัญญาณ โทรศัพท์	46
รูปที่ 3.7 ส่วนควบคุมการทำงานและส่วนเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม	47
รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของส่วนควบคุม	48
รูปที่ 3.9 โปรแกรมคิดค่าบริการ โทรศัพท์ 8 คู่สาย	50
รูปที่ 3.10 ส่วนเพิ่ม/ลบฐานข้อมูล	51
รูปที่ 3.11 ปุ่มบนที่กการให้บริการ	52

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.12 ปุ่มแสดงรายงาน	52
รูปที่ 3.13 ส่วนแก้ไขอัตราค่าบริการ	53
รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตการทำงานส่วนแสดงผล	54
รูปที่ 4.1 สัญญาขา 5-4 ของออปโตไอโซเลเตอร์	56
รูปที่ 4.2 สัญญาขา 5-4 ของออปโตไอโซเลเตอร์	57
รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบสัญญาเรียกกลับกับสัญญาที่ ขา 8 ของ LM567	58
รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบสัญญาสายไม่ว่างกับสัญญาที่ ขา 8 ของ LM567	59
รูปที่ 4.5 สัญญาที่ ขา 2 ของ MT8870 ขณะกดปุ่ม 0	60
รูปที่ 4.6 สัญญาที่ ขา 2 ของ MT8870 ขณะกดปุ่ม 1	60
รูปที่ 4.7 บันทึกการใช้โทรศัพท์เรียกเข้า	61
รูปที่ 4.8 บันทึกการใช้โทรศัพท์เรียกออก	62
รูปที่ 4.9 ใบเสร็จค่าบริการ โทรศัพท์	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ต่อจำนวนคู่สาย	14
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ	19
ตารางที่ 2.3 การกำหนดค่าของขั้วต่อ RS-232-C	21
ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติการจัดรูปแบบข้อความ	25
ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของเลเบล	26
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติที่สำคัญของเช็ทบุ๊กซ์	26
ตารางที่ 2.7 การกำหนดค่าคุณสมบัติ Columns	27
ตารางที่ 2.8 รูปแบบของคอมโบบุ๊กซ์	28
ตารางที่ 2.9 เปรียบเทียบอัตราอากาศกลางวัน ภาคค่ำ และภาคดึก (บาท/นาที)	31
ตารางที่ 2.10 แสดงอัตราค่าบริการ โทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด	31
ตารางที่ 2.11 หมายเลข โทรศัพท์ที่ไม่เสียค่าบริการ	34
ตารางที่ 2.12 แสดงหมายเลข โทรศัพท์ที่ขึ้นคั่นด้วย 1 แต่ต้องเสียค่าบริการ	35
ตารางที่ 2.13 การแบ่งเขตการใช้บริการ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบเซลลูลาร์ 900 และดิจิตอลจีเอสเอ็ม	37
ตารางที่ 2.14 แสดงอัตราค่าบริการ โทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อคิดจากจุดเรียกคืนกรุงเทพฯ	40
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรตรวจับการยกหู โทรศัพท์	56
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรตรวจับสัญญาณเรียก	57
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรตรวจับสัญญาณเรียกกลับ	58
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองขณะตรวจับสายไม่ว่าง	58
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสหมายเลข โทรศัพท์	59

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

เทคโนโลยีการสื่อสาร ได้มีความก้าวหน้าขึ้นอย่างมาก โทรศัพท์ก็เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ทุกคนจะขาดไม่ได้ โดยเฉพาะที่พักอาศัยและสำนักงานทั่วไป หากเป็นสำนักงานขนาดกลางถึงขนาดใหญ่มีความจำเป็นที่ต้องใช้โทรศัพท์ในแต่ละวันสูงมาก ดังนั้นสำนักงานบางแห่งจึงมีการติดตั้งตู้สาขาอัตโนมัติเป็นตัวตัดต่อในการทำโทรศัพท์ โดยปกติแล้วในการใช้โทรศัพท์สามารถตรวจสอบรายละเอียดการใช้งานได้จากใบแจ้งหนี้ขององค์การโทรศัพท์ ในที่นี้หมายถึงโทรทางไกลหรือการโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่านั้น ถ้าเป็นการโทรในพื้นที่เดียวกัน เราไม่สามารถทราบรายละเอียดการใช้งานโทรศัพท์ได้ ดังนั้นจึงมีการนำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย เพื่อบันทึกรายละเอียดการใช้งานโทรศัพท์ ไม่ว่าจะเป็นการโทรเข้า การโทรออก และระยะเวลาในการใช้โทรศัพท์ของแต่ละคู่สาย

ในปัจจุบันการกดเลข โทรศัพท์ได้เปลี่ยนไป โดยให้กดรหัสพื้นที่ก่อนเบอร์เดิมทุกครั้ง ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์บ้าน, โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ PCT จากจำนวนหมายเลขโทรศัพท์ในเขตนครหลวง และปริมณฑลในอดีตมี 7 ตัว เมื่อเพิ่มรหัสทางไกลเข้าไปก็จะเป็น 9 ตัว ส่วนเลขหมายในต่างจังหวัด จาก 6 ตัว เมื่อเพิ่มรหัสทางไกลเข้าไปก็จะเป็น 9 ตัว เช่นกัน

จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้น ปรินญาณิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำการกดหมายเลขโทรศัพท์แบบใหม่มาใช้ เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน และสามารถใช้งานได้จริงเมื่อบังคับใช้ การกดหมายเลขโทรศัพท์แบบใหม่

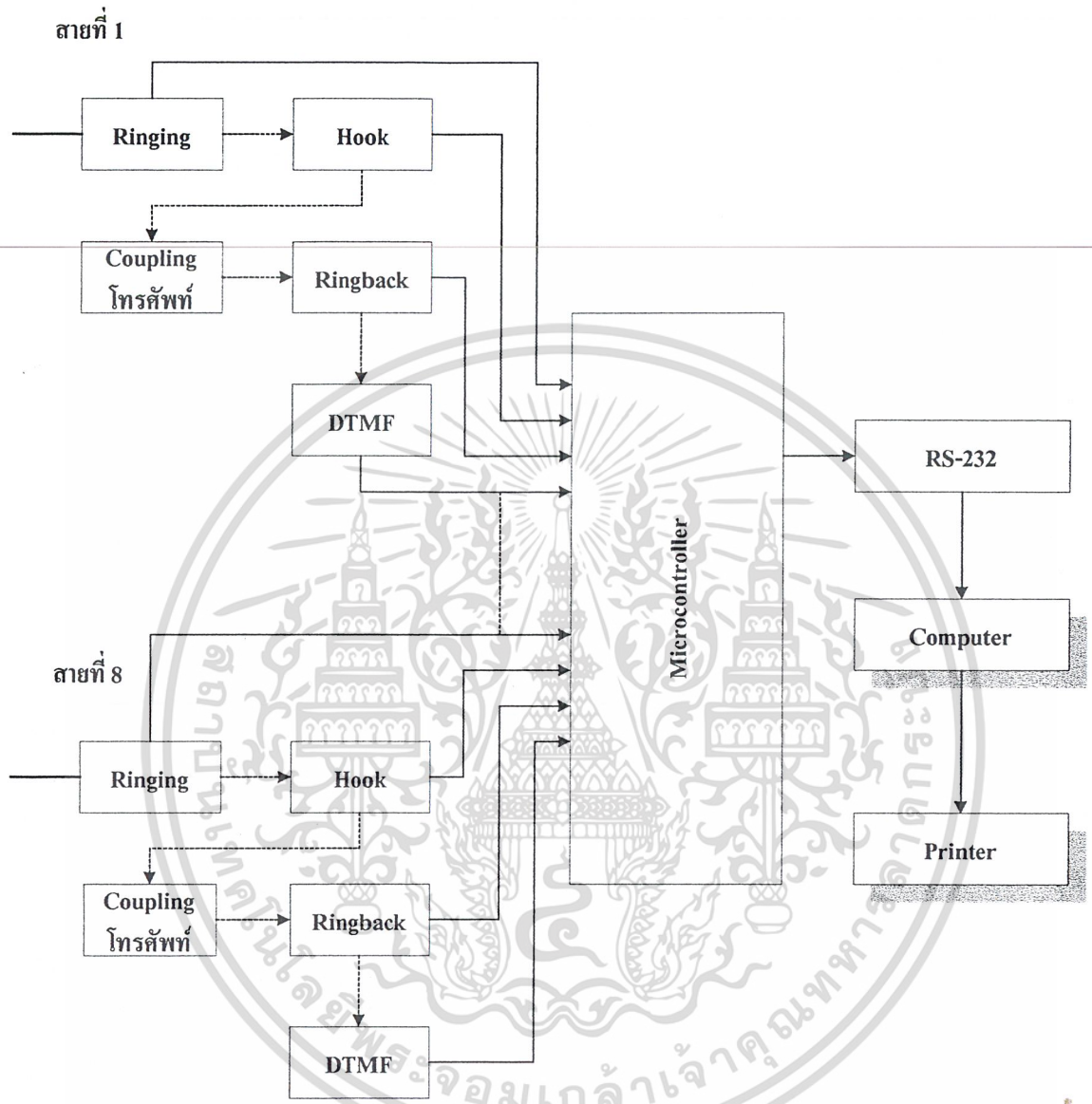
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 ศึกษาระบบการทำงานของโทรศัพท์
- 1.2.2 ออกแบบและสร้างวงจรเพื่อตรวจจับสัญญาณ โทรศัพท์
- 1.2.3 ศึกษาการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ทอนุกรม
- 1.2.4 เขียน โปรแกรมเพื่อรับข้อมูลที่ได้จากวงจรตรวจจับสัญญาณ โทรศัพท์
- 1.2.5 เขียน โปรแกรมเลือกสาย โทรศัพท์เพื่อบันทึก,คำนวณการใช้โทรศัพท์, สืบค้นข้อมูล
- 1.2.6 เขียน โปรแกรมเพื่อสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล
- 1.2.7 เขียน โปรแกรมคำนวณค่าโทรศัพท์

1.3 เป้าหมายในการทำโครงการ

เป้าหมายของโครงการคือ สามารถออกแบบและสร้างให้ใช้งานได้จริง โดยเฉพาะในส่วนของ การตรวจสอบว่าเป็นการใช้งานของสายใด ต้องทำการเก็บข้อมูลไว้ที่ไหน เพื่อให้การใช้งานของแต่ละสายมีความถูกต้อง ส่วนทางด้าน การแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์จะแสดงผลเป็นรายเดือน โดยแบ่งเป็นสายโทรศัพท์สาย 1 ถึง 8 จะเลือกพิมพ์ของสายใดออกมาก็ได้

จากการทำโครงการชิ้นนี้ทำให้มีความรู้เพิ่มมากขึ้นเกี่ยวกับการอินเตอร์เฟสผ่านพอร์ทอนุกรม, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานวิชาสำหรับทำรายงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นใบใช้ประโยชน์ในการค้า การเขียนโปรแกรมโดยใช้ วิชาพลบสิกซึ่งเป็น โปรแกรมที่นิยมใช้เป็นอย่างมากในปัจจุบัน ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรม เครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการทำงาน

2.1 หลักการเบื้องต้นของเครื่องโทรศัพท์

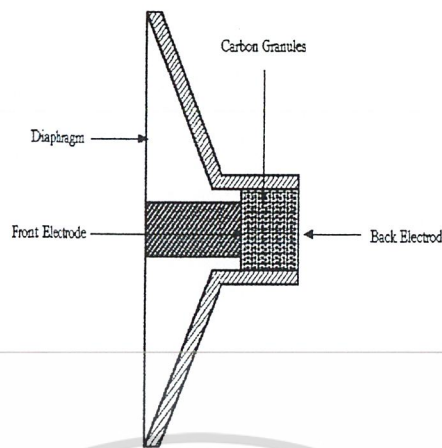
เครื่องโทรศัพท์ (Telephone set) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ เครื่องส่ง (Transmitter) เครื่องรับ (Receiver) กระดิ่ง (Ringer) Hook Switch และหน้าปัดสำหรับหมุนกดเลขหมาย (Dial) สำหรับเครื่องส่งและเครื่องรับรวมกันเรียกว่าปากพูดหูฟัง (Handset) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานเสียงที่เกิดจากการพูดให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับให้กลับเป็นพลังงานเสียงอีกครั้งหนึ่ง โดยเราจะใช้ Transmitter เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานเสียงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และ Receiver เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียง สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับ Transmitter และ Receiver ดังแสดงตามรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์ของ Transmitter และ Receiver.

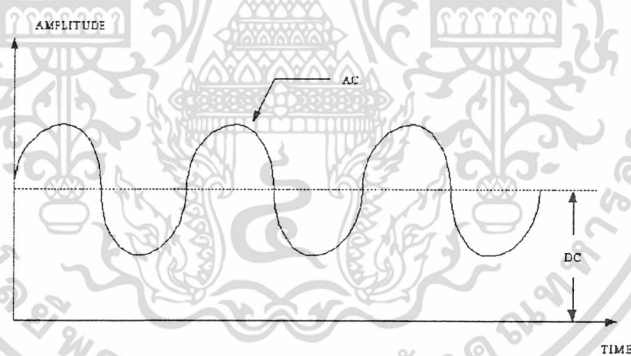
เครื่องโทรศัพท์นั้นจำเป็นที่จะต้องใช้ Transmitter ที่มีประสิทธิภาพและความไวสูง เราจึงใช้ Transmitter แบบ Carbon Transmitter ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็ก ๆ ของ Carbon (เรียกว่า Carbon Granule) แผ่น Carbon Electrode 2 แผ่น และ Diaphragm ดังแสดงตามรูปที่ 2.2

หลักการทำงานของ Carbon Transmitter อธิบายได้คือ เมื่อคลื่นเสียงกระทบกับแผ่น Diaphragm จะทำให้แผ่น Diaphragm สั่นไปมา พลังงานเสียงก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในตำแหน่งที่แผ่น Diaphragm ถูกกดจะทำให้ Electrode แผ่นหน้าเคลื่อนที่เข้า เป็นผลทำให้ผงถ่าน (Carbon Granule) ถูกอัดติดกันมากยิ่งขึ้น การอัดตัวของผงถ่านนี้จะทำให้ความต้านทานระหว่างแผ่น Electrode ทั้งสองมีค่าลดลง ในทางตรงกันข้ามเมื่อแผ่น Diaphragm เคลื่อนที่ออก ก็จะเป็นผลทำให้ Electrode แผ่นหน้าเคลื่อนที่ออกด้วย จึงทำให้ความต้านทานของ Transmitter เพิ่มขึ้น



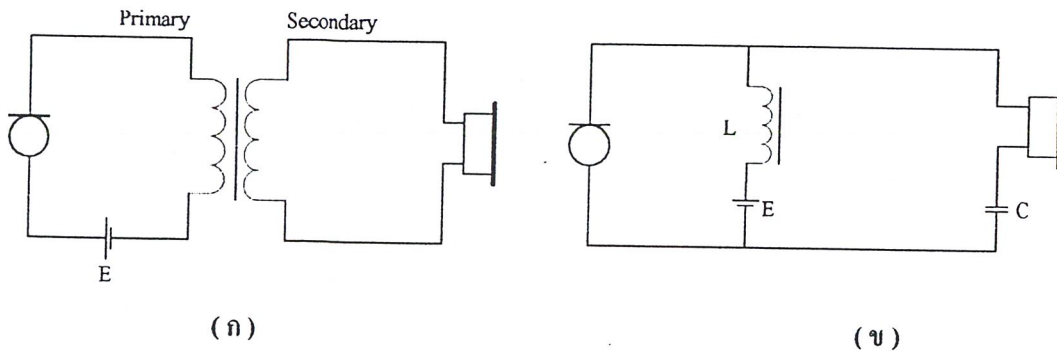
รูปที่ 2.2 Carbon Transmitter

เมื่อเอาแบตเตอรี่ต่อเข้าระหว่างแผ่น Electrode ทั้งสอง กระแสไฟตรงจะไหลผ่านผงถ่าน และเนื่องจากความต้านทานของ Transmitter มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับสัญญาณเสียง ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่าน Transmitter จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือพลังงานเสียงสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของไฟกระแสตรงและไฟกระแสสลับ

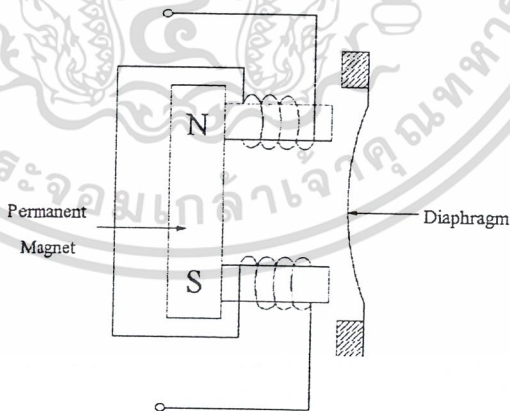
จากรูปที่ 2.3 จะเห็นได้ว่ากระแสไฟสลับที่เกิดจากสัญญาณเสียง จะเกิดการซ้อนทับกับกระแสไฟตรง ส่วนประกอบของกระแสไฟสลับนี้จะถูกแยกออกจากกระแสไฟตรงโดยใช้ Transformer หรือ Capacitor เป็นตัวแยก และถูกส่งไปยัง Receiver



รูปที่ 2.4 แสดงการแยกส่วนประกอบของกระแสไฟสลับกับกระแสไฟตรง

รูปที่ 2.4 (ก) กระแสไฟสลับในขด Primary ของ Transformer จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดมีกระแสไหลในขด Secondary จึงทำให้มีกระแสไฟสลับไหลผ่าน Receiver ส่วนกระแสไฟตรงจะไหลอยู่เฉพาะในขด Primary เท่านั้น

รูปที่ 2.4 (ข) กระแสไฟตรงจะไหลผ่าน Inductor (L) ซึ่งมีค่าความต้านทานต่ำ และไหลผ่าน Transmitter ได้แต่จะไม่ไหลผ่าน Receiver เนื่องจากมี Capacitor (C) กั้นไว้ ส่วนกระแสไฟสลับจะไหลผ่าน Receiver โดยผ่าน Transmitter และ Capacitor ได้ แต่จะไม่ไหลผ่าน Inductor เนื่องจากมันมีความต้านทานสูง ในขณะที่สัญญาณเสียงที่ได้รับได้จากสายโทรศัพท์ที่มีค่าน้อยมาก ดังนั้น Receiver ที่ใช้จึงควรออกแบบให้มีประสิทธิภาพที่จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียงให้มากที่สุด



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะภายใน Receiver

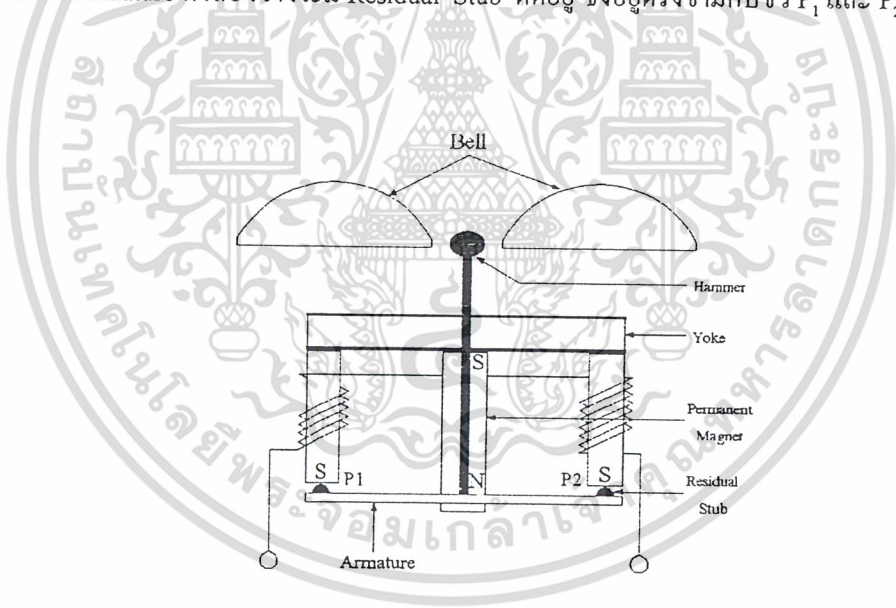
หลักการของ Receiver ดังแสดงตามรูปที่ 2.5 อธิบายได้คือมีขดลวดพันอยู่ที่ขั้วทั้งสองของแม่เหล็กถาวรที่ต่อกันแบบอนุกรม แต่ขดลวดจะพันกลับทิศทางกัน แม่เหล็กถาวรนี้จะมีอำนาจแม่เหล็กดึงดูดแผ่น Diaphragm เข้ามา เมื่อมีกระแสไฟสลับ (Speech Current) ไหลผ่านขดลวด ก็จะมีผลทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กเอกลักษณะนี้เป็นเอกลักษณะที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กขึ้น ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งอาจจะไปเสริมหรือต้านเส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร แผ่น Diaphragm ก็จะเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามขนาดและความถี่ของ Speech Current ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีขนาดและความถี่เท่ากับ Speech Current ที่ไหลเข้ามาในวงจร คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นนั้น ย่อมจะมีการสูญเสียไปบ้างเนื่องจากการเปลี่ยนรูปพลังงาน ดังนั้น Output ของคลื่นเสียงจะน้อยกว่า Input ของพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับที่ Receiver

2.1.1 กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ (Ringer)

เมื่อมีการเรียก กระดิ่งที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกจะดังขึ้น ซึ่งจะหมายถึงหุ้มสายโทรศัพท์ได้ทำการส่งกระแสไฟสลับ (Ringing Current) มาป้อนที่กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปแล้ว Ringing Current จะมีค่าประมาณ 75-90 โวลท์ 18-25 Hz ลักษณะของกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์ แสดงตามรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 เป็นกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ ประกอบด้วยขดลวด 2 ขดต่อกันแบบอนุกรม พันอยู่บนแกนเหล็ก ซึ่งติดอยู่กับ Yoke และมีแท่งแม่เหล็กถาวรติดอยู่ตรงกึ่งกลางของ Yoke ส่วน Armature จะวางอยู่ในลักษณะที่ตรงจุดกึ่งกลางของมันติดอยู่กับแกนของแม่เหล็กถาวร โดยมีสารที่ไม่ใช่เป็นแม่เหล็กยึดอยู่ปลายของ Armature ทั้งสองข้างจะมี Residual Stub ติดอยู่ ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับขั้ว P₁ และ P₂



รูปที่ 2.6 แสดงกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์

หลักการทำงานของกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์อธิบายได้คือ เส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรจะทำให้เกิดขั้ว S ขึ้นที่ขั้ว P₁ และ P₂ และจะทำให้เกิดขั้วที่ปลายทั้งสองของ Armature ในสภาวะปกติหรือไม่มีการเรียกจะไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวด จึงทำให้ Armature ถูกดูดด้วยแรงเท่ากัน หรือมันอาจจะถูกดูดไปที่ข้างใดข้างหนึ่ง คือที่ P₁ และ P₂ ก็ได้

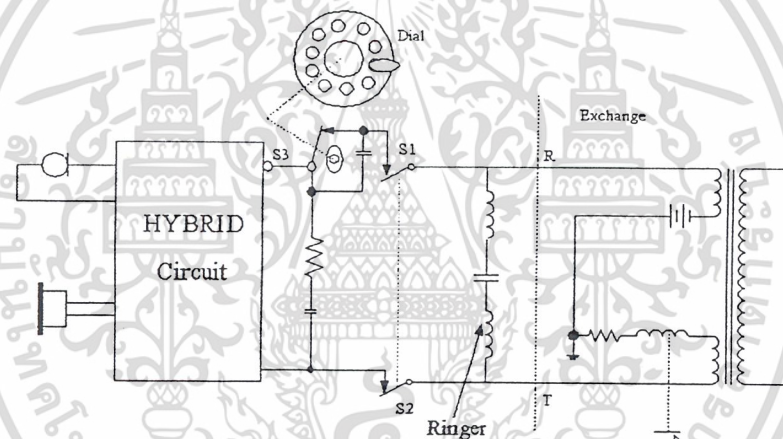
เมื่อมีการเรียกจะมีแสไฟสลับไหลผ่านขดลวดทั้งสอง ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก N และ S ขึ้นที่ขั้ว P₁ และ P₂ ซึ่งจะทำให้เกิดมีอำนาจแม่เหล็กมากที่ปลายขั้ว S (P₂) และที่ปลายขั้วอีกข้างหนึ่ง (P₁) หากอำนาจแม่เหล็กถึง Armature ก็จะถูกดูดมาทางขั้วที่มีอำนาจแม่เหล็กแรงกว่า แต่เนื่องจากกระแสที่ป้อนให้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับขดลวดเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ ดังนั้น Armature จึงถูกดูดกลับข้างกันไปตามอำนาจของแม่เหล็ก ก้านตี (Hammer) ก็จะไปตีกระดิ่งทั้งสองสลับกัน ทำให้กระดิ่งดัง

2.1.2 หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์

หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้กับชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบหมุน (Rotary Dial) ซึ่งการหมุนจะทำให้เกิด Pulse ขึ้นเป็นจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุน และแบบกดปุ่ม (Push Button) ซึ่งใช้กรรมวิธีของ Dual Tone Multi Frequency (DTMF) ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์

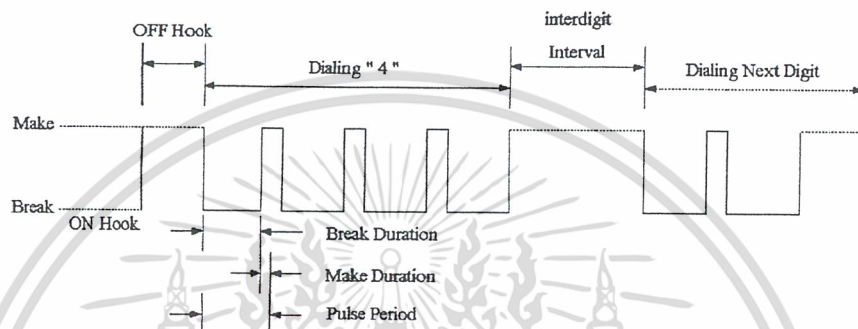
2.1.2.1 หน้าปัดแบบหมุน เมื่อผู้เรียกยกปากพูดหูฟัง (Handset) ขึ้นจากที่รองรับ (Cradle) ทำให้ Hook Switch (S_1 และ S_2 ตามรูปที่ 2.7) ปิดวงจรของสายเส้น Tip (T) และ Ring (R) ซึ่งเป็นผลทำให้ครบวงจรของ Relay Coil ในชุมสายโทรศัพท์ อุปกรณ์สวิทช์ในชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณ Dial Toneมายังเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียก



รูปที่ 2.7 แสดง Dial Pulse

เพื่อเป็นสัญญาณแสดงให้ผู้เรียกทราบว่าเริ่มหมุนเลขหมายได้แล้วและชุมสายโทรศัพท์ก็จะพร้อมที่จะรับเลขหมายที่ผู้เรียกหมุน เมื่อผู้เรียกหมุนเลขหมายใดเลขหมายหนึ่ง เมื่อหมุนเสร็จแล้วและปล่อยมือ หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์จะหมุนกลับที่เดิม ในขณะที่หน้าปัดหมุนกลับที่เดิมจะมีผลคือทำให้ลูกเบี้ยว (Cam) หมุนตาม การหมุนลูกเบี้ยวนี้จะทำให้ Contact S_1 เปิดและปิดวงจรเป็นจำนวนครั้งเท่ากับเลขหมายที่หมุน การที่ Contact S_1 ปิดวงจร จะทำให้กระแสไหลได้ซึ่งเรียกว่ากระแส Impulse และเมื่อ Contact S_1 เปิดวงจร กระแสก็จะหยุดไหล การที่กระแสไหลและหยุดไหลนี้มีผลทำให้เกิด Pulse ขึ้น และจำนวน Pulse ที่เกิดขึ้นก็จะมีจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุนเช่นหมุนเลข 1 จะเกิด 1 Pulse หมุนเลข 5 จะเกิด 5 Pulses และหมุนเลข 0 จะเกิด 10 Pulses เป็นต้น

ความเร็วหน้าปัด (Dial Speed) ของเครื่องโทรศัพท์ก็มีความสำคัญที่จะต้องกำหนดให้อยู่ในมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยความเร็วของกระแส Impulse อัตราส่วนการตัด – ต่อ (Break-Make Ratio) ของ Contact และช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย (Interdigit Interval) ตามปกติแล้วความเร็วของกระแส Impulse จะใช้อยู่ 2 ค่าคือ 10 และ 20 IPS (Impulse per Second) ส่วนค่ามาตรฐานสำหรับอัตราส่วนการตัด – ต่อจะมีค่าเท่ากับ 2 : 1 ซึ่งหมายความว่า Contact จะต้องตัดวงจรเป็นเวลา 2 หน่วยเวลา และต้องต่อวงจรเป็นเวลา 1 หน่วยเวลา



รูปที่ 2.8 แสดง Pulse ที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนเลข 4

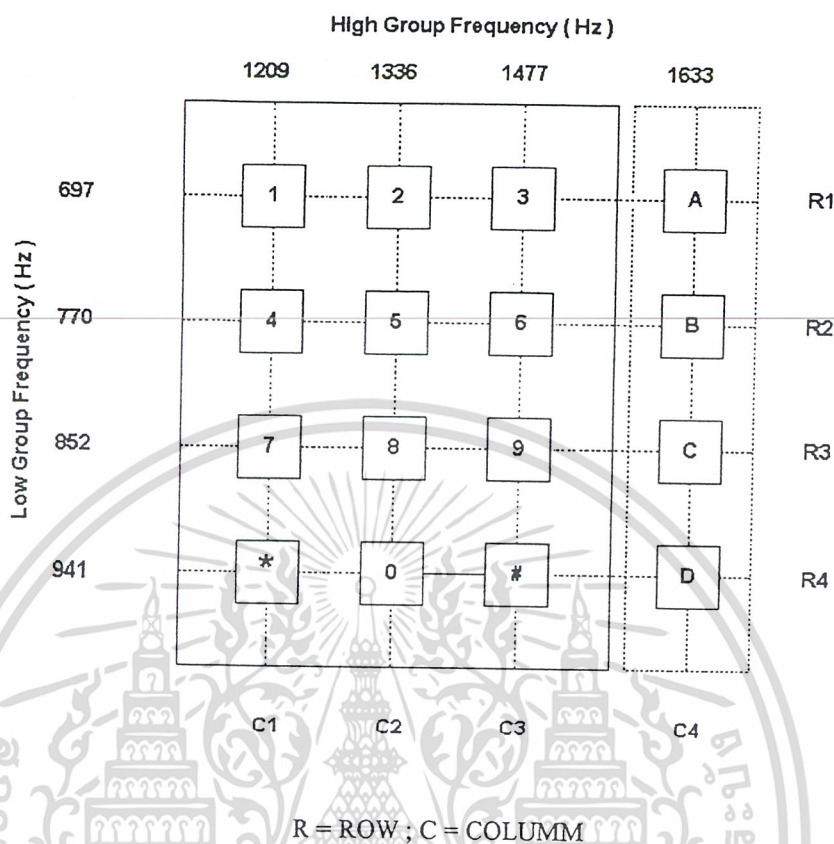
ในกรณีที่ความเร็วของ Impulse เป็น 10 IPS ก็จะทำให้ได้ค่าของ Pulse Period เป็น 100 mS นั่นคือ

ช่วงเวลาของการตัดวงจร (Break) = $100 \text{ mS} \times \frac{2}{3} = 66.6 \text{ mS}$

ช่วงเวลาของการต่อวงจร (Make) = $100 \text{ mS} \times \frac{1}{3} = 33.3 \text{ mS}$

ส่วนช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย โดยทั่วไปมีค่าเป็น 700 mS แต่ก็อาจใช้ได้ในช่วงตั้งแต่ 600 mS ถึง 900 mS

2.1.2.2 แบบกดปุ่ม (Touch Tone) เป็นระบบการส่งสัญญาณ ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่พร้อมกันออกไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 kHz) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้งซึ่งค่าต่าง ๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.5 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz มอดูเลตกันออกไป



รูปที่ 2.9 แสดงความถี่ที่ใช้ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม

ความถี่แต่ละคู่ออกไป จะมีค่าประมาณ 40 มิลิวินาที และช่วงเวลาระหว่างเลขหมายมีค่า 60 มิลิวินาทีเป็นอย่างต่ำ โทรศัพท์แบบกดปุ่มจึงทำงานเร็วกว่าแบบหมุนอยู่ประมาณ 10 เท่า

2.2. สัญญาณที่ใช้ในโทรศัพท์

สัญญาณ (Signalling) คือ ข่าวดสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวดสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย

หน้าที่ทั่ว ๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่คือ

- 1.การเตรียมพร้อม (Alerting)
- 2.การส่งที่อยู่ของข่าวดสาร (transmiting address information)
- 3.การตรวจตรา (Supervising)
- 4.การส่งสัญญาณข่าวดสาร (Transmiting information Signalling)

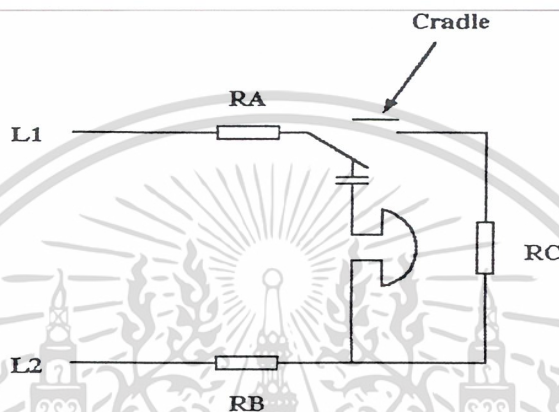
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1. Subscriber Signalling (สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย)

2.2.1.1 สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่ากับชุมสาย

1 **Off Hook** คือสภาพผู้เช่ายกหูโทรศัพท์สายจะมีสภาพ Closed Loop (Low Impedance)

2 **On Hook** คือ สภาพผู้เช่าวางหู หรือสภาพว่าง สายจะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)



RA, RB = ค่าความต้านทานของสายโทรศัพท์

RC = ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์

รูปที่ 2.10 แสดงสถานะ Open Loop

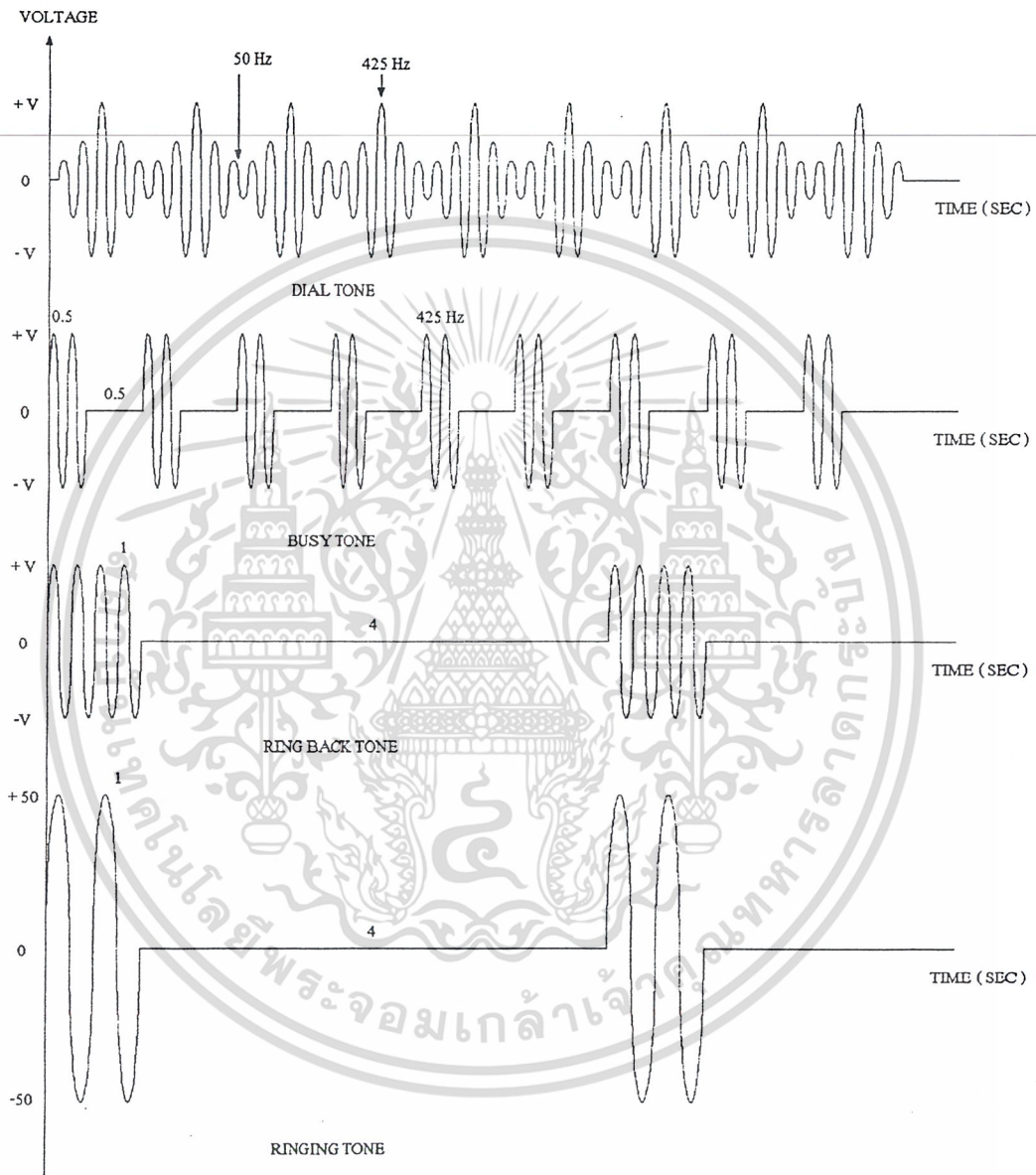
3. **Dilling** คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impedance จะสูง, ต่ำ สลับกันไปตามที่หมุนเลขหมาย ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่ม Touch-Tone สัญญาณออกจะเป็น ความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย

2.2.1.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

1. **Dialling Tone** คือ สัญญาณที่บอกถึงสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสาย และชุมสายพร้อมจะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Tone นี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz Modulated ด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

2. **Busy Tone** คือ สัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ยกหูแล้วได้ สัญญาณนี้แสดงว่า อุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้วแสดงว่า ผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.3 วินาทีหยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine wave

3. Ringing Tone เป็นสัญญาณที่ถูกเรียกได้ขึ้นหลังจากหมุนเลขหมายครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่า การต่อกระทำสำเร็จ ในขณะที่ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังผู้ถูกเรียก ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine Wave โดยจะส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที



รูปที่ 2.11 แสดงสัญญาณพื้นฐานที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

4. Ringing Signal เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ของสัญญาณ 25 Hz ค่าแรงดัน 70-90

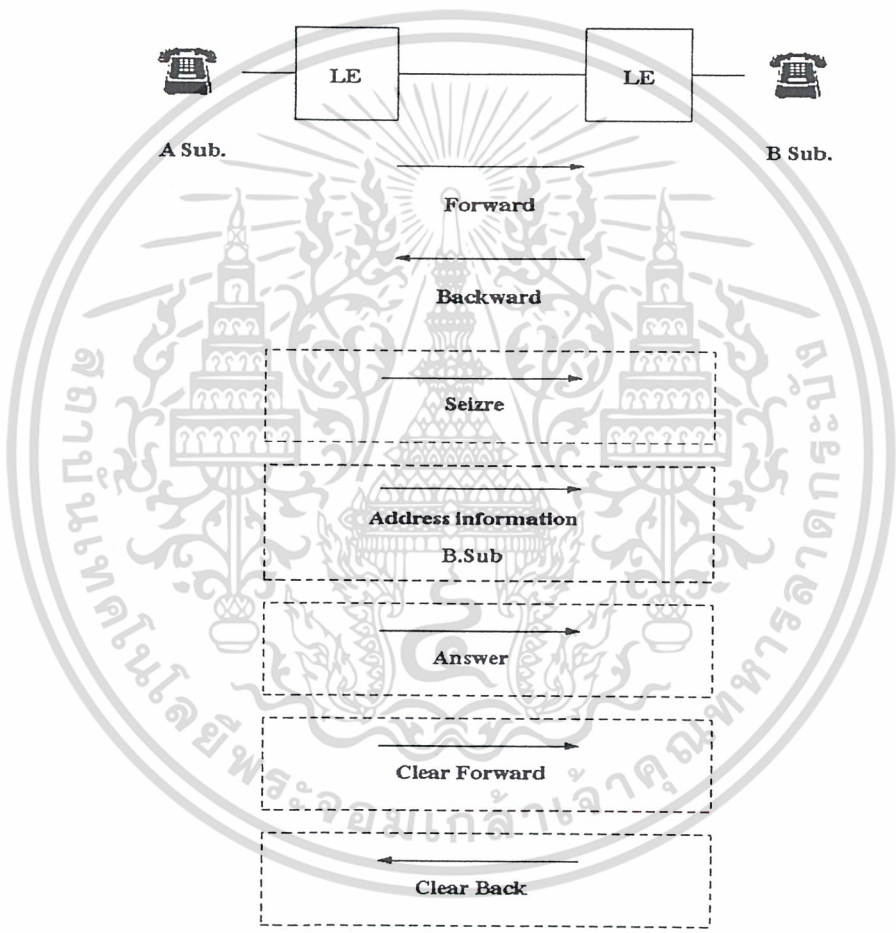
V_{rm} โดยส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก ส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สัญญาณโทนนอื่น ๆ เช่น Nu Tone (Number Unobtainible Tone) บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่ เป็นต้น

2.2.2 INTER EXCHANGE SIGNALLING (สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย)
สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประการคือ

1. Seizure (สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา



รูปที่ 2.12 แสดงสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

- 2. Address information เป็นสัญญาณบอกเลขหมาย หรือประเภทของผู้เช่า
- 3. Answer Signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B ยกหูรับ หน้าที่

หลักของสัญญาณหลังก็คือ

1. เริ่มต้นคิดเงิน

2. ส่งสัญญาณคิดเงิน

3. ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

5. **Clear-Black** (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายคั่นทาง เริ่มต้นการจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายคั่นทางจะยกเลิกการคิดต่อมาพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear-Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

2.3. ประเภทของชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทแรกเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง เช่น ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) และตู้สาขา (Private Automatic Branch Exchange เขียนย่อว่า PABX) ประเภทที่สองเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange) และชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

2.3.1 ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) หมายถึงชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ชุมสายโทรศัพท์แบบนี้มีขนาดตั้งแต่เป็นร้อย ๆ เลขหมาย จนถึงหมื่นเลขหมายหรือมากกว่า

2.3.2 ตู้สาขา (PABX) เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีลักษณะคล้ายกันกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น แต่จะใช้คิดต่อกันภายในสำนักงาน โดยไม่ต้องผ่านชุมสายท้องถิ่น ตู้สาขาจะเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีการบริการพิเศษ (Facilities) แก่เลขหมายภายใน (Extension) ได้หลายอย่าง ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับตู้สาขานั้น ๆ มีขีดความสามารถเป็นอย่างไร การบริการพิเศษดังกล่าว ได้แก่ การย่อเลขหมาย (Abbreviated Dialling) การเรียกกลับอัตโนมัติ (Automatic Callback) การประชุมกันทางโทรศัพท์ (Conference Call) การโอนการเรียก (Transfer of Call) การโอนโทรศัพท์ติดตามตัว (Follow Me) ฯลฯ นอกจากนี้ในกรณีที่ตู้สาขาได้ทำการต่อเชื่อมกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ก็จะทำให้โทรศัพท์เลขหมายภายในสามารถติดต่อไปยังเลขหมายภายนอกได้ โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นในทำนองเดียวกัน โทรศัพท์จากเลขหมายภายนอกก็สามารถเรียกเข้าไปยังเลขหมายภายใน โดยผ่านตู้สาขาได้ ตู้สาขาจะมีขนาดตั้งแต่ไม่ถึงสิบเลขหมายจนถึงหมื่นเลขหมาย หรือมากกว่า

2.3.3 ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่าน หมายถึงชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเลขหมายโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้ามาโดยตรง แต่จะบริการการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นกับชุมสายท้องถิ่นด้วยกัน การเรียกระหว่างโทรศัพท์ 2 เลขหมาย อาจเรียกผ่านไปยังชุมสายต่อผ่านหลาย ๆ ชุมสายก็ได้ ชุมสายต่อผ่านยังแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange) ซึ่งเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับต่อผ่านภายใน Local Network หนึ่ง ๆ เท่านั้นเช่นการเรียกภายในกรุงเทพฯ เป็นต้น และชุมสายต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange) ซึ่งเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับต่อผ่านไปยัง Local Network อื่น ๆ เช่น การเรียกจากชลบุรีมายังกรุงเทพฯ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

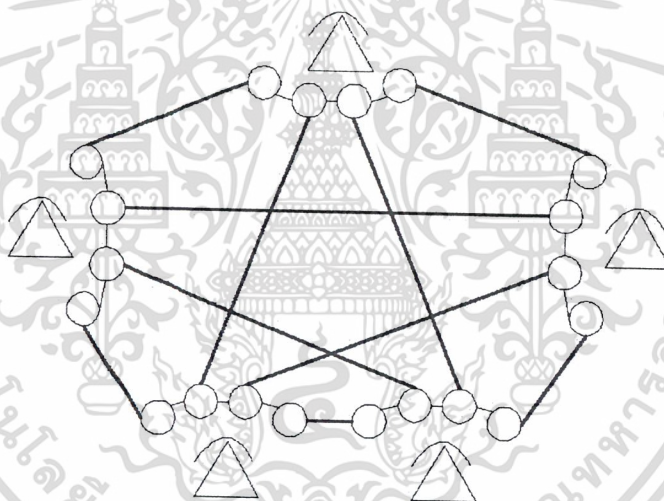
2.4. ข่ายสายท้องถิ่น (Local Network)

โทรศัพท์ที่มีใช้ในระยะเวลาเริ่มแรกคือ โทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง (Local Battery Telephone System เรียกว่า โทรศัพท์ระบบ LB.) ได้ถูกออกแบบให้แต่ละเลขหมายสามารถติดต่อไปยังเลขหมายอื่น ๆ ได้ โดยใช้ข่ายสายแบบ Mesh Shaped Network ดังแสดงตามรูปที่ 2.12

Mesh Shaped Network เป็นข่ายสายที่มีลักษณะที่ทุก ๆ Station จะต่อถึงกันทั้งหมด ตามรูปที่ 2.12 เมื่อโทรศัพท์ของผู้เช่าเลขหมายหนึ่งต้องการเรียกไปยังโทรศัพท์เลขหมายอื่น ก็สามารถทำได้โดยการเลือกสวิทช์เรียกไปยังเลขหมายนั้น ข่ายสายแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในหน่วยงานเล็ก ๆ ซึ่งมีจำนวนโทรศัพท์ไม่มากนัก จำนวนคู่สายที่ใช้สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\text{จำนวนคู่สายทั้งหมด} = n(n-1)/2$$

เมื่อ n = จำนวนเครื่องโทรศัพท์



รูปที่ 2.13 แสดง Mesh Shaped Network

ตารางที่ 2.1 แสดงประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ต่อจำนวนคู่สาย

จำนวนเครื่องโทรศัพท์	จำนวนคู่สายทั้งหมด	ประโยชน์การใช้งานสูงสุด
N	$n(n-1)/2$	%
2	1	100
5	10	20
10	45	11.1
50	1125	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไป 2.22 ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นว่าถ้าจำนวนเครื่องโทรศัพท์เพิ่มขึ้น จำนวนคู่สายที่ถูกใช้ทั้งหมดใน Mesh Shaped Network ก็จะมีเพิ่มมากขึ้นอย่างมากมาย แต่ประโยชน์การใช้งานของคู่สายที่ถูกใช้ในเวลาเดียวกันจะน้อยลง เช่นถ้ามีจำนวนเครื่องโทรศัพท์ 10 เครื่อง ต่อกันแบบ Mesh Shaped Network จำนวนคู่สายที่ใช้ทั้งหมด $= 10(10-1)/2 = 45$ คู่สาย ส่วนประโยชน์ในการใช้งานสูงสุดของคู่สายที่ถูกใช้ในเวลาเดียวกันจะมีเพียง 5 คู่สายเท่านั้น ซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วจะได้ $= (5/45) \times 100 = 11.1$ เปอร์เซ็นต์เท่านั้น จึงเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า ในการแก้ไขปัญหาเรื่องนี้จึงได้มีผู้คิดค้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ โดยที่โทรศัพท์ของผู้เช่าแต่ละเลขหมายจะใช้คู่สาย 1 คู่และต่อเข้าไปยังเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เราเรียกข่ายสายแบบนี้ว่า Star Shaped Network



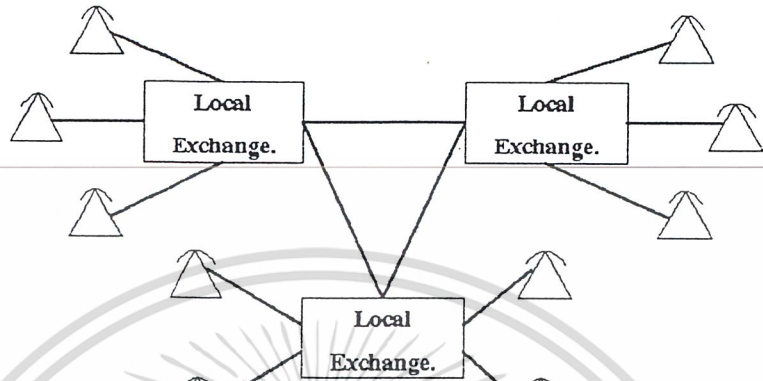
รูปที่ 2.14 แสดง Star Shaped Network

Star Shaped Network เป็นข่ายสายที่มีลักษณะที่ทุก ๆ Station จะต่อผ่านเข้ามายังศูนย์กลาง (ชุมสายโทรศัพท์) ตามรูปที่ 2.14 เมื่อโทรศัพท์ของผู้เช่าเลขหมายหนึ่งต้องการติดต่อไปยังเลขหมายอื่น ก็สามารถติดต่อได้โดยให้พนักงานโทรศัพท์กลาง (Operator) เป็นผู้ต่อการเรียกให้ หรือ โดยใช้วิธีหมุนหน้าปัดที่เครื่องโทรศัพท์ตามเลขหมายที่ต้องการติดต่อด้วย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระบบของชุมสายโทรศัพท์นั้น ๆ ว่าเป็นระบบใด จำนวนคู่สายที่ใช้ใน Star Shaped Network จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนของเครื่องโทรศัพท์ สำหรับประโยชน์การใช้งานสูงสุดของคู่สายโทรศัพท์ที่ใช้ในเวลาเดียวกัน ก็ขึ้นอยู่กับว่าชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้นั้นมีขีดความสามารถในการรับ Traffic ได้มากน้อยเพียงใด

ชุมสายโทรศัพท์แห่งใดแห่งหนึ่งสามารถให้บริการแก่ผู้เช่าโทรศัพท์ได้ในบริเวณพื้นที่ที่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับราคาของสายเคเบิลโทรศัพท์ การกำหนดพื้นที่บริการของแต่ละชุมสาย ก็จะเป็นการดีกว่าที่จะมีชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่เพียงชุมสายเดียว ซึ่งจะทำให้ต้องใช้คู่สายโทรศัพท์ที่ต่อจากชุมสายไปยังบ้านผู้เช่านั้นยาวมาก และไม่เป็นผลดีต่อผู้เช่าโทรศัพท์ที่อยู่ห่างไกล ในเมืองที่มีขนาดพื้นที่ไม่ใหญ่มาก ก็อาจจะมีชุมสายท้องถิ่นได้หลายชุมสาย ดังนั้นการเรียกต่างชุมสายก็สามารถเรียกได้ก็ต่อเมื่อได้มีการเชื่อม

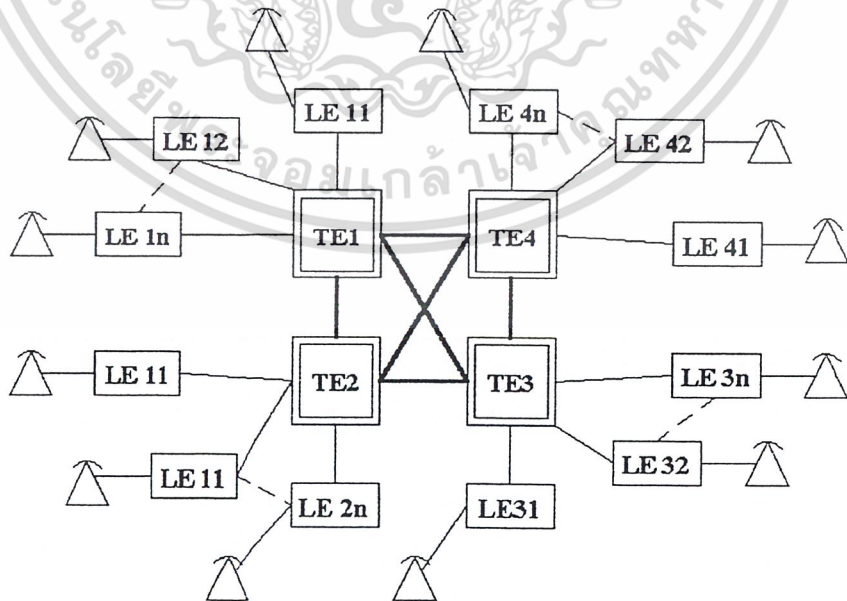
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อแต่ละชุมสายให้ถึงกันทั้งหมด โดยใช้ Junction Line เป็นตัวเชื่อมต่อ และเราเรียกข่ายสาย (Network) แบบนี้ว่า ข่ายสายท้องถิ่น (Local Network) ดังแสดงตามรูป 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงข่ายสายท้องถิ่น

จากรูปที่ 2.15 จะเห็นว่า Local Network มีลักษณะการเชื่อมต่อที่แต่ละชุมสายต่อกันแบบ Mesh Shaped Network ส่วนตัวเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะต่อเข้ากับชุมสายโทรศัพท์แบบ Star Shaped Network สำหรับในเมืองใหญ่ ๆ เช่น กรุงเทพฯ จะประกอบด้วยชุมสายท้องถิ่นได้เป็นจำนวนมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.16 แสดงข่ายสายท้องถิ่นในเมืองใหญ่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำเอาชุมสายท้องถิ่นจำนวนมากที่มีมาต่อกับแบบ Mesh Shaped Network จึงไม่น่าที่จะเป็นไปได้ เพราะต้องใช้คู่สายและวงจรการเชื่อมต่อจำนวนมาก ดังนั้น Local Network ในกรุงเทพฯ (รวมทั้งจังหวัดใกล้เคียงคือ ปทุมธานี นนทบุรี และสมุทรปราการ) จึงต้องใช้ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นอีกหลายชุมสายเป็นตัวเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น ลักษณะของการเชื่อมต่อคือนำชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นมาต่อกันแบบ Mesh Shaped Network และนำชุมสายท้องถิ่นต่อกับชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นแบบ Star Shaped Network ส่วนตัวเครื่องโทรศัพท์ต่อกับชุมสายท้องถิ่นแบบ Star Shaped Network เช่นเดียวกัน ดังแสดงตามรูปที่ 2.15

จากรูปที่ 2.16 ผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 1 (LE_{11}) จะเรียกไปยังผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 2 (LE_{12}) ได้โดยการเรียกจะผ่านทั้งหมด 3 ชุมสาย คือ LE_{11} , TE_1 และ LE_{12} เป็นต้น สำหรับการเรียกที่ชุมสายท้องถิ่นอยู่ห่างไกลกัน การเรียกก็อาจจะผ่านชุมสายต่อผ่านหลาย ๆ ชุมสายก็ได้ โดยในขั้นต้นจะเป็นการเลือกเส้นทาง (Route) ที่สั้นที่สุดก่อน เช่นผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 1 (LE_{11}) เรียกไปยังผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 2 (LE_{12}) การเรียกจะผ่านชุมสายทั้งหมด 4 ชุมสาย คือ LE_{11} , TE_1 , TE_2 และ LE_{12} แต่ถ้าหากว่าวงจรเชื่อมต่อระหว่าง TE_1 กับ TE_2 ถูกใช้งานเต็มหมดแล้ว การเรียกครั้งนี้จะต้องเลือกเส้นทางอื่นซึ่งเรียกว่าเป็น Alternative Route กล่าวคือ การเรียกครั้งนี้จะผ่านชุมสายทั้งหมดอย่างน้อย 5 ชุมสาย คือ LE_{11} , TE_1 , TE_3 , TE_2 และ LE_{12} หรือ LE_{11} , TE_1 , TE_4 , TE_2 และ LE_{12} เป็นต้น

2.5 วงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

จะใช้ไอซี MT8870 ถอดรหัสสัญญาณ โทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (DTMF) ให้เป็นตัวเลข BCD ขนาด 4 บิต โดยเพียง ใช้งานร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz เท่านั้น

การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่ง ไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

ในยุคก่อน การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ มักใช้ไอซีจำพวกเฟสล็อกูปซึ่งสร้างปัญหาสารพัด ไม่ว่าจะเรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจร ขนาดของวงจรที่ใหญ่ เพราะต้องใช้ไอซีจำนวนมาก

2.5.1 คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัว ไอซีด้วย
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time) ได้
- เป็น ไอซีคุณภาพสูง

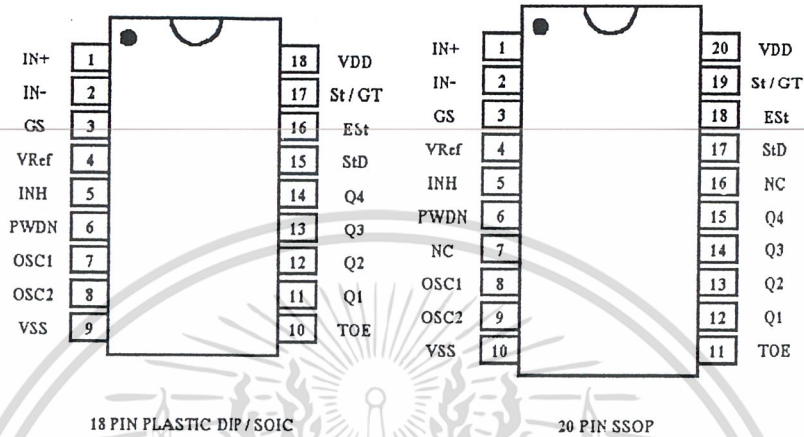
2.5.2 การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ในงานเกี่ยวกับครีดิทการ์ด
- ใช้งานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดเล็ก หรือ PABX
- ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป



รูปที่ 2.17 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870

2.5.3. โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันดิจิทัล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO²-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุทเป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะ

2.5.4. ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (six-order switched band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (early steering) ก็

3. ภาควิชาตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นระยะเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้องส่วนช่วงเวลาที่ยาวเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น “High” นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามาเมื่อขา Est เป็น “High” ทำให้ V_c สูงขึ้นตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน V_c สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัส จึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

4. ภาควิชาขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาควิชาขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

F(Low)	F(HIGH)	KEY	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
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

5. ภาควิชากำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรรวมอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สามารถใช้งานได้ทันที
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 RS-232-C

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียวเพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า 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 แล้วในปัจจุบันยังมีอักษร D และ E ด้วย จุดประสงค์ของมาตรฐานตัวนี้เพื่อเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ส่งข้อมูลปลายทาง (DTE : Data Terminal Equipment) อุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ โมเด็ม, TA Adapter ฯลฯ กับอุปกรณ์สื่อสารกับข้อมูล (DCE : Data Communication Equipment) ซึ่งก็คือ คอมพิวเตอร์นั่นเอง

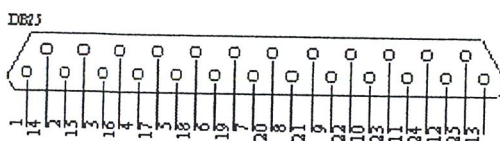
2.6.1 มาตรฐานของ RS-232 C

- ช่วงไม่มีข้อมูล (Space) หรือลอจิก 0 ต้องมีแรงดันในช่วง $+3$ V ถึง $+25$ V
- ช่วงข้อมูล (Mark) หรือลอจิก 1 ต้องมีแรงดันอยู่ในช่วง -3 V ถึง -25 V
- แรงดันในช่วง -3 V ถึง $+3$ V ถือเป็นช่วงเวลาการเปลี่ยนสถานะ
- แรงดันในขณะที่ดวงจรต้องมีค่าไม่เกิน 25 V
- กระแสขณะชอร์ตวงจรมีค่าไม่เกิน 500 mA

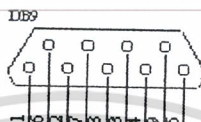
ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่ใช่อำนาจที่กำหนดที่ครอบคลุมมาตรฐานของ RS-232C ทั้งหมด มาตรฐานของ RS-232-C นั้นนอกจากจะมีคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง นั่นก็คือ RS-232-C นั้น จำกัดความจุไฟฟ้าอยู่ที่ 2500 PE สำหรับสายเคเบิลที่มีฉนวนและช่วงว่างระหว่างสายอย่างสามัญทั่วไปสายจะมีความยาวประมาณ 50 ฟุต จะมีค่าความจุไฟฟ้าประมาณนั้น ดังนั้นถ้าไม่ใช้สายชนิดพิเศษแล้ว ระยะห่างมากที่สุดระหว่าง DTE และ DCE คือ 50 ฟุต หรือประมาณ 15 เมตร แต่ถ้าสายที่ใช้มีขนาดความจุต่ำแล้วความยาวของสายก็ย่อมเพิ่มขึ้น

2.6.2 คอนเนคเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

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



(A) คอนเนคเตอร์แบบ DB-25



(B) คอนเนคเตอร์แบบ DB-9

รูปที่ 2.18 คอนเนคเตอร์แบบ DB-25 และ DB-9

ตารางที่ 2.3 การกำหนดขาของหัวต่อ RS-232-C

คอนเนคเตอร์ DB-9	คอนเนคเตอร์ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect	อินพุต
2	3	Received Data : RXD	อินพุต
3	2	Transmitted Data : TXD	เอาต์พุต
4	20	Data Terminal Ready : DTR	
5	7	Signal Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	4	Request To Sent : RST	เอาต์พุต
8	5	Cleat To Sent : CTS	อินพุต
9	22	Ring Indicator : RI	อินพุต

2.6.3 รายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้

1. Transmit Data

TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป เมื่อไม่มีสัญญาณส่งออกสถานะภาพของลอจิกที่ขานี้จะมีค่าเท่ากับ “1” หรือเท่ากับสตัด์อปปิด

2. Receive Data

RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ เมื่อไม่มีสัญญาณรับเข้ามา ขานี้จะมีสภาพทางลอจิก เป็น “1”

3. Request to Send

RST เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RST ก็คือขา CTS อุปกรณ์รับหากได้รับสัญญาณออกไปที่สาย CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RST และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

4. Clear to Send

CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RST เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไปดังนั้นขานี้จึงถูกใช้ตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

5. Data Set Ready

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

6. Signal Ground

SG ทำหน้าที่เป็นระดับแรงดันอ้างอิงสำหรับทุก ๆ สายของสัญญาณ จะมีแรงดันเป็น "0" เมื่อเทียบกับสัญญาณตัวอื่น

7. Carrier Detect

CDขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็มสำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ถูกใช้งานมากนัก

8. Data Terminal Ready

DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าการคิดต่อดำเนินการ โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขาของอุปกรณ์ปลายทาง จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้เชื่อมต่อแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้ในการตรวจจับสัญญาณพาห์

9. Ring Indicator

RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารทั่วไปในสายนี้จะไม่ถูกใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและ โปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น














2.7 วิชวลเบสิก (Visual Basic)

คอนโทรลเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งใน VB6 จะมีแถบเครื่องมือนี้ว่า

ทูลบ็อกซ์ (ToolBox)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโทรลพื้นฐานใน VB6 จะเป็นคอนโทรลติดต่อกับผู้ใช้ในการทำงานพื้นฐานต่างๆ เช่น การแสดงข้อความ และรับข้อความจากผู้ใช้ การแสดงรูปภาพ การแสดงตัวเลือกแก่ผู้ใช้ เป็นต้น คอนโทรลพื้นฐานต่างๆ ของ VB6 จะมีดังต่อไปนี้

	เมาส์ (Mouse)
	พิกเจอร์บ็อกซ์ (Picture)
	ลาเบล (Label)
	เท็กบ็อกซ์ (Text box)
	เฟรม (Frame)
	ปุ่มคำสั่ง (Command button)
	เช็กบ็อกซ์ (Check box)
	ออปชันบัตตอน (Option button)
	ลิสต์บ็อกซ์ (List box)
	คอมโบบ็อกซ์ (Combo box)
	สกรอลบาร์แนวนอน และแนวตั้ง (Horizontal bar)
	สกรอลบาร์แนวตั้ง (Vertical scroll bar)
	ไทมเมอร์ (Timer)

รูปที่ 2.19 คอนโทรลพื้นฐานของ Visual Basic

นอกจากคอนโทรลเหล่านี้ ยังมีคอนโทรลอื่นที่เราจะกล่าวในบทที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- คอนโทรลรูปทรง และเส้นตรง (Shape and Line)
- อิมเมจบ็อกซ์ (Image Box)
- ไดรฟ์ลิสต์บ็อกซ์ (Drive List Box)
- ไดเรกทอรีลิสต์บ็อกซ์ (Directory List box)
- ไฟล์ลิสต์บ็อกซ์ (File List Box)
- คำค่าคอนโทรล (Data Control)
- คอนโทรล OLE

2.7.1 เท็กบ็อกซ์ (TextBox)

เท็กบ็อกซ์เป็นคอนโทรลที่ใช้เพื่อจุดประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ให้ผู้ใช้สามารถเติม แก้ไขข้อความโดยผ่านคีย์บอร์ดเข้าสู่โปรแกรม
2. แสดงข้อมูลต่างๆ ในโปรแกรมของเราได้
3. ใช้ในการสร้างไดอะล็อกบ็อกซ์ให้ใส่รหัสผ่านได้
4. ใช้ในการสร้างไดอะล็อกบ็อกซ์ให้ใส่รหัสผ่านได้
5. ใช้ในการสร้างไดอะล็อกบ็อกซ์ให้ใส่รหัสผ่านได้

คุณสมบัติที่เราควรรู้จัก

1. Text เป็นคุณสมบัติที่เก็บค่าข้อความของเท็กบ็อกซ์ที่แสดงผลอยู่
2. MaxLength ใช้กำหนดความยาวสูงสุดของข้อความที่สามารถรับได้ของเท็กบ็อกซ์
3. HideSelection ใช้กำหนดว่าจะให้แสดงสีของข้อความที่ถูกเลือกด้วยหรือไม่ เมื่อเท็กบ็อกซ์นั้น ไม่ได้รับโฟกัสแล้ว

การอ่านข้อความที่ถูกเลือกในเท็กบ็อกซ์

เราสามารถทำงานกับข้อความที่ถูกเลือกในเท็กบ็อกซ์ด้วยคุณสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. SelStart ใช้กำหนดหรือส่งค่าที่เป็นตำแหน่งเริ่มต้นของข้อความที่เราเลือกในเท็กบ็อกซ์ ถ้าในเท็กบ็อกซ์ไม่ได้มีการเลือกข้อความ เมื่อเราเลื่อนโฟกัสไปที่เท็กบ็อกซ์ SelStart จะบอกตำแหน่งที่อยู่ของเคอร์เซอร์ในข้อความ
2. SelLength ใช้กำหนด หรือส่งค่าความยาวของข้อความที่เลือกอยู่
3. SelText ใช้กำหนด หรือส่งค่าข้อความที่เราเลือกอยู่

การจัดรูปแบบข้อความในเท็กบ็อกซ์

คุณสมบัติที่เกี่ยวกับการจัดรูปแบบข้อความในเท็กบ็อกซ์มีดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติการจัดรูปแบบข้อความ

ชื่อคุณสมบัติ	คำอธิบาย
MultiLine	กำหนดให้เท็กบ็อกซ์แสดงและรับข้อความแบบหลายบรรทัดได้
ScrollBars	กำหนดให้เท็กบ็อกซ์แสดงสกรอลบาร์ด้วยหรือไม่ และแสดงในสกรอลบาร์แบบใด (แนวนอน แนวตั้ง หรือทั้งสองแนว)
Alignment	กำหนดให้จัดรูปแบบข้อความในเท็กบ็อกซ์อย่างไร เช่น จัดชิดซ้าย (LeftJustify) จัดกึ่งกลาง (Center) และจัดชิดขวา (RightJustify) คุณสมบัตินี้จะใช้ได้ต่อเมื่อคุณสมบัติ MultiLine มีค่าเป็น True

การสร้างเท็กบ็อกซ์แบบแก้ไขค่าไม่ได้

เราสามารถทำให้ข้อความในเท็กบ็อกซ์อ่านได้อย่างเดียว โดยกำหนดคุณสมบัติ Locked ให้มีค่า True ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไข รวมทั้งใช้คำสั่ง Cut และ Paste ข้อความในเท็กบ็อกซ์ไม่ได้ในคอนรันโปรแกรม

การสร้างเท็กบ็อกซ์แบบรหัสผ่าน (Password TextBox)

เราสามารถสร้างเท็กบ็อกซ์แบบรหัสผ่านได้โดยการกำหนดค่าคุณสมบัติ PasswordChar ให้เป็นตัวอักษรที่จะแสดงแทนข้อความในเท็กบ็อกซ์ เช่น ให้แสดง * แทนตัวอักษรจริงที่เราพิมพ์เข้าไปในการ์ดเอกสารไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตอบสนองต่อข้อความที่เปลี่ยนในเท็กบ็อกซ์

เราสามารถตอบสนองต่อข้อความที่เปลี่ยนแปลงในเท็กบ็อกซ์ได้ โดยผ่านทางอีเวนต์ Change เช่น เราต้องการสร้างโปรแกรมที่ประมวลผลทันทีตามข้อความที่รับเข้ามาจากเท็กบ็อกซ์เราต้องทำผ่าน อีเวนต์นี้ เป็นต้น

2.7.2 เลเบล (Label)

เลเบลเป็นคอนโทรลที่ใช้ในการแสดงข้อความตามที่เราต้องการบนฟอร์ม ซึ่งใช้อธิบายข้อมูลบางอย่างแก่ผู้ใช้ โดยผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขข้อความในเลเบลได้ในตอนรันโปรแกรม แต่สามารถแก้ไขได้โดยใช้คำสั่งโปรแกรมตอนรัน และคอนออกแบบโปรแกรมเท่านั้น

ส่วนใหญ่เราจะใช้เลเบลในการอธิบายการทำงาน รวมทั้งแสดงสถานะบางอย่างเช่น ใช้อธิบายว่าเท็กบ็อกซ์นี้รับข้อมูลอะไร ชื่อหรือที่อยู่ เป็นต้น

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของเลเบล

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

2.7.3 ปุ่มคำสั่ง (Command Button)

ปุ่มคำสั่งเป็นคอนโทรลที่จะทำงานตามที่เรากำหนดเมื่อมีการกดปุ่มคำสั่ง โดยเราต้องกำหนดสิ่งที่จะตอบสนองในอีเวนต์ Click

การกำหนดข้อความที่แสดงบนปุ่มคำสั่ง

ให้เราใส่ข้อความที่ต้องการแสดงบนปุ่มคำสั่งในคุณสมบัติ Caption หรือกำหนดโดยใช้คำสั่งโปรแกรมก็ได้

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

2.7.4 เช็ทบ็อกซ์ (Check Box)

คอนโทรลเช็ทบ็อกซ์ใช้สำหรับเป็นตัวเลือกที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ 2 สถานะ คือ จะ เช็ท (ให้มีเครื่องหมายถูกแสดง) หรือไม่เช็ท (ไม่มีเครื่องหมายถูก) โดยเราสามารถเช็ทได้หลายเช็ทบ็อกซ์พร้อมกันซึ่งต่างจากการใช้ออบชั่นบ็อกซ์ที่เลือกได้เพียงครั้งละ 1 ตัวเลือกเท่านั้น

ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติที่สำคัญของเช็บบอกซ์

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

2.7.5 ออปชั่นบัตตอน (Option Button)

คอนโทรลอปชั่นบัตตอนใช้สำหรับตัวเลือกให้แก่ผู้ใช้ โดยถ้ามีหลายอปชั่นบัตตอนบนฟอร์ม ผู้ใช้จะเลือกอปชั่นบัตตอนได้ครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น ซึ่งเมื่อเราเลือกอปชั่นบัตตอนหนึ่งจะทำให้อปชั่นบัตตอนเดิมที่เราเลือกเปลี่ยนไปเป็นไม่ถูกเลือกโดยอัตโนมัติ

เราสามารถใช้คอนโทรลเฟรม ในการแบ่งกลุ่มของตัวเลือกต่างๆ โดยที่ในแต่ละกลุ่ม ผู้ใช้จะเลือกได้เพียงตัวเลือกเดียว

2.7.6 เฟรม (Frame)

คอนโทรลเฟรมใช้สำหรับจัดกลุ่มคอนโทรลที่ต้องใช้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เช่น ใช้ในการแบ่งกลุ่มอปชั่นบัตตอนบนฟอร์มออกเป็นกลุ่มๆ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว เฟรมเป็นคอนโทรลที่ช่วยเพิ่มความเรียบร้อย และความสวยงามของหน้าตาของโปรแกรมเรามากขึ้น

ในการสร้างกลุ่มของคอนโทรลโดยใช้เฟรม เราจะต้องวาดเฟรมลงบนฟอร์มก่อนแล้วจึงวาดคอนโทรลที่ต้องการให้อยู่ในเฟรมลงไปทีหลัง และเวลาที่เรากดเฟรมไป คอนโทรลที่อยู่ในเฟรมก็จะเลื่อนตามไปด้วย ถ้าเราต้องการเลื่อนเฉพาะคอนโทรลที่อยู่ในเฟรม ให้เรากดปุ่ม <CTRL> ในขณะที่เลือกคอนโทรลในเฟรม แล้วจึงเลื่อนคอนโทรลที่เลือกนั้น

2.7.7 ลิสต์บ็อกซ์ (ListBox)

ลิสต์บ็อกซ์เป็นคอนโทรลที่แสดงรายการให้ผู้ใช้เลือก โดยที่สามารถเลือกได้ครั้งละ 1 รายการหรือมากกว่าก็ได้ ถ้ารายการที่ต้องแสดงในลิสต์บ็อกซ์นั้นมีมากเกินไปที่แสดงในลิสต์บ็อกซ์ได้ทั้งหมด จะมีสกรอลบาร์แนวตั้งขึ้นมาให้เราเลื่อนดูรายการที่เหลือได้ นอกจากนี้ลิสต์บ็อกซ์ยังสามารถแสดงข้อมูลแบบหลายๆ คอลัมน์ได้ด้วย

การเพิ่มรายการเข้าไปในลิสต์บ็อกซ์

เราสามารถเพิ่มรายการเข้าไปในลิสต์บ็อกซ์โดยใช้เมธอด AddItem ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

```
<ชื่อของลิสต์บ็อกซ์>.AddItem Item, [Index]
```

โดยพารามิเตอร์ต่างๆ มีความหมายดังต่อไปนี้

1. Item เป็นข้อความที่ต้องการเพิ่มเข้าไปในลิสต์บ็อกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 2.7 การกำหนดค่าคุณสมบัติคอลัมน์

ค่าที่กำหนดให้	คำอธิบาย
0	แสดงคอลัมน์เดี่ยวและมีสกรอลบาร์แนวนอน (Default)
>0	แสดงคอลัมน์และมีสกรอลบาร์แนวนอน โดยความกว้างของแต่ละคอลัมน์ จะเท่ากับความกว้างของลิสต์บ็อกซ์หารด้วยค่าคุณสมบัตินี้และไม่มีสกรอลบาร์แนวนอน

2.7.8 คอมโบบ็อกซ์ (ComboBox)

คอมโบบ็อกซ์เป็นคอนโทรลที่รวมความสามารถของเท็กซ์บ็อกซ์ และลิสต์บ็อกซ์เข้าไว้ด้วยกัน ทำให้เราสามารถเลือกรายการได้เช่นเดียวกับลิสต์บ็อกซ์ รวมทั้งสามารถแก้ไขรายการได้เหมือนกับเท็กซ์บ็อกซ์ คอมโบบ็อกซ์จะใช้พื้นที่ว่างน้อยกว่าลิสต์บ็อกซ์ และใช้คำสั่งในการทำงานคล้ายกัน ดังนั้น เราสามารถนำความรู้เกี่ยวกับลิสต์บ็อกซ์มาใช้กับคอมโบบ็อกซ์ได้

การกำหนดค่ารูปแบบของคอมโบบ็อกซ์

เราสามารถกำหนดรูปแบบของคอมโบบ็อกซ์ได้โดยผ่านทางคุณสมบัติ Style โดยคอมโบบ็อกซ์มีรูปแบบที่ใช้ในการใช้งานอยู่ 3 แบบ ดังตาราง

ตารางที่ 2.8 รูปแบบของคอมโบบ็อกซ์

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

2.7.9 ไทเมอร์ (Timer)

จุดประสงค์ของการใช้คอนโทรลไทมเมอร์ คือให้มีการทำงานบางอย่างทุกๆ ช่วงเวลาที่เรากำหนด ซึ่งจะช่วยให้การทำงานบางอย่างถูกทำแบบฉากหลังพร้อมๆ กับมีโปรแกรมอื่นทำงานอยู่ด้วย คอนโทรลนี้ จะไม่สามารถมองเห็นได้เมื่อรัน โปรแกรม (เราเรียกคอนโทรลประเภทนี้ว่า Non Visual Interface ซึ่งก็คือ จะไม่เห็นตัวคอนโทรลในขณะที่รัน โปรแกรมขึ้นมา)

คุณสมบัติที่สำคัญของไทมเมอร์

1. Interval เป็นคุณสมบัติที่บอกว่าการให้เกิดขึ้นวินาที Timer เว้นช่วงเวลาห่างกันเท่าไรคุณสมบัตินี้จะมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที (1/1000 second)

นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอื่นๆ อีกมากมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Timer เป็นอีเวนต์ที่เกิดขึ้นในทุกช่วงเวลาที่เราได้กำหนดไว้ในคุณสมบัติ Interval

สกรอลบาร์ (ScrollBar)

สกรอลบาร์จะใช้ในโอกาสที่ไม่สามารถแสดงผลข้อมูลทั้งหมดได้ในคราวเดียว เนื่องจากมีพื้นที่ในการแสดงผลไม่เพียงพอ หรืออาจจะใช้เป็นอินพุตของข้อมูลก็ได้ สกรอลบาร์จะมีทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง

คุณสมบัติต่างๆ ที่สำคัญของสกรอลบาร์

1. Min เป็นค่าต่ำสุดที่เป็นไปได้ของสกรอลบาร์

2. Max เป็นค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของสกรอลบาร์

3. Value เป็นคุณสมบัติที่ตรงกับตำแหน่งของสกรอลบ็อกซ์ในสกรอลบาร์

4. SmallChange เป็นการบอกว่าคุณสมบัติ Value จะมีค่าเปลี่ยนแปลงครั้งละเท่าไร เมื่อเกิดการ Click mouse ที่ปุ่มลูกศรของสกรอลบาร์

5. LargeChange เป็นการบอกว่าคุณสมบัติ Value จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเท่าไร เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งของสกรอลบ็อกซ์ โดยการ Click mouse ที่สกรอลบาร์

อีเวนต์ที่สำคัญของสกรอลบาร์

1. Change เป็นอีเวนต์ที่เกิดขึ้น เมื่อค่าคุณสมบัติ Value เปลี่ยน

2. Scroll เป็นอีเวนต์ที่เกิดขึ้น เมื่อมีการเลื่อนสกรอลบ็อกซ์ โดยไม่รวมการ Click เลื่อน โดยปุ่มลูกศรของสกรอลบาร์ ก็กับการ Click เมาส์ที่สกรอลบาร์

2.8 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน

ระบบโทรศัพท์ที่ใช้ในประเทศไทย ปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบใหญ่ ๆ คือระบบ โทรศัพท์พื้นฐาน และระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งในแต่ละบทยังมีรายละเอียดดังนี้

2.8.1 ระบบโทรศัพท์พื้นฐานมีทั้งหมด 2 ระบบต่อพื้นที่ทั่วประเทศ

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

2.8.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ระบบ NMT470 โดยองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
2. ระบบ 800 Band A โดยการสื่อสารแห่งประเทศไทย
3. ระบบเซลลูลาร์ 900 โดย บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส
4. ระบบเว็ลด์โฟน 800 โดย บมจ. โทเทิล แอ็คเซส คอมมูนิเคชั่น
5. ระบบดิจิตอล GSM โดย บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส
6. ระบบ DTAC + เว็ลด์โฟน 1800 ดิจิตอล โดย บมจ. โทเทิล แอ็คเซส คอมมูนิเคชั่น
7. ระบบ PCN 1800* โดย บริษัท WCS ในเครือข่าย IEC
8. ระบบ PCN 1800* โดย บริษัท DPC ในเครือข่ายของสามาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 การบริการขององค์กรโทรศัพท์

-การบริการต่าง ๆ ขององค์กร โทรศัพท์แห่งประเทศไทย

1. บริการสื่อสารร่วมระบบดิจิทัล คือ บริการสื่อสารที่สามารถรับส่งได้ทั้งสัญญาณข้อมูลและภาพ เป็นระบบดิจิทัล ด้วยคู่สาย ISDN เพียง 1 คู่สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. บริการประชุมไกลผ่านจอภาพ เป็นบริการติดต่อสื่อสารทั้งเสียงและภาพเคลื่อนไหว เหมือนจริง เหมาะกับกิจการขนาดใหญ่ ที่มีสำนักงานและสาขาที่ต้องมีการจัดประชุมอยู่เป็นประจำ
3. บริการพิเศษ SPC ประกอบด้วยบริการพิเศษให้เลือกขอใช้ 8 ประเภทคือ
 - บริการแจ้งค่าพูดโทรศัพท์ทางไกลทันที
 - บริการเปลี่ยนเรียกเลขหมาย
 - บริการเรียกซ้ำอัตโนมัติ
 - บริการหมายเลขย่อ
 - บริการประชุมทางโทรศัพท์
 - บริการจำกัดการเรียกออก
 - บริการหมายเลขคววน
 - บริการรับเรียกสายซ้อน
4. บริการโทรศัพท์ติดตามตัว เช่น โฟนลิงค์ (Phonelink) , เพจโฟน (Page-Phone) หรือ เวิลด์เพจ (Worldpage) เป็นบริการ โทรศัพท์ติดตามตัวแบบรับได้ทางเดียว ที่อาศัยคลื่นวิทยุเป็นสื่อ
5. บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เฉพาะกลุ่มธุรกิจ (Trunked Mobile Radio) เป็นการบริการ โทรศัพท์เคลื่อนที่เฉพาะกลุ่มธุรกิจทั่วประเทศ เพื่อเป็นการสื่อสารระหว่างผู้ใช้ในกลุ่มเดียวกัน
6. บริการส่งข้อมูลเพื่อธุรกิจผ่านดาวเทียม (ISBN) เป็นการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม และโทรศัพท์ผ่านดาวเทียม โดยผ่านสถานีกลาง (HUB)
7. บริการโทรศัพท์สาธารณะแบบใช้บัตร (Cardphone) จะเป็นการให้บริการ โทรศัพท์สาธารณะแบบใช้บัตร
8. บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular Mobile Telephone) เป็นการบริการ โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ NMT 900 ,GSM
9. บริการสื่อสารข้อมูลโดยใช้ระบบ Datanet Virtual Circuit Switch โดยผ่าน DATANET เป็นการให้บริการข้อมูลบนสายโทรศัพท์
10. บริการ 108 (PIN PHONE) เป็นการให้บริการ โทรศัพท์โดยใช้รหัส

-โทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ

บริการโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน ขององค์กร โทรศัพท์แห่งประเทศไทยขณะนี้เปิดให้บริการอยู่ 2 ประเทศ คือ มาเลเซีย และลาว ท่านสามารถโทรศัพท์ไปประเทศทั้งสองประเทศได้ด้วยวิธีง่าย ๆ ดังนี้

1. ต่อทางไกลอัตโนมัติด้วยตัวท่านเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์รับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 กด 007+รหัสประเทศ+รหัสเมือง+เลขหมายปลายทางรหัสประเทศ มาเลเซีย 60 รหัสประเทศลาว 856
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อเอกสารที่ส่งที่มาไปใช้

ตัวอย่างเช่น หากท่านต้องการโทรศัพท์ไปยังเมืองต่าง ๆ โปรดกรอรหัสดังนี้

ประเทศ / เมืองปลายทางที่จะติดต่อ กด รหัสประเทศ+รหัสเมือง+เลขหมายปลายทาง

- มาเลเซีย / เมืองกัวลาลัมเปอร์ กด 007 + 60 +3 + XXXXXXX

- ลาว / เมืองเวียงจันทน์ กด 007+ 856+21+ XXXXXXX

2. ต่อผ่านพนักงาน

กด 101 เพื่อติดต่อ โอเปอร์เรเตอร์ พร้อมบอกเลขหมายปลายทางให้ โอเปอร์เรเตอร์ต่อให้โทรศัพท์ทางไกลในประเทศ

- ปัจจุบันโทรศัพท์ทางไกลในประเทศแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. โทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติ

เป็นระบบโทรศัพท์ทางไกลที่สามารถติดต่อได้ด้วยตัวเอง เพียงกรอรหัสทางไกลแล้วตามด้วยหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการติดต่อ ดังนั้นเมื่อต้องการ โทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติถึงผู้ใดควรตรวจสอบรหัสทางไกลของชุมสายปลายทางที่จะติดต่อว่าอยู่ในเขตรหัสเดียวกันหรือต่างกัน เพราะถ้าเป็นรหัสเดียวกันต่อเพียงหมายเลขปลายทางเท่านั้นไม่ต้องกรอรหัสทางไกล

2. โทรศัพท์ทางไกลแบบพนักงานต่อ

“ หมุน 101 ” เพื่อขอใช้โทรศัพท์ทางไกล โดยบอกรายละเอียดแก่พนักงานต่อซ้ำ ๆ และชัดเจนดังนี้

- รหัสเขตโทรศัพท์ทางไกลของหมายเลขปลายทาง

- หมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง

- หมายเลขโทรศัพท์ของตนเอง

- ชื่อของตนเอง

2.8.4 การคิดค่าบริการของโทรศัพท์ทางไกลในประเทศ

1. ค่าบริการให้พนักงานต่อ คิดเพิ่มขึ้นในอัตราครั้งละ 20 บาทสำหรับภาคกลางวัน และ 30 บาทสำหรับภาคค่ำและภาคดึก

2. ค่าบริการโทรศัพท์ คิดตามระยะทางระยะเวลาที่ใช้ ดังนี้

- ภาคกลางวัน 07.00 น. – ก่อน 18.00 น.

ค่าบริการพนักงานต่อ 20 บาท ค่าโทรศัพท์ทางไกล

- ภาคค่ำ 18.00 น. ก่อน 22.00 น.

ค่าบริการพนักงานต่อ 30 บาท และค่าโทรศัพท์ทางไกล

- ภาคดึก 22.00 น. – ก่อน 07.00 น.

ค่าบริการพนักงานต่อ 30 บาท และค่าโทรศัพท์ทางไกล

หมายเหตุ : บริการโทรศัพท์ทางไกลโดยพนักงานต่อประเภทเก็บเงินปลายทางคิดว่า บริการเก็บเงินปลายทางอีกครั้งละ 20 บาท

ตารางที่ 2.9 เปรียบเทียบอัตราภาคกลางวัน ภาคค่ำและภาคดึก (บาท/นาที)

ภาคกลางวัน 07.00 น. – ก่อน 18.00 น.	ภาคค่ำ 18.00 น. – ก่อน 22.00 น.	ภาคดึก 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

2.8.5 อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด

สำหรับอัตราที่ถูกกำหนดไว้เป็นมาตรฐานโดยองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย โดยแสดงอยู่ในอัตราของราคาต่อเวลา 1 นาที โดยการคิดเศษนาทีปัดขึ้นเป็น 1 นาที ตารางที่ 2.10 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดเมื่อคิดจุดโทรศัพท์ที่ออกจากกรุงเทพฯ โดยแยกเป็นเขตภูมิภาค เขตรหัสทางไกลแล้วแยกย่อยออกไปเป็นเขตแต่ละจังหวัด แล้วแสดงค่าบริการในแต่ละจังหวัด

ตารางที่ 2.10 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด

รหัสทางไกล	เลขนำหน้า	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
3 ตัวแรก	ตัวแรก		
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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด(ต่อ)

รหัสทางไกล 3 ตัวแรก	เลขนำหน้า ตัวแรก	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
	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
	2,3	อุดรธานี,หนองบัวลำภู	15
	4	หนองคาย	18
	5	นครพนม	18
	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	ศรีสะเกษ	15
	7	ยโสธร	15
053	2,3	เชียงใหม่	18
	5	ลำพูน	18
	6	แม่ฮ่องสอน	18
	7	เชียงราย	18
054	2	ลำปาง	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการอ้างอิงเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด(ต่อ)

รหัสทางไกล 3 ตัวแรก	เลขนำหน้า ตัวแรก	จังหวัด	อัตราค่าบริการ (บาท/นาที)
	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
	4	ชัยนาท	9
	5	อุทัยธานี	9
	6	พิจิตร	9
	7	เพชรบูรณ์	12
	3,4	ปทุมธานี	18
	5,6	นครราชสีมา	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

หมายเหตุ : - ค่าบริการที่แสดงในตารางข้างบนนี้คิดเมื่อต้นทางอยู่ในเขตพื้นที่นครหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่แสดงอัตราค่าบริการที่แสดงในตารางเป็นอัตราภาคกลางวัน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคิดค่าบริการในลักษณะนี้จะเป็นแบบราคาเดียว คืออัตราค่าบริการ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับเวลาในการใช้งาน และสำหรับประเทศไทยนั้น ได้กำหนดให้อัตรานี้ คือ 3 บาท ต่อการใช้โทรศัพท์ภายในจังหวัด 1 ครั้ง และมีหน่วยงานพิเศษบางหน่วยงานที่ผู้โทรเข้าไม่ต้องเสียค่าบริการ ซึ่งหมายเลขโทรศัพท์ของหน่วยงานเหล่านี้จะมีหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 1 เสมอ แต่ไม่ได้หมายความว่า หมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 1 จะเป็นหมายเลขที่โทรเข้า โดยไม่เสียค่าบริการเสมอไป

ตารางที่ 2.11 หมายเลขโทรศัพท์ที่ไม่เสียค่าบริการ

หมายเลขโทรศัพท์	ชื่อหน่วยงานหรือสถานที่บริการ
1133	บริการสอบถามเบอร์โทรศัพท์ในเขตนครหลวง
183	บริการสอบถามเบอร์โทรศัพท์ในเขตภูมิภาคและเลขหมายของโทรศัพท์เคลื่อนที่
191	แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย
123	แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย
193	ตำรวจทางหลวง
199	ศูนย์ดับเพลิงศรีอยุธยา
195	กองปราบปราม
1699	ตำรวจท่องเที่ยว
17 - XXX	แจ้งเหตุขัดข้องในการใช้โทรศัพท์ (กค 17 ตามด้วยหมายเลข 3 ตัวแรกของหมายเลขโทรศัพท์ที่ขัดข้อง)
189	ศูนย์ระฆังทอง รับเรื่องเรียนเรื่องโทรศัพท์
1644	สถานีวิทยุ สวพ.91
1548	ศูนย์สอบถามทะเบียนราษฎร
108	PIN PHONE

และยังมีหมายเลขพิเศษ ซึ่งขึ้นต้นด้วย 1 เช่นกัน และที่เป็นหมายเลข 7 ตัวตามปกติ (เฉพาะในเขตกรุงเทพฯ คิดค่าบริการครั้งละ 3 บาท) สำหรับส่วนภูมิภาคจะมีบางหมายเลขที่ไม่สามารถเรียกได้เช่นเดียวกับในกรุงเทพฯ และอัตราค่าบริการในกรณีหน่วยงานนั้น ๆ ตั้งอยู่ในจังหวัดของผู้เรียกนั้นจะคิดค่าบริการครั้งละ 3 บาทเช่นเดียวกับในกรุงเทพฯ ส่วนกรณีหน่วยงานนั้น ๆ มิได้ตั้งอยู่ในจังหวัดของผู้เรียกก็ยังสามารถเรียกได้ และยังจะเรียกไปหน่วยงานนั้น ๆ ที่ตั้งอยู่ในเขตรหัสทางไกลเดียวกันการคิดค่าบริการ จะคิดค่าบริการในอัตราเดียวกับการโทรทางไกลต่างจังหวัดในเขตเดียวกัน ตามที่กำหนดไว้อัตราปกติ และสำหรับหมายเลขที่เรียกได้ทั้งในส่วนกรุงเทพฯ และส่วนภูมิภาคได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 แสดงหมายเลขโทรศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วย 1 แต่ต้องเสียค่าบริการ

หมายเลขโทรศัพท์	บริการ
151,152	PHONELINK
1141, 1142, 1144	PACKLINK
1500, 1501	EYSY CALL
161, 162	HUTCHISON PAGE PHONE
1188	POST-TEL
142	WORLDPAGE
1567	ศูนย์บริการข่าวสารมหาดไทย
1665	สำนักงานอาสาภาษาต่างประเทศไทย
1125	แจ้งท่อประปาแตก
181	สอบถามเวลา
182	ศูนย์บริการข่าวอากาศ
1506	ศูนย์ข้อมูลสำนักงานประกันสังคม
1507	ศูนย์บริการให้คำปรึกษาทางโทรศัพท์กรมประชาสงเคราะห์
714-3333	เฮลท์ไลน์ สายด่วนเพื่อสุขภาพ
383-9195-8	สถานีวิทยุ จส. 100

2.8.6 การคิดค่าบริการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

สำหรับการคิดค่าบริการในระบบนี้นั้น จะแบ่งรูปแบบของการคิดค่าบริการจากลักษณะของการเรียกจากระบบใดได้ดังนี้คือ

1. การเรียกจาโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่

สำหรับการเรียกในรูปแบบนี้จะคิดค่าบริการ โดยคิดจากจุดที่ผู้เรียกทำการเรียกไปยังจุดลงทะเบียนของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ถูกเรียก โดยไม่เกี่ยวกับพื้นที่ที่ผู้ถูกเรียกอยู่เสมอ

2. การเรียกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน

สำหรับการเรียกในรูปแบบนี้จะคิดค่าบริการ โดยคิดจากจุดผู้เรียกทำการเรียกไปยังพื้นที่หรือจังหวัดของโทรศัพท์พื้นฐานที่ถูกเรียก

3. การเรียกจากโทรศัพท์พื้นฐานไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่

สำหรับการเรียกในรูปแบบนี้จะคิดค่าบริการ โดยเรียกจากพื้นที่จังหวัดที่ตั้งของโทรศัพท์พื้นฐานเครื่องเอกลนั้นไปยังจุดลงทะเบียนของโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยไม่เกี่ยวกับพื้นที่ที่ผู้ถูกเรียกอยู่ในขณะเวลานั้นเลย นั่นคือการคำนวณไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกรณีทั้ง 3 นี้ กรณีที่เราสนใจก็คือกรณีที่ 3 เนื่องจากโครงการนี้เป็นอุปกรณ์ที่ถูกใช้กับโทรศัพท์พื้นฐานดังนั้นหากเราได้ทราบข้อมูลของโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหมดที่มีอยู่ในขณะนี้ ว่าการแบ่งเขตการให้บริการของโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละระบบนั้น ในแต่ละเขตประกอบด้วยหมายเลขใดบ้างที่ให้บริการจะทะเบียนในเขตนั้น ๆ เราจะสามารถคำนวณค่าบริการออกมาได้ในทุกระบบ

ในกรณีนี้เรามีข้อมูลของระบบเซลลูลาร์ 900 และ ระบบดิจิตอล จีเอสเอ็ม ที่ให้บริการ โดย บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส เพียงสองระบบ การคำนวณจึงจะสามารถคำนวณได้เฉพาะหมายเลขโทรศัพท์ที่ถูกรับบริการ โดยสองระบบนี้เท่านั้น โดยจากการแบ่งเขตให้บริการของโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยทั่วไปทุกระบบจะมีอัตราค่าบริการอยู่เพียง 3 ระดับเท่านั้น โดยแบ่งได้ดังนี้คือ

1. การเรียกระหว่างเขตรหัสโทรศัพท์เคลื่อนที่เดียวกัน คิดอัตรา 3 บาทต่อนาที
2. การเรียกระหว่างเขตรหัสโทรศัพท์เคลื่อนที่ติดกัน คิดอัตรา 8 บาทต่อนาที
3. การเรียกระหว่างเขตรหัสโทรศัพท์เคลื่อนที่ คิดอัตรา 12 บาทต่อนาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 การแบ่งเขตการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์ 900 และดิจิตอล จีเอสเอ็ม

เขตที่	รหัสทางไกล	จังหวัด	หมายเลขโทรศัพท์ที่ให้บริการจดทะเบียน	
			ระบบเซลลูลาร์ 900	ระบบดิจิตอล จีเอสเอ็ม
1	02	กรุงเทพฯ (BKK)	01-900-939-XXXX	01-811-815-XXXX
		นนทบุรี (BKK)	01-984-986-XXXX	01-821-823-XXXX
		สมุทรปราการ (BKK)	01-988-989-XXXX	01-824-829-XXXX
		ปทุมธานี (BKK)	01-251-255-XXXX	01-831-835-XXXX
	032	ประจวบคีรีขันธ์ (PKN)		01-841-845-XXXX
		เพชรบูรณ์ (PBI)		01-856-857-XXXX
		ราชบุรี (RBR)		
	034	กาญจนบุรี (KPI)		
		นครปฐม (NPT)		
		สมุทรสงคราม (SKM)		
		สมุทรสาคร (SKN)		
	035	สุพรรณบุรี (SPB)		
		อยุธยา (AYA)		
		อ่างทอง (ATG)		
	036	ลพบุรี (LRI)		
		สิงห์บุรี (SBR)		
		สระบุรี (SRI)		
	037	ปราจีนบุรี (PRI)		
		นครนายก (NYK)		
		สระแก้ว (SKW)		
038	ชลบุรี (CBI)			
	ฉะเชิงเทรา (CCO)			
	ระยอง (RYG)			
039	จันทบุรี (CTI)			
	ตราด (TRT)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 การแบ่งเขตการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์ 900 และดิจิตอล จีเอสเอ็ม(ต่อ)

เขตที่	รหัสทางไกล	จังหวัด	หมายเลขโทรศัพท์ที่ให้บริการจดทะเบียน	
			ระบบเซลลูลาร์ 900	ระบบดิจิตอล จีเอสเอ็ม
2	042	อุดรธานี (UND)	01-955-XXXX	01-871-872-XXXX
		หนองคาย (NKI)	01-966-967-XXXX	
		สกลนคร (SNK)	01-976-977-XXXX	
		นครพนม (SNK)	01-999-XXXX	
		มุกดาหาร (MDH)		
	043	เลย (LEI)		
		หนองบัวลำภู (NBP)		
		ขอนแก่น (KKN)		
		มหาสารคาม (MKM)		
		ร้อยเอ็ด (RET)		
3	044	กาฬสินธุ์ (KSN)		01-876-877-XXXX
		นครราชสีมา (MNA)	01-954-XXXX	
		บุรีรัมย์ (BRM)	01-964-965-XXXX	
		ชัยภูมิ (CPM)	01-974-975-XXXX	
		สุรินทร์ (SRN)		
	045	อุบลราชธานี (UBN)		
		ศรีสะเกษ (SSK)		
		ยโสธร (YST)		
		อำนาจเจริญ (ACR)		
		4	053	
เชียงใหม่ (CMI)	01-960-961-XXXX			
ลำพูน (LPN)	01-980-XXXX			
แม่ฮ่องสอน (MSN)	01-992-993-XXXX			
ลำปาง (LPG)				
พะเยา (PYO)				
แพร่ (PRE)				
น่าน (NAN)				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 การแบ่งเขตการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์ 900 และดิจิตอล จีเอสเอ็ม(ต่อ)

เขตที่	รหัสทางไกล	จังหวัด	หมายเลขโทรศัพท์ที่ให้บริการจดทะเบียน			
			ระบบเซลลูลาร์ 900	ระบบดิจิตอล จีเอสเอ็ม		
5	055	พิษณุโลก (PLK)	01-953-XXXX	01-851-852-XXXX		
		สุโขทัย (STI)	01-962-XXXX	01-886-XXXX		
	056	กำแพงเพชร (KPT)	01-971-973-XXXX	01-887-XXXX		
		ตาก (TAK)				
		อุดรดิตถ์ (UTT)				
		นครสวรรค์ (NSN)				
		พิจิตร (PCT)				
		เพชรบูรณ์ (PBN)				
		อุทัยธานี (UTI)				
		ชัยนาท (CNT)				
		6	073	ยะลา (YLA)	01-957-959-XXXX	01-896-897-XXXX
				ปัตตานี (PTN)	01-963-969-XXXX	
นราธิวาส (NWT)	01-990-XXXX					
สงขลา (SKA)						
พัทลุง (PLG)						
สตูล (STN)						
7	075			นครศรีธรรมราช (NRT)	01-956-958-XXXX	01-891-892-XXXX
		ตรัง (TRG)	01-968-970-XXXX			
		กระบี่ (KBI)	01-978-979-XXXX			
		ภูเก็ต (PKT)				
		พังงา (PNA)				
		สุราษฎร์ธานี (SNI)				
		ชุมพร (CPN)				
		ระนอง (RNG)				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อคิดจากจุดเรียกคืนกรุงเทพฯ

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

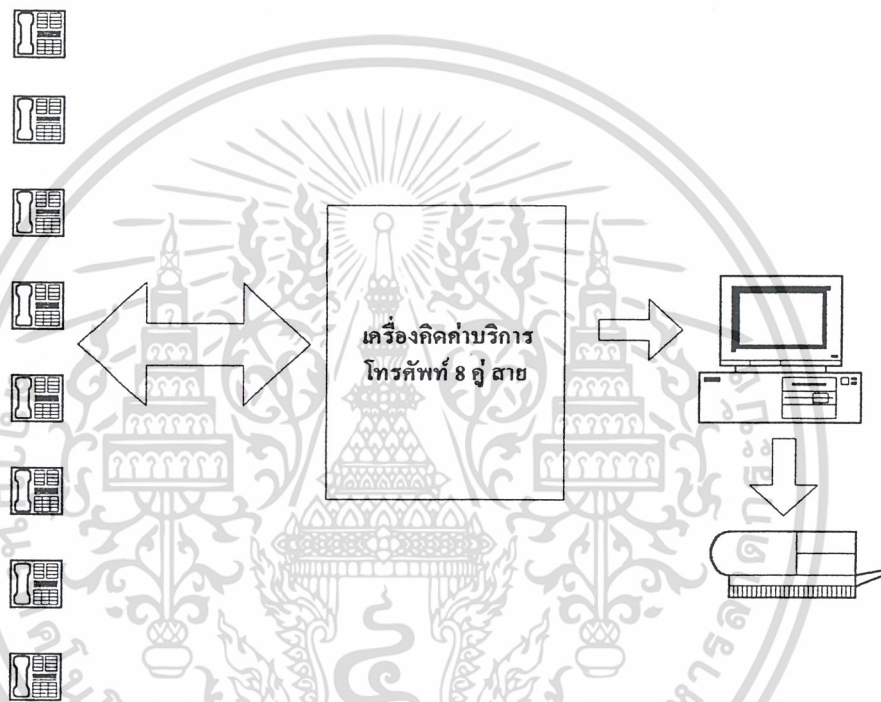


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการคำนวณ

เครื่องคิดค่าบริการ โทรศัพท์ 8 คู่สาย นี้ สามารถต่อใช้งานกับเครื่องโทรศัพท์ได้สูงสุด 8 คู่สาย หรือต่อใช้งานร่วมกับตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX) และสามารถนำข้อมูลการใช้โทรศัพท์พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ดังรูปที่ 3.1



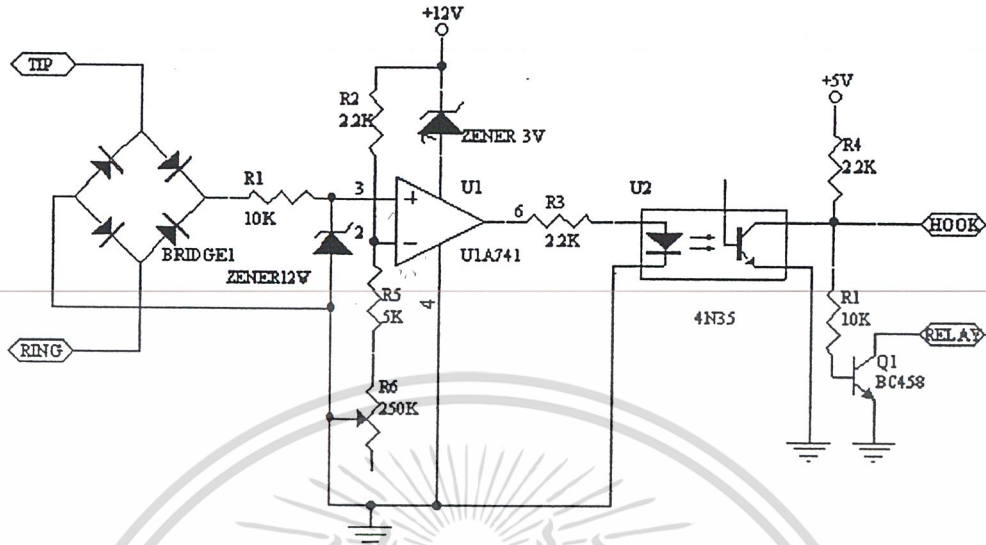
รูปที่ 3.1 เครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย

3.1 ส่วนประกอบของวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์

1. วงจรตรวจจับการยกหู (Hook Status Detector)
2. วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing Detector)
3. วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)
4. วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone Detector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 วงจรตรวจจับการยกหู (Hook Status Detector)



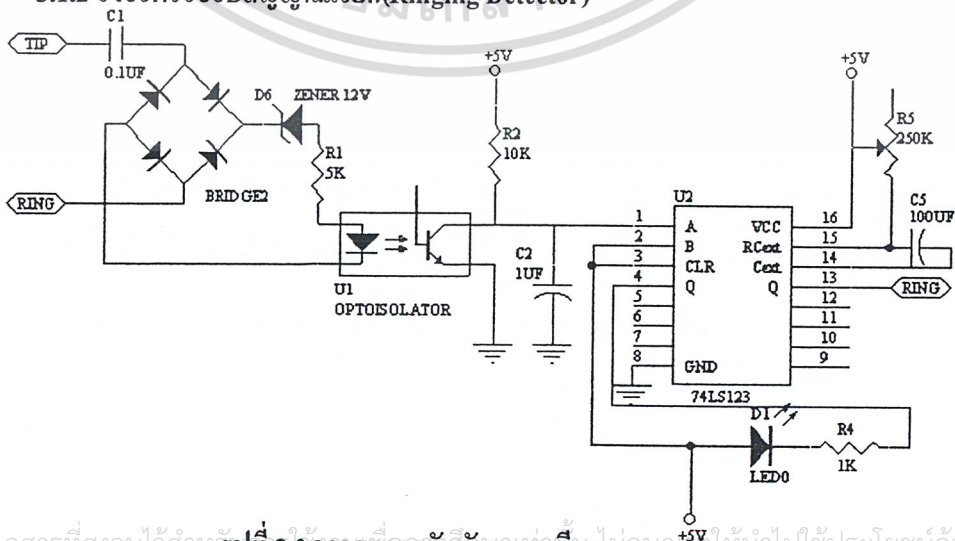
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับการยกหู

จะทำหน้าที่ในการตรวจสอบการยกหูหรือวางหูของเครื่องโทรศัพท์ โดยจะตรวจสอบจากระดับแรงดันในคู่สายโทรศัพท์ คือ เมื่อยกหูโทรศัพท์จะมีแรงดันตกคร่อมคู่สายประมาณ 10 โวลต์คิซี และเมื่อวางหุจะมีแรงดันประมาณ 48 โวลต์คิซี ดังนั้นจากส่วนนี้เมื่อมีการวางหุจะส่งลอจิก 0 และเมื่อยกหุจะส่งลอจิก 1 ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในวงจรจะใช้ OP-AMP ตั้งระดับแรงดันอ้างอิงที่ขา 2 ไว้ที่ระดับ 11 โวลต์ และใช้ออปโตไอโซเลเตอร์เป็นตัวเปลี่ยนระดับแรงดันจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์

ขณะที่วางหุแรงดันไฟตรง 48 โวลต์จะผ่านวงจรบริดจ์ซึ่งจะทำให้ขั้วของแรงดันแน่นอนอนหลังจากนั้นจะมีแรงดันคร่อมตัวต้านทานและซีเนอร์ไดโอด 12 โวลต์ ดังนั้นแรงดันที่ตกคร่อมมา 3 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 12 โวลต์เพราะซีเนอร์ไดโอดจำกัดแรงดันไว้ เมื่อแรงดันที่เข้ามามีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิง ทำให้ออปโตไอโซเลเตอร์ไม่นำกระแสแรงดันเอาท์พุทเท่ากับ 0 โวลต์

3.1.2 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก(Ringing Detector)

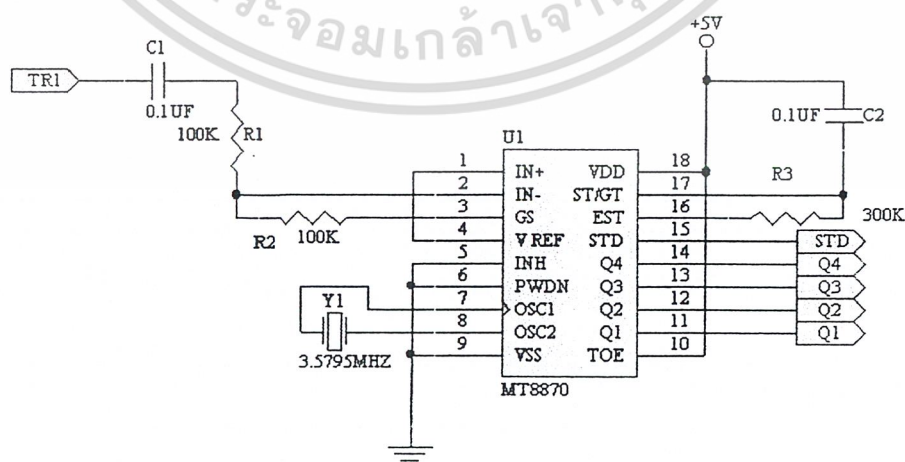


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก มอนูยูที้ที่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำหน้าที่ในการตรวจจับสัญญาณเรียกเข้าโดยจะมีความถี่ 25 เฮิร์ต 100 Vp-p คือ เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งดังเข้ามา ส่วนนี้จะแสดงสถานะ 1 ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ และแสดงสถานะ 0 เมื่อมีการรับสายหรือผู้รับวางหู

สัญญาณเรียกเป็นสัญญาณที่หุ้มสายส่งมายังผู้ที่ถูกเรียกซึ่งเป็นสัญญาณไซน์ความถี่ประมาณ 100 Vp-p หรือประมาณ 70-90 Vrms โดยสัญญาณเรียกจะดัง 1 วินาที คับ 4 วินาที เมื่อสัญญาณเรียกเข้ามาจะมีคาปาซิเตอร์ 0.47 ไมโครฟารัด เป็นตัวกั้นไฟกระแสดังตรงไม่ให้เข้ามาในวงจร สัญญาณจะผ่านวงจรบริดจ์ซึ่งทำหน้าที่จัดขั้วของแรงดันให้มีค่าแน่นอน โดยในขณะที่มีสัญญาณเรียกค่าของแรงดันของสัญญาณจะมีค่ามากกว่าแรงดันพ่วงของซีเนอร์ไดโอดทำให้มีโวลต์แดงตกคร่อมที่ขา 1 ของออปโตไอโซเลเตอร์ แอลอีดีที่อยู่ที่อยู่ภายในออปโตไอโซเลเตอร์ติด ทำให้มีแสงสว่างไปไบอัสให้กับโฟโตทรานซิสเตอร์จะทำให้หน้ากระแส ทำให้ที่ขา 5 ของออปโตไอโซเลเตอร์มีโวลต์แดงเท่ากับ 0 ซึ่งจะแสดงภาวะของ 0 V ด้วยสภาวะลอจิก 0 และเมื่อไม่มีสัญญาณเรียกแรงดันที่เข้ามาจะต่ำกว่าแรงดันพ่วงของซีเนอร์ไดโอด ทำให้ซีเนอร์ไดโอดมีคุณสมบัติเสมือนเป็นไดโอดคอร์ทเวิร์กอยู่ทำให้ไม่มีกระแสไหลที่ขา 1 ของออปโตไอโซเลเตอร์ แอลอีดีที่อยู่ภายในออปโตไอโซเลเตอร์ดับ ทำให้ไม่มีแสงสว่างไปไบอัสให้กับโฟโตทรานซิสเตอร์ ทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์คัทออฟ ดังนั้นที่ขา 5 ของออปโตไอโซเลเตอร์จึงมีโวลต์แดงตกคร่อมประมาณ 3.5 โวลต์ แทนสถานะของ 3.5 โวลต์ ด้วยสภาวะลอจิก 1 เพราะฉะนั้นเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาที่ขา 5 ของออปโตไอโซเลเตอร์จะมีสถานะ 0 เป็นเวลา 5 วินาที และเป็น 1 นาน 4 วินาที สลับกันไป แต่สภาวะลอจิก 0 และ 1 ที่สลับกันนี้ยากในการเขียนโปรแกรมควบคุม ดังนั้นจึงต้องต่อ 74LS123 ทำหน้าที่เป็นวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable Multivibrator) เพื่อคงสถานะของสภาวะลอจิก 1 ตลอดเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามา และจะเป็นสภาวะลอจิก 0 เมื่อไม่มีสัญญาณเรียกเข้ามา ซึ่งวงจรโมโนสเตเบิลนี้จะปรับช่วงของเวลาที่ทริกส์ โดยการปรับ Volume Resistor

3.1.3 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์(DTMF Decoder)



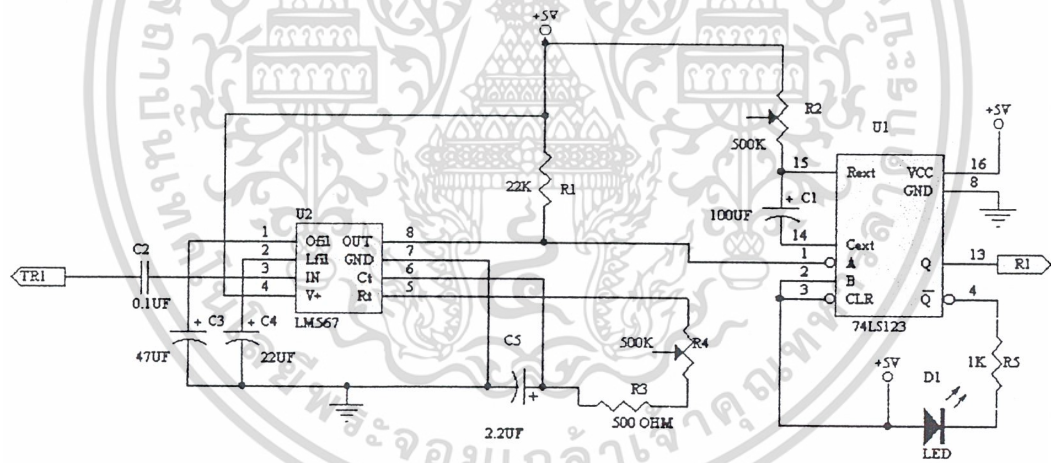
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณความถี่จากการกดปุ่มโทรศัพท์เป็นรหัส BCD Code ออกไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบหมายเลขที่โทรเข้า

วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์จะใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ MT8870 ซึ่งจะทำหน้าที่ในการถอดรหัสความถี่ DTMF ออกมาเป็รหัสไบนารี 4 บิต ภายใน MT8870 ซึ่งจะประกอบไปด้วยภาคกรองความถี่, ภาคถอดรหัส,ภาคตรวจสอบสัญญาณ,ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง และภาคกำเนิดความถี่ โดยจะใช้คริสตอล 3.57954 MHz เป็นฐานเวลาจากวงจรจะใช้แมชชิง (Matching) 600 โอห์ม มาเป็นตัวคัปปลิง (Coupling) สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์เข้ามายังวงจรเฉพาะสัญญาณโทรศัพท์เท่านั้น และยังทำหน้าที่ในการแยกกราวด์ (Ground) ของวงจรอีกด้วย เพราะในคู่สายโทรศัพท์จะมีสัญญาณรบกวนต่างๆ มากมายซึ่งอาจจะมีผลต่อการตีโค้ดสัญญาณได้หลังจากที่ทำการกดหมายเลขและไอซีที่ทำการตีโค้ดรหัส แล้วจะส่งรหัสไบนารีไปยังเอาต์พุต Q1-Q4 จากนั้นไอซีก็จะทำการแลตช์ (Latch) ค่าสัญญาณนั้นเอาไว้จนกว่าจะได้รับการสัญญาณใหม่เข้ามา แล้วจึงค่อยเปลี่ยนเป็นรหัสตัวใหม่โดยในการเขียน โปรแกรมควบคุมนั้นจะใช้สัญญาณจากขา STD และ Q1-Q4 เป็นตัวเช็คสถานะในการเขียน โปรแกรมควบคุม

3.14 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone Detector)



รูปที่ 3.5 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

ทำหน้าที่ในการตรวจจับสัญญาณเรียกกลับหลังจากทำการติดต่อสำเร็จ โดยส่วนนี้จะแสดงสถานะ 1 เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่างและจะแสดงสถานะ 0 เมื่อไม่มีสัญญาณเรียกกลับให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์แล้วรีเลย์จะทำการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรมานี้ และเมื่อกดหมายเลขปลายทางก็จะได้รับสัญญาณตอบกลับมา ถ้าหากสายปลายทางว่างก็จะได้รับสัญญาณเรียกกลับ ความถี่ประมาณ 425 Hz ค้าง 1 วินาที คับ 4 วินาที แต่ถ้าสายปลายทางไม่ว่างก็จะได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง ความถี่ประมาณ 425 Hz ค้าง 0.5 วินาที คับ 0.5 วินาที สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์จะผ่านเข้ามา IC LM567 ซึ่งถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือเป็นวงจรจับสัญญาณ (Tone Detector) เพื่อตรวจจับสัญญาณความถี่ประมาณ 425 Hz โดยการกำหนดค่าจากตัวต้านทานและตัวเก็บประจุซึ่งต่ออยู่ที่ขา 5 และขา 6 ของ IC LM567 จากความสัมพันธ์ $f=1/(1.1 RC)$ เมื่อมีสัญญาณอินพุตซึ่งมีความถี่ประมาณ 425 Hz มาเข้าวงจรนี้ เอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น 0 และเมื่อไม่มีอินพุตความถี่ดังกล่าวเอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น 1 เมื่ออินพุตเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง เอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น 0 นาน 0.5 วินาที และเป็น 1 นาน 0.5 วินาที สลับกันไป ถ้าอินพุตเป็นสัญญาณเรียกกลับ เอาท์พุทที่ขา 8 จะเป็น 0 นาน 1 วินาที และเป็น 1 นาน 4 วินาทีสลับกันไป แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสถานะของลอจิก 0 และ 1 สลับกันแบบนี้ ทำให้ยากต่อการเขียนโปรแกรมควบคุม ดังนั้นจึงต้องวงจรโมโนสเตเบิลเพิ่มเข้าไปเพื่อทำการทริกให้อาท์พุทคงสถานะ 1 ตลอดที่สัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่างเข้ามาและจะมีสถานะลอจิก 0 เมื่อไม่มีสัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่าง โดยใช้ IC 74LS123 เป็นตัวสร้างวงจรโมโนสเตเบิล ซึ่งสามารถปรับค่าของช่วงเวลาที่ทำการทริกส์ที่ Volume Resistor และ Capacitor ของวงจร

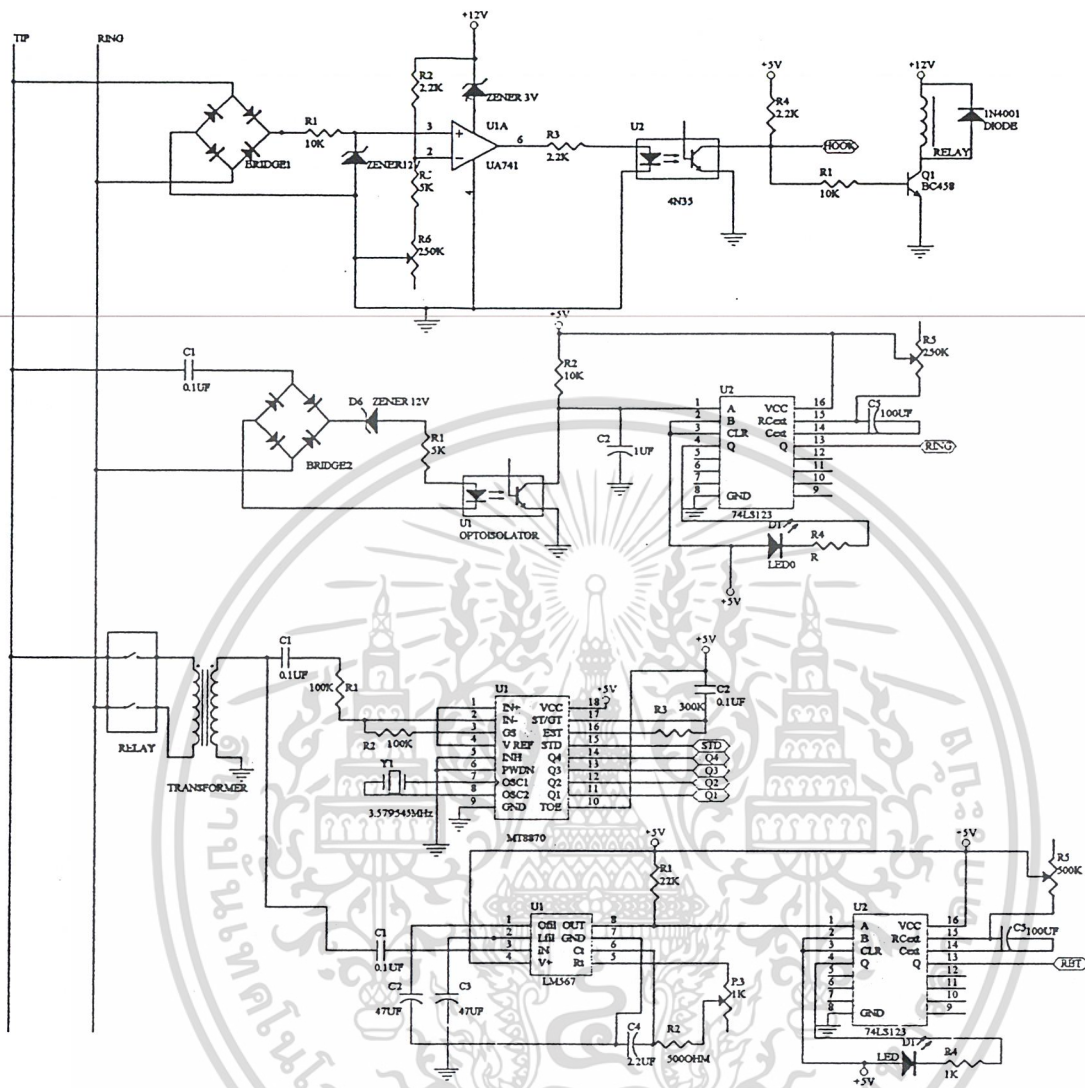
3.2 ส่วนควบคุมการทำงาน

ส่วนควบคุมการทำงานนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากวงจรดีเทคเตอร์และส่งสัญญาณที่ประมวลผลแล้วไปแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ในโครงงานนี้ใช้คอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน

ในการออกแบบจะทำการเชื่อมต่อ MCS-51 เข้ากับ RAM และทำการขยาย port ของ MCS-51 โดยการต่อเข้ากับ IC เบอร์ 8255 เพราะเนื่องมาจากสัญญาณที่ได้จากคู่สายโทรศัพท์ส่งไปยังวงจรดีเทคเตอร์แปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งไปยัง MCS-51 มีทั้งหมด 4 สัญญาณ ได้แก่ สถานะการยกหูโทรศัพท์(Hook Status) , สัญญาณกระดิ่ง(Ringing Tone) , สัญญาณเรียกกลับ(Ringback Tone)และข้อมูลที่ได้จากการถอดรหัส DTMF

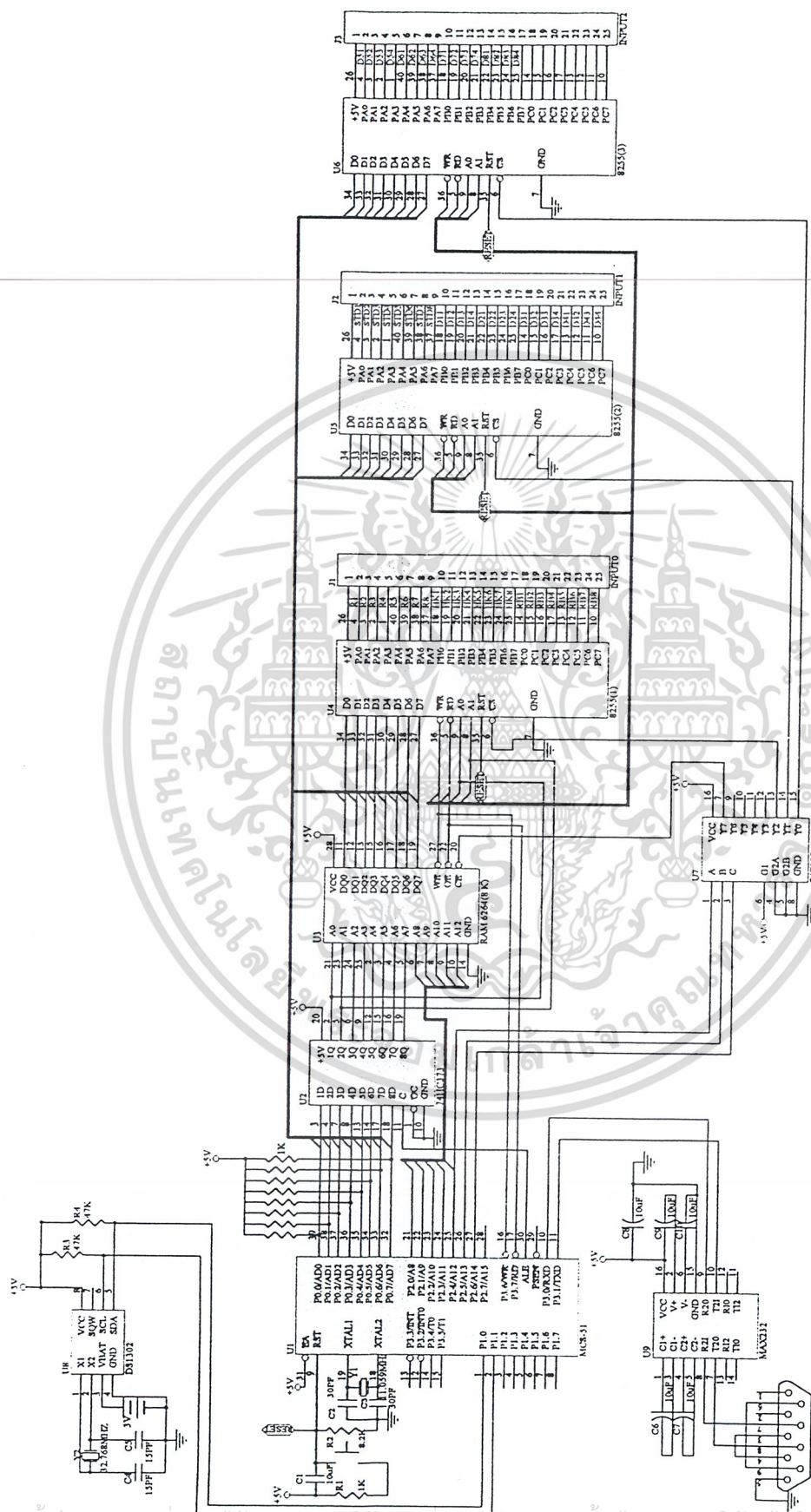
3.3 ส่วนเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม

ในโครงงานนี้ทำการเชื่อมต่อ MCS-51 เข้ากับพอร์ตอนุกรมโดยผ่าน IC MAX232 CPE โดย IC MAX232 CPE จะต่อเข้ากับ MCS-51 ที่ขา RXD และ TXD ส่วนอีกด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับ คอนเน็คเตอร์แบบ DB-9 ตัวผู้ โดยข้อมูลจาก MCS-51 จะส่งไปแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ตอนุกรม



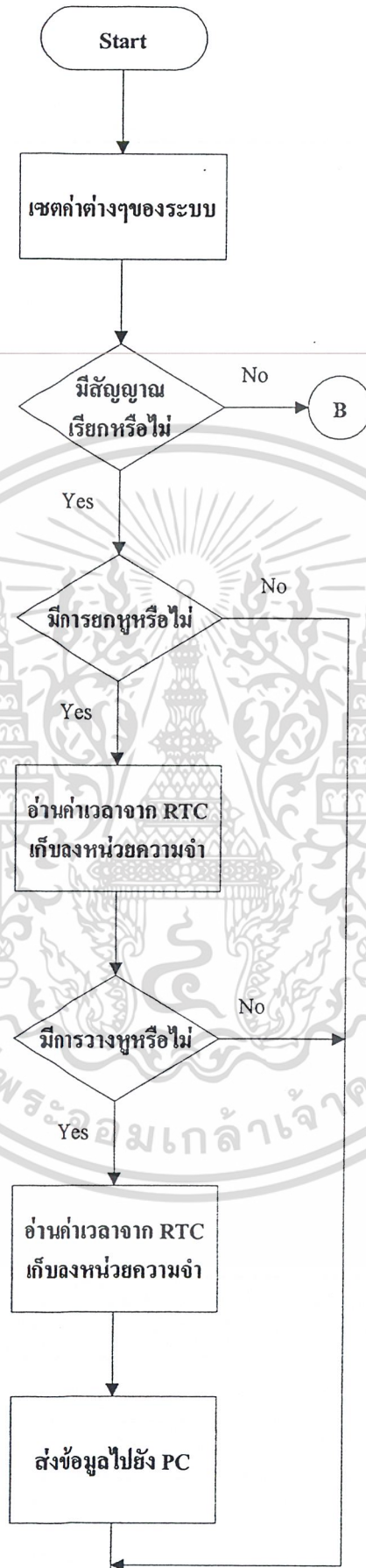
รูปที่ 3.6 วงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ส่วนควบคุมการทำงานและส่วนเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



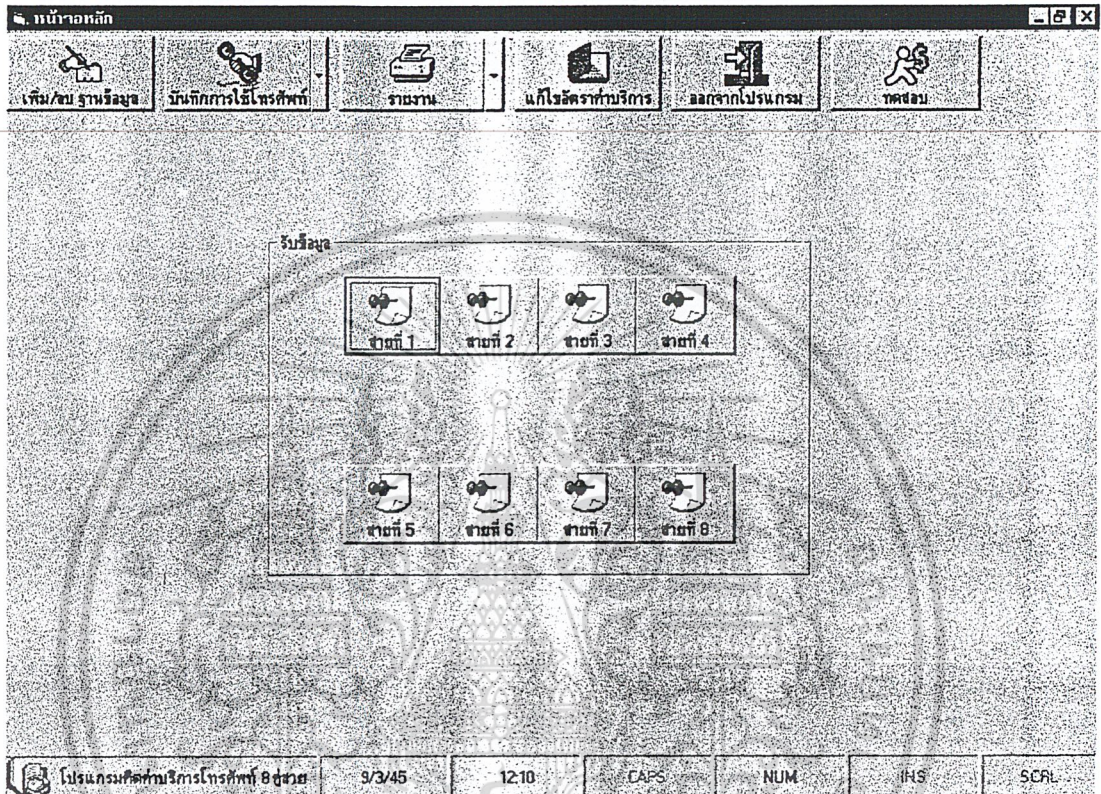
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของส่วนควบคุม
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 ตรวจสอบเช็คสายต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.8 ไฟลว์ชาร์ตการทำงานของส่วนควบคุม(ต่อ)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ส่วนโปรแกรมแสดงผล

โปรแกรมคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย จะทำการนำข้อมูลที่ได้จากวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์มาทำการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลของแต่ละสาย โดยแบ่งเป็นการบันทึกการใช้โทรศัพท์ที่ขณะเรียกเข้า หรือขณะเรียกออก พร้อมทั้งทำการคิดค่าบริการโทรศัพท์ในแต่ละครั้ง



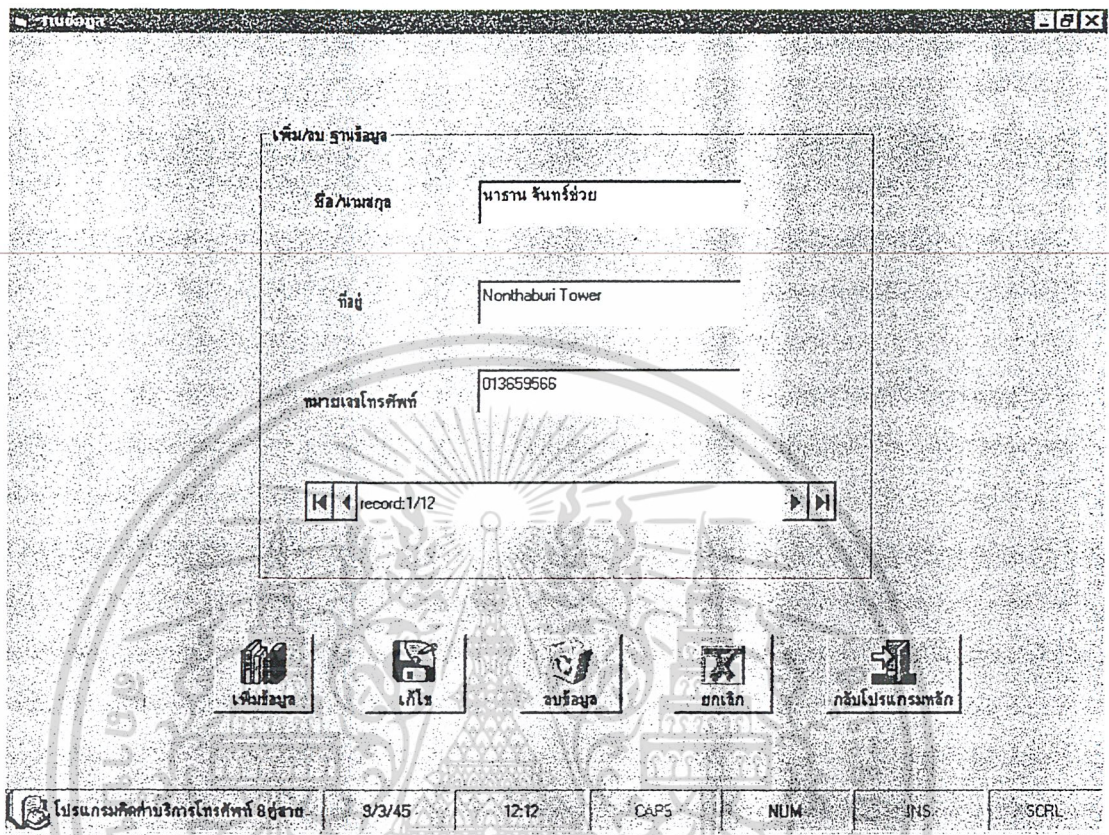
รูปที่ 3.9 โปรแกรมคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย

ปุ่มการทำงาน

1. ปุ่มเพิ่ม/ลบฐานข้อมูล มีไว้สำหรับเพิ่ม,ลบหรือแก้ไขฐานข้อมูลเกี่ยวกับ เบอร์โทรศัพท์ ชื่อ-สกุล และที่อยู่
2. ปุ่มบันทึกการใช้โทรศัพท์ จะแสดงบันทึกการใช้โทรศัพท์ โดยสามารถเลือกดูบันทึกการเรียกเข้าหรือเรียกออกของแต่ละสาย
3. ปุ่มรายงาน จะแสดงบิลการใช้โทรศัพท์ของแต่ละสาย
4. ปุ่มแก้ไขอัตราค่าบริการ สามารถแก้ไขรหัสพื้นที่ หรืออัตราค่าบริการ
5. ปุ่มออกจากโปรแกรม ใช้ในการออกจากโปรแกรม
6. ปุ่มรับข้อมูล เมื่อเลือกที่สายใดจะทำการดึงเฟรมข้อมูลของสายนั้นมาเก็บไว้ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ส่วนเพิ่ม ลบฐานข้อมูล



รูปที่ 3.10 ส่วนเพิ่ม/ลบ ฐานข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูลนี้ จะประกอบด้วย เบอร์โทรศัพท์ , ชื่อ-สกุล และที่อยู่อาศัย โดยสามารถเพิ่มข้อมูลเข้า ทำการแก้ไขข้อมูลเดิม หรือทำการลบข้อมูลเดิมทิ้ง โดยข้อมูลในฐานข้อมูลนี้จะถูกนำไปแสดงผลในส่วนของการบันทึกการใช้โทรศัพท์ขณะเรียกออก
ปุ่มการทำงาน

1. ปุ่มเพิ่ม สามารถเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าในฐานข้อมูล
2. ปุ่มแก้ไข สามารถแก้ไขข้อมูลใน RECORD ที่ปรากฏ
3. ปุ่มลบ สามารถลบข้อมูลใน RECORD ที่ปรากฏออกจากฐานข้อมูลโดยจะมีข้อความยืนยันการลบข้อมูลเกิดขึ้นหลังจากเลือกปุ่มนี้
4. ปุ่มยกเลิก สามารถทำการยกเลิกการทำงานก่อนหน้าได้ เช่น ยกเลิกการเพิ่มข้อมูลใหม่ , ยกเลิกการแก้ไขข้อมูล หรือยกเลิกการลบข้อมูล
5. ปุ่มกลับ โปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ส่วนบันทึกการใช้โทรศัพท์

บันทึกการใช้โทรศัพท์
บันทึกการเรียกเข้าสายที่ 1
บันทึกการเรียกออกสายที่ 1
บันทึกการเรียกเข้าสายที่ 2
บันทึกการเรียกออกสายที่ 2
บันทึกการเรียกเข้าสายที่ 3
บันทึกการเรียกออกสายที่ 3
บันทึกการเรียกเข้าสายที่ 4
บันทึกการเรียกออกสายที่ 4
บันทึกการเรียกเข้าสายที่ 5
บันทึกการเรียกออกสายที่ 5
บันทึกการเรียกเข้าสายที่ 6
บันทึกการเรียกออกสายที่ 6
บันทึกการเรียกเข้าสายที่ 7
บันทึกการเรียกออกสายที่ 7
บันทึกการเรียกเข้าสายที่ 8
บันทึกการเรียกออกสายที่ 8

รูปที่ 3.11 ปุ่มบันทึกการใช้บริการ

เนื่องจากการใช้งานโทรศัพท์ มี 2 กรณี คือ การเรียกออกและการเรียกเข้า ถ้ามีการเรียกออกจะบันทึกหมายเลขที่เรียกออกและข้อมูลที่เกี่ยวข้องลงในส่วนการบันทึกการใช้โทรศัพท์ขณะเรียกออก และถ้ามีการเรียกเข้าก็จะทำการบันทึกข้อมูลลงในส่วนการบันทึกการใช้โทรศัพท์ขณะเรียกเข้า

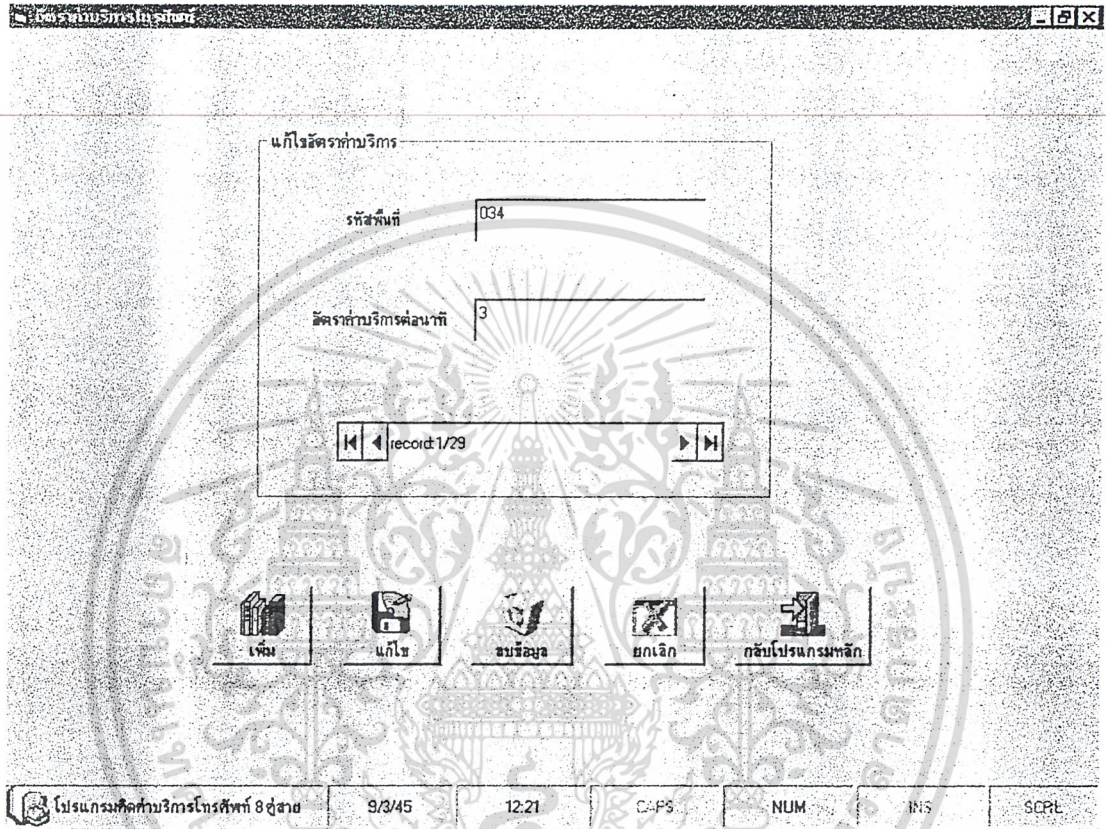
3.4.3 ส่วนแสดงรายงาน

รายงาน
รายงานการใช้โทรศัพท์สายที่ 1
รายงานการใช้โทรศัพท์สายที่ 2
รายงานการใช้โทรศัพท์สายที่ 3
รายงานการใช้โทรศัพท์สายที่ 4
รายงานการใช้โทรศัพท์สายที่ 5
รายงานการใช้โทรศัพท์สายที่ 6
รายงานการใช้โทรศัพท์สายที่ 7
รายงานการใช้โทรศัพท์สายที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 3.12 ปุ่มมีแสดงรายงาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกปุ่มนี้ จะสามารถเลือกแสดงรายงานหรือบิลค่าบริการ โทรศัพท์ในแต่ละสาย โดยบิลค่าบริการ โทรศัพท์จะแสดงการใช้โทรศัพท์ขณะเรียกออก พร้อมแสดงค่าบริการการใช้โทรศัพท์ในแต่ละครั้ง พร้อมทั้งค่าบริการรวม โดยสามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้

3.4.4 ส่วนแก้ไขอัตราค่าบริการ



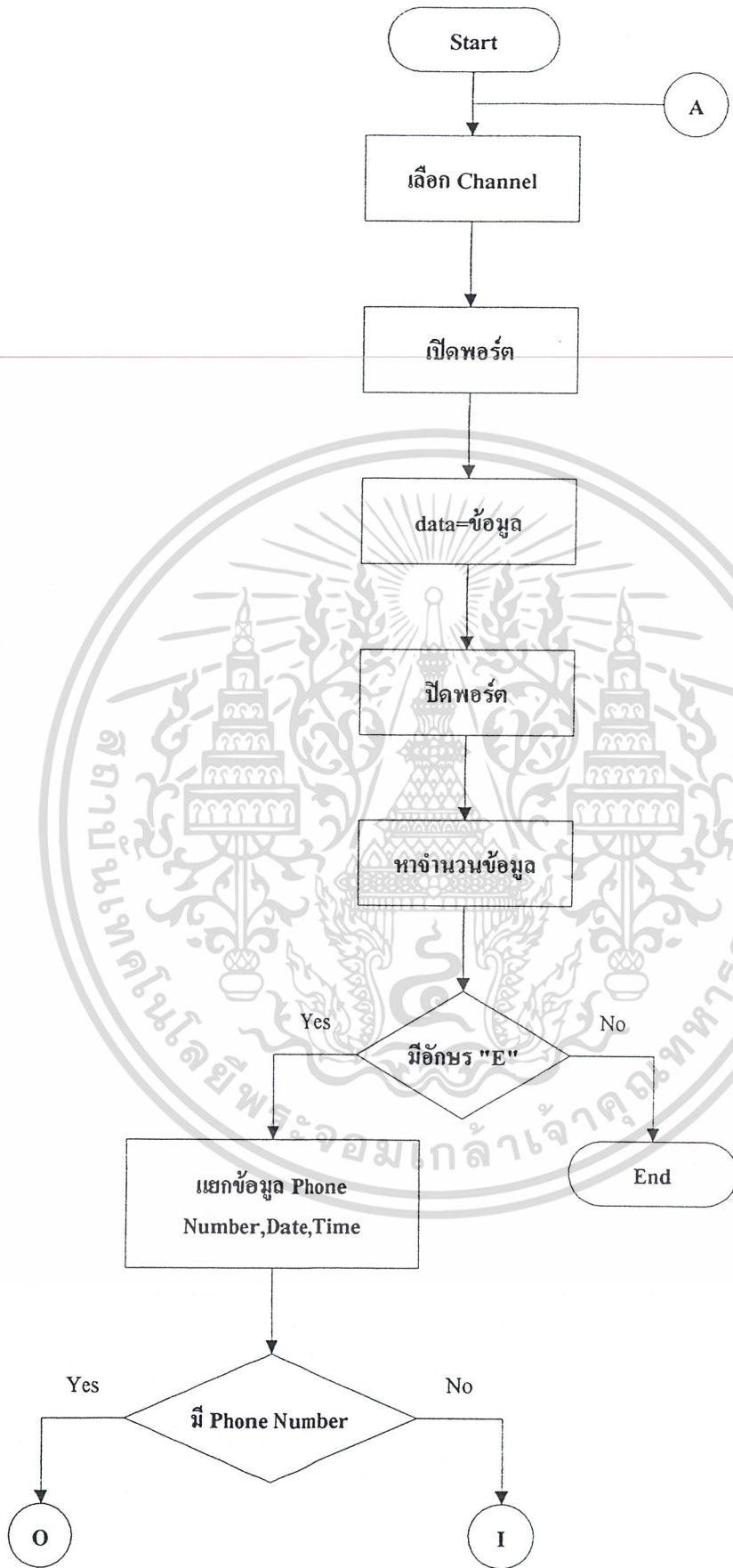
รูปที่ 3.13 ส่วนแก้ไขอัตราค่าบริการ

3.4.5 ปุ่มออกจากโปรแกรม

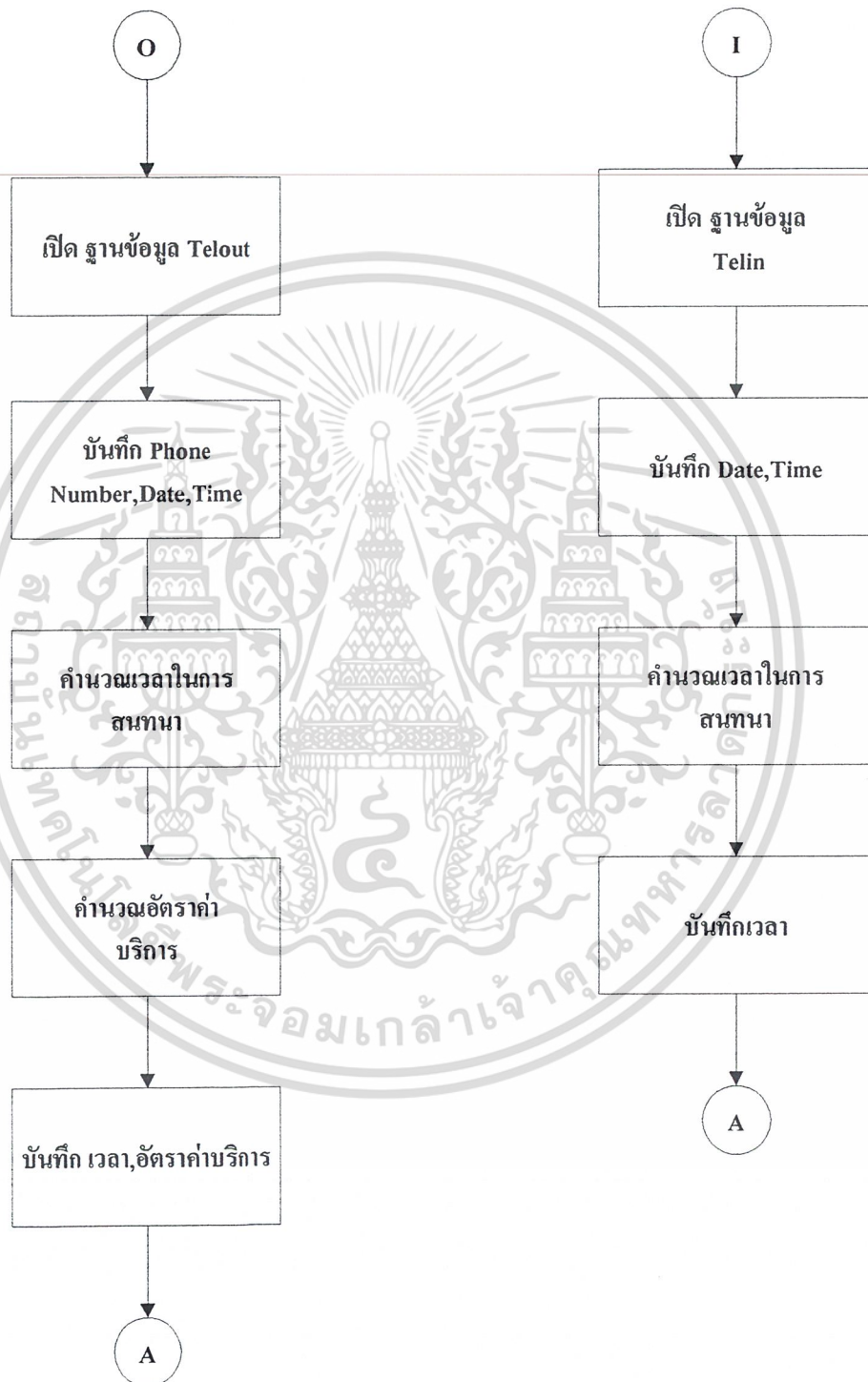
เมื่อเลือกปุ่มนี้ โปรแกรมจะหยุดการ RUN ทันที กลับสู่สภาวะก่อนการ RUN โปรแกรม

3.4.6 ปุ่มทดสอบโปรแกรม

เมื่อเลือกปุ่มนี้สามารถทดสอบโปรแกรมได้โดยไม่ต้องต่อร่วมกับเครื่องคิดค่าบริการ โทรศัพท์ 8 คู่สาย เพื่อทดสอบการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล และการคำนวณค่าบริการ โทรศัพท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการวิจัยหรือการดำเนินงานที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตการทำงานส่วนแสดงผล
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตการทำงานส่วนแสดงผล (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

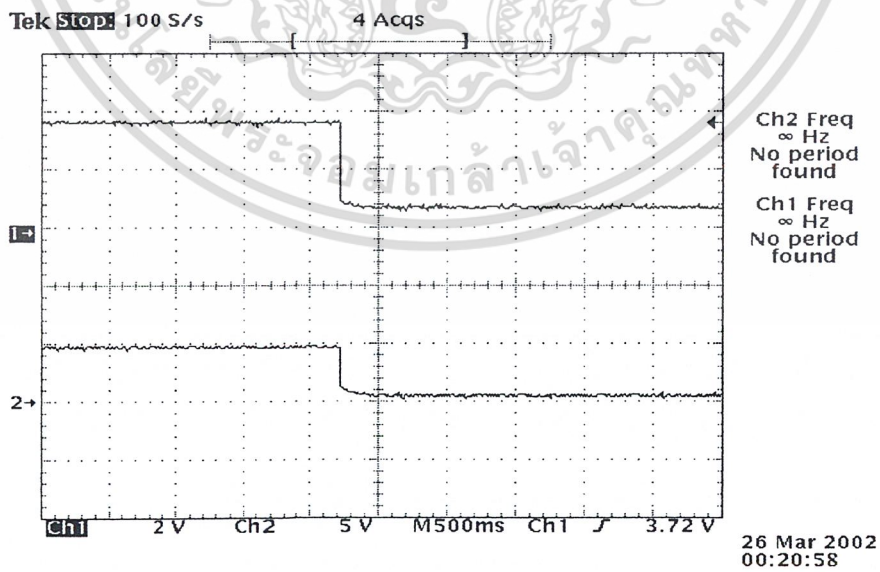
4.1 การทดลองตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

4.1.1 วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

จากรูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

ตำแหน่ง	ขณะไม่ยกหูโทรศัพท์	ขณะยกหูโทรศัพท์
แรงดันตกคร่อม คู่สายโทรศัพท์	37.2 โวลต์	8.25 โวลต์
แรงดันตกคร่อม ซีเนอร์ไดโอด 12 V	11.86 โวลต์	7.91 โวลต์
แรงดันตกคร่อม ขา 1-2 ของ ออปโตไอโซเลเตอร์	1.12 โวลต์	1.051 โวลต์
แรงดันตกคร่อม ขา 5-4 ของออปโตไอโซเลเตอร์	120 มิลลิโวลต์	4 โวลต์



รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบขณะยกหูโทรศัพท์กับสัญญาณขา 5-4 ของออปโตไอโซเลเตอร์

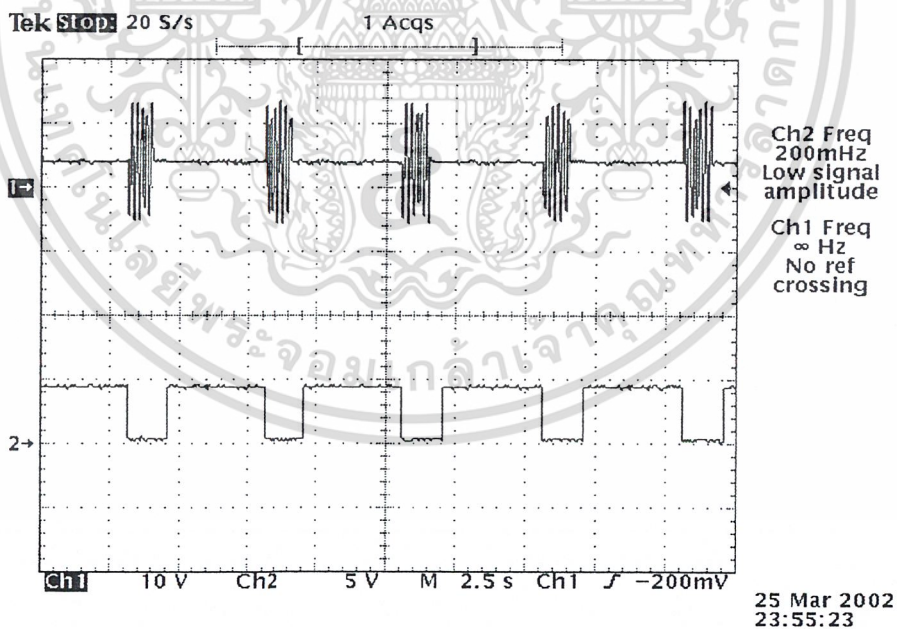
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก

จากรูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียก

ตำแหน่ง	ขณะมีสัญญาณเรียก	ขณะไม่มีสัญญาณเรียก
แรงดันตกคร่อมขา 1-2 ของออปโตไอโซเลเตอร์	0.7 โวลต์	0 โวลต์
แรงดันตกคร่อมขา 5-4 ของออปโตไอโซเลเตอร์	0 โวลต์	3.5 โวลต์
แรงดันขา 13 ของ 74LS123	4.5 โวลต์	0 โวลต์
แรงดันขา 4 ของ 74LS123	0 โวลต์	3.75 โวลต์



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบสัญญาณเรียกกับสัญญาณขา 5-4 ของออปโตไอโซเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

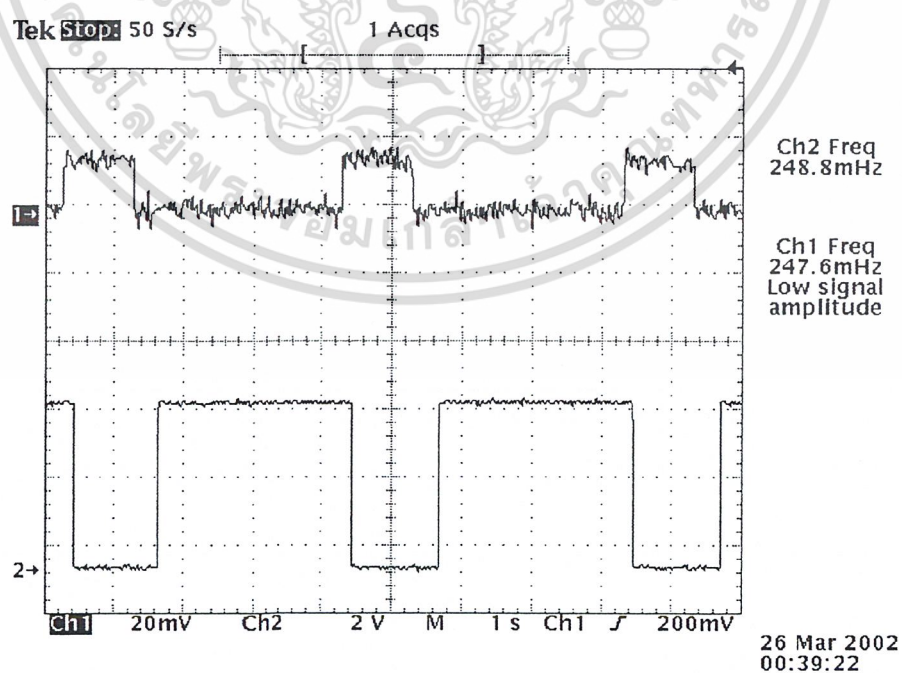
จากรูปที่ 3.5 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองของวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

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

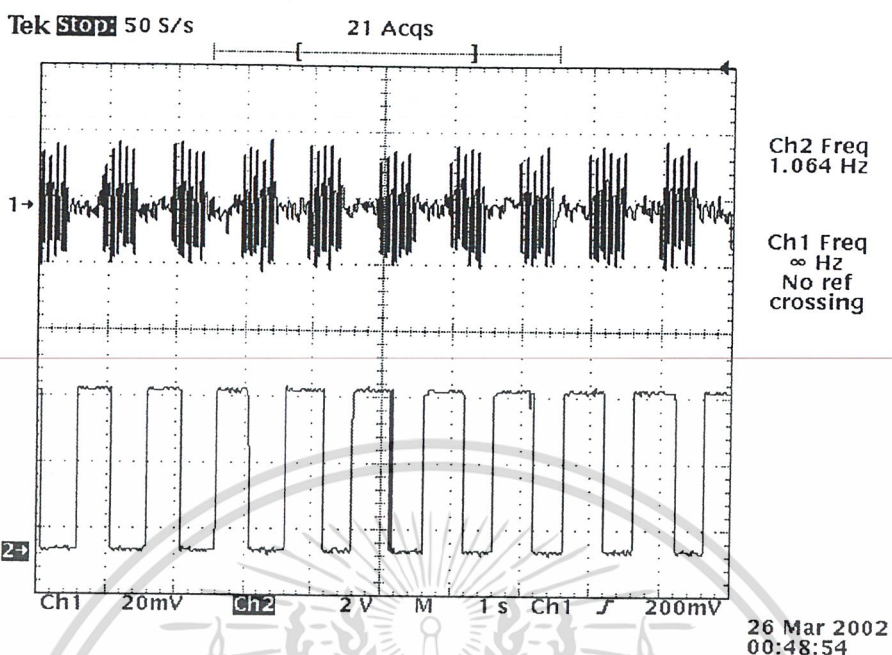
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองขณะตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่าง

ตำแหน่ง	ขณะมีสัญญาณสายไม่ว่าง	ขณะมีสัญญาณให้หมุนหมายเลข	ขณะมีสัญญาณอื่น
	ว่าง	หมายเลข	
แรงดันขา 8 ของ LM567	0 โวลต์ 0.5 วินาที 5 โวลต์ 0.5 วินาที	0 โวลต์	5 โวลต์
แรงดันขา 13 ของ 74LS123	5 โวลต์	5 โวลต์	0 โวลต์



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบสัญญาณเรียกกลับกับสัญญาณที่ขา 8 ของ LM567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบสัญญาณสายไม่วางกับสัญญาณที่ขา 8 ของ LM567

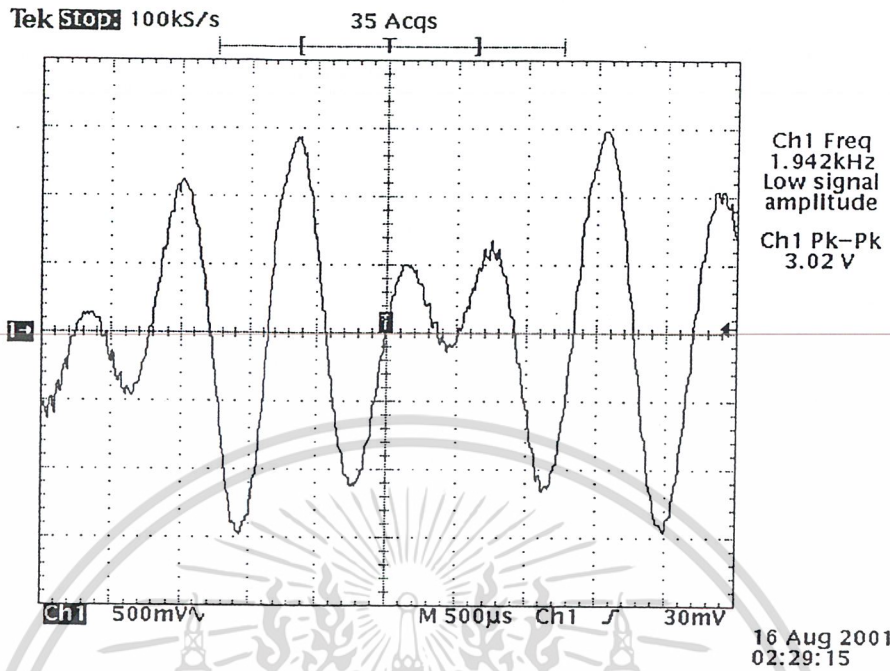
4.1.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์

จากรูป 3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์

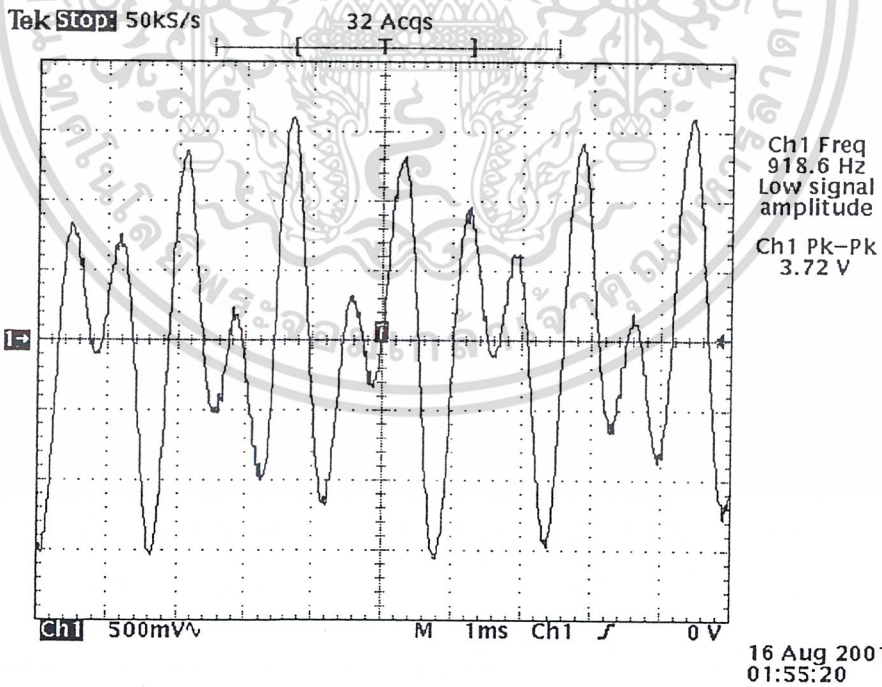
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์

ปุ่ม หมายเลข	ขา 15 ของ MT 8870 ขณะไม่กดปุ่มโทรศัพท์	ขา 15 ของ MT8870 ขณะกดปุ่มโทรศัพท์	Q(4) โวลต์	Q(3) โวลต์	Q(2) โวลต์	Q(1) โวลต์
1	0 โวลต์	5 โวลต์	0	0	0	5
2	0 โวลต์	5 โวลต์	0	0	5	0
3	0 โวลต์	5 โวลต์	0	0	5	5
4	0 โวลต์	5 โวลต์	0	5	0	0
5	0 โวลต์	5 โวลต์	0	5	0	5
6	0 โวลต์	5 โวลต์	0	5	5	0
7	0 โวลต์	5 โวลต์	0	5	5	5
8	0 โวลต์	5 โวลต์	5	0	0	0
9	0 โวลต์	5 โวลต์	5	0	0	5
0	0 โวลต์	5 โวลต์	5	0	5	0
*	0 โวลต์	5 โวลต์	5	0	5	5
#	0 โวลต์	5 โวลต์	5	0	5	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 สัญญาณที่ ขา 2 ของ MT8870 ขณะกดปุ่ม 0



รูปที่ 4.6 สัญญาณที่ ขา 2 ของ MT8870 ขณะกดปุ่ม 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองส่วนแสดงผล

เฟรมข้อมูลเรียกออก

หมายเลขช่อง สัญญาณ (1-8)	หมายเลข โทรศัพท์	วันที่ XX/XX/XX	เวลาเริ่มต้น XX:XX:XX	เวลาสิ้นสุด XX:XX:XX	สิ้นสุดข้อมูล (E)
-----------------------------	---------------------	--------------------	--------------------------	-------------------------	----------------------

เฟรมข้อมูลเรียกเข้า

หมายเลขช่อง สัญญาณ (1-8)	วันที่ XX/XX/XX	เวลาเริ่มต้น XX:XX:XX	เวลาสิ้นสุด XX:XX:XX	สิ้นสุดข้อมูล (E)
-----------------------------	--------------------	--------------------------	-------------------------	----------------------



รูปที่ 4.7 บันทึกการใช้โทรศัพท์เรียกเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกการใช้โทรศัพท์(เรียกออก) สายที่1

เบอร์โทรศัพท์	ชื่อ	ที่อยู่	วันที่	เวลาเริ่มขึ้น	เวลาสิ้นสุด
024462062	สุนันทา ศคสี	85/5 ม.3 ค.บางกร่าง อ.เมือง จ.นนทบุรี	05/03/02	16:20:52	16:50:10
014400508	ศิริขวัญ ศคสี	โรงพยาบาลไทรน้อย	14/03/02	20:14:10	20:23:14
016381802	Not found Name	Not found Address	20/03/02	17:12:03	17:25:04

รูปที่ 4.8 บันทึกการใช้โทรศัพท์เรียกออก

ใบเสร็จค่าบริการโทรศัพท์ สายที่1

25/Mar/02

วันที่	เบอร์โทรศัพท์	ชื่อ	เวลาเริ่มขึ้น	เวลาสิ้นสุด	เวลารวม	ค่าบริการ
05/03/02	024462062	สุนันทา ศคสี	16:20:52	16:50:10	30	3
14/03/02	014400508	ศิริขวัญ ศคสี	20:14:10	20:23:14	10	30
20/03/02	016381802	Not found Name	17:12:03	17:25:04	14	42
ผลรวมอัตราค่าบริการ						75.00

รูปที่ 4.9 ใบเสร็จค่าบริการโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป

เครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์, ส่วนควบคุมการทำงาน และส่วนสุดท้ายคือ ส่วนแสดงผล

5.1 ส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์

ในวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ และวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกจะมีปัญหาอย่างมากเกี่ยวกับการปรับค่าความต้านทานปรับค่าได้เพื่อให้ได้ค่าช่วงเวลาในการทริกตามที่ต้องการตามสูตร ซึ่งในทางปฏิบัติทำได้ยากมาก เพราะถ้าปรับค่าความต้านทานได้ไม่เหมาะสมก็จะทำให้พัลส์มีความกว้างไม่ได้ตามที่ต้องการ และยังทำให้การตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณเรียกไม่สามารถทำงานได้ และปัญหาอีกอย่างหนึ่งเกี่ยวกับวงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์คือ เมื่อนำวงจรตรวจจับการยกหูมาต่อร่วมกับวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกสามารถตรวจจับได้ แต่เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ไม่สามารถทำงานได้ อันเนื่องมาจากขณะที่มีสัญญาณเรียกเข้ามา สัญญาณเรียกจะไปรบกวนวงจรตรวจจับการยกหู จึงต้องทำการกำจัดสัญญาณรบกวนออกไปจึงจะสามารถทำงานร่วมกันได้

5.2 ส่วนควบคุมการทำงาน

เนื่องจากส่วนนี้ต่อร่วมกับวงจรตรวจจับสัญญาณ โทรศัพท์ เมื่อวงจรตรวจจับสัญญาณ โทรศัพท์ ชัดช่องก็จะทำให้ส่วนควบคุมการทำงานทำงานผิดพลาด และอีกประการหนึ่งคือ ส่วนควบคุมการทำงานมีปัญหาเกี่ยวกับการเขียน โปรแกรมควบคุมการทำงานในส่วนการควบคุมช่องสัญญาณหลายช่องสัญญาณ

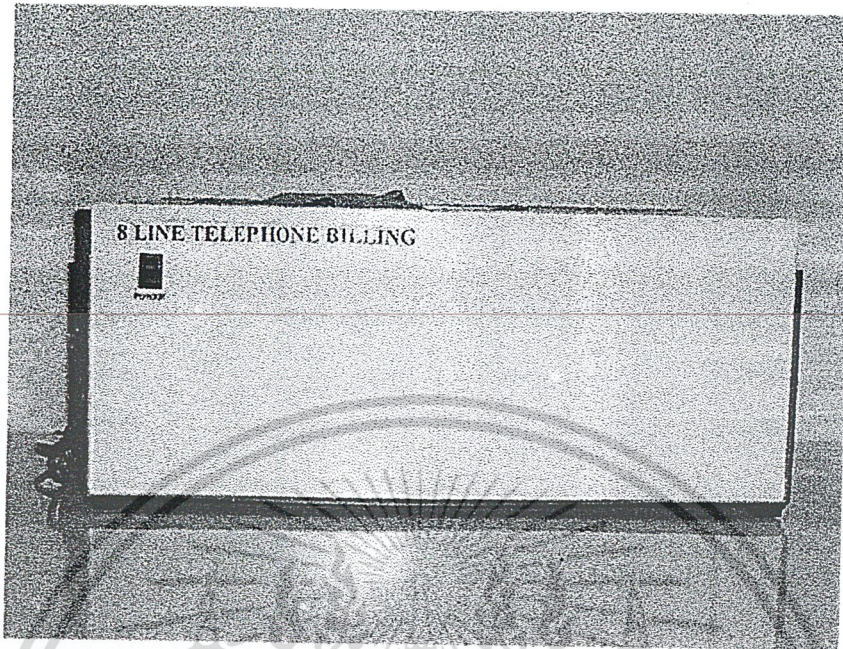
5.3 ส่วนโปรแกรมแสดงผล

เนื่องจากส่วนแสดงผลประกอบด้วย การสืบค้นฐานข้อมูล การเพิ่มหรือลบฐานข้อมูล การเปลี่ยนแปลงอัตราค่าบริการ และการรับส่งข้อมูลกับเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์ 8 คู่สาย ถ้าข้อมูลที่ได้รับเข้ามาไม่ถูกต้องตามที่ต้องการ คือ ไม่เป็นไปตามเฟรมข้อมูลที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะหยุดการทำงาน

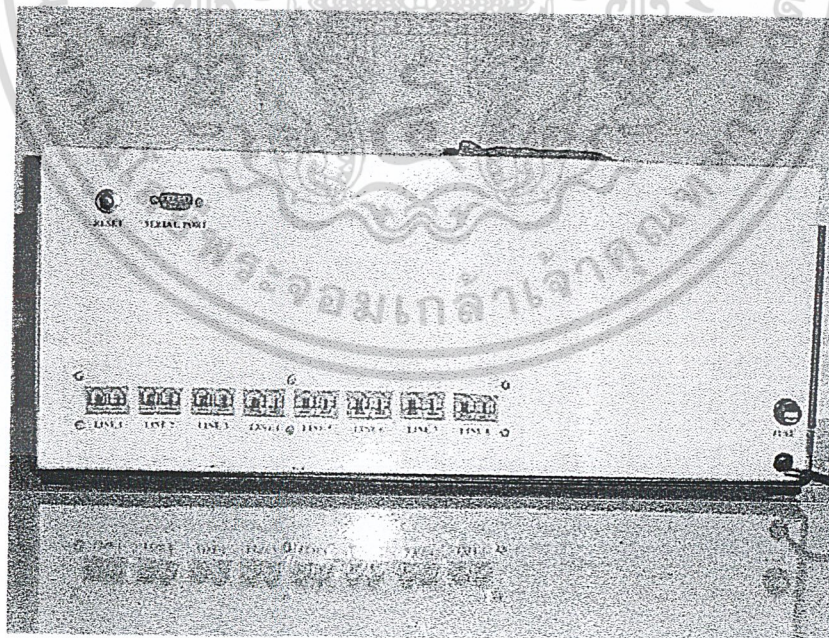


ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพด้านหน้าเครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย



ภาพด้านหลังเครื่องคิดค่าบริการโทรศัพท์ 8 คู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

General Description

The MAX220–MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where $\pm 12V$ is not available.

These parts are especially useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than $5\mu W$. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

Portable Computers

Low-Power Modems

Interface Translation

Battery-Powered RS-232 Systems

Multidrop RS-232 Networks

Features

Superior to Bipolar

- ◆ Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)
- ◆ Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)
- ◆ Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications
- ◆ Multiple Drivers and Receivers
- ◆ 3-State Driver and Receiver Outputs
- ◆ Open-Line Detection (MAX243)

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering Information continued at end of data sheet.

*Contact factory for dice specifications.

Selection Table

Part Number	Power Supply (V)	No. of RS-232 Drivers/Rx	No. of Ext. Caps	Nominal Cap. Value (μF)	SHDN & Three-State	Rx Active in SHDN	Data Rate (kbps)	Features
MAX220	+5	2/2	4	4.7/10	No	—	120	Ultra-low-power, industry-standard pinout
MAX222	+5	2/2	4	0.1	Yes	—	200	Low-power shutdown
MAX223 (MAX213)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	✓	120	MAX241 and receivers active in shutdown
MAX225	+5	5/5	0	—	Yes	✓	120	Available in SO
MAX230 (MAX200)	+5	5/0	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	5 drivers with shutdown
MAX231 (MAX201)	+5 and +7.5 to +13.2	2/2	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; same functions as MAX232
MAX232 (MAX202)	+5	2/2	4	1.0 (0.1)	No	—	120 (64)	Industry standard
MAX232A	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Higher slew rate, small caps
MAX233 (MAX203)	+5	2/2	0	—	No	—	120	No external caps
MAX233A	+5	2/2	0	—	No	—	200	No external caps, high slew rate
MAX234 (MAX204)	+5	4/0	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488
MAX235 (MAX205)	+5	5/5	0	—	Yes	—	120	No external caps
MAX236 (MAX206)	+5	4/3	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Shutdown, three state
MAX237 (MAX207)	+5	5/3	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Complements IBM PC serial port
MAX238 (MAX208)	+5	4/4	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488 and 1489
MAX239 (MAX209)	+5 and +7.5 to +13.2	3/5	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; single-package solution for IBM PC serial port
MAX240	+5	5/5	4	1.0	Yes	—	120	DIP or flatpack package
MAX241 (MAX211)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Complete IBM PC serial port
MAX242	+5	2/2	4	0.1	Yes	✓	200	Separate shutdown and enable
MAX243	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Open-line detection simplifies cabling
MAX244	+5	8/10	4	1.0	No	—	120	High slew rate
MAX245	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, two shutdown modes
MAX246	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, three shutdown modes
MAX247	+5	8/9	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, nine operating modes
MAX248	+5	8/8	4	1.0	Yes	✓	120	High slew rate, selective half-chip enables
MAX249	+5	6/10	4	1.0	Yes	✓	120	Available in quad flatpack package

MAXIM เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ Maxim Integrated Products มีการค้า

For free samples & the latest literature: <http://www.maxim-ic.com>, or phone 1-800-998-8800.
For small orders, phone 1-800-835-8769.

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX220/222/232A/233A/242/243

Supply Voltage (V _{CC})	-0.3V to +6V	20-Pin Plastic DIP (derate 8.00mW/°C above +70°C) ..440mW
Input Voltages		16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C) ..696mW
T _{IN}	-0.3V to (V _{CC} - 0.3V)	16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C).....762mW
R _{IN} (Except MAX220)	±30V	18-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C).....762mW
R _{IN} (MAX220)	±25V	20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C)....800mW
T _{OUT} (Except MAX220) (Note 1)	±15V	20-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C)640mW
T _{OUT} (MAX220)	±13.2V	16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C)....800mW
Output Voltages		18-Pin CERDIP (derate 10.53mW/°C above +70°C).....842mW
T _{OUT}	±15V	Operating Temperature Ranges
R _{OUT}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	MAX2_AC_, MAX2_C_.....0°C to +70°C
Driver/Receiver Output Short Circuited to GND	Continuous	MAX2_AE_, MAX2_E_.....-40°C to +85°C
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		MAX2_AM_, MAX2_M_.....-55°C to +125°C
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)....842mW		Storage Temperature Range.....-65°C to +160°C
18-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C)....889mW		Lead Temperature (soldering, 10sec).....+300°C

Note 1: Input voltage measured with T_{OUT} in high-impedance state, \overline{SHDN} or V_{CC} = 0V.
Note 2: For the MAX220, V+ and V- can have a maximum magnitude of 7V, but their absolute difference cannot exceed 13V.
 Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243

(V_{CC} = +5V ±10%, C1-C4 = 0.1µF, MAX220, C1 = 0.047µF, C2-C4 = 0.33µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS						
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND		±5	±8		V
Input Logic Threshold Low				1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High	All except MAX220		2	1.4		V
	MAX220: V _{CC} = 5.0V		2.4			
Logic Pull-Up/Input Current	All except MAX220, normal operation			5	40	µA
	\overline{SHDN} = 0V, MAX222/242, shutdown, MAX220			±0.01	±1	
Output Leakage Current	V _{CC} = 5.5V, \overline{SHDN} = 0V, V _{OUT} = ±15V, MAX222/242			±0.01	±10	µA
	V _{CC} = \overline{SHDN} = 0V, V _{OUT} = ±15V			±0.01	±10	
Data Rate	All except MAX220, normal operation			200	116	kb/s
Transmitter Output Resistance	V _{CC} = V+ = V- = 0V, V _{OUT} = ±2V		300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V _{OUT} = 0V		±7	±22		mA
RS-232 RECEIVERS						
RS-232 Input Voltage Operating Range					±30	V
RS-232 Input Threshold Low	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R2 _{IN}	0.8	1.3		V
		MAX243 R2 _{IN} (Note 2)	-3			
RS-232 Input Threshold High	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R2 _{IN}		1.8	2.4	V
		MAX243 R2 _{IN} (Note 2)		-0.5	-0.1	
RS-232 Input Hysteresis	All except MAX243, V _{CC} = 5V, no hysteresis in shdn.		0.2	0.5	1	V
	MAX243			1		
RS-232 Input Resistance			3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I _{OUT} = 3.2mA			0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I _{OUT} = -1.0mA		3.5	V _{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V _{OUT} = GND		-2	-10		mA
	Shrinking V _{OUT} = V _{CC}		10	30		

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243 (continued)

(V_{CC} = +5V ±10%, C1–C4 = 0.1μF, MAX220, C1 = 0.047μF, C2–C4 = 0.33μF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
TTL/CMOS Output Leakage Current	SHDN = V _{CC} or EN = V _{CC} (SHDN = 0V for MAX222), 0V ≤ V _{OUT} ≤ V _{CC}			±0.05	±10	μA
EN Input Threshold Low	MAX242			1.4	0.8	V
EN Input Threshold High	MAX242		2.0	1.4		V
Operating Supply Voltage			4.5		5.5	V
V _{CC} Supply Current (SHDN = V _{CC}), Figures 5, 6, 11, 19	No load	MAX220		0.5	2	mA
		MAX222/232A/233A/242/243		4	10	
	3kΩ load both inputs	MAX220		12		
		MAX222/232A/233A/242/243		15		
Shutdown Supply Current	MAX222/242	T _A = +25°C		0.1	10	μA
		T _A = 0°C to +70°C		2	50	
		T _A = -40°C to +85°C		2	50	
		T _A = -55°C to +125°C		35	100	
SHDN Input Leakage Current	MAX222/242				±1	μA
SHDN Threshold Low	MAX222/242			1.4	0.8	V
SHDN Threshold High	MAX222/242		2.0	1.4		V
Transition Slew Rate	C _L = 50pF to 2500pF, R _L = 3kΩ to 7kΩ, V _{CC} = 5V, T _A = +25°C, measured from +3V to -3V or -3V to +3V	MAX222/232A/233A/242/243	6	12	30	V/μs
		MAX220	1.5	3	30	
Transmitter Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 1	t _{PHLT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.3	3.5	μs
		MAX220		4	10	
		MAX222/232A/233A/242/243		1.5	3.5	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (normal operation), Figure 2	t _{PLHT}	MAX220		5	10	μs
		MAX222/232A/233A/242/243		0.5	1	
		MAX220		0.6	3	
		MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (shutdown), Figure 2	t _{PLHR}	MAX220		0.8	3	μs
		MAX222		0.5	10	
		MAX242		2.5	10	
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t _{ER}	MAX242		125	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t _{DR}	MAX242		160	500	ns
Transmitter-Output Enable Time (SHDN goes high), Figure 4	t _{ET}	MAX222/242, 0.1μF caps (includes charge-pump start-up)		250		μs
Transmitter-Output Disable Time (SHDN goes low), Figure 4	t _{DT}	MAX222/242, 0.1μF caps		600		ns
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t _{PHLT} - t _{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		300		ns
		MAX220		2000		
Receiver + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t _{PLHR} - t _{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		100		ns
		MAX220		225		

Note 3: MAX243 R_{2OUT} is guaranteed to be low when R_{2IN} is ≥ 0V or is floating.

MAXIM เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

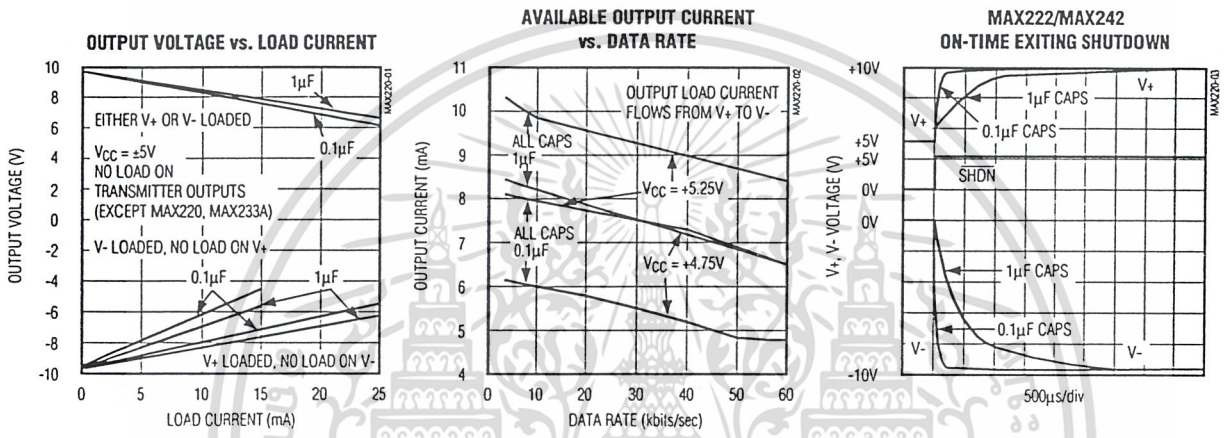
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX220-MAX249

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Typical Operating Characteristics

MAX220/MAX222/MAX232A/MAX233A/MAX242/MAX243



4 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้กับ MAXIM ราคา
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX223/MAX230-MAX241

V _{CC}	-0.3V to +6V	20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C).....	800mW
V ₊	(V _{CC} - 0.3V) to +14V	24-Pin Wide SO (derate 11.76mW/°C above +70°C).....	941mW
V ₋	+0.3V to -14V	28-Pin Wide SO (derate 12.50mW/°C above +70°C).....	1W
Input Voltages		44-Pin Plastic FP (derate 11.11mW/°C above +70°C).....	889mW
T _{IN}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW
R _{IN}	±30V	16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C).....	800mW
Output Voltages		20-Pin CERDIP (derate 11.11mW/°C above +70°C).....	889mW
T _{OUT}	(V ₊ + 0.3V) to (V ₋ - 0.3V)	24-Pin Narrow CERDIP	
R _{OUT}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	(derate 12.50mW/°C above +70°C).....	1W
Short-Circuit Duration, T _{OUT}	Continuous	24-Pin Sidebrazed (derate 20.0mW/°C above +70°C).....	1.6W
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C).....	762mW
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C).....		Operating Temperature Ranges	
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C).....		MAX2__C.....	0°C to +70°C
20-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C).....		MAX2__E.....	-40°C to +85°C
24-Pin Narrow Plastic DIP		MAX2__M.....	-55°C to +125°C
(derate 13.33mW/°C above +70°C).....		Storage Temperature Range.....	-65°C to +160°C
24-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....		Lead Temperature (soldering, 10sec).....	+300°C
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C).....			

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX223/MAX230-MAX241

(MAX223/230/232/234/236/237/238/240/241, V_{CC} = +5V ±10%; MAX233/MAX235, V_{CC} = 5V ±5%, C₁-C₄ = 1.0μF; MAX231/MAX239, V_{CC} = 5V ±10%; V₊ = 7.5V to 13.2V; T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to ground		±5.0	±7.3		V
V _{CC} Power-Supply Current	No load, T _A = +25°C	MAX232/233		5	10	mA
		MAX223/230/234-238/240/241		7	15	
		MAX231/239		0.4	1	
V ₊ Power-Supply Current		MAX231		1.8	5	mA
		MAX239		5	15	
Shutdown Supply Current	T _A = +25°C	MAX223		15	50	μA
		MAX230/235/236/240/241		1	10	
Input Logic Threshold Low	T _{IN} ; EN, SHDN (MAX233); EN, SHDN (MAX230/235-241)				0.8	V
Input Logic Threshold High	T _{IN}		2.0			V
	EN, SHDN (MAX223); EN, SHDN (MAX230/235/236/240/241)		2.4			
Logic Pull-Up Current	T _{IN} = 0V			1.5	200	μA
Receiver Input Voltage Operating Range			-30		30	V

MAXIM เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้าน 5 อาร์ค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX223/MAX230–MAX241 (continued)

(MAX223/230/232/234/236/237/238/240/241, $V_{CC} = +5V \pm 10\%$; MAX233/MAX235, $V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $C_1-C_4 = 1.0\mu F$; MAX231/MAX239, $V_{CC} = 5V \pm 10\%$; $V_+ = 7.5V$ to $13.2V$; $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} ; unless otherwise noted.)

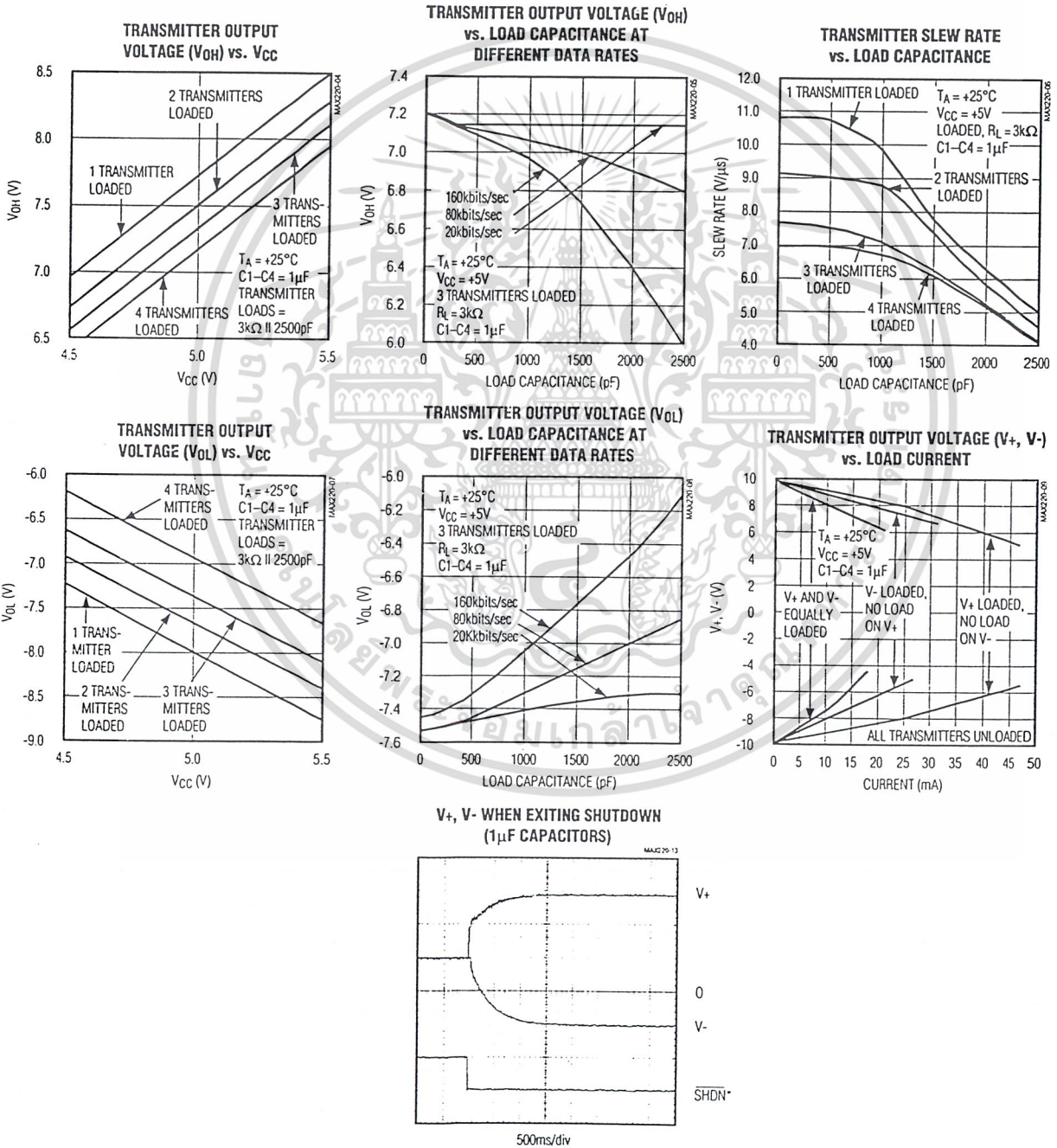
PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 Input Threshold Low	$T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$	Normal operation SHDN = 5V (MAX223) SHDN = 0V (MAX235/236/240/241)	0.8	1.2		V
		Shutdown (MAX223) SHDN = 0V, EN = 5V (R_{4IN} , R_{5IN})	0.6	1.5		
RS-232 Input Threshold High	$T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$	Normal operation SHDN = 5V (MAX223) SHDN = 0V (MAX235/236/240/241)		1.7	2.4	V
		Shutdown (MAX223) SHDN = 0V, EN = 5V (R_{4IN} , R_{5IN})		1.5	2.4	
RS-232 Input Hysteresis	$V_{CC} = 5V$, no hysteresis in shutdown		0.2	0.5	1.0	V
RS-232 Input Resistance	$T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$		3	5	7	k Ω
TTL/CMOS Output Voltage Low	$I_{OUT} = 1.6mA$ (MAX231/232/233, $I_{OUT} = 3.2mA$)				0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	$I_{OUT} = -1mA$		3.5	$V_{CC} - 0.4$		V
TTL/CMOS Output Leakage Current	$0V \leq R_{OUT} \leq V_{CC}$; EN = 0V (MAX223); $\overline{EN} = V_{CC}$ (MAX235–241)			0.05	± 10	μA
Receiver Output Enable Time	Normal operation	MAX223		600		ns
		MAX235/236/239/240/241		400		
Receiver Output Disable Time	Normal operation	MAX223		900		ns
		MAX235/236/239/240/241		250		
Propagation Delay	RS-232 IN to TTL/CMOS OUT, $C_L = 150pF$	Normal operation		0.5	10	μs
		SHDN = 0V (MAX223)	t_{PHLS}	4	40	
			t_{PLHS}	6	40	
Transition Region Slew Rate	MAX223/MAX230/MAX234–241, $T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$, $R_L = 3k\Omega$ to $7k\Omega$, $C_L = 50pF$ to $2500pF$, measured from $+3V$ to $-3V$ or $-3V$ to $+3V$		3	5.1	30	V/ μs
	MAX231/MAX232/MAX233, $T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$, $R_L = 3k\Omega$ to $7k\Omega$, $C_L = 50pF$ to $2500pF$, measured from $+3V$ to $-3V$ or $-3V$ to $+3V$			4	30	
Transmitter Output Resistance	$V_{CC} = V_+ = V_- = 0V$, $V_{OUT} = \pm 2V$		300			Ω
Transmitter Output Short-Circuit Current				± 10		mA

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Typical Operating Characteristics

MAX220-MAX249

MAX223/MAX230-MAX241



*SHUTDOWN POLARITY IS REVERSED FOR NON MAX241 PARTS

MAXIM เอกสารที่ส่งไปสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เป็นไปอย่างไม่มีเงื่อนไข 7

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX225/MAX244-MAX249

Supply Voltage (V _{CC}).....	-0.3V to +6V	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
Input Voltages		28-Pin Wide SO (derate 12.50mW/°C above +70°C)	1W
T _{IN} , ENA, ENB, ENR, ENT, ENRA,		40-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C) ...	611mW
ENRB, ENTA, ENTB.....	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	44-Pin PLCC (derate 13.33mW/°C above +70°C)	1.07W
R _{IN}	±25V	Operating Temperature Ranges	
T _{OUT} (Note 3).....	±15V	MAX225C_-, MAX24_C_	0°C to +70°C
R _{OUT}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	MAX225E_-, MAX24_E_	-40°C to +85°C
Short Circuit (one output at a time)		Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
T _{OUT} to GND	Continuous	Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C
R _{OUT} to GND.....	Continuous		

Note 4: Input voltage measured with transmitter output in a high-impedance state, shutdown, or V_{CC} = 0V.
 Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX225/MAX244-MAX249

(MAX225, V_{CC} = 5.0V ±5%; MAX244-MAX249, V_{CC} = +5.0V ±10%, external capacitors C1-C4 = 1µF; T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS					
Input Logic Threshold Low			1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High		2	1.4		V
Logic Pull-Up/Input Current	Tables 1a-1d	Normal operation	10	50	µA
		Shutdown	±0.01	±1	
Data Rate	Tables 1a-1d, normal operation		120	64	kbits/sec
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND	±5	±7.5		V
Output Leakage Current (shutdown)	Tables 1a-1d	ENA, ENB, ENT, ENTA, ENTB = V _{CC} , V _{OUT} = ±15V	±0.01	±25	µA
		V _{CC} = 0V, V _{OUT} = ±15V	±0.01	±25	
Transmitter Output Resistance	V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ±2V (Note 4)	300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V _{OUT} = 0V	±7	±30		mA
RS-232 RECEIVERS					
RS-232 Input Voltage Operating Range				±25	V
RS-232 Input Threshold Low	V _{CC} = 5V	0.8	1.3		V
RS-232 Input Threshold High	V _{CC} = 5V		1.8	2.4	V
RS-232 Input Hysteresis	V _{CC} = 5V	0.2	0.5	1.0	V
RS-232 Input Resistance		3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I _{OUT} = 3.2mA		0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I _{OUT} = -1.0mA	3.5	V _{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V _{OUT} = GND	-2	-10		mA
	Shrinking V _{OUT} = V _{CC}	10	30		
TTL/CMOS Output Leakage Current	Normal operation, outputs disabled, Tables 1a-1d, 0V ≤ V _{OUT} ≤ V _{CC} , ENR ₋ = V _{CC}		±0.05	±0.10	µA

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX225/MAX244-MAX249 (continued)

(MAX225, $V_{CC} = 5.0V \pm 5\%$; MAX244-MAX249, $V_{CC} = +5.0V \pm 10\%$, external capacitors C1-C4 = 1 μ F; $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} ; unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLY AND CONTROL LOGIC						
Operating Supply Voltage		MAX225	4.75		5.25	V
		MAX244-MAX249	4.5		5.5	
VCC Supply Current (normal operation)	No load	MAX225		10	20	mA
		MAX244-MAX249		11	30	
	3k Ω loads on all outputs	MAX225		40		
		MAX244-MAX249		57		
Shutdown Supply Current	$T_A = +25^\circ\text{C}$			8	25	μ A
	$T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX}				50	
Control Input	Leakage current				± 1	μ A
	Threshold low			1.4	0.8	V
	Threshold high		2.4	1.4		
AC CHARACTERISTICS						
Transition Slew Rate	$C_L = 50\text{pF}$ to 2500pF, $R_L = 3\text{k}\Omega$ to 7k Ω , $V_{CC} = 5V$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, measured from +3V to -3V or -3V to +3V		5	10	30	V/ μ s
Transmitter Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 1	t_{PHLT}			1.3	3.5	μ s
	t_{PLHT}			1.5	3.5	
Receiver Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 2	t_{PHLR}			0.6	1.5	μ s
	t_{PLHR}			0.6	1.5	
Receiver Propagation Delay TLL to RS-232 (low-power mode), Figure 2	t_{PHLS}			0.6	10	μ s
	t_{PLHS}			3.0	10	
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	$t_{PHLT} - t_{PLHT}$			350		ns
Receiver + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	$t_{PHLR} - t_{PLHR}$			350		ns
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t_{ER}			100	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t_{DR}			100	500	ns
Transmitter Enable Time	t_{ET}	MAX246-MAX249 (excludes charge-pump start-up)		5		μ s
		MAX225/MAX245-MAX249 (includes charge-pump start-up)		10		ms
Transmitter Disable Time, Figure 4	t_{DT}			100		ns

Note 5: The 300 Ω minimum specification complies with EIA/TIA-232E, but the actual resistance when in shutdown mode or $V_{CC} = 0V$ is 10M Ω as is implied by the leakage specification.

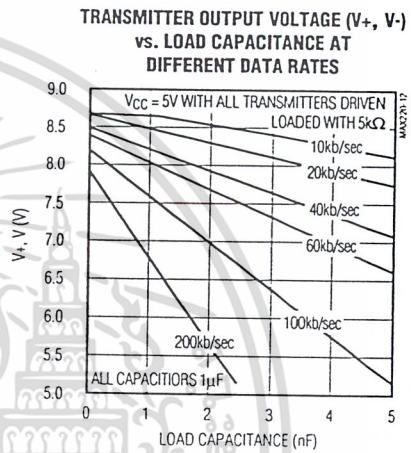
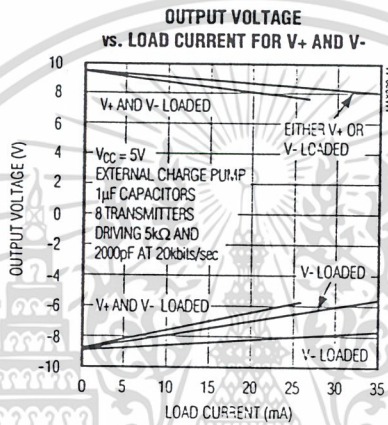
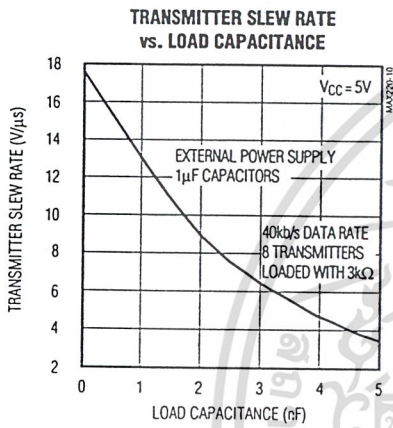
MAXIM เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Typical Operating Characteristics

MAX225/MAX244-MAX249



+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

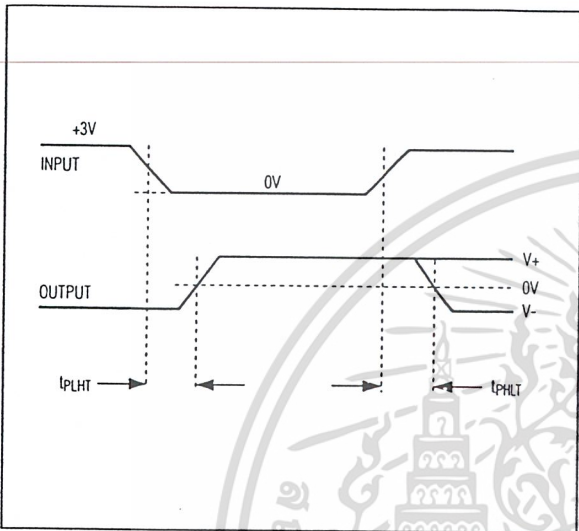


Figure 1. Transmitter Propagation-Delay Timing

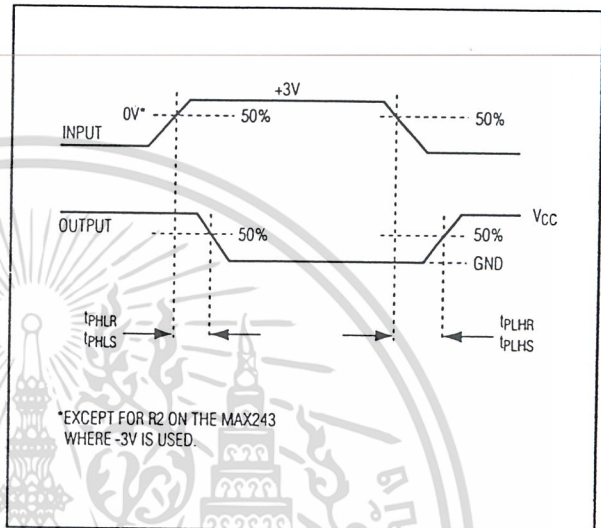


Figure 2. Receiver Propagation-Delay Timing

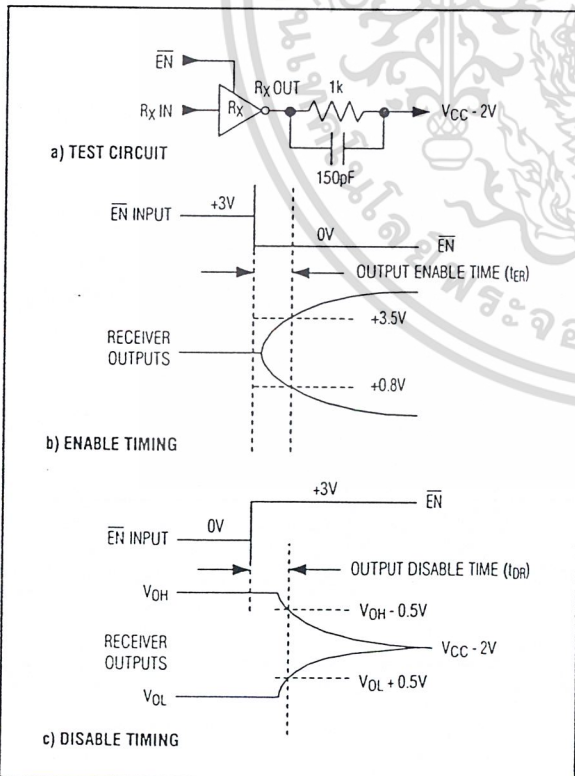


Figure 3. Receiver-Output Enable and Disable Timing

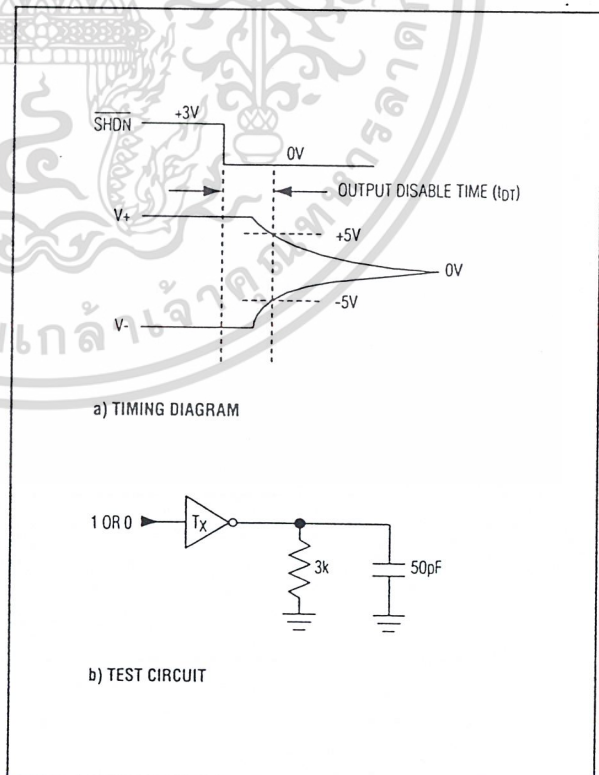


Figure 4. Transmitter-Output Disable Timing

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Table 1a. MAX245 Control Pin Configurations

$\overline{\text{ENT}}$	$\overline{\text{ENR}}$	OPERATION STATUS	TRANSMITTERS	RECEIVERS
0	0	Normal Operation	All Active	All Active
0	1	Normal Operation	All Active	All 3-State
1	0	Shutdown	All 3-State	All Low-Power Receive Mode
1	1	Shutdown	All 3-State	All 3-State

Table 1b. MAX245 Control Pin Configurations

$\overline{\text{ENT}}$	$\overline{\text{ENR}}$	OPERATION STATUS	TRANSMITTERS		RECEIVERS	
			TA1-TA4	TB1-TB4	RA1-RA5	RB1-RB5
0	0	Normal Operation	All Active	All Active	All Active	All Active
0	1	Normal Operation	All Active	All Active	RA1-RA4 3-State, RA5 Active	RB1-RB4 3-State, RB5 Active
1	0	Shutdown	All 3-State	All 3-State	All Low-Power Receive Mode	All Low-Power Receive Mode
1	1	Shutdown	All 3-State	All 3-State	RA1-RA4 3-State, RA5 Low-Power Receive Mode	RB1-RB4 3-State, RB5 Low-Power Receive Mode

Table 1c. MAX246 Control Pin Configurations

$\overline{\text{ENA}}$	$\overline{\text{ENB}}$	OPERATION STATUS	TRANSMITTERS		RECEIVERS	
			TA1-TA4	TB1-TB4	RA1-RA5	RB1-RB5
0	0	Normal Operation	All Active	All Active	All Active	All Active
0	1	Normal Operation	All Active	All 3-State	All Active	RB1-RB4 3-State, RB5 Active
1	0	Shutdown	All 3-State	All Active	RA1-RA4 3-State, RA5 Active	All Active
1	1	Shutdown	All 3-State	All 3-State	RA1-RA4 3-State, RA5 Low-Power Receive Mode	RB1-RB4 3-State, RB5 Low-Power Receive Mode

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

Table 1d. MAX247/MAX248/MAX249 Control Pin Configurations

$\overline{\text{ENTA}}$	$\overline{\text{ENTB}}$	$\overline{\text{ENRA}}$	$\overline{\text{ENRB}}$	OPERATION STATUS	TRANSMITTERS		RECEIVERS		
					MAX247	TA1-TA4	TB1-TB4	RA1-RA4	RB1-RB5
					MAX248	TA1-TA4	TB1-TB4	RA1-RA4	RB1-RB4
					MAX249	TA1-TA3	TB1-TB3	RA1-RA5	RB1-RB5
0	0	0	0	Normal Operation		All Active	All Active	All Active	All Active
0	0	0	1	Normal Operation		All Active	All Active	All Active	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
0	0	1	0	Normal Operation		All Active	All Active	All 3-State	All Active
0	0	1	1	Normal Operation		All Active	All Active	All 3-State	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
0	1	0	0	Normal Operation		All Active	All 3-State	All Active	All Active
0	1	0	1	Normal Operation		All Active	All 3-State	All Active	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
0	1	1	0	Normal Operation		All Active	All 3-State	All 3-State	All Active
0	1	1	1	Normal Operation		All Active	All 3-State	All 3-State	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
1	0	0	0	Normal Operation		All 3-State	All Active	All Active	All Active
1	0	0	1	Normal Operation		All 3-State	All Active	All Active	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
1	0	1	0	Normal Operation		All 3-State	All Active	All 3-State	All Active
1	0	1	1	Normal Operation		All 3-State	All Active	All 3-State	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
1	1	0	0	Shutdown		All 3-State	All 3-State	Low-Power Receive Mode	Low-Power Receive Mode
1	1	0	1	Shutdown		All 3-State	All 3-State	Low-Power Receive Mode	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
1	1	1	0	Shutdown		All 3-State	All 3-State	All 3-State	Low-Power Receive Mode
1	1	1	1	Shutdown		All 3-State	All 3-State	All 3-State	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Detailed Description

The MAX220–MAX249 contain four sections: dual charge-pump DC-DC voltage converters, RS-232 drivers, RS-232 receivers, and receiver and transmitter enable control inputs.

Dual Charge-Pump Voltage Converter

The MAX220–MAX249 have two internal charge-pumps that convert +5V to ±10V (unloaded) for RS-232 driver operation. The first converter uses capacitor C1 to double the +5V input to +10V on C3 at the V+ output. The second converter uses capacitor C2 to invert +10V to -10V on C4 at the V- output.

A small amount of power may be drawn from the +10V (V+) and -10V (V-) outputs to power external circuitry (see the *Typical Operating Characteristics* section), except on the MAX225 and MAX245–MAX247, where these pins are not available. V+ and V- are not regulated, so the output voltage drops with increasing load current. Do not load V+ and V- to a point that violates the minimum ±5V EIA/TIA-232E driver output voltage when sourcing current from V+ and V- to external circuitry.

When using the shutdown feature in the MAX222, MAX225, MAX230, MAX235, MAX236, MAX240, MAX241, and MAX245–MAX249, avoid using V+ and V- to power external circuitry. When these parts are shut down, V- falls to 0V, and V+ falls to +5V. For applications where a +10V external supply is applied to the V+ pin (instead of using the internal charge pump to generate +10V), the C1 capacitor must not be installed and the SHDN pin must be tied to VCC. This is because V+ is internally connected to VCC in shutdown mode.

RS-232 Drivers

The typical driver output voltage swing is ±8V when loaded with a nominal 5kΩ RS-232 receiver and VCC = +5V. Output swing is guaranteed to meet the EIA/TIA-232E and V.28 specification, which calls for ±5V minimum driver output levels under worst-case conditions. These include a minimum 3kΩ load, VCC = +4.5V, and maximum operating temperature. Unloaded driver output voltage ranges from (V+ -1.3V) to (V- +0.5V).

Input thresholds are both TTL and CMOS compatible. The inputs of unused drivers can be left unconnected since 400kΩ input pull-up resistors to VCC are built in (except for the MAX220). The pull-up resistors force the outputs of unused drivers low because all drivers invert. The internal input pull-up resistors typically source 12μA, except in shutdown mode where the pull-ups are disabled. Driver outputs turn off and enter a high-impedance state—where leakage current is typically microamperes (maximum 25μA)—when in shutdown

mode, in three-state mode, or when device power is removed. Outputs can be driven to ±15V. The power-supply current typically drops to 8μA in shutdown mode. The MAX220 does not have pull-up resistors to force the outputs of the unused drivers low. Connect unused inputs to GND or VCC.

The MAX239 has a receiver three-state control line, and the MAX223, MAX225, MAX235, MAX236, MAX240, and MAX241 have both a receiver three-state control line and a low-power shutdown control. Table 2 shows the effects of the shutdown control and receiver three-state control on the receiver outputs.

The receiver TTL/CMOS outputs are in a high-impedance, three-state mode whenever the three-state enable line is high (for the MAX225/MAX235/MAX236/MAX239–MAX241), and are also high-impedance whenever the shutdown control line is high.

When in low-power shutdown mode, the driver outputs are turned off and their leakage current is less than 1μA with the driver output pulled to ground. The driver output leakage remains less than 1μA, even if the transmitter output is backdriven between 0V and (VCC + 6V). Below -0.5V, the transmitter is diode clamped to ground with 1kΩ series impedance. The transmitter is also zener clamped to approximately VCC + 6V, with a series impedance of 1kΩ.

The driver output slew rate is limited to less than 30V/μs as required by the EIA/TIA-232E and V.28 specifications. Typical slew rates are 24V/μs unloaded and 10V/μs loaded with 3Ω and 2500pF.

RS-232 Receivers

EIA/TIA-232E and V.28 specifications define a voltage level greater than 3V as a logic 0, so all receivers invert. Input thresholds are set at 0.8V and 2.4V, so receivers respond to TTL level inputs as well as EIA/TIA-232E and V.28 levels.

The receiver inputs withstand an input overvoltage up to ±25V and provide input terminating resistors with

Table 2. Three-State Control of Receivers

PART	SHDN	SHDN	EN	EN(R)	RECEIVERS
MAX223	—	Low High High	X Low High	—	High Impedance Active High Impedance
MAX225	—	—	—	Low High	High Impedance Active
MAX235 MAX236 MAX240	Low Low High	—	—	Low High X	High Impedance Active High Impedance

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

nominal 5k Ω values. The receivers implement Type 1 interpretation of the fault conditions of V.28 and EIA/TIA-232E.

The receiver input hysteresis is typically 0.5V with a guaranteed minimum of 0.2V. This produces clear output transitions with slow-moving input signals, even with moderate amounts of noise and ringing. The receiver propagation delay is typically 600ns and is independent of input swing direction.

Low-Power Receive Mode

The low-power receive-mode feature of the MAX223, MAX242, and MAX245-MAX249 puts the IC into shutdown mode but still allows it to receive information. This is important for applications where systems are periodically awakened to look for activity. Using low-power receive mode, the system can still receive a signal that will activate it on command and prepare it for communication at faster data rates. This operation conserves system power.

Negative Threshold—MAX243

The MAX243 is pin compatible with the MAX232A, differing only in that RS-232 cable fault protection is removed on one of the two receiver inputs. This means that control lines such as CTS and RTS can either be driven or left floating without interrupting communication. Different cables are not needed to interface with different pieces of equipment.

The input threshold of the receiver without cable fault protection is -0.8V rather than +1.4V. Its output goes positive only if the input is connected to a control line that is actively driven negative. If not driven, it defaults to the 0 or "OK to send" state. Normally, the MAX243's other receiver (+1.4V threshold) is used for the data line (TD or RD), while the negative threshold receiver is connected to the control line (DTR, DTS, CTS, RTS, etc.).

Other members of the RS-232 family implement the optional cable fault protection as specified by EIA/TIA-232E specifications. This means a receiver output goes high whenever its input is driven negative, left floating, or shorted to ground. The high output tells the serial communications IC to stop sending data. To avoid this, the control lines must either be driven or connected with jumpers to an appropriate positive voltage level.

Shutdown—MAX222-MAX242

On the MAX222, MAX235, MAX236, MAX240, and MAX241, all receivers are disabled during shutdown. On the MAX223 and MAX242, two receivers continue to operate in a reduced power mode when the chip is in shutdown. Under these conditions, the propagation delay increases to about 2.5 μ s for a high-to-low input transition. When in shutdown, the receiver acts as a CMOS inverter with no hysteresis. The MAX223 and MAX242 also have a receiver output enable input (\overline{EN} for the MAX242 and EN for the MAX223) that allows receiver output control independent of \overline{SHDN} (SHDN for MAX241). With all other devices, \overline{SHDN} (SHDN for MAX241) also disables the receiver outputs.

The MAX225 provides five transmitters and five receivers, while the MAX245 provides ten receivers and eight transmitters. Both devices have separate receiver and transmitter-enable controls. The charge pumps turn off and the devices shut down when a logic high is applied to the ENT input. In this state, the supply current drops to less than 25 μ A and the receivers continue to operate in a low-power receive mode. Driver outputs enter a high-impedance state (three-state mode). On the MAX225, all five receivers are controlled by the \overline{ENR} input. On the MAX245, eight of the receiver outputs are controlled by the \overline{ENR} input, while the remaining two receivers (RA5 and RB5) are always active. RA1-RA4 and RB1-RB4 are put in a three-state mode when \overline{ENR} is a logic high.

Receiver and Transmitter Enable Control Inputs

The MAX225 and MAX245-MAX249 feature transmitter and receiver enable controls.

The receivers have three modes of operation: full-speed receive (normal active), three-state (disabled), and low-power receive (enabled receivers continue to function at lower data rates). The receiver enable inputs control the full-speed receive and three-state modes. The transmitters have two modes of operation: full-speed transmit (normal active) and three-state (disabled). The transmitter enable inputs also control the shutdown mode. The device enters shutdown mode when all transmitters are disabled. Enabled receivers function in the low-power receive mode when in shutdown.

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Tables 1a–1d define the control states. The MAX244 has no control pins and is not included in these tables.

The MAX246 has ten receivers and eight drivers with two control pins, each controlling one side of the device. A logic high at the A-side control input (\overline{ENA}) causes the four A-side receivers and drivers to go into a three-state mode. Similarly, the B-side control input (\overline{ENB}) causes the four B-side drivers and receivers to go into a three-state mode. As in the MAX245, one A-side and one B-side receiver (RA5 and RB5) remain active at all times. The entire device is put into shutdown mode when both the A and B sides are disabled ($\overline{ENA} = \overline{ENB} = +5V$).

The MAX247 provides nine receivers and eight drivers with four control pins. The \overline{ENRA} and \overline{ENRB} receiver enable inputs each control four receiver outputs. The \overline{ENTA} and \overline{ENTB} transmitter enable inputs each control four drivers. The ninth receiver (RB5) is always active. The device enters shutdown mode with a logic high on both \overline{ENTA} and \overline{ENTB} .

The MAX248 provides eight receivers and eight drivers with four control pins. The \overline{ENRA} and \overline{ENRB} receiver enable inputs each control four receiver outputs. The \overline{ENTA} and \overline{ENTB} transmitter enable inputs control four drivers each. This part does not have an always-active receiver. The device enters shutdown mode and transmitters go into a three-state mode with a logic high on both \overline{ENTA} and \overline{ENTB} .

The MAX249 provides ten receivers and six drivers with four control pins. The \overline{ENRA} and \overline{ENRB} receiver enable inputs each control five receiver outputs. The \overline{ENTA} and \overline{ENTB} transmitter enable inputs control three drivers each. There is no always-active receiver. The device enters shutdown mode and transmitters go into a three-state mode with a logic high on both \overline{ENTA} and \overline{ENTB} . In shutdown mode, active receivers operate in a low-power receive mode at data rates up to 20kbits/sec.

Applications Information

Figures 5 through 25 show pin configurations and typical operating circuits. In applications that are sensitive to power-supply noise, VCC should be decoupled to ground with a capacitor of the same value as C1 and C2 connected as close as possible to the device.

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

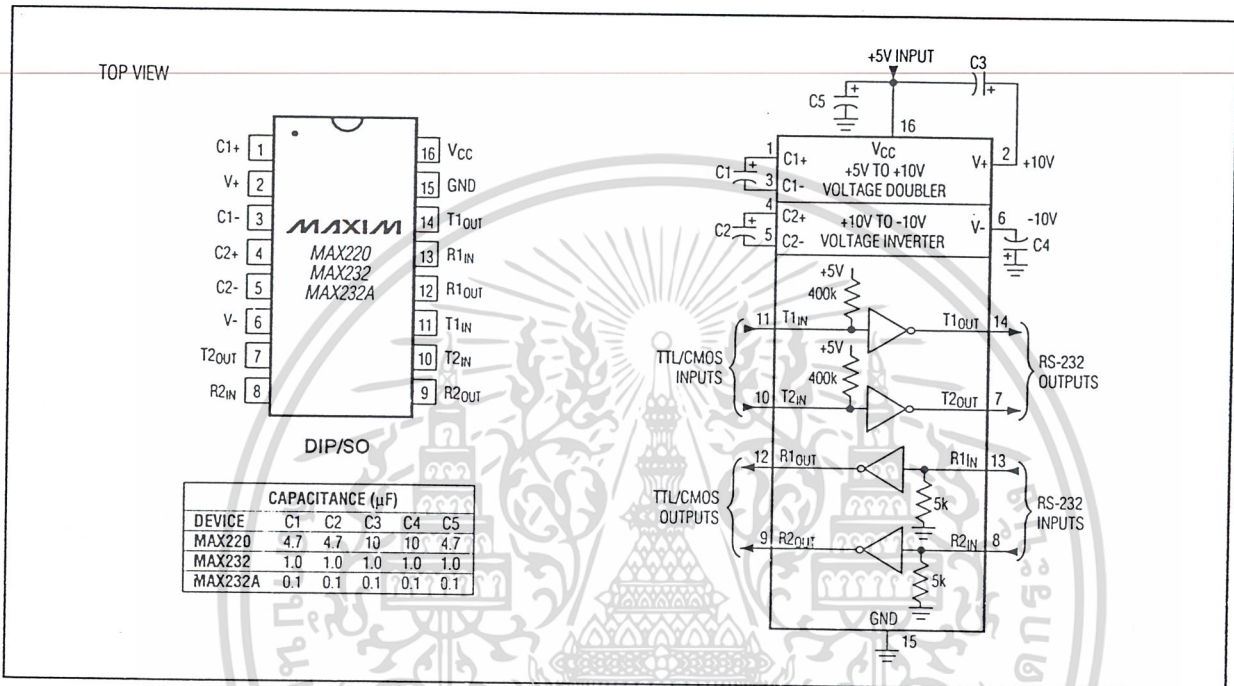


Figure 5. MAX220/MAX232/MAX232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

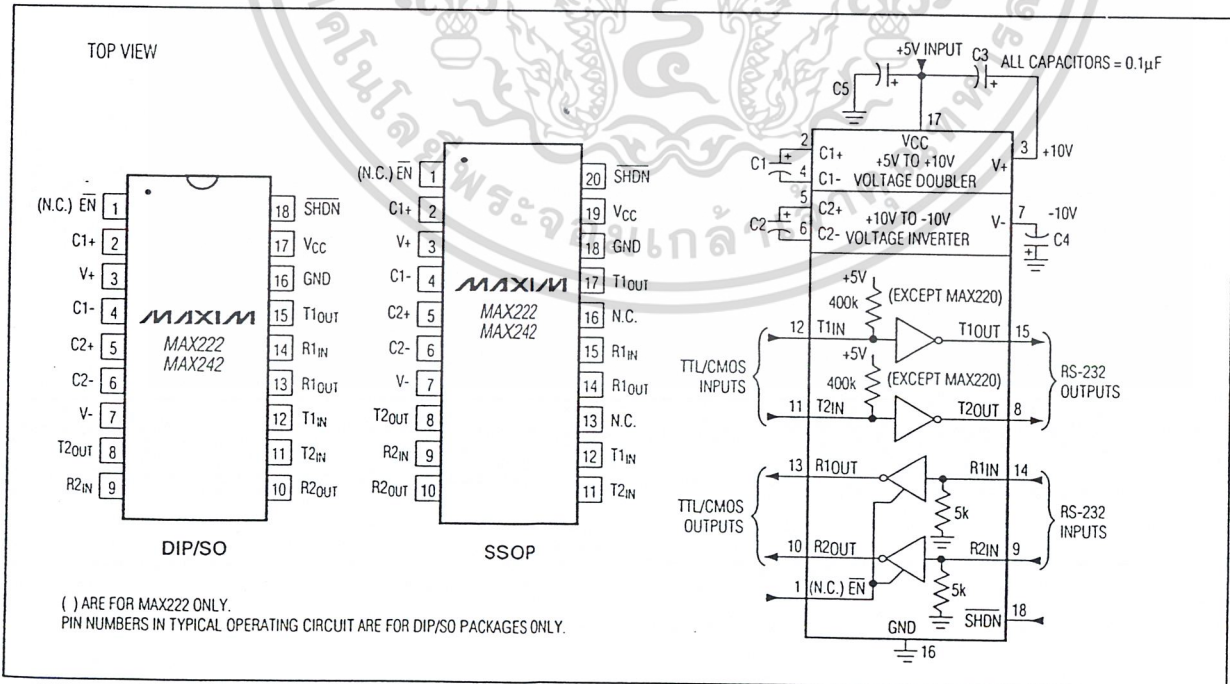


Figure 6. MAX222/MAX242 Pin Configurations and Typical Operating Circuit

MAXIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

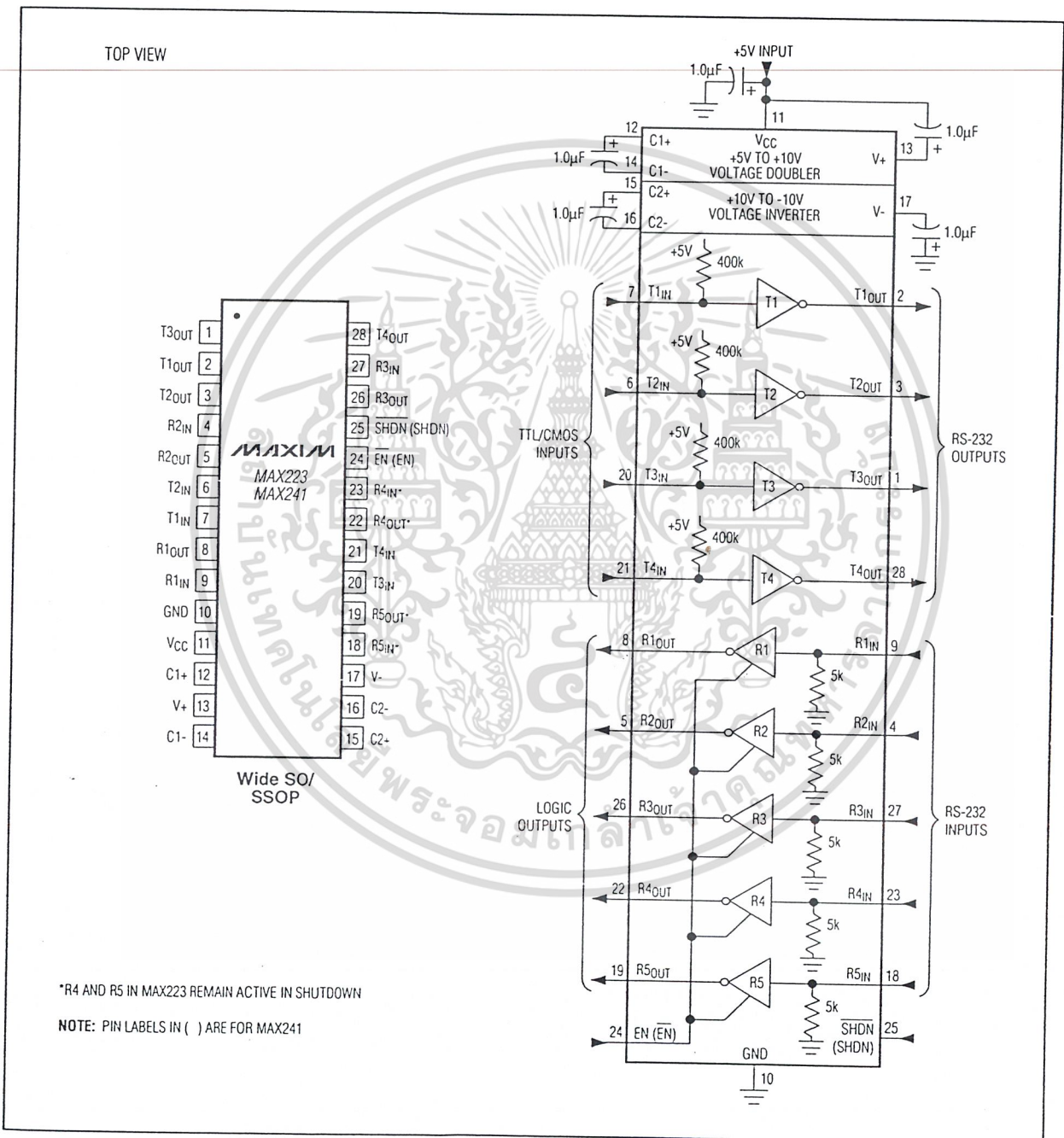


Figure 8. MAX223/MAX241 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

MAXIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Ordering Information (continued)

MAX220-MAX249

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX222CPN	0°C to +70°C	18 Plastic DIP
MAX222CWN	0°C to +70°C	18 Wide SO
MAX222C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX222EPN	-40°C to +85°C	18 Plastic DIP
MAX222EWN	-40°C to +85°C	18 Wide SO
MAX222EJN	-40°C to +85°C	18 CERDIP
MAX222MJN	-55°C to +125°C	18 CERDIP
MAX223CAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX223CWI	0°C to +70°C	28 Wide SO
MAX223C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX223EAI	-40°C to +85°C	28 SSOP
MAX223EWI	-40°C to +85°C	28 Wide SO
MAX225CWI	0°C to +70°C	28 Wide SO
MAX225EWI	-40°C to +85°C	28 Wide SO
MAX230CPP	0°C to +70°C	20 Plastic DIP
MAX230CWP	0°C to +70°C	20 Wide SO
MAX230C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX230EPP	-40°C to +85°C	20 Plastic DIP
MAX230EWP	-40°C to +85°C	20 Wide SO
MAX230EJP	-40°C to +85°C	20 CERDIP
MAX230MJP	-55°C to +125°C	20 CERDIP
MAX231CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX231CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX231CJD	0°C to +70°C	14 CERDIP
MAX231C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX231EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX231EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX231EJD	-40°C to +85°C	14 CERDIP
MAX231MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP
MAX232CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX232CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX232CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX232C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX232EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX232ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX232EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX232EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX232MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP
MAX232MLP	-55°C to +125°C	20 LCC
MAX232ACPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX232ACSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX232ACWE	0°C to +70°C	16 Wide SO

MAX232AC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX232AEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX232AESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX232AEWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX232AEJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX232AMJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP
MAX232AMLP	-55°C to +125°C	20 LCC
MAX233CPP	0°C to +70°C	20 Plastic DIP
MAX233EPP	-40°C to +85°C	20 Plastic DIP
MAX233ACPP	0°C to +70°C	20 Plastic DIP
MAX233ACWP	0°C to +70°C	20 Wide SO
MAX233AEPP	-40°C to +85°C	20 Plastic DIP
MAX233AEWP	-40°C to +85°C	20 Wide SO
MAX234CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX234CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX234C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX234EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX234EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX234EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX234MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP
MAX235CPG	0°C to +70°C	24 Wide Plastic DIP
MAX235EPG	-40°C to +85°C	24 Wide Plastic DIP
MAX235EDG	-40°C to +85°C	24 Ceramic SB
MAX235MDG	-55°C to +125°C	24 Ceramic SB
MAX236CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX236CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX236C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX236ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX236EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX236ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP
MAX236MRG	-55°C to +125°C	24 Narrow CERDIP
MAX237CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX237CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX237C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX237ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX237EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX237ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP
MAX237MRG	-55°C to +125°C	24 Narrow CERDIP
MAX238CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX238CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX238C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX238ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP

* Contact factory for dice specifications.

MAXIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Ordering Information (continued)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE			
MAX238EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO	MAX243CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX238ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP	MAX243CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX238MRG	-55°C to +125°C	24 Narrow CERDIP	MAX243CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX239CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP	MAX243C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX239CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO	MAX243EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX239C/D	0°C to +70°C	Dice*	MAX243ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX239ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP	MAX243EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX239EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO	MAX243EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX239ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP	MAX243MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP
MAX239MRG	-55°C to +125°C	24 Narrow CERDIP	MAX244CQH	0°C to +70°C	44 PLCC
MAX240CMH	0°C to +70°C	44 Plastic FP	MAX244C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX240C/D	0°C to +70°C	Dice*	MAX244EQH	-40°C to +85°C	44 PLCC
MAX241CAI	0°C to +70°C	28 SSOP	MAX245CPL	0°C to +70°C	40 Plastic DIP
MAX241CWI	0°C to +70°C	28 Wide SO	MAX245C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX241C/D	0°C to +70°C	Dice*	MAX245EPL	-40°C to +85°C	40 Plastic DIP
MAX241EAI	-40°C to +85°C	28 SSOP	MAX246CPL	0°C to +70°C	40 Plastic DIP
MAX241EWI	-40°C to +85°C	28 Wide SO	MAX246C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX242CAP	0°C to +70°C	20 SSOP	MAX246EPL	-40°C to +85°C	40 Plastic DIP
MAX242CPN	0°C to +70°C	18 Plastic DIP	MAX247CPL	0°C to +70°C	40 Plastic DIP
MAX242CWN	0°C to +70°C	18 Wide SO	MAX247C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX242C/D	0°C to +70°C	Dice*	MAX247EPL	-40°C to +85°C	40 Plastic DIP
MAX242EPN	-40°C to +85°C	18 Plastic DIP	MAX248CQH	0°C to +70°C	44 PLCC
MAX242EWN	-40°C to +85°C	18 Wide SO	MAX248C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX242EJN	-40°C to +85°C	18 CERDIP	MAX248EQH	-40°C to +85°C	44 PLCC
MAX242MJN	-55°C to +125°C	18 CERDIP	MAX249CQH	0°C to +70°C	44 PLCC
			MAX249EQH	-40°C to +85°C	44 PLCC

* Contact factory for dice specifications.

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

36 _____ **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**

© 2000 Maxim Integrated Products Printed USA **MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS122 SN74LS123

Retriggerable Monostable Multivibrators

These dc triggered multivibrators feature pulse width control by three methods. The basic pulse width is programmed by selection of external resistance and capacitance values. The LS122 has an internal timing resistor that allows the circuits to be used with only an external capacitor. Once triggered, the basic pulse width may be extended by retriggering the gated low-level-active (A) or high-level-active (B) inputs, or be reduced by use of the overriding clear.

- Overriding Clear Terminates Output Pulse
- Compensated for V_{CC} and Temperature Variations
- DC Triggered from Active-High or Active-Low Gated Logic Inputs
- Retriggerable for Very Long Output Pulses, up to 100% Duty Cycle
- Internal Timing Resistors on LS122

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I_{OH}	Output Current – High			-0.4	mA
I_{OL}	Output Current – Low			8.0	mA
R_{ext}	External Timing Resistance	5.0		260	k Ω
C_{ext}	External Capacitance	No Restriction			
R_{ext}/C_{ext}	Wiring Capacitance at R_{ext}/C_{ext} Terminal			50	pF



ON Semiconductor

Formerly a Division of Motorola

<http://onsemi.com>

LOW POWER SCHOTTKY



14
1
PLASTIC
N SUFFIX
CASE 646



14
1
SOIC
D SUFFIX
CASE 751A



16
1
PLASTIC
N SUFFIX
CASE 648



16
1
SOIC
D SUFFIX
CASE 751B

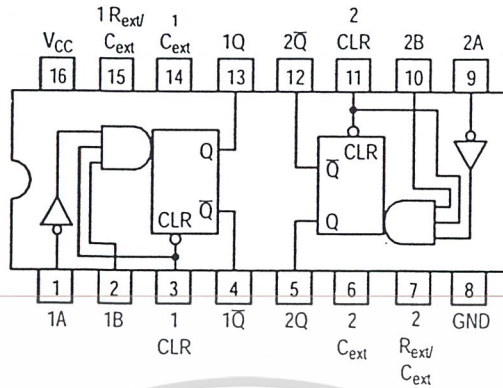
ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
SN74LS122N	14 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS122D	14 Pin	2500/Tape & Reel
SN74LS123N	16 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS123D	16 Pin	2500/Tape & Reel

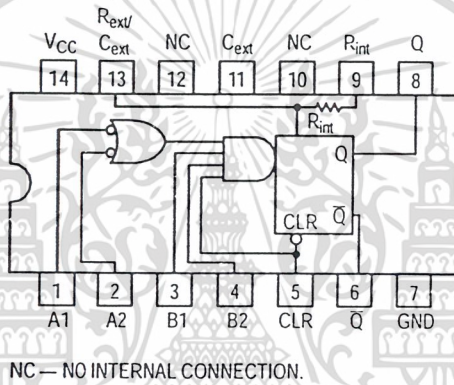
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS122 SN74LS123

SN74LS123 (TOP VIEW)
(SEE NOTES 1 THRU 4)



SN74LS122 (TOP VIEW)
(SEE NOTES 1 THRU 4)



NOTES:

1. An external timing capacitor may be connected between C_{ext} and R_{ext}/C_{ext} (positive).
2. To use the internal timing resistor of the LS122, connect R_{int} to V_{CC} .
3. For improved pulse width accuracy connect an external resistor between R_{ext}/C_{ext} and V_{CC} with R_{int} open-circuited.
4. To obtain variable pulse widths, connect an external variable resistance between R_{int}/C_{ext} and V_{CC} .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS122 SN74LS123

LS122 FUNCTIONAL TABLE

INPUTS					OUTPUTS	
CLEAR	A1	A2	B1	B2	Q	\bar{Q}
L	X	X	X	X	L	H
X	H	H	X	X	L	H
X	X	X	L	X	L	H
X	X	X	X	L	L	H
H	L	X	↑	H	\square	\square
H	L	X	H	↑	\square	\square
H	X	L	↑	H	\square	\square
H	X	L	H	↑	\square	\square
H	H	↓	H	H	\square	\square
H	↓	↓	H	H	\square	\square
H	↓	H	H	H	\square	\square
↑	L	X	H	H	\square	\square
↑	X	L	H	H	\square	\square

LS123 FUNCTIONAL TABLE

INPUTS			OUTPUTS	
CLEAR	A	B	Q	\bar{Q}
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	↑	\square	\square
H	↓	H	\square	\square
↑	L	H	\square	\square

TYPICAL APPLICATION DATA

The output pulse t_W is a function of the external components, C_{ext} and R_{ext} or C_{ext} and R_{int} on the LS122. For values of $C_{ext} \geq 1000$ pF, the output pulse at $V_{CC} = 5.0$ V and $V_{RC} = 5.0$ V (see Figures 1, 2, and 3) is given by

$$t_W = K R_{ext} C_{ext} \text{ where } K \text{ is nominally } 0.45$$

If C_{ext} is on pF and R_{ext} is in $k\Omega$ then t_W is in nanoseconds.

The C_{ext} terminal of the LS122 and LS123 is an internal connection to ground, however for the best system performance C_{ext} should be hard-wired to ground.

Care should be taken to keep R_{ext} and C_{ext} as close to the monostable as possible with a minimum amount of inductance between the R_{ext}/C_{ext} junction and the R_{ext}/C_{ext} pin. Good groundplane and adequate bypassing should be designed into the system for optimum performance to ensure that no false triggering occurs.

It should be noted that the C_{ext} pin is internally connected to ground on the LS122 and LS123, but not on the LS221. Therefore, if C_{ext} is hard-wired externally to ground, substitution of a LS221 onto a LS123 socket will cause the LS221 to become non-functional.

The switching diode is not needed for electrolytic capacitance application and should not be used on the LS122 and LS123.

To find the value of K for $C_{ext} \geq 1000$ pF, refer to Figure 4. Variations on V_{CC} or V_{RC} can cause the value of K to change, as can the temperature of the LS123, LS122.

Figures 5 and 6 show the behavior of the circuit shown in Figures 1 and 2 if separate power supplies are used for V_{CC} and V_{RC} . If V_{CC} is tied to V_{RC} , Figure 7 shows how K will vary with V_{CC} and temperature. Remember, the changes in R_{ext} and C_{ext} with temperature are not calculated and included in the graph.

As long as $C_{ext} \geq 1000$ pF and $5K \leq R_{ext} \leq 260K$, the change in K with respect to R_{ext} is negligible.

If $C_{ext} \leq 1000$ pF the graph shown on Figure 8 can be used to determine the output pulse width. Figure 9 shows how K will change for $C_{ext} \leq 1000$ pF if V_{CC} and V_{RC} are connected to the same power supply. The pulse width t_W in nanoseconds is approximated by

$$t_W = 6 + 0.05 C_{ext} (\text{pF}) + 0.45 R_{ext} (k\Omega) C_{ext} + 11.6 R_{ext}$$

In order to trim the output pulse width, it is necessary to include a variable resistor between V_{CC} and the R_{ext}/C_{ext} pin or between V_{CC} and the R_{ext} pin of the LS122. Figure 10, 11, and 12 show how this can be done. R_{ext} remote should be kept as close to the monostable as possible.

Retriggering of the part, as shown in Figure 3, must not occur before C_{ext} is discharged or the retrigger pulse will not have any effect. The discharge time of C_{ext} in nanoseconds is guaranteed to be less than $0.22 C_{ext}$ (pF) and is typically $0.05 C_{ext}$ (pF).

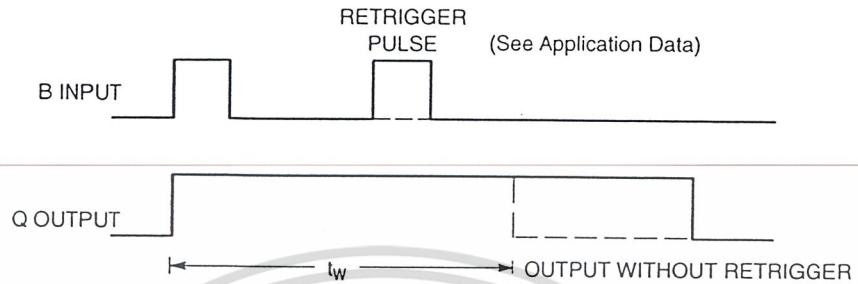
For the smallest possible deviation in output pulse widths from various devices, it is suggested that C_{ext} be kept ≥ 1000 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

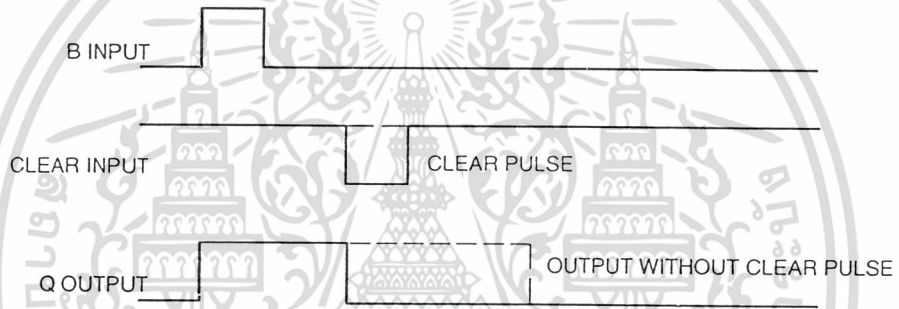
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS122 SN74LS123

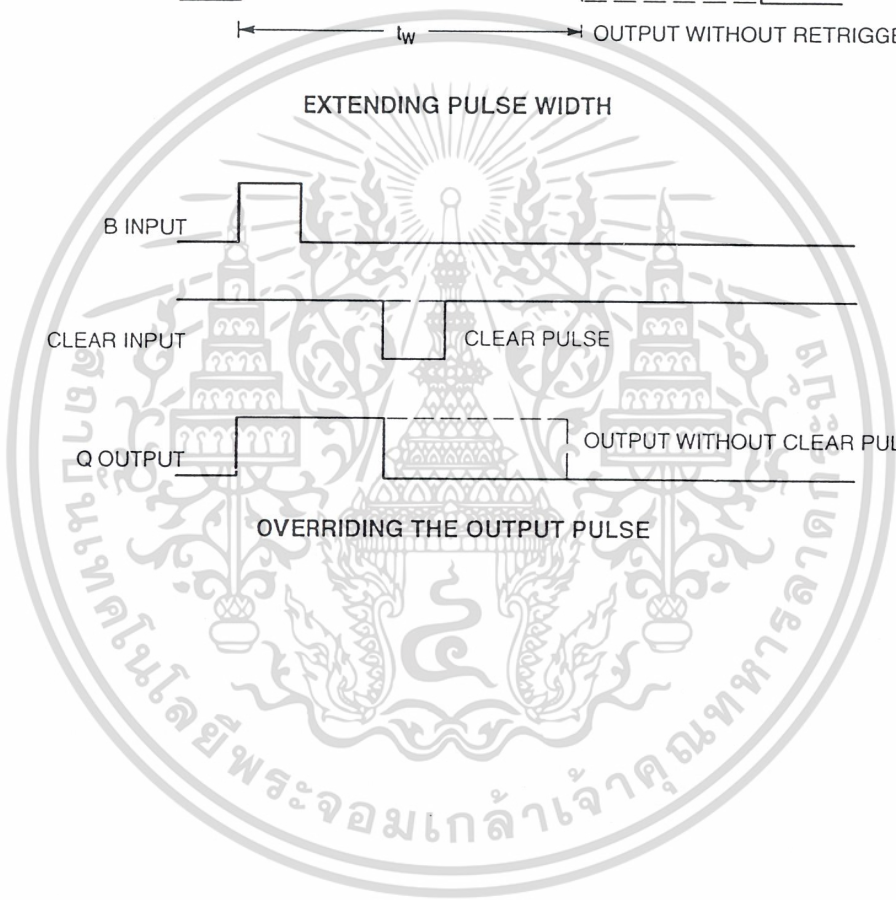
WAVEFORMS



EXTENDING PULSE WIDTH



OVERRIDING THE OUTPUT PULSE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS122 SN74LS123

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
V _{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V _{IL}	Input LOW Voltage			0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	2.7	3.5		V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table
V _{OL}	Output LOW Voltage		0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA
			0.35	0.5	V	I _{OL} = 8.0 mA
I _{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
				0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V
I _{IL}	Input LOW Current			-0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
I _{OS}	Short Circuit Current (Note 1)	-20		-100	mA	V _{CC} = MAX
I _{CC}	Power Supply Current	LS122		11	mA	V _{CC} = MAX
		LS123		20		

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

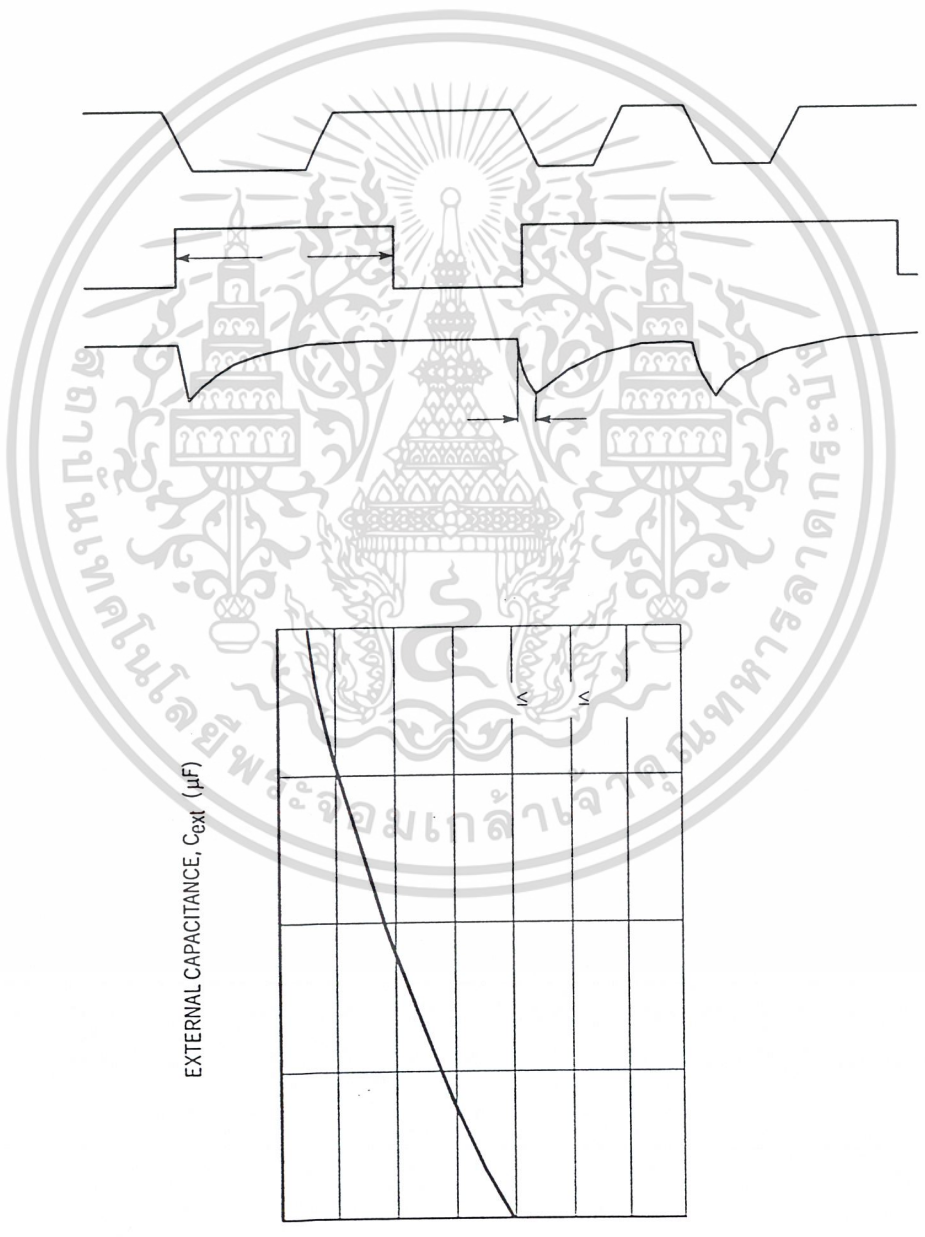
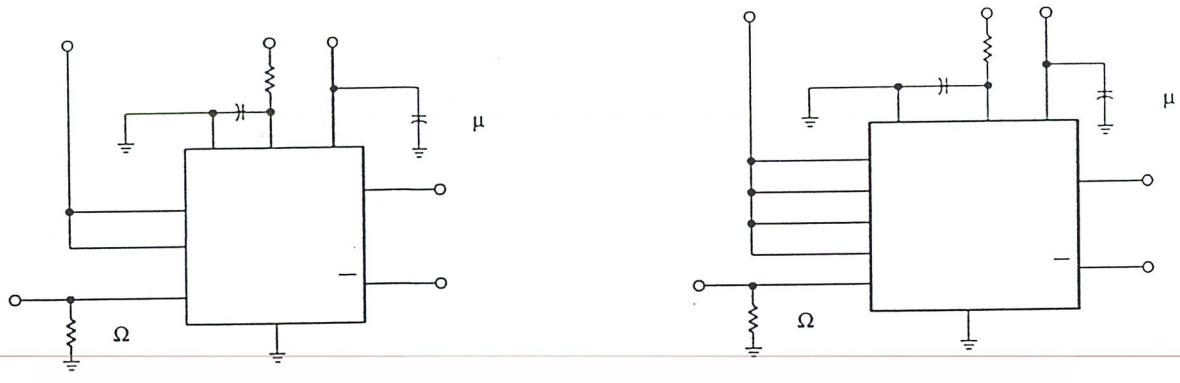
AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C, V_{CC} = 5.0 V)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, A to Q Propagation Delay, A to Q̄		23 32	33 45	ns	C _{ext} = 0 C _L = 15 pF R _{ext} = 5.0 kΩ R _L = 2.0 kΩ
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, B to Q Propagation Delay, B to Q̄		23 34	44 56	ns	
t _{PLH} t _{PHL}	Propagation Delay, Clear to Q̄ Propagation Delay, Clear to Q		28 20	45 27	ns	
t _{w min}	A or B to Q		116	200	ns	
t _{wQ}	A to B to Q	4.0	4.5	5.0	μs	

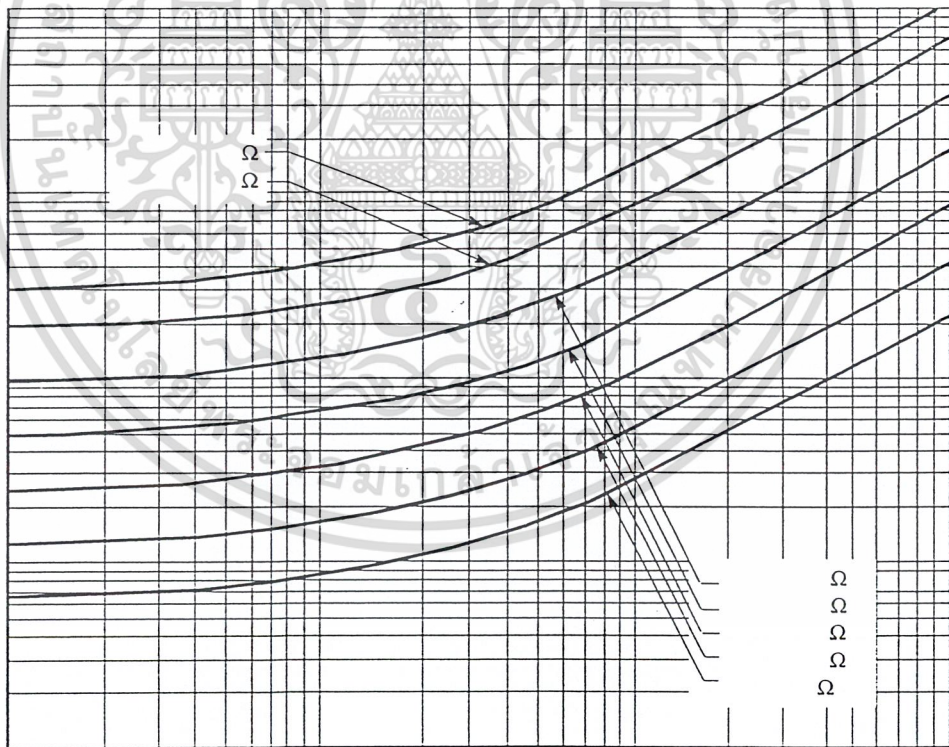
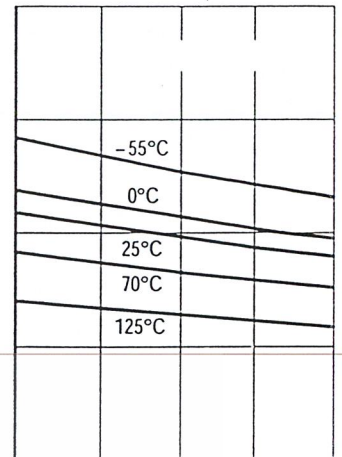
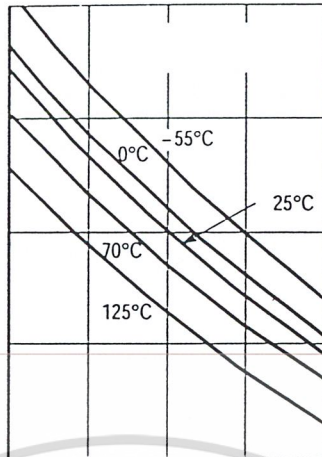
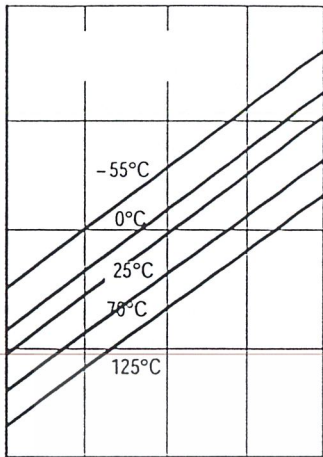
AC SETUP REQUIREMENTS (T_A = 25°C, V_{CC} = 5.0 V)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
t _w	Pulse Width	40			ns	

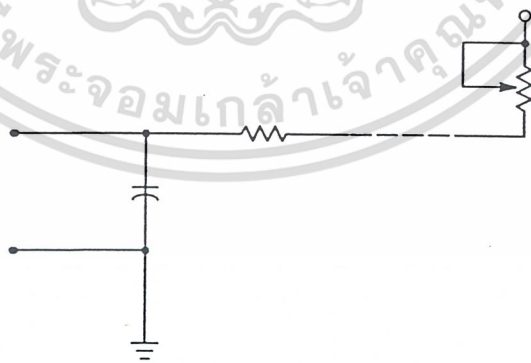
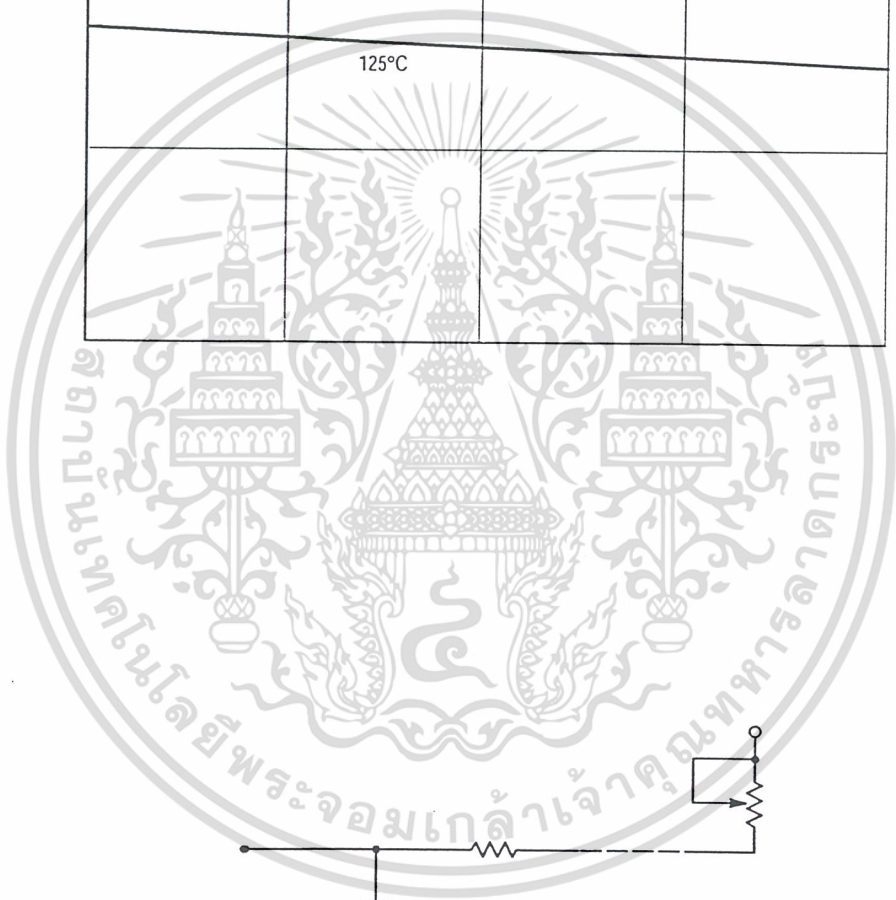
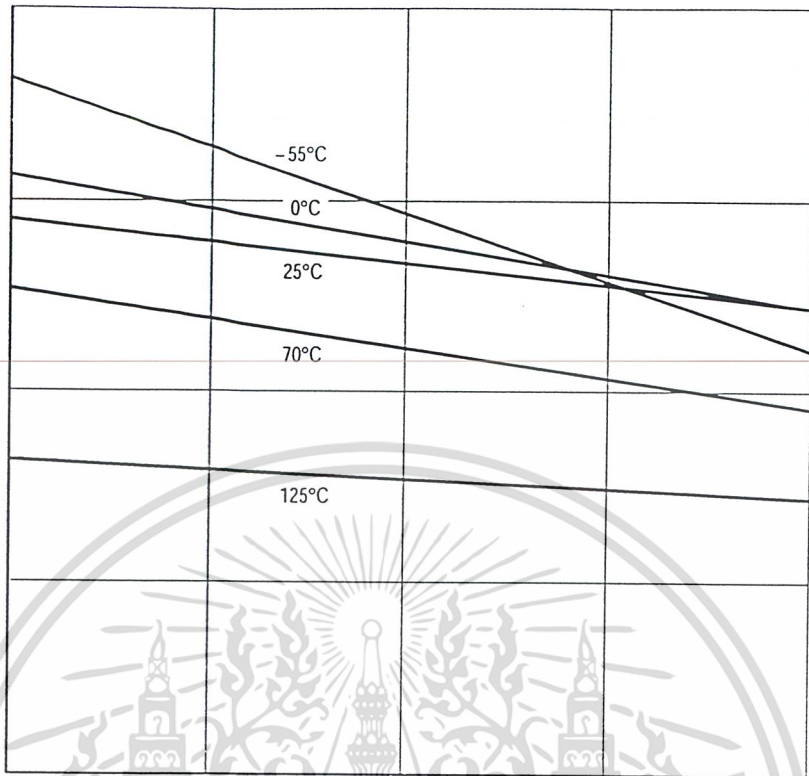
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



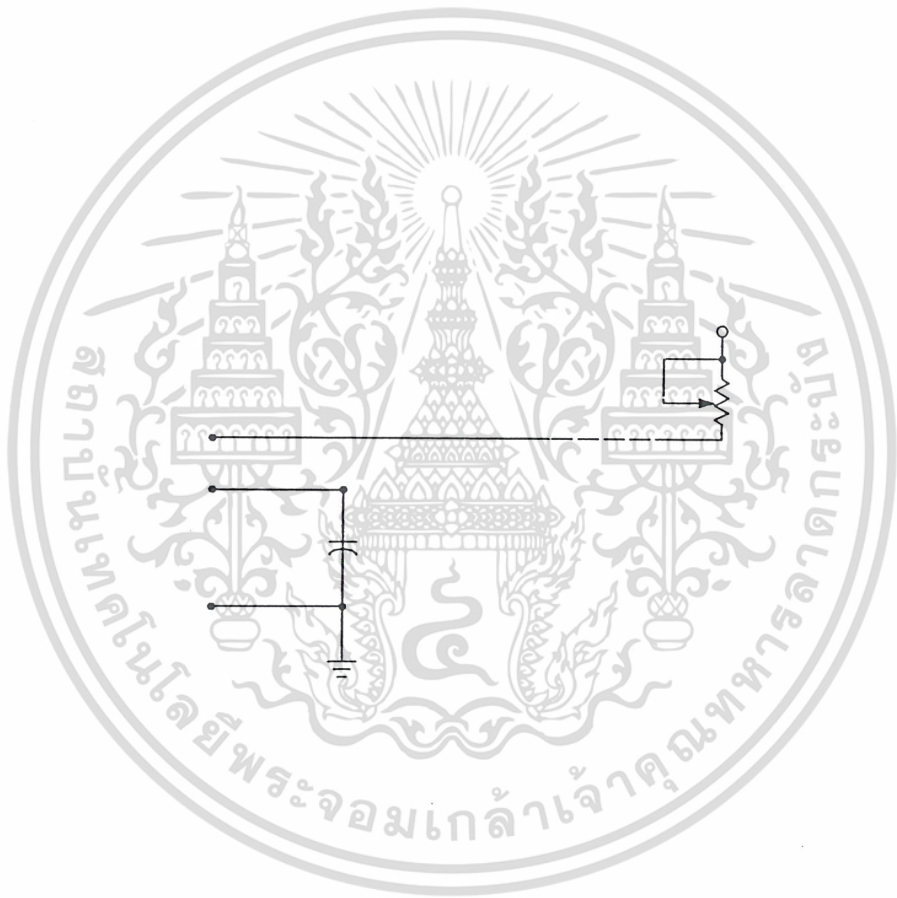
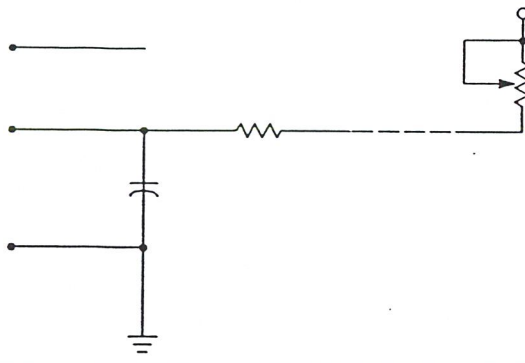
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



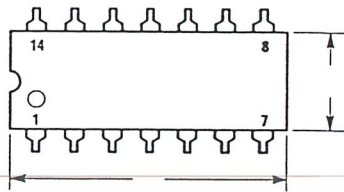
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

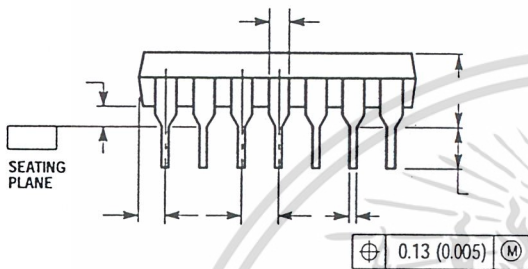


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าวิธีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



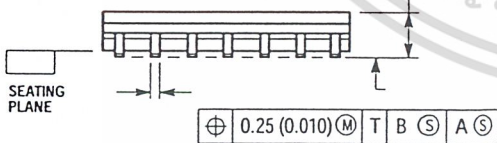
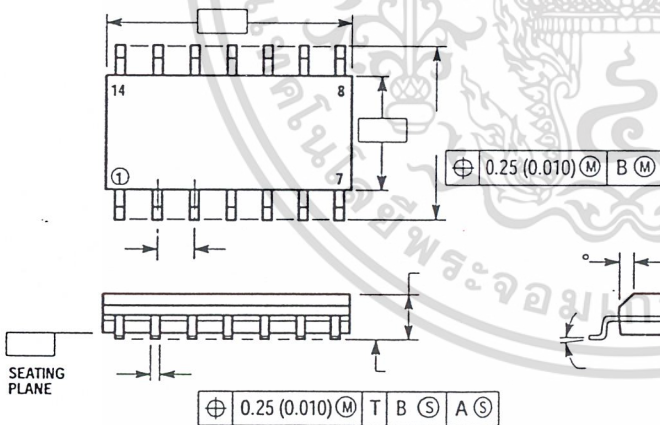
- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
 4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
 5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.715	0.770	18.16	18.80
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.145	0.185	3.69	4.69
D	0.015	0.021	0.38	0.53
F	0.040	0.070	1.02	1.78
G	0.100 BSC			
H	0.052	0.095	1.32	2.41
J	0.008	0.015	0.20	0.38
K	0.115	0.135	2.92	3.43
L	0.290	0.310	7.37	7.87
M	10°		10°	
N	0.015	0.039	0.38	1.01

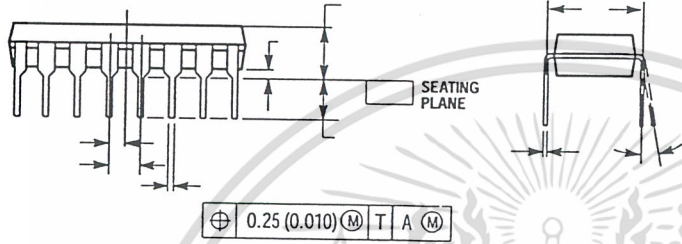
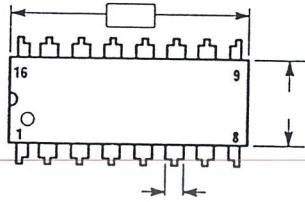


- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
 3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
 4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
 5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	8.55	8.75	0.337	0.344
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC			
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°		7°	
P	5.80	6.20	0.228	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

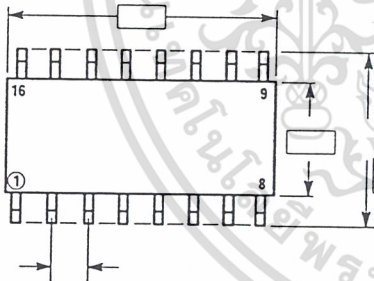


$\oplus 0.25 (0.010) \text{ (M) T A (M)}$

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.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	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

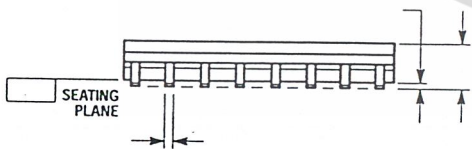


$\oplus 0.25 (0.010) \text{ (M) B (S)}$

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 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.80	10.00	0.386	0.393
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC			
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019



$\oplus 0.25 (0.010) \text{ (M) T B (S) A (S)}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีไปใช้

LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

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

Features

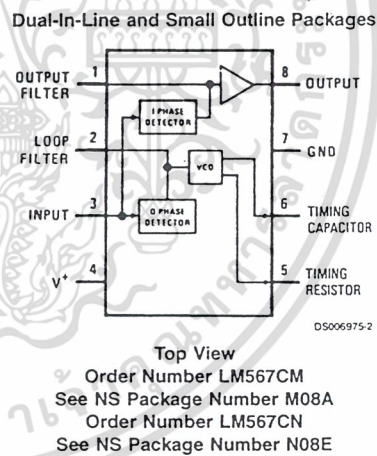
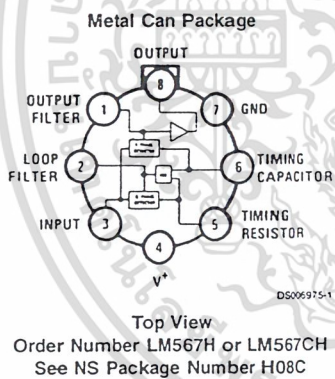
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%

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

Applications

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

Connection Diagrams



Absolute Maximum Ratings (Note 1)

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

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

Operating Temperature Range

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

Soldering Information

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

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

Electrical Characteristics

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

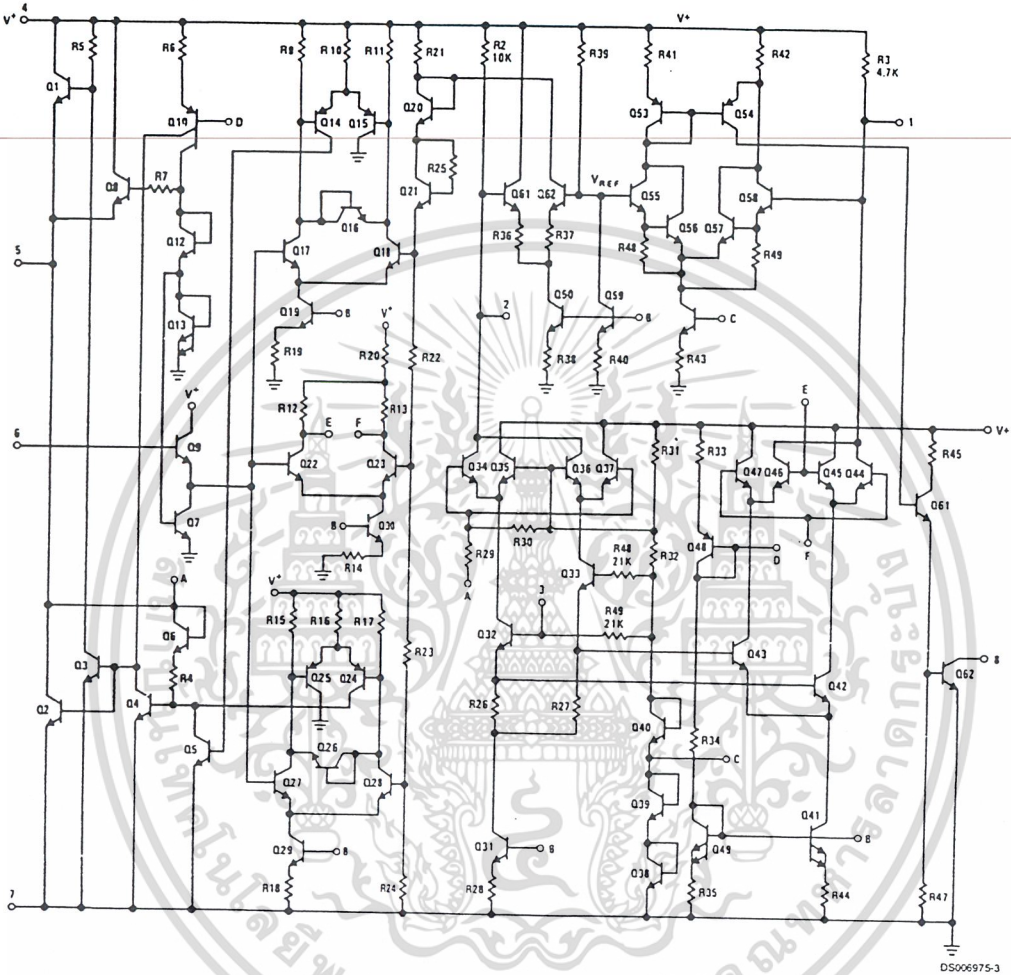
Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	$R_L = 20k$		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	$R_L = 20k$		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		k Ω
Smallest Detectable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

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

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

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

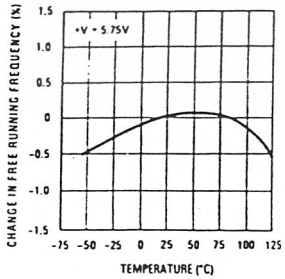
Schematic Diagram



DS006975-3

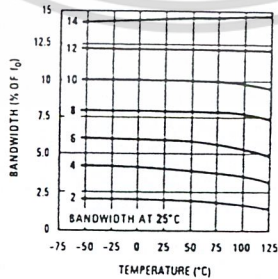
Typical Performance Characteristics

Typical Frequency Drift



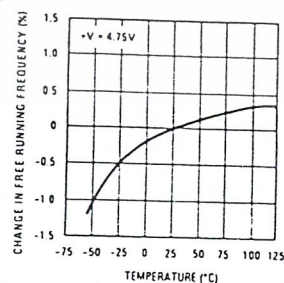
DS006975-10

Typical Bandwidth Variation



DS006975-11

Typical Frequency Drift

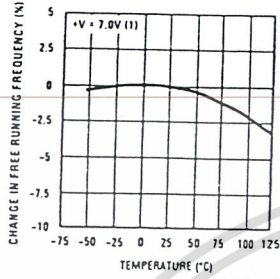


DS006975-12

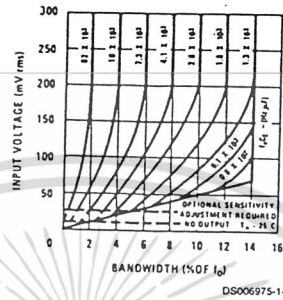
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics (Continued)

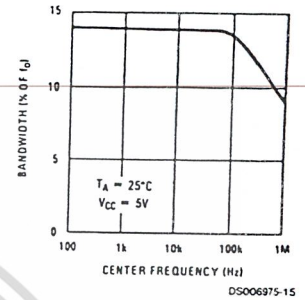
Typical Frequency Drift



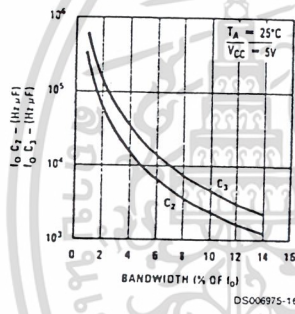
Bandwidth vs Input Signal Amplitude



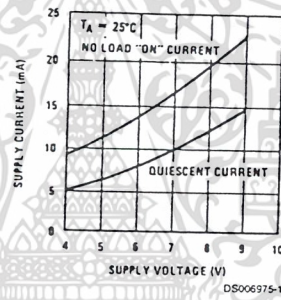
Largest Detection Bandwidth



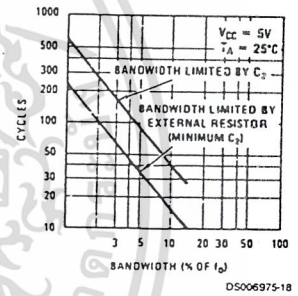
Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



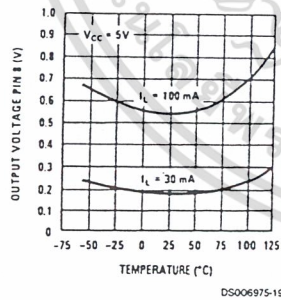
Typical Supply Current vs Supply Voltage



Greatest Number of Cycles Before Output

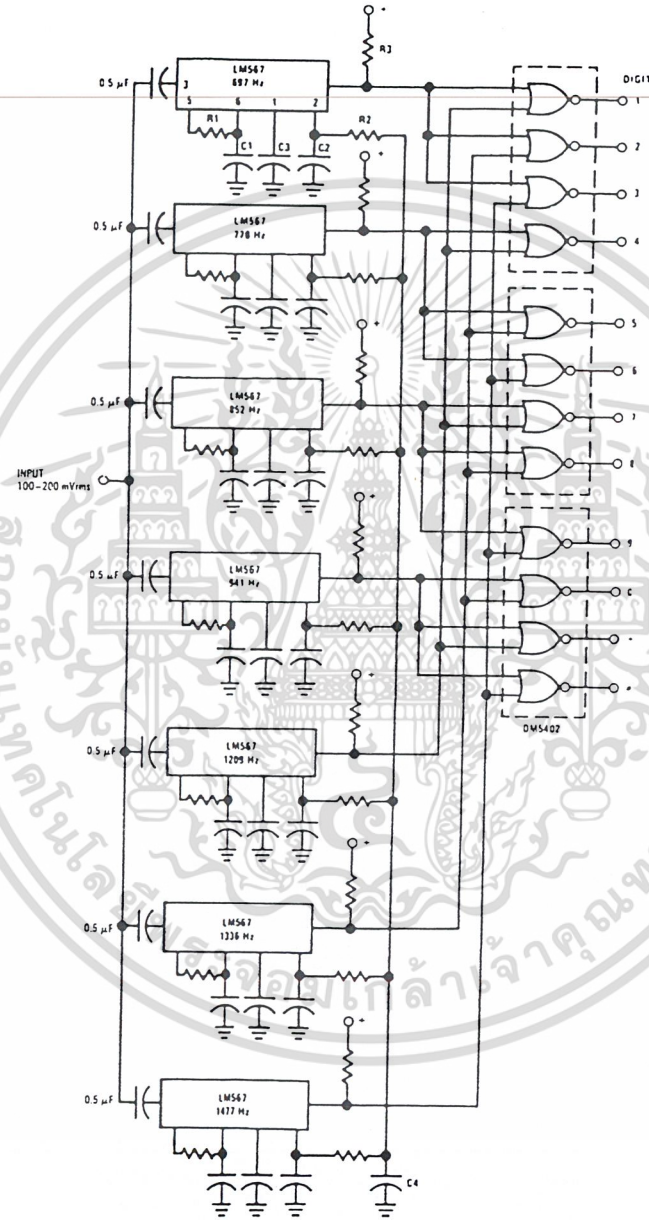


Typical Output Voltage vs Temperature



Typical Applications

Touch-Tone Decoder



Component values (typ)

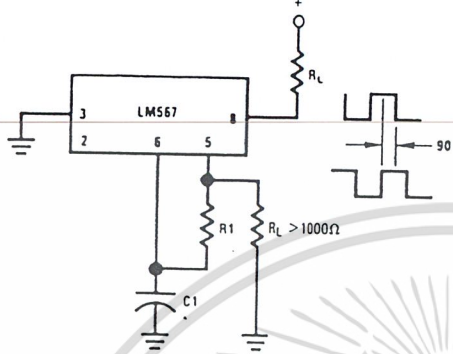
- R1 6.8 to 15k
- R2 4.7k
- R3 20k
- C1 0.10 mfd
- C2 1.0 mfd 6V
- C3 2.2 mfd 6V
- C4 250 mfd 6V

DS006975-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

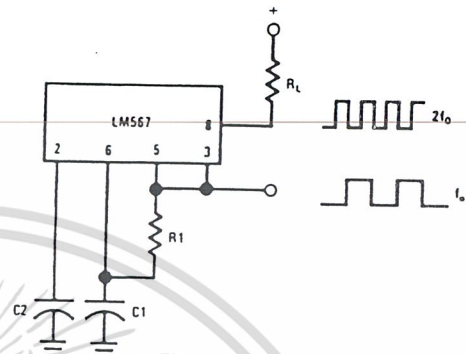
Typical Applications (Continued)

Oscillator with Quadrature Output



DS006975-6

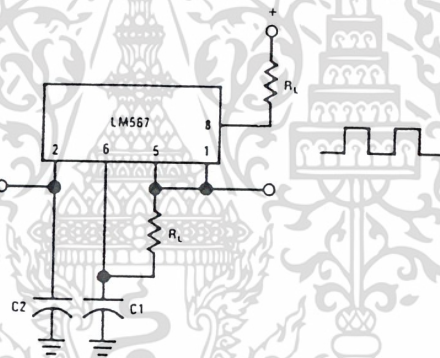
Oscillator with Double Frequency Output



DS006975-7

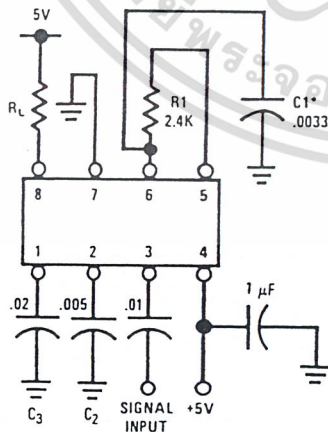
Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



DS006975-8

AC Test Circuit



DS006975-9

$f_i = 100 \text{ kHz} \pm 5\%$
 *Note: Adjust for $f_o = 100 \text{ kHz}$.

Applications Information

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

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

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

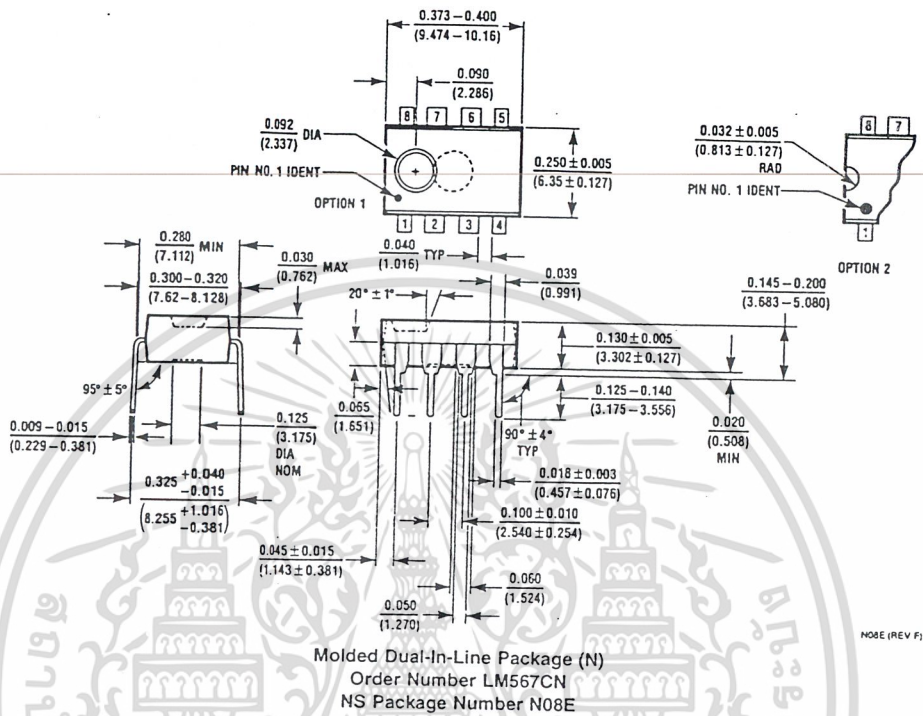
$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_o C_2}} \text{ in } \% \text{ of } f_o$$

Where:

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

C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)

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



LIFE SUPPORT POLICY

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

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

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

www.national.com

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์สุรพล บุญจันทร์ ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งคอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบโครงการ ทำให้โครงการนี้สามารถให้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ

คณะผู้จัดทำโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ธิญโญ แซ่ตั้ง , “Fundamental of Visual Basic” , สำนักพิมพ์ Sum Publishing Department
2. ธาริน สิทธิธรรมขาริ , “Visual Basic Version 6.0 “ , สำนักพิมพ์ซัคเซส มีเดีย
3. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , “เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์” , สำนักพิมพ์อินโนเวทีฟ เอกเพอร์เมนท์
4. สุรพล บุญจันทร์ , “เอกสารประกอบการเรียน วิชา Telephone Engineering “
5. “เอกสารอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลในประเทศไทย “ , องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้