สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตู้สาขาอัตโนมัติ เข้า 1 ออก 8 พร้อมสนทนาร่วม 3 สาย

1 – In , 8 – Out Private Automatic Branch Exchange

โดย

นายธวัชชัย มินา

นายสุวรรณ อุดมแสวงทรัพย์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62714
วัน,เดือน,ปี 21 ส.ค. 2549

b 11229981
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ตู้สาขาอัตโนมัติ เข้า 1 ออก 8 พร้อมสนทนาร่วม 3 สาย

1 – In , 8 – Out Private Automatic Branch Exchange

โดย

นายธวัชชัย มินา 46015011

นายสุวรรณ อุดมแสวงทรัพย์ 46015076

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ดร. กอบชัย เดชหาญ

อ. ศรวัฒน์ ชิวปรีชา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ตู้สาขาอัตโนมัติ เข้า 1 ออก 8 พร้อมสนทนาร่วม 3 สาย**

1 — In , 8 — Out Private Automatic Branch Exchange

ผู้จัดทำ

1. นาย ธวัชชัย มินา 45015011
2. นาย สุวรรณ อุดมแสวงทรัพย์ 46015076

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ศรวัฒน์ ชิวปรีชา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตู้สาขาอัตโนมัติ เข้า 1 ออก 8 พร้อมสนทนาร่วม 3 สาย

1 — In ,8 — Out Private Automatic Branch Exchange

โดย นายธวัชชัย มินา 46015011
นายสุวรรณ อุดมแสวงทรัพย์ 46015076

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร. กอบชัย เดชหาญ
อ. ศรวัฒน์ ชิวปรีชา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการพัฒนาตู้สาขาอัตโนมัติ ให้สามารถรองรับคู่สายภายนอกขององค์การโทรศัพท์ได้ 1 คู่สาย และรองรับคู่สายภายในได้ 8 คู่สาย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS — 51 เป็นตัวควบคุมการทำงานและใช้ระบบสลับคู่สายในลักษณะดิจิตอล (Digital Switching) สามารถใช้ติดต่อระหว่างคู่สายภายในด้วยกันเอง และติดต่อระหว่างคู่สายภายในกับคู่สายภายนอกได้ สามารถสนทนาร่วมกัน 3 สาย และสามารถแจ้งค่าโทรกรณีโทรออกภายนอกของแต่ละเลขหมายภายในได้

Abstract

This thesis deals with a development of a private automatic branch exchange , the characteristics of it are 1 — in , 8 — out with 3 — conferencing circuit based on MCS — 51 for controlling all operations and to switch the internal lines in digital switching form. It is also able to communicate among the internal lines and made communication between internal lines and external lines , it also gives the details for outgoing calls of each telephone numbers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จได้ด้วยดี ก็ด้วยความกรุณาของ รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ และ อ.ศรวัฒน์ ชิวปรีชา ซึ่งกรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้ คอยให้คำปรึกษาต่างๆ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณ อ. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์ ที่กรุณาให้ใช้ห้องและเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งสิ่งอื่นๆที่ทางคณะผู้จัดทำขอความกรุณาอย่างไม่ขัดข้อง ขอบพระคุณพี่ๆทุกคนที่ช่วยพิมพ์รายงานให้ ขอขอบคุณเพื่อนๆห้อง 3T ทุกๆคนที่เป็นเพื่อนคุย เพื่อนเล่น และให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาของลูกและให้การสนับสนุนเอาใจใส่อย่างดีเยี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	2
2.1 ชุมสายโทรศัพท์	2
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	3
2.3 ส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์	7
2.4 ส่วนตอบรับและบันทึกเสียง	11
2.5 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายนอก (MH88632)	12
2.6 โคเดค (CODEC)	14
2.7 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายใน (MC33121)	16
2.8 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ	18
2.9 เทคนิคการสวิตชิ่งในชุมสาย	20
2.10 หลักการพื้นฐานของพีซีเอ็ม	23
2.11 หลักการทำงานของส่วนสนทนาร่วม3สาย	27
2.12 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบ RS-232	28
2.13 การให้บริการระบบโทรศัพท์ในประเทศไทย	34
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	40
3.1 บล็อคไดอะแกรมรวม	40
3.2 ส่วนสร้างสัญญาณโทรศัพท์	41
3.3 วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง	44
3.4 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและตอบรับโทรศัพท์และ 2-4 ไฮบริดจ์ คอนเวอร์ชั่น	44
3.5 ส่วนรับสัญญาณ DTMF	45
3.6 วงจรการต่อคู่สายภายในเข้ากับโคเดค	46
3.7 ส่วนตอบรับและบันทึกเสียง	46
3.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51)	48
3.9 แหล่งจ่ายไฟ	49
3.10 ส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกาซิงค์และไทม์สล็อต	49
3.11 ดิจิตอลสวิตช์ (Digital Switch)	50
3.12 หลักการทำงานของส่วนสนทนาร่วม 3 สาย	52
3.13 ส่วนแสดงค่าโทรศัพท์กรณีโทรออกคู่สายภายนอก	52
3.14 ส่วนโปรแกรมควบคุมตัวไมโครคอนโทรลเลอร์	53
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	59
4.1 ส่วนสร้างสัญญาณโทรศัพท์	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

4.2 ส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกาสัญญาณซิงค์และไทม์สล็อต 60

4.3 ส่วนดิจิตอลสวิตชิ่งและไดเดค 62

4.4 ส่วนคิดค่าบริการกดการใช้โทรศัพท์ 65

บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป 68

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 หลักการต่อสวิตซ์ของชุมสายโทรศัพท์แบบอะนาล็อก	2
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล	2
รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์	4
รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์	5
รูปที่ 2.5 แสดงสัญญาณระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์	7
รูปที่ 2.6 ค่าความถี่โทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม	7
รูปที่ 2.7 โครงสร้างภายใน MT8870	8
รูปที่ 2.8 แผนภูมิเวลาของ MT8870	10
รูปที่ 2.9 โครงสร้างภายในของ ISD2590	11
รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในของ MH88632	12
รูปที่ 2.11 การปรับค่า Input Impedance เป็น 600 โอห์มหรือ 900 โอห์ม	13
รูปที่ 2.12 การปรับค่า Input Impedance ค่าต่าง ๆ	13
รูปที่ 2.13 โครงสร้างภายในของ MC145557	14
รูปที่ 2.14 การใช้งาน MC145557	16
รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายใน MC33121	16
รูปที่ 2.16 แสดงไดอะแกรมโครงสร้างของ 8051	19
รูปที่ 2.17 การจัดการแลกเปลี่ยนไทม์สล็อต	20
รูปที่ 2.18 โครงสร้างพื้นฐานของไทม์สวิตซ์	21
รูปที่ 2.19 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของ MT8982	22
รูปที่ 2.20 การสุ่มตัวอย่าง (Sampling)	24
รูปที่ 2.21 ค่าตัวอย่างสัญญาณที่ชักค่าออกมาได้ จะถูกประมาณด้วยค่าระดับดิสครีตที่ใกล้ที่สุด	24
รูปที่ 2.22 การคอมแพนด์พีซีเอ็มกับสัญญาณอะนาล็อกด้วยการบีบอัดและยืดขยายสัญญาณ	25
รูปที่ 2.23 ความสัมพันธ์ของอินพุท และเอาท์พุทของวงจรบีบสัญญาณตาม A-law	26
รูปที่ 2.24 ความสัมพันธ์ของอินพุท และเอาท์พุทของวงจรบีบสัญญาณตาม μ-law	26
รูปที่ 2.25 การเข้ารหัส (Coding)	27
รูปที่ 2.26 บล็อกไดอะแกรมการใช้งานโทรศัพท์เพื่อการประชุม	28
รูปที่ 2.27 แสดงการจัดขาของ RS – 232	29
รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมรวม	40
รูปที่ 3.2วงจรเวนบริดจ์ ออสซิลเลเตอร์	41
รูปที่ 3.3 วงจรสร้างพัลส์คอนโทรลอะนาล็อกสวิตช์	42
รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณโทนต่างๆ	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง 44
รูปที่ 3.6 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับ CO-TRUNK 44
รูปที่ 3.7 วงจรในส่วนตรวจสอบสัญญาณ DTMF 45
รูปที่ 3.8 วงจรการต่อคู่สายภายในเข้ากับโคเดค 46
รูปที่ 3.9 แผนภูมิเวลาในการบันทึกของ ISD2590 46
รูปที่ 3.10 แผนภูมิเวลาในการเล่นกลับของ ISD2590 47
รูปที่ 3.11 การต่อใช้งานไอซีบันทึกเสียง ISD2590 48
รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่อส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 48
รูปที่ 3.13 แหล่งจ่ายไฟ +5V,-5V และ -48V 49
รูปที่ 3.14 ไทม์สล็อตและสัญญาณเฟรมซิงค์ 50
รูปที่3.15 แผนภูมิเวลาแสดง การรับส่งข้อมูลระหว่าง Microcontroller กับ MT8982 51
รูปที่ 3.16 การต่อใช้งานดิจิตอลสวิตช์ MT8982 51
รูปที่ 3.17 รูปการทำงานของส่วนสนทนาร่วม 3สาย 52
รูปที่ 3.18 แสดงโฟล์วชาร์ตของโปรแกรมการคำนวณเครื่องใช้บริการโทรศัพท์ 53
รูปที่ 3.19a โฟล์วชาร์ทของส่วนโปรแกรมหลัก 54
รูปที่ 3.19b โฟล์วชาร์ทขั้นตอนการโทรเข้ามาของสายนอก 55
รูปที่ 3.19c โฟล์วชาร์ทขั้นตอนการโทรออกของสายใน (1) 56
รูปที่ 3.19d โฟล์วชาร์ทขั้นตอนการโทรออกของสายใน (2) 57
รูปที่ 3.19e โฟล์วชาร์ทขั้นตอนการประชุมร่วม 58
รูปที่ 4.1 ซายน์ความถี่ 400 Hz ที่ได้จากวงจรเวนบริดจ์ ออสซิลเลเตอร์ 59
รูปที่ 4.2 สัญญาณไม่ว่าง 59
รูปที่ 4.3 สัญญาณเรียกกลับ 60
รูปที่ 4.4 สัญญาณนาฬิกาความถี่4เมกกะเฮิร์ต 60
รูปที่ 4.5 สัญญาณนาฬิกาความถี่2เมกกะเฮิร์ต 61
รูปที่ 4.6 สัญญาณเฟรมซิงค์ความถี่ 8 กิโลเฮิร์ต 61
รูปที่ 4.7สัญญาณนาฬิกา4 เมกกะเฮิร์ตเทียบกับ2 เมกกะเฮิร์ต 61
รูปที่ 4.8 สัญญาณชาแนลซิงค์ ของสัญญาณที่ชาแนล 0เทียบกับที่ชาแนล 1 62
รูปที่ 4.9 สัญญาณเฟรมซิงค์เปรียบเทียบกับสัญญาณชาแนลซิงค์ที่ 0 62
รูปที่ 4.10 สัญญาณอินพุตช่อง 1 เทียบกับอินพุตช่อง 2 63
รูปที่ 4.11 สัญญาณเอาท์พุตช่อง 1 เทียบกับเอาท์พุตช่อง 2 63
รูปที่ 4.12 สัญญาณ2กิโลเฮิร์ตอินพุตช่อง 1 เทียบกับเอาท์พุตช่อง 2 63
รูปที่ 4.13 สัญญาณดิจิตอลจากโคเดคที่ช่อง1เมื่อป้อนอินพุต 2 กิโลเฮิร์ต 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.14 สัญญาณอินพุตช่อง 1 เทียบกับเอาท์พุตช่อง 1 64
รูปที่ 4.15รูปแสดงหน้าต่างเพื่อเข้าสู่โปรแกรมหลัก 65
รูปที่ 4.16 รูปแสดงการเขียนโปรแกรมในส่วนแสดงผลหน้าจอ 65
รูปที่ 4.17รูปแสดงข้อมูลการใช้โทรศัพท์ของห้องที่ 1 66
รูปที่ 4.18 รูปแสดงการเขียนโปรแกรมแสดงผลการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์โดยใช้CrystalReport 66
รูปที่ 4.19 รูปแสดงรูปแบบการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่คู่ต่าง ๆ	9
ตารางที่ 2.2 ค่าความต้านทานที่ใช้ในอัตราขยายต่าง ๆ	14
ตารางที่ 2.3 ฟังก์ชั่นแต่ละขาของ MC33121	17
ตารางที่ 2.4 แอดเดรสเมมโมรี่แม็พ (Address Memory Map)	22
ตารางที่ 2.5 คอนโทรลเมมโมรี่คอนเนคชั่น (Control Memory Conection)	23
ตารางที่ 2.6 แสดงการใช้งานขาต่าง ๆ ของคอนเนคเตอร์ RS – 232 – C	30
ตารางที่ 2.7 แสดงผู้ให้บริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ในประเทศไทย	35
ตารางที่ 2.8 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติเมื่อโทรออกจากเขตนครหลวง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันระบบการสื่อสารได้มีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากช่วยให้บุคคล องค์กร หน่วยงานต่าง ๆ สามารถติดต่อ ประสานงานกันได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ หนึ่งในระบบสื่อสารที่ได้รับความนิยมและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด ตั้งแต่อดีตมานั้นก็คือระบบโทรศัพท์ เนื่องจากมีความสะดวก รวดเร็ว มีประสิทธิภาพและใช้งานง่าย

ในการใช้งานโทรศัพท์นั้น บางครั้งผู้เช่าเป็นบริษัทหรือหอพัก ซึ่งมีความต้องการใช้โทรศัพท์ต่างออกไปจากผู้เช่าตามบ้านพักอาศัย กล่าวคือ ผู้เช่าเหล่านี้มีแผนกหรือห้องพักต่าง ๆ หลายห้อง โดยแต่ละห้องแต่ละแผนกก็ต้องการความเป็นส่วนตัวในการโทรติดต่อและถ้าเช่าสายเท่ากับจำนวนห้องทุกห้องก็จะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายสำหรับหอพักหรือบริษัทขึ้นในแต่ละห้องมีความต้องการในการใช้โทรศัพท์ต่างเวลากันหรือใช้พร้อมกันน้อยครั้ง จากหลักการนี้ทำให้ผู้เช่าสามารถเช่าสายโทรศัพท์เพียงเบอร์เดียวหรือจำนวนน้อยกว่าจำนวนห้องได้ แล้วสลับสายให้ห้องที่ต้องการใช้งานในขณะนั้นให้ได้ใช้สายที่เช่ามา เมื่อวางสายก็พร้อมจะสลับไปในห้องอื่นต่อไปซึ่งจะทำให้เกิดการใช้เบอร์ที่เช่ามาอย่างคุ้มค่าและประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนเช่าเบอร์

ชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติหรือ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ก็เป็นอุปกรณ์ภายในสำนักงานชนิดหนึ่งที่นิยมในปัจจุบันซึ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ภายในชุมสายได้เป็นอย่างมาก โดยมีบริการพิเศษเพิ่มให้อีกเช่น การเรียกสายภายในโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย,การประชุมร่วมกันได้ และอื่นๆ ซึ่งบริการเหล่านี้ไม่เสียค่าบริการและไม่มีในสายที่เช่ามาและยังมีบริการอื่นๆอีกมากมายโดยขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและฮาร์ดแวร์อีกเพียงเล็กน้อยซึ่งสามารถเพิ่มเติมและเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

โดยตู้สาขาโทรศัพท์ในโครงงานนี้จะมีคุณสมบัติคือจะใช้การสลับช่องสัญญาณแบบดิจิตอล (Digital Switching) รองรับใช้คู่สายภายนอก 1 คู่สาย บริการคู่สายภายใน 8 คู่สาย มีบริการการสนทนาร่วม(Conference) 3 สาย และยังมีระบบการคิดค่าบริการ(Billing)ในการโทรออกไปยังคู่สายภายนอก

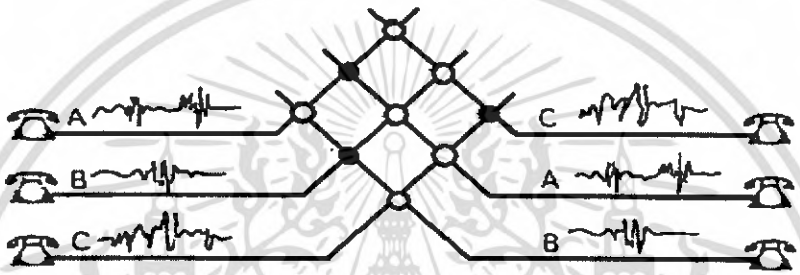
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ชุมสายโทรศัพท์

2.1.1 ชุมสายโทรศัพท์แบบอะนาล็อก

เป็นชุมสายที่ทำการตัดต่อสัญญาณโดยใช้ อุปกรณ์สวิตชิ่งแบบอะนาล็อกสวิตชิ่ง คือจะทำหน้าที่รับสัญญาณที่มาจากเครื่องโทรศัพท์และคอยตัดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ โดยจะทำการเปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางจะถูกต่อกับชุดสวิตช์ รูปแบบของสัญญาณที่รับได้จากเครื่องปลายทางนั้นจะเหมือนสัญญาณจากเครื่องต้นทางและในเครื่องชุมสายแบบอะนาล็อกนี้เครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกต่อผ่านชุมสายโดยตรงถึงกัน

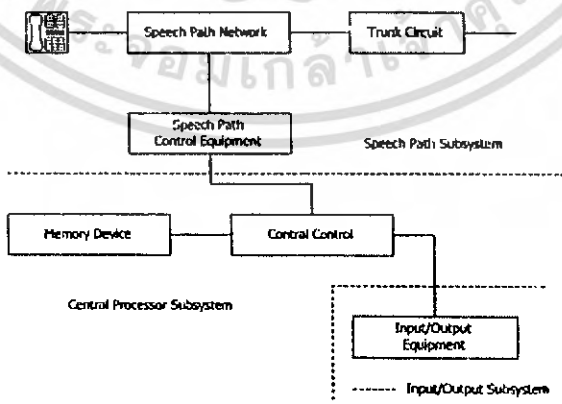


รูปที่ 2.1 หลักการต่อสวิตช์ของชุมสายโทรศัพท์แบบอะนาล็อก

2.1.2 ชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล

ในระบบดิจิตอลนั้นจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าดิจิตอลสวิตชิ่ง ชุมสายดิจิตอลประกอบไปด้วยวงจรของ LSI จำนวนมากสำหรับทำหน้าที่เป็นตัวสวิตชิ่งโดยการทำงานคือจะทำการเปลี่ยนสัญญาณเสียงไปเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน (เลขฐานสอง '0' กับ '1') จากนั้นจึงต่อเข้ากับดิจิตอลสวิตช์และจากดิจิตอลสวิตช์สัญญาณดิจิตอลจะถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นสัญญาณอะนาล็อกก่อนส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์

โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอลโดยทั่วไปประกอบด้วย 3 ส่วน ดังรูป



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ส่วนของวงจรเสียงพูดผ่าน (Speech Path Subsystem) ทำหน้าที่ต่อวงจรการพูดระหว่างผู้เช่ากับผู้เช่าหรือต่อวงจรของผู้เช่าไปยังชุมสายอื่น ประกอบด้วย วงจรเสียงพูดผ่าน (Speech Path Network), อุปกรณ์ทรั้ง (Trunk Circuit), อุปกรณ์ควบคุมวงจรเสียงพูดผ่าน (Speech Path Control Equipment)

2. ส่วนของเซนทรัลโปรเซสเซอร์ (Central Processor Subsystem) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสาย ประกอบด้วย ส่วนควบคุมส่วนกลาง (Central Control) และอุปกรณ์เมมโมรี่ (Memory Device)โดยที่ส่วนควบคุมส่วนกลางจะอ่านข้อมูลจากเมมโมรี่มาใช้ควบคุมส่วนของวงจรเสียงพูดผ่านและส่วนของ อินพุท/เอาท์พุท

3. ส่วนของ อินพุท/เอาท์พุท (Input / Output Subsystem) เป็นส่วนที่มีไว้ให้ช่างเทคนิคติดต่อสื่อสารกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เช่น เปลี่ยนแปลงโปรแกรม บันทึกข้อมูลจากเครื่องชุมสาย เป็นต้น

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้สะดวกและรวดเร็ว และให้ข่าวสารที่รวดเร็วและฉับไว ค่าใช้จ่ายถูก จึงเป็นที่นิยมกันอย่างมาก โทรศัพท์ที่เห็นกันอยู่ทั่วๆไปมี 2 แบบคือ แบบหมุนและแบบสัญญาณความถี่คู่ (DTMF) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบกดปุ่ม ซึ่งโทรศัพท์แบบหมุนเป็นระบบดั้งเดิมซึ่งปัจจุบันกำลังจะเลิกใช้ ปัจจุบันระบบกดปุ่มนิยมใช้กันมาก หน้าที่หลักๆของโทรศัพท์มีดังนี้

2.2.1 สัญญาณโทรศัพท์

ในระบบโทรศัพท์ได้แบ่งสัญญาณโทรศัพท์ออกเป็นดังนี้ คือ

สัญญาณที่ผู้ใช้ส่งไปยังชุมสาย

1. สัญญาณ ฮุค – ออฟ (Hook – Off) คือสภาพที่ผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพลูปปิด (Close Loop) ทำให้ชุมสายทราบว่าจะต้องส่งสัญญาณให้กด

2. สัญญาณ ฮุค -- ออน (Hook – On) คือสภาพที่ผู้ใช้วางหู หรือสภาพว่าง สายมีสภาพลูปเปิด (Open Loop) คู่สายจะถูกเชื่อมต่อกับวงจรกระดิ่ง

3. สัญญาณที่กดเลขหมาย (Dialling) คือสภาพที่ผู้ใช้กดเลขหมาย โดยสัญญาณที่ออกมานั้นจะเป็นความถี่ DTMF (สำหรับเครื่องโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม) ส่งออกไปยังชุมสาย

สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

1.สัญญาณให้กด (Dial Tone) คือสัญญาณที่บอกถึงสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสายและพร้อมที่จะรับโค้ด (Code) ที่ส่งมาจากการหมุนหรือกดปุ่มโทรศัพท์สัญญาณนี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 400 Hz มอดูเลทด้วย 25 Hz ผู้ใช้จะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

2. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) คือสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง ถ้ายกหูแล้วได้ยินสัญญาณนี้แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินหลังจากหมุนหรือกดเลขหมายแสดง

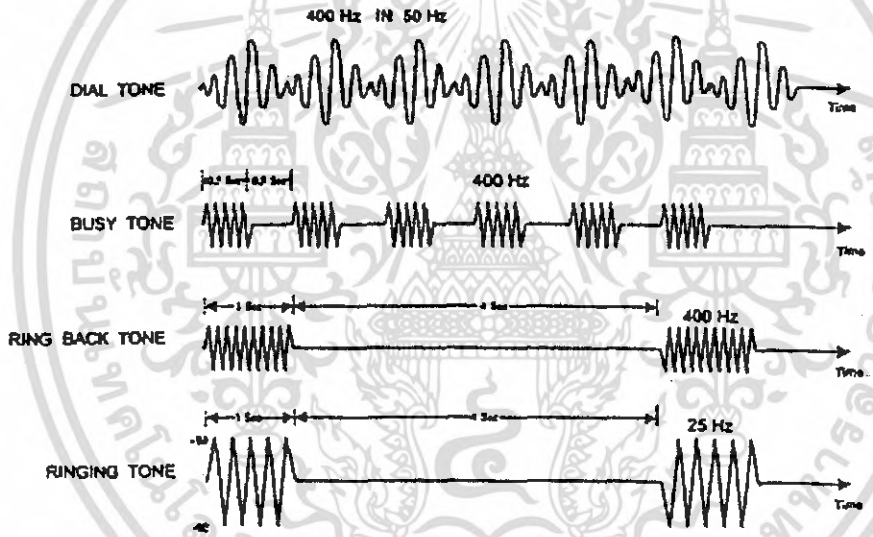
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าฝ่ายถูกเรียกนั้นไม่ว่าง ลักษณะของสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ คือ ส่ง 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 400 Hz

3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring back Tone) คือสัญญาณที่ผู้ใช้จะได้ยินหลังจากที่หมุนหรือกดปุ่มเลขหมายจนครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่าชุมสายได้ทำการต่อสัญญาณไปยังคู่สายได้สำเร็จแล้ว สัญญาณจะมีความถี่ 400 Hz โดยจะส่ง 1 วินาที ดับ 4 วินาทีและในขณะเดียวกันนี้ชุมสายก็จะส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้ถูกเรียก

4. สัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone) คือสัญญาณที่ส่งไปยังเครื่องของผู้ถูกเรียกมีความถี่ของสัญญาณ 25 Hz ขนาดแรงดันประมาณ 70 – 90 Vrms ทำให้เครื่องโทรศัพท์ดัง สัญญาณนี้จะดังอยู่ประมาณ 15 ครั้ง หลังจากนั้นชุมสายจะตัดสัญญาณ แล้วส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก

สัญญาณที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นสัญญาณที่ทางองค์การโทรศัพท์ใช้ เป็นบรรทัดฐานในการจ่ายให้กับผู้ใช้โทรศัพท์และยังสามารถนำไปเป็นสัญญาณที่ใช้ในตู้โทรศัพท์สาขาเพื่อให้ได้ระดับสัญญาณที่มีลักษณะเหมือนทางองค์การโทรศัพท์ทุกประการลักษณะสัญญาณดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์

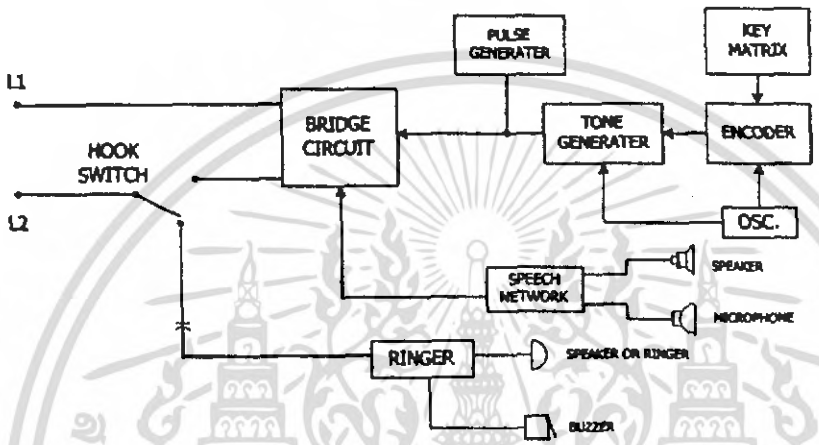
2.2.2 การทำงานของเครื่องโทรศัพท์

ในรูปที่ 2.4 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยการทำงานของเครื่องโทรศัพท์อธิบายได้ดังนี้

เครื่องโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ด้วยสาย L1 และสาย L2 หรือ Local Loop ซึ่งคือสายส่ง 2wire ลวดตัวนำ 2 เส้นในลูปมีชื่อว่าทิป (Tip) และริง (Ring) โดย ริง จะต่อ กับสัญญาณไฟ –48 โวลท์ดีซี(Vdc) และ ทิป จะต่อกับกราวด์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ระดับของแรงดันระหว่างทิป-ริง จะมีค่าลดลงเหลือประมาณ 9 โวลท์ วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรในเครื่องรับโทรศัพท์กับอุปกรณ์ชุมสายก็คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (Bell or ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงคือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่ทำการวางตามปกติ ฮุค-สวิตช์ (hook switch) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านในวงจรส่วนที่อยู่หลัง ฮุค-สวิตช์ได้ ดังนั้นวงจรกำเนิดเสียงเรียกอยู่หลัง ฮุค-สวิตช์ก็ไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา วงจรเสียงเรียกนี้จึงต่อกับชุมสายโทรศัพท์โดยตรงเมื่อเราวางหูโทรศัพท์ลงบนฮุคสวิตช์เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจากชุมสาย สัญญาณเรียกจะผ่านฮุค-สวิตช์ เข้าไปยังวงจรกำเนิดเสียง ทำให้วงจรเสียงเรียกทำงานส่วนที่เป็นลำโพงหรือบัสเซอร์ (Buzzer) ก็จะดังขึ้น เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ก็จะทำให้ฮุคสวิตช์ตัดวงจรเสียงเรียกออกและฮุคสวิตช์ก็จะตัดเข้ากับวงจรเสียงพูดแทน (speech network)



รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์

การทำงานของวงจรต่างๆในโทรศัพท์

1. **วงจรกำเนิดเสียงพูด** จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงพูดเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อส่งไปยังด้านรับฝ่ายตรงกันข้าม และจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่รับเข้ามา จากฝ่ายตรงกันข้ามให้เป็นสัญญาณเสียงพูด วงจรในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยวงจรที่จะใช้ควบคุมเสียงพูดให้ย้อนกลับไปยังหูฟังของผู้พูดให้มีความแรงของสัญญาณพอดี ในเวลาที่เราพูดโทรศัพท์เข้าทางไมโครโฟนเราก็จะได้ยินเสียงของเราออกทางหูฟังด้วยเพื่อให้เราทราบว่าเสียงที่เราพูดนั้นแรงหรือค่อยเท่าไร วงจรในส่วนควบคุมนี้จะเป็นการควบคุมเสียงของเราเองไม่ให้ออกหูฟังของเราแรงมากเกินไปเพราะถ้าดังเกินไปก็จะรำคาญและยังกลบเสียงพูดของฝ่ายตรงข้ามด้วย และยังไม่ให้เสียงที่ย้อนกลับมายังหูฟังของเราค่อยเกินไป เพราะถ้าสัญญาณที่ย้อนกลับไปยังหูฟังค่อยเกินไป จะทำให้ผู้พูดโทรศัพท์คิดว่าตัวเองพูดค่อย ก็จะทำให้ผู้พูดตะโกนเสียงดังมากขึ้นทำให้ผู้รับฟังตรงข้ามได้ยินเสียงดังมากเกินไป

2. **วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์** ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์ เพื่อส่งเลขหมายที่เรากดไปให้กับชุมสายโทรศัพท์ที่เป็นระบบพัลส์

3. **วงจรกำเนิดความถี่**จะทำหน้าที่กำเนิดความถี่คู่เพื่อทำหน้าที่ส่งเลขหมายไปให้ชุมสายโทรศัพท์แบบความถี่คู่ หรือที่เรียกว่า DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรไฮบริดจ์(Hybrid) จะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรในส่วนอื่นๆ จะทำหน้าที่เป็นวงจรปรับความสมดุลของอิมพีแดนซ์ คือ ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับโทรศัพท์ให้สมดุลกับคู่สายโทรศัพท์ซึ่งโดยปกติจะมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม หรืออาจเรียกวงจรนี้ว่า วงจรที่ทำหน้าที่แปลงกลับไปกลับมาระหว่าง 2 Wire กับ 4 Wire

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น Hook Switch จะปิดวงจร ทำให้มีกระแสไหลจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ในขณะเดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ จะไหลผ่านวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ที่ชุมสายด้วยเพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายพร้อมที่จะติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายจะทำการส่งสัญญาณหมุนไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์เพื่อให้ส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อมา

2.2.3 สัญญาณในการติดต่อกันระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์

เป็นสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์ ลักษณะสัญญาณแสดงไว้ในรูปที่ 2.5

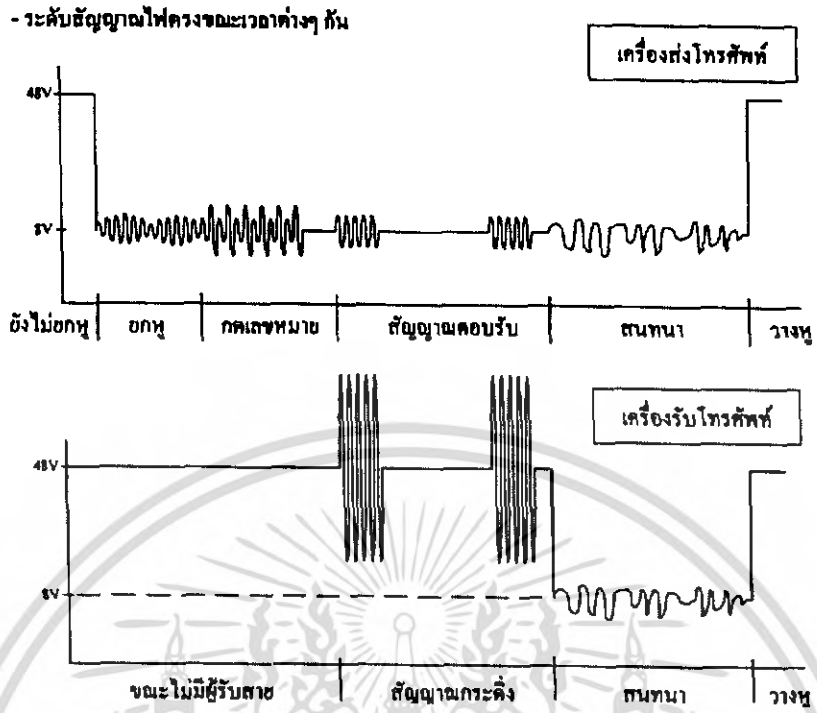
ด้านผู้เรียก

1. ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์จะมีศักดาคงคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์
2. เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ศักดาจะลดลงเหลือ 8 โวลท์ พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุนหมายเลขซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 มิลลิโวลท์ ความถี่ 425 Hz รวมกับความถี่ 50 Hz ซึ่งเมื่อทำการกดรหัสแล้ว สัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป
3. กดรหัส (Code) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 9 หลักรหัสความถี่ที่จะส่งจะเป็นสัญญาณผสมสองความถี่เป็นความถี่สูงและความถี่ต่ำผสมกัน แต่ละหมายเลขจะมี DTMF อยู่ 1 คู่
4. ขณะที่รอการรับสาย จะมีสัญญาณตอบกลับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ว่าง ซึ่งก็คือสัญญาณเรียกกลับ หรือสัญญาณไม่ว่างตามลำดับ
5. เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะอยู่ที่ 8 โวลท์โดยมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียงความดังของเสียงพูดตามสาย
6. เมื่อวางโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดศักดาจะกลับไปที่ 48 โวลท์ดังเดิม

ด้านผู้รับ

1. ขณะที่วางหูอยู่จะมีศักดากระแสตรงคร่อมสายอยู่ 48 โวลท์
2. เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียก จะมีขนาดประมาณ 100 โวลท์ มีสัญญาณ 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องด้านผู้เรียก
3. จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ ขนาดศักดากระแสตรงจะเหลือ 8 โวลท์ และมีการกระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด
4. เมื่อวางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาไฟฟ้าก็จะกลับไปที่ 48 โวลท์ตามเดิม

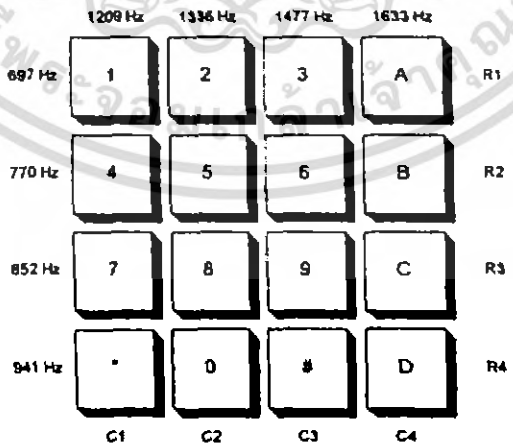
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงสัญญาณระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์

2.3 ส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

ในโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (Touch Tone) นั้นในการกดปุ่มแต่ละครั้งจะมีความถี่ 2 ความถี่ส่งออกไปพร้อมกัน ในการถอดรหัสความถี่ คือการแปลงสัญญาณความถี่ที่ส่งออกมานั้นให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งใช้ไอซี MT8870 แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสอง ขนาด 4 บิท



รูปที่ 2.6 ค่าความถี่โทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่แต่ละคู่ที่ออกไป จะมีค่าประมาณ 40 มิลลิวินาที และช่วงเวลาระหว่างเลขหมายมีค่า 60 มิลลิวินาทีเป็นอย่างต่ำ

2.3.1 คุณสมบัติของ MT8870

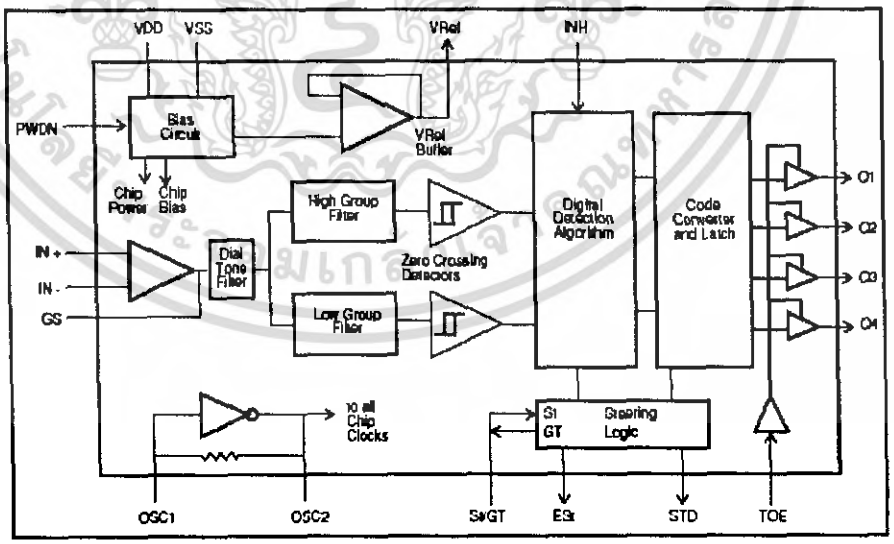
- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้และปรับการ์ดไทม์ได้

2.3.2 การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อย
- ใช้เกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ในงานที่เกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล

2.3.3 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วยวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอลและวงจรกรองความถี่ในส่วนของวงจรถอดรหัสนั้นใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับความถี่และถอดรหัสความถี่ทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิทและเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนวงจรกรองความถี่จะใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ (Switch Capacitor Filter) สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนของภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก ภาคเอาท์พุทเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ



รูปที่ 2.7 โครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ฟังก์ชั่นการทำงานภายในของ MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

- ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่โดยใช้การกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตซ์คาปาซิเตอร์ (six – order switched capacitor band pass filter) ซึ่งจะได้ค่าความถี่ออกมาเป็นสองช่วงคือ ช่วงความถี่ต่ำและช่วงความถี่สูง

- ภาคถอดรหัส

เมื่อความถี่ DTMF ผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่แล้วจะนำมาเข้าวงจรถอดรหัสให้เป็นตัวเลขฐานสองและจะมีการตรวจสอบด้วยว่าความถี่ที่เข้ามานั้นเป็นความถี่มาตรฐานของ DTMF หรือไม่ เพื่อที่จะป้องกันไม่ให้ความถี่อื่น ๆ เข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบความถูกต้องแล้วสัญญาณที่ขาESTก็จะแอคทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้ จากความถี่ต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

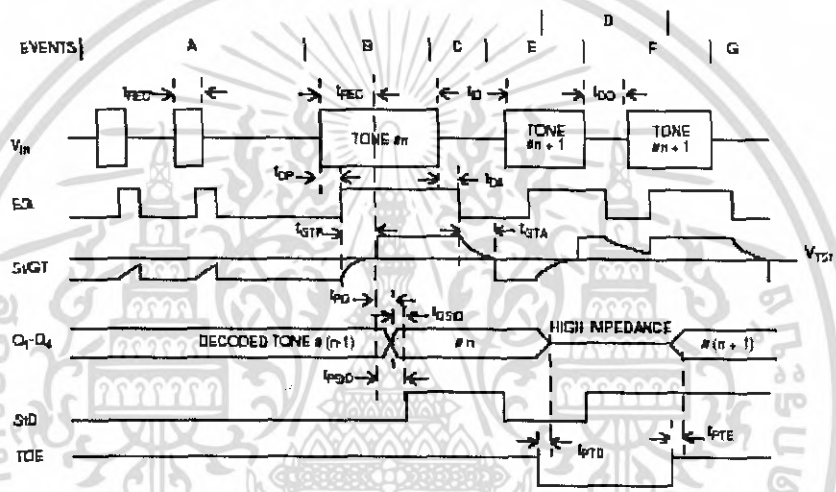
ตารางที่ 2.1 ค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่คู่ต่าง ๆ

DIGIT	f_{LOW}	f_{HIGH}	D3	D2	D1	D0
1	697	1209	0	0	0	1
2	697	1336	0	0	1	0
3	697	1477	0	0	1	1
4	770	1209	0	1	0	0
5	770	1336	0	1	0	1
6	770	1477	0	1	1	0
7	852	1209	0	1	1	1
8	852	1336	1	0	0	0
9	852	1477	1	0	0	1
0	941	1336	1	0	1	0
*	941	1209	1	0	1	1
#	941	1477	1	1	0	0
A	697	1633	1	1	0	1
B	770	1633	1	1	1	0
C	852	1633	1	1	1	1
D	941	1633	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุทนั้นจะต้องมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาก่อนว่ามีระยะเวลาถูกต้องตามที่กำหนดหรือไม่ โดยการสังเกตจากระยะการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งจะต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับเพราะจะถือว่าสัญญาณไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดนั้นสามารถกำหนดได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก ระยะเวลาที่สัญญาณของขา EST เป็น high จะใกล้เคียงกับเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามาและเมื่อขา EST เป็น high ทำให้ VC สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน VC สูงขึ้นถึงค่า เทรชโฮลด์ (Threshold) วงจรถอดรหัสก็จะทำการถอดรหัสออกมาเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท โดยรายละเอียดการทำงานดูจากแผนภูมิเวลาจะทำให้เข้าใจยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.8 แผนภูมิเวลาของ MT8870

- ขั้นตอนการทำงาน

A – ตรวจพบความถี่ที่เข้ามาแต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาท์พุทจึงไม่เปลี่ยน

B – ความถี่ # n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้ที่เอาท์พุท

C – จบความถี่ # n ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังคงแลตช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D – เอาท์พุทเปลี่ยนไปเป็นไฮอิมพิแดนซ์

E – ความถี่ # n+1 ถูกตรวจพบและคาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถอดรหัสและแลตช์ไว้

F – ความถี่ # n+1 หายไปช่วงห่างไม่ถูกต้องเอาท์พุทยังคงแลตช์อยู่

G – จบความถี่ # n+1 ช่วงห่างถูกต้องเอาท์พุทยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

ในส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายโดยใช้ออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุทและอิมพิแดนซ์ดังนี้

อัตราขยาย $(A_v diff) = R_s / R_1$

อินพุทอิมพีแดนซ์ $(Z_{in} diff) = 2$

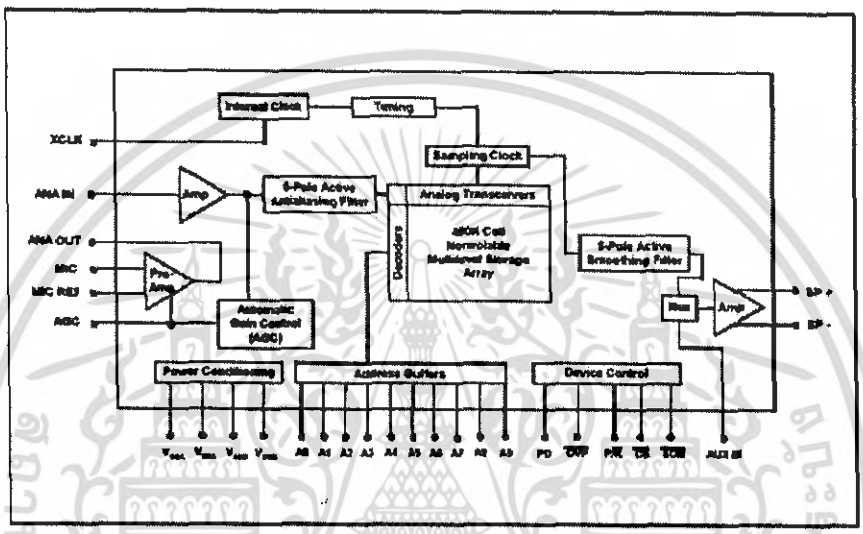
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ใช้คริสตอลขนาด 3.58 MHz มาต่อเข้ากับวงจรก็จะสามารถใช้งานได้ทันที

2.4 ส่วนตอบรับและบันทึกเสียง

โครงงานนี้ใช้ไอซี ISD2590 เป็นตัวตอบรับและบันทึกเสียง ซึ่งไอซี ISD2590 มีโครงสร้างภายในเป็นดังรูปที่ 2.9



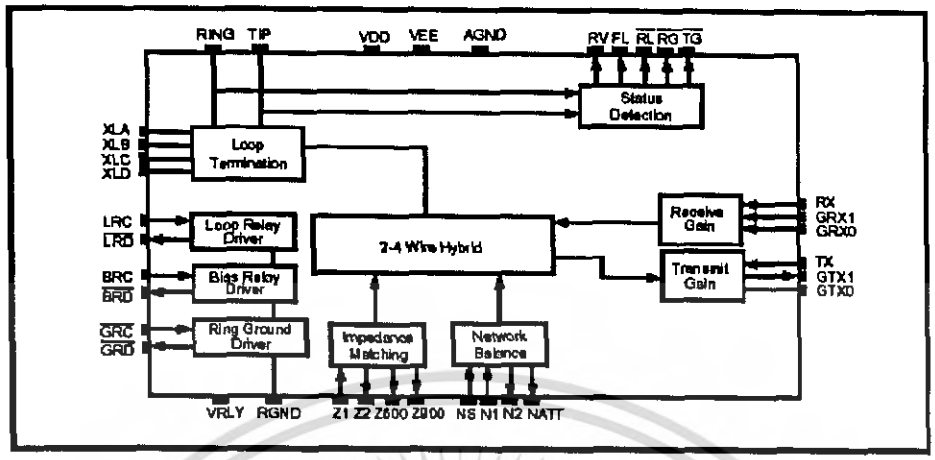
รูปที่ 2.9 โครงสร้างภายในของ ISD2590

2.4.1 คุณสมบัติของ ISD2590

- สามารถบันทึกและเล่นกลับได้ในตัวเดียวกัน
- มีประสิทธิภาพในการบันทึกเสียงและเล่นกลับได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
- ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วย สวิตซ์ หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์
- สามารถต่อ คาสเคส (Cascade) ได้โดยตรงเพื่อขยายเวลาให้นานขึ้น
- ปิดการทำงานอัตโนมัติ เมื่อไม่มีการบันทึกและเล่นกลับเป็นเวลานาน ๆ
- สามารถเก็บความจำได้นาน 100 ปี ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้งและมีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาในตัวเอง
- สัญญาณเสียงจะถูกบันทึกในหน่วยความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายนอก (MH88632)



รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในของ MH88632

ส่วนของวงจรภายในไอซี

1. ดีซีลูปเทอร์มิเนชั่น (DC Loop Termination)

เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหู ชุมสายปลายทางจะทราบได้ทันที เนื่องจากแรงดันของสายโทรศัพท์จะลดลง ซึ่งเกิดจากกระแสไหลครบวงจรจากนั้นชุมสายก็จะทำการเชื่อมต่อสายให้ MH88632 ที่ขา XLA กับ XLB และขา XLC กับ XLD เข้าด้วยกัน

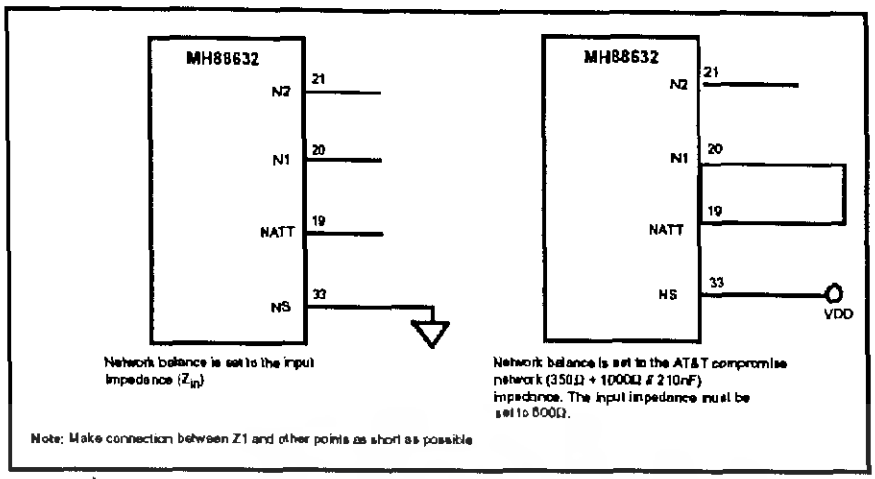
2. 2-4 ไวร์ไฮบริดจ์ (2-4 Wire Hybrid)

เป็นส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ 2 เส้นคือ สาย Tip และ Ring กับภาคส่งและภาครับ ไอซีสามารถที่จะเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ได้โดยตรงและยังทำหน้าที่แยกสัญญาณโทรศัพท์จากคู่สายภายนอกจากชุมสายให้เป็นสัญญาณรับและส่งแยกจากกัน คือจาก 1 คู่สายเป็น 2 คู่สาย

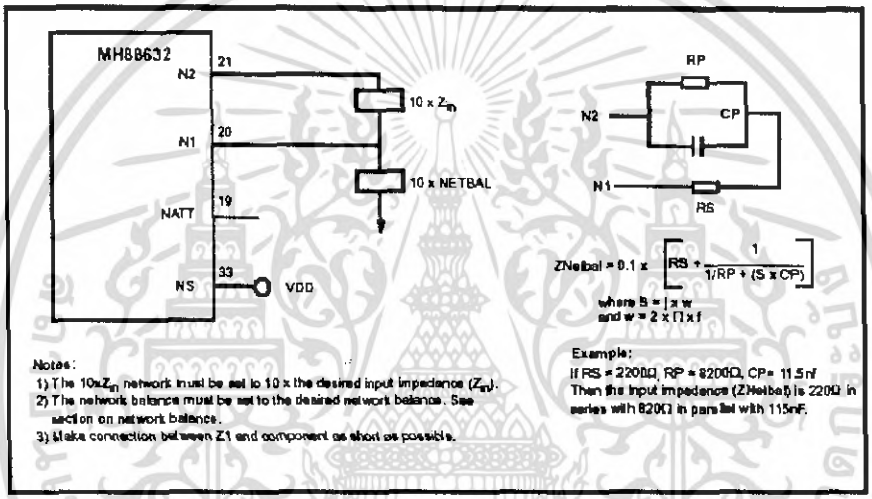
3. ไลน์อิมพิแดนซ์ (Line Impedance)

ค่าความต้นทานของสาย Tip และ Ring ใน MH88632 นี้สามารถได้ว่าจะเลือกใช้ 600 โอห์ม 900 โอห์ม หรือจะปรับค่าความต้องการของผู้ใช้ได้ ซึ่งการปรับค่านี้สามารถทำได้โดยต่อขา Z1 กับขาของค่าความต้านทานที่เราต้องการ ถ้าเลือกความต้านทาน 600 โอห์ม หรือ 900 โอห์ม เราสามารถต่อขา Z1 กับขา Z600 หรือ Z900 ได้เลย แต่ถ้าเป็นกรณีที่ต้องการค่าความต้านทานค่าอื่น ๆ นั้นเราจะต้องคำนวณหาค่าความต้านทานจากสูตรการหา Zin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การปรับค่า Input Impedance เป็น 600 โอห์มหรือ 900 โอห์ม



รูปที่ 2.12 การปรับค่า Input Impedance ค่าต่าง ๆ

4. วงจรสมดุลเน็ตเวิร์ก (Network Balance)

วงจรสมดุลเน็ตเวิร์ก ของไอซี MH88632 ซึ่งจะใช้ขา NS, N1, N2 และ NATT เป็นขาในการปรับ ใช้งานตามความต้องการโดยที่จะต้องคำนึงถึงค่า Zin ที่ต้องการด้วย ขา NS นี้เมื่อมีลอจิกเป็น 0 จะเป็นวงจรสมดุลภายใน (Intermal Balance Equivalent) ขึ้นอยู่กับค่า Zin แต่ถ้าลอจิกเป็น 1 จะเป็นวงจรสมดุลภายนอก (External Balance) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อระหว่างขา NATT, N1 และ N2 ขา NATT เมื่อเชื่อมต่อกับ N1 จะมีค่า Network Balance Impedance แบบ AT&T ซึ่งจะมีค่าความต้านทานภายในเป็น 600 โอห์ม ขานี้จะใช้งานได้เมื่อขา NS มีลอจิกเป็น 1 เท่านั้น ขา N1, N2 ขึ้นอยู่กับการต่ออุปกรณ์ภายนอกเช่นเดียวกับที่ต่อที่ขา Z1, Z2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อัตราขยายทางด้านส่งและด้านรับ (Transmit Gain and Receive Gain)

อัตราขยายด้านส่งคืออัตราขยายระหว่างขา Tip – Ring กับขา Tx ส่วนอัตราขยายด้านรับ คือ อัตราขยายระหว่างขา Rx กับขา Tip – Ring ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ตามต้องการโดยต่อความต้านทานนอกเข้ากับขา GTx และ GRx1

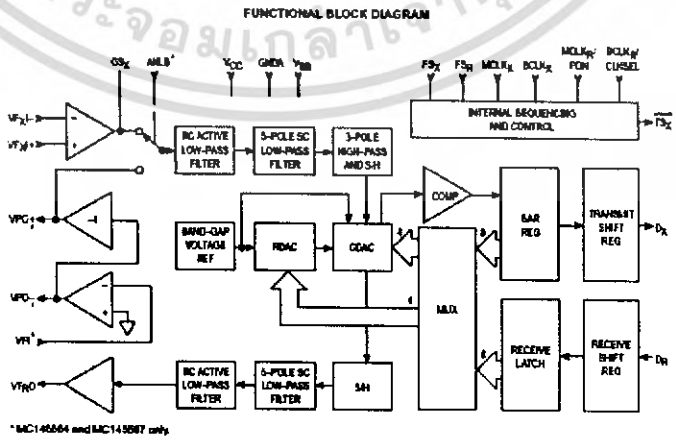
MH88632 มีช่วงขยายตั้งแต่ -12 dB ถึง +6 dB ในกรณีที่ไม่ต้องการขยายก็ทำการต่อขา GTx1 กับ GTx0 และต่อ GRx1 กับ GRx0 ซึ่งก็คือมีค่า 0 dB ค่าความต้านทานที่ใช้ในอัตราขยายต่าง ๆ เป็นดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าความต้านทานที่ใช้ในอัตราขยายต่าง ๆ

Transmit Gain (dB)	RTx Resistor Value (ohm)	Received Gain (dB)	RTx Resistor Value (ohm)
6.0	No Resistor	6.0	No Resistor
4.0	38.3k	0.0	GRx0 to GRx1
3.7	32.4k	-3.0	5.49k
0.0	GTx0 to GTx1	-3.7	4.87k
-3.0	5.49k	-4.0	4.64k
-6.0	3.32k	-6.0	3.32k
-12.0	1.43k	-12.0	1.43k

2.6 โคเดก (CODEC)

คำว่า CODEC มาจาก Coder และ Decoder ซึ่งหมายถึง การเข้ารหัสและการถอดรหัส โดยจะใช้ไอซีเบอร์ MC145557 ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอะนาล็อก (เสียงพูด) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลส่งไปยังดิจิตอลสวิตชิ่งและแปลงสัญญาณดิจิตอลที่ออกจากดิจิตอลสวิตชิ่ง กลับมาเป็นสัญญาณอะนาล็อก



รูปที่ 2.13 โครงสร้างภายในของ MC145557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สัญญาณของอะนาล็อกอินพุทและเอาท์พุท

ขา 14 GS_X ขา 15 VF_X1- และขา 16 VF_X1+ ทั้งสามขานี้เป็นขาของออปแอมป์ซึ่งมีเอาท์พุทต่อกับภาคการทำงานต่อไปของไอซี ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายของสัญญาณก่อนเข้าไอซีได้ ขาทั้ง 3 นี้ใช้ต่อสัญญาณอะนาล็อกที่มาจากเสียงพูด

ขา 13 VF_RO เป็นขาเอาท์พุทของสัญญาณอะนาล็อกเพื่อส่งไปเข้าสัญญาณเสียงพูด

- ส่วนของสัญญาณดิจิตอลอินพุทและเอาท์พุท

ขา 6 D_R เป็นขาอินพุทของสัญญาณดิจิตอลที่มาจากดิจิตอลสวิตชิ่ง

ขา 11 D_X เป็นขาเอาท์พุทของสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งไปยังดิจิตอลสวิตชิ่ง

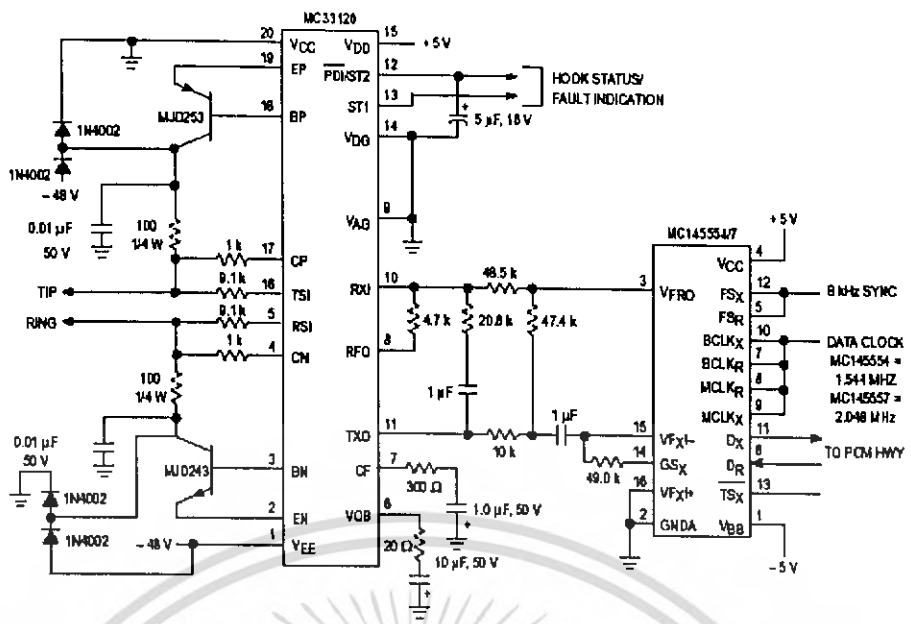
- ทางภาคส่ง

เมื่อมีสัญญาณเสียงพูดเข้ามาซึ่งก็คือสัญญาณอะนาล็อกจะทำการแปลงสัญญาณนั้นให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งไปยังดิจิตอลสวิตชิ่ง โดยจะประกอบไปด้วยออปแอมป์ที่ทำหน้าที่ปรับอัตราขยายในการแซมปลิ้ง (Sampling) ในระบบโทรศัพท์จะใช้ความถี่ในช่วง 300 ถึง 3400 Hz อัตราการแซมปลิ้งจะเป็น 8000 ครั้งต่อวินาที หรือมีการแซมปลิ้งสัญญาณทุกๆ 125 ไมโครวินาที เราจะใช้วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low pass filter) เพื่อกรองความถี่ที่สูงกว่า 3 kHz และใช้วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High pass filter) ป้องกัน 50/60 Hz เพาเวอร์ไลน์คัปปลิ้งในสายโทรศัพท์ก่อนที่จะส่งไปทำการแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยผ่านกระบวนการแซมปลิ้งสัญญาณก็จะได้ขบวนพัลส์แอมพลิจูดมอดูเลชั่นแต่ยังเป็นชนิดอะนาล็อกอยู่ จากนั้นนำสัญญาณไปผ่านกระบวนการควอนไทซ์สัญญาณ คือการจัดระดับสัญญาณ เพื่อส่งไปยังกระบวนการ การเข้ารหัสและแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลส่งออกไปที่ขา 11 Dx

- ทางภาครับ

เมื่อรับสัญญาณดิจิตอลจากขา D_R แล้วจะทำการแปลงสัญญาณดิจิตอลกลับไปเป็นสัญญาณอะนาล็อก ส่งออกทางขา FS_R จะประกอบด้วย วงจรเอกซ์แพนเดอร์ (Expander) , A/D (Analog to Digital) , คอนเวอร์เตอร์ (Converter) และวงจรกรองความถี่ต่ำ (Low pass filter) ส่วนสัญญาณดิจิตอลจะทำการแปลงทีละ 8 บิทของข้อมูลดิจิตอลและสัญญาณอะนาล็อกจะถูกแปลงออกมาที่วงจร D/A Converter

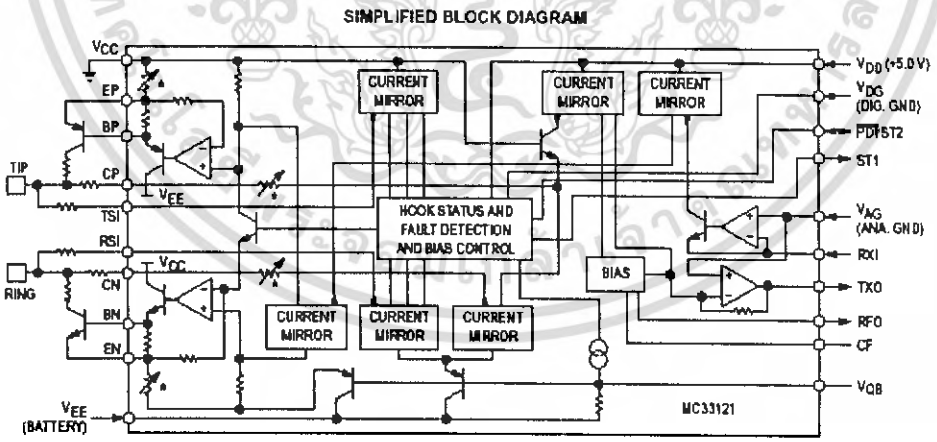
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การใช้งาน MC145557

2.7 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายใน (MC33121)

ไอซี MC33121 ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อระหว่าง 4 คู่สายของศูนย์กลางของการทำงาน หรือ ตู้สาขาโทรศัพท์ (PBX) กับ 2 คู่สายผู้เช่า ฟังก์ชันในการเชื่อมต่อจะมีทั้ง บัทเทอร์ฟีด (Better feed) เป็นส่วนที่ป้อนไฟ -48V , ส่วนการปรับแต่ง การส่ง-การรับ และเกน และตัวบ่งชี้ข้อผิดพลาดแบบคู่/แบบเดี่ยว โดยจะมีลักษณะเป็นแบบ 20 pin DIP (P SUFFIX)



รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายใน MC33121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ฟังก์ชั่นแต่ละขาของ MC33121

Symbol	Pin(DIP)	Description
Vcc	20	ต่อลงกราวด์, เป็นลูปของกระแส
EP	19	ต่อเข้าขาอีมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ PNP
BP	18	ต่อเข้าขาเบสของทรานซิสเตอร์ PNP
CP	17	ต่อไปยังสายทิปผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแส (RC) ,CP เป็นอินพุท Non invert ไปยังภายในภาคขยายตัวส่ง,อินพุทอิมพีแดนซ์ ถึง $31K\Omega$
TSI	16	เป็นหน้าสัมผัสอินพุท,ต่อไปยังสายทิปผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแส (RS), อินพุทอิมพีแดนซ์ คือ $\approx 100\Omega$ กับ VCC
V_{DD}	15	ต่อกับไฟบวก 5 V คร่อมกับดิจิตอลกราวด์
V_{DG}	14	ดิจิตอลกราวด์, เป็นขาที่คร่อมกับ ST1,ST2 และ V_{DD}
ST1	13	สถานะเอาท์พุท (TTL/CMOS) เป็นตัวบ่งชี้สถานะฮุคสวิทช์ - เป็น High เมื่อ on-hook เป็น Low เมื่อ of-hook ใช้กับขา ST2 เพื่อบ่งบอกเงื่อนไขข้อผิดพลาด
ST2/PDI	12	เป็นสถานะอินพุทและเอาท์พุท (TTL/CMOS) , ST2 สภาวะบ่งบอกสถานะฮุค – เป็นLowเมื่อ on-hook, ใช้กับขา1เพื่อบ่งบอกข้อผิดพลาด
TX0	11	เอาท์พุทโวลต์เตจด้านส่ง, แอมพลิจูด คือ $\approx 1/3$ ซึ่งผ่าน CP และ CN กระแสไหลผ่านเอาท์พุทได้ 800mA , ตกคร่อมไฟ DC และ V_{AG}
RXI	10	กระแสอินพุทด้านรับ กระแสที่ขานี้ถูกคูณด้วย 102 ที่ขา EP และ EN ไปยังเจนเนอร์เรทลูปกระแส, RX1 เปรียบเสมือนกราวด์ที่ระดับ V_{AG}
V_{AG}	9	อะนาล็อกกราวด์ , เป็นขาที่คร่อมกับ TX0 และ RXI
RF0	8	ตัวต้านทานจากขานี้และ RX1 เป็นชุดของค่าลูปกระแสต่ำสุด และป้อนไฟ DC กับตัวต้านทานค่าต่ำสุดของตัวต้านทาน คือ $3.3K\Omega$
CF	7	ตัวเก็บประจุที่ต่อกับขานี้กับ V_{AG} เพื่อทำการแยกไฟ DC กับสัญญาณไฟ AC, ส่วนตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่เพื่อป้องกันทรานเซียนซ์
VQB	6	ตัวเก็บประจุที่ต่อขานี้กับ Vcc เป็นตัวกรอง Noise กับ Ripple จาก V_{EE} จึงทำให้แบตเตอรี่ราบเรียบ (QB) สำหรับขยายสัญญาณเสียงพูดกับตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่เพื่อป้องกันทรานเซียนส์
RSI	5	เป็นหน้าสัมผัสอินพุท ต่อไปยังสายริง ผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแส (RS) อินพุทอิมพีแดนซ์คือ $\approx 100\Omega$ กับ V_{QB}
CN	4	ต่อไปยังสายริงผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแส (RS) , CN เป็นอินพุท Inverting ไปยังภาคขยายตัวส่ง อินพุทอิมพีแดนซ์ ถึง $31K\Omega$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
62714

ตารางที่ 2.3 ฟังก์ชั่นแต่ละขาของ MC33121(ต่อ)

Symbol	Pin(DIP)	Description
BN	3	ต่อเข้าขาเบสของทรานซิสเตอร์ NPN
EN	2	ต่อเข้าขาอีมิเตอร์ของทรานซิสเตอร์ NPN
V_{EE}	1	ต่อเข้าโวลต์เตจแบตเตอรี่ (-48 V)

2.8 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ

การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51ซึ่งได้เลือกใช้เบอร์ 89C51 เนื่องจากมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถนำข้อมูลมาแอนด์ (AND) , ออร์ (OR) หรือทำคอมพรีเมนต์ (Complement) แบบทีละ 8 บิตและ 1 บิต

2. สามารถใช้กับหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งที่จะให้ MCS-51 ได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

3. สามารถต่อกับหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

4. ใน 8051 และ 8751 มีหน่วยความจำเก็บโปรแกรมจำนวน 4 กิโลไบต์ (ใน 8052 และ 8752 มีหน่วยความจำเก็บโปรแกรมจำนวน 8 กิโลไบต์) อยู่ภายในทำให้ไม่ต้องต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายนอก

5. มีพอร์ทแบบขนานจำนวน 32 บิตสำหรับข้อมูลเข้าออกที่ข้อมูลแต่ละบิตเป็นอิสระต่อกัน

6. มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด (8052 มี 3 ชุด) ที่ทำงานในโหมดต่างๆได้ถึง 4 โหมด

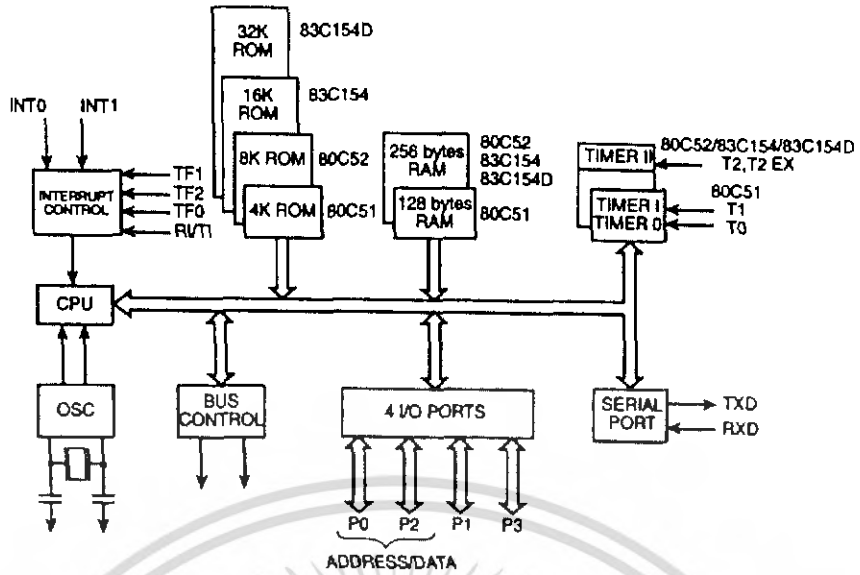
7 .มีการรับ-ส่งข้อมูลอนุกรม (Serial แบบ Full duplex) ที่สามารถเลือกรูปแบบได้ 4 แบบ

8. มีแหล่งกำเนิดสัญญาณขอขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม (Interrupt Request Signal) 6 แหล่งซึ่งสามารถกระโดดไปทำงานตอบสนองการขัดจังหวะได้ต่างๆกัน 5 ตำแหน่ง

2.8.1 โครงสร้างของ 8051

ภายใน 8051 จะประกอบด้วยเกท (GATE) ต่างๆซึ่งเกทเหล่านี้จะถูกนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่ต่างๆเช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder) วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock Signal Generator) โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อยต่างๆดังไดอะแกรมในรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงไดอะแกรมโครงสร้างของ 8051

ส่วนที่ 1 คือส่วนประมวลผล (Central Processing Unit : CPU) ส่วนนี้มีวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกจากตัว 8051 ซึ่งควบคุมการขัดจังหวะ (Interrupt Control) และส่วนควบคุมบัส (Bus Control) ก็เป็นเป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วยการสร้างสัญญาณจากส่วนซีพียูในส่วนนี้ ยังมีอีกตัวคือส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลข้อมูลทางคณิตศาสตร์เช่น บวก ลบ คูณ หาร ข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์

ส่วนที่ 2 คือหน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับบันทึกข้อมูล จะมีแอดเดรสแสดงตำแหน่งของหน่วยความจำในการนำข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียน (Write) และการนำเอาข้อมูลออกมาจากหน่วยความจำเรียกว่า การอ่าน (Read) ไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วๆไปรวมทั้ง 8051 ข้อมูลและตำแหน่งจะมีค่าได้เพียง 8 หลักของเลขฐานสอง (8 บิตเท่ากับ 1 ไบต์) การติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่มคือ

1. แอดเดรสหรือค่าตำแหน่งที่ต้องการติดต่อใน 8051 จะติดต่อกับหน่วยความจำประเภท Program Memory หรือ Data Memory ได้สูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง
2. ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำที่ตำแหน่งในข้อ 1.
3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อกับบอกหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล

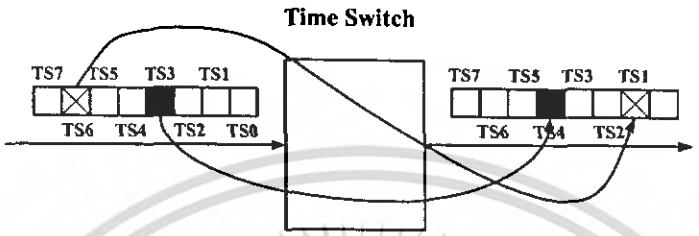
ส่วนที่ 3 คืออุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุท (Input/Output device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้า หรือออกจาก 8051 ทำให้ 8051 ติดต่อกับภายนอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 เทคนิคการสวิตชิ่งในชุมสายโทรศัพท์

2.9.1 ไทม์สวิตช์

ในไทม์สวิตช์จะใช้เทคนิคของการเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นดิจิตอลในระหว่างไทม์สล็อต (Time slot) ของการส่งข้อมูลที่มีการแบ่งเวลาการส่งดังแสดงในรูปที่ 2.17 ซึ่งจากรูปจะมีการเคลื่อนย้ายส่วนประกอบข้อมูลของไทม์สล็อต ทางด้านไฮเวย์ขาเข้าหนึ่ง ให้ออกไปยังไทม์สล็อตทางด้านไฮเวย์ขาออกใด ๆ ที่เราต้องการ

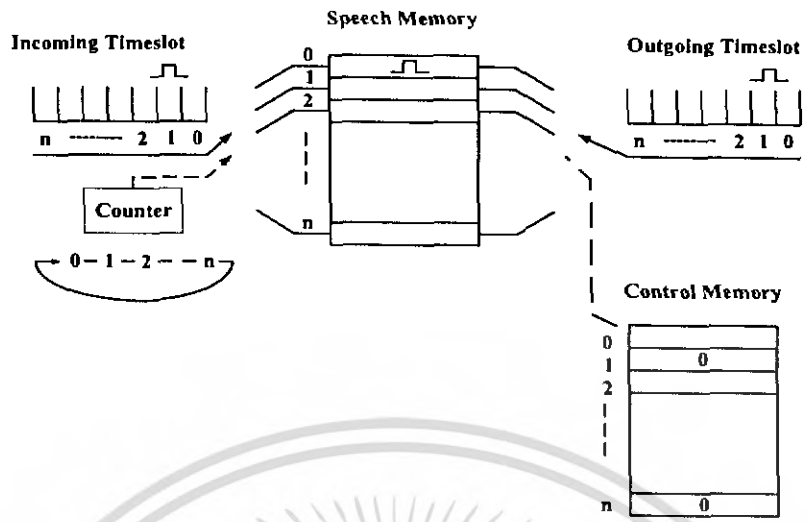


รูปที่ 2.17 การจัดการแลกเปลี่ยนไทม์สล็อต

จากรูปจะเห็นว่าเมื่อเราทำการแบ่งเวลาการส่งและทำการมัลติเพล็กซ์สัญญาณเข้าด้วยกันแล้ว จากนั้นก็จะนำไปผ่าน ไทม์สวิตช์ก็จะทำให้สามารถสลับช่องสัญญาณได้ โครงสร้างพื้นฐานของ ไทม์--สวิตช์ จะแสดงดังรูปที่ 2.18 ซึ่งจากรูปจะได้ว่า ไทม์สวิตช์ จะประกอบด้วย สปีชเมมโมรี่ (Speech Memory) ซึ่งมี PCM โค้ด อยู่ในไทม์สล็อตจำนวนหนึ่ง สปีชเมมโมรี่ถูกควบคุมโดยคอนโทรลเมมโมรี่ (Control Memory) การนำข้อมูลของไทม์สล็อตเข้าไปเก็บไว้ในสปีชเมมโมรี่สามารถทำได้โดยการควบคุมด้วยวงจรนับ (Counter) ข้อมูลในไทม์สล็อตที่ 0 จะถูกเก็บไว้ในสปีชเมมโมรี่ที่แอดเดรสที่ 0 และข้อมูลในไทม์สล็อตที่ 1 จะถูกเก็บไว้ในสปีชเมมโมรี่ที่แอดเดรสที่ 1 และเป็นอย่างนี้เรื่อย ๆไป การนำข้อมูลออกหรือการอ่านสปีชเมมโมรี่ถูกควบคุมโดยคอนโทรลเมมโมรี่ ซึ่งมีแอดเดรสมากเท่ากับจำนวนไทม์สล็อต ข้อมูลในคอนโทรลเมมโมรี่ที่แอดเดรสของสปีชเมมโมรี่จะเป็นเอาท์พุตไทม์สล็อต

จากรูปสมมติว่า ไทม์สล็อตขาเข้า (Incoming time slot) คือไทม์สล็อตที่ 0 และไทม์สล็อตขาออก (Outgoing time slot) คือไทม์สล็อตที่ 1 ดังนั้นข้อมูลที่ไทม์สล็อตที่ 0 จะถูกนำไปเก็บไว้ สปีชเมมโมรี่ที่แอดเดรสที่ 0 และที่แอดเดรสที่ 1 ของคอนโทรลเมมโมรี่จะมีข้อมูล 0 ซึ่งเป็นค่าของแอดเดรส 0 ของ สปีชเมมโมรี่บรรจุอยู่ ดังนั้น ไทม์สล็อตขาออกที่ไทม์สล็อตที่ 1 จึงเป็นข้อมูลของ ไทม์สล็อตขาเข้าที่ 0 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 โครงสร้างพื้นฐานของไทม์สวิตช์

2.9.2 ดิจิตอลสวิตชิ่ง

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสวิตช์สัญญาณพัลส์โค้ดมอดูเลชั่น (PCM) ที่เข้ารหัสมาจากสัญญาณข้อมูลภายใต้การควบคุมของไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ซึ่งใช้ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ระบบดิจิตอล , ชุมสายดิจิตอลและกอนโทรลออฟฟิสโดยมีความเร็วของสัญญาณในแต่ละช่องสัญญาณคือ 64กิโลบิทต่อวินาที แต่ละเส้นของอินพุทและเอาท์พุทจะมีจำนวนช่องสัญญาณทั้งหมด 32 ช่องสัญญาณซึ่งส่งรวมกันแบบมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) มาด้วยอัตราเร็วของบิทเท่ากับ 2.048 เมกกะบิทต่อวินาที โดยที่ตัวมันเองสามารถเขียนและอ่านข้อมูลได้ด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

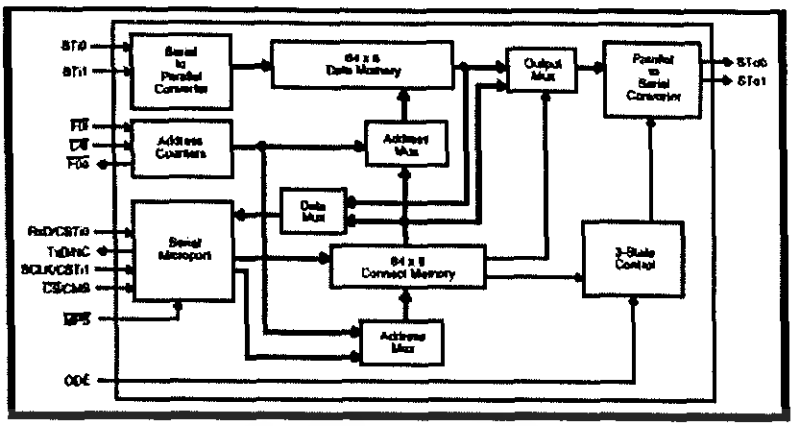
ลักษณะโครงสร้างของสวิตชิ่ง

โครงสร้างของดิจิตอลสวิตชิ่งซึ่งเราใช้ไอซี MT8982 นี้จะประกอบไปด้วย ST- BUS (Serial Teleeom Bus) ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งซอร์ฟแวร์เป็นตัวควบคุมการเลือกข้อมูลและสัญญาณเสียงที่เป็นดิจิตอลหรือใช้ระบบ อินเตอร์โปรเซสเซอร์ (Interprocessor Communication) ST- BUS สตรีมนี้จะทำงานที่ 2.048 เมกกะบิทต่อวินาทีเสมอ ในช่วงเวลา 125 ไมโครวินาที ซึ่งจะถือว่าเป็น 1 เฟรม ใน 1 เฟรม จะมีข้อมูลแต่ละช่องสัญญาณอยู่ 8 บิท ทั้งหมด 32 ช่องสัญญาณ MT8982 สามารถเลือกข้อมูลจาก ST- BUS ทางอินพุทส่งไปยัง ST- BUS ทางเอาท์พุทว่าจะส่งออกที่ช่องสัญญาณใดและสตรีมใดโดยไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถควบคุมให้มีการอ่านช่องสัญญาณจากอินพุทหรือเขียนข้อมูลลงบนช่องสัญญาณทางเอาท์พุตโดยตรง

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

ข้อมูลที่เข้าทางขาสตรีมอินพุทนั้นเป็นข้อมูลแบบอนุกรมที่มีอัตราเร็วบิท 2.048 เมกกะบิทต่อวินาที ทั้ง 8 สตรีมและข้อมูลที่ออกทางสตรีมเอาท์พุทก็เป็นข้อมูลแบบอนุกรมเช่นเดียวกัน ซึ่งในแต่ละช่องสัญญาณนั้นจะมี 8 บิท ที่แสดงถึงสัญญาณพัลส์โค้ดมอดูเลชั่นที่มาจากการเข้ารหัสสัญญาณอนาล็อกโดยภาคโคเดค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของ MT8982

ภายในตัว MT 8982 จะมีการส่งข้อมูลภายในจากอินพุทไปยังเอาท์พุตแบบขนาน ดังนั้นข้อมูลที่เข้าทางอินพุทจึงต้องผ่านวงจรแปลงจากอนุกรมเป็นขนาน (Serial to Parallel Converter) ข้อมูลที่เข้ามาทางอินพุทจะถูกส่งไปยังหน่วยความจำที่เรียกว่า คาต้าเมมโมรี่ (Data Memory) ซึ่งมีหน่วยความจำที่มีขนาด 256*8 บิท การรับข้อมูลของคาต้าเมมโมรี่จะสามารถรับมาได้แบบอัตโนมัติ ส่วนของคาต้าเมมโมรี่เป็นหน่วยความจำที่ เขียนลงไปโดยไมโครโปรเซสเซอร์ไม่ได้ แต่สามารถอ่านข้อมูลออกมาได้ หน่วยความจำอีกส่วนหนึ่งคือ คอนเนคชั่นเมมโมรี่ ซึ่งสามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้

โครงสร้างทางซอร์ฟแวร์

การควบคุมการทำงานของ MT 8982 นี้จะต้องส่งคำสั่งไปซึ่งมีรูปแบบตามตาราง 2.4

ตารางที่ 2.4 แอดเดรสเมมโมรี่แม็พ (Command Address Byte)

บิทที่	ชื่อ	อธิบาย
7	**Stream**	- ใช้กำหนด stream ที่ต้องการติดต่อด้วย Logic 0 ติดต่อกับ Stream 0 Logic 1 ติดต่อกับ Stream 1
2 – 6	**Ch 0 – Ch4**	- ใช้กำหนดช่องสัญญาณที่ต้องการติดต่อ สามารถติดต่อได้ตั้งแต่ช่องที่ 0 - 31
0 – 1	**Cmd 0 - Cmd 1**	- เป็นรูปแบบคำสั่งที่จะกำหนดการทำงานของ MT8982 ซึ่งมี 4 รูปแบบ คือ Cmd 0 Cmd 1 0 0 อ่าน Connect memory 0 1 เขียน Connect memory และ set ให้เป็น connection mode 1 0 อ่าน Data memory 1 1 เขียน Connect memory และ set ให้เป็น message mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 Connect Memory Connection Mode Data Byte

บิทที่	ชื่อ	อธิบาย
7	NA	- ไม่ใช้
6	ODE	- เป็น Bit ที่สั่งให้ enable output ถ้า bit นี้ เป็น "1" ช่องสัญญาณ TDM จะอยู่ในสถานะ Tristate ถ้า bit นี้ เป็น "0" จะมี output ออก
5	ST	- เป็น bit ที่ใช้กำหนด stream (มี stream 0 , 1)
0 – 4	SC 0 – SC 4	- เป็น bit ที่ใช้เลือกช่องสัญญาณที่จะส่งไป ซึ่งสามารถกำหนดให้เป็นช่องสัญญาณ 0 – 31 ได้

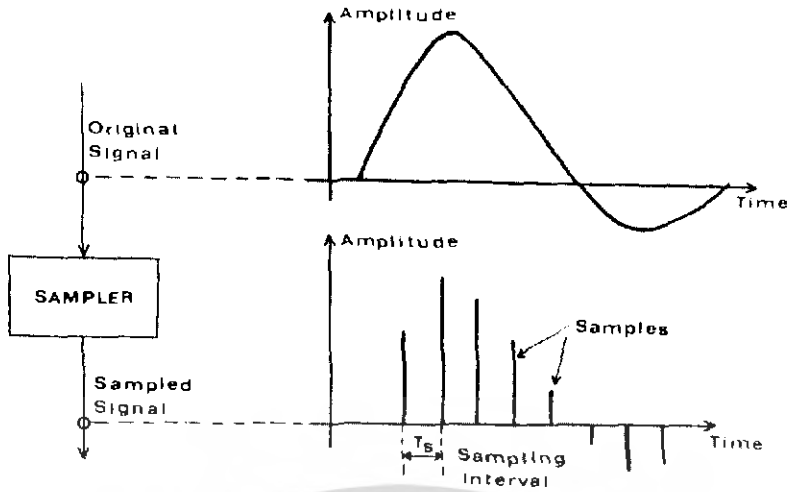
2.10 หลักการพื้นฐานของพีซีเอ็ม

การสื่อสารในระบบดิจิตอลมิได้หมายถึงว่าสัญญาณทั้งหมดที่อยู่ในระบบจะต้องเป็นดิจิตอลเสมอไปเนื่องจากโดยธรรมชาติทุกสัญญาณจะเป็นอะนาล็อก เช่น เสียงพูด สัญญาณคลื่นวิทยุ ฯลฯ ดังนั้นสัญญาณต่างๆ ในธรรมชาติจะต้องถูกแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิตอลเสียก่อนแล้วจึงถูกส่งผ่านไปในช่องทางการสื่อสารระบบดิจิตอล การแปลงสัญญาณจากอะนาล็อกไปสู่ดิจิตอลนั้น มีหลายวิธีและเรียกรวมๆ กันว่าพัลส์โคดมอดูเลชั่น เนื่องจากสัญญาณต่อเนื่องของอะนาล็อกจะถูกสุ่มเป็นช่วงๆ ค่าที่ได้จากการสุ่มจะเป็นลักษณะของสัญญาณรูปพัลส์ (pulse) หลายๆ ลูก ซึ่งก็เป็นที่มาของชื่อนั่นเอง ลักษณะของการแปลงสัญญาณแบบพีซีเอ็มนั้นจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ 3 ขั้นตอนคือ

2.10.1 การชักค่าตัวอย่างและการสร้างพัลส์แอมพลิจูดมอดูเลชั่น

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) หมายถึงการเลือกเอาค่า Amplitude ที่จุดใดๆ ของสัญญาณ Analog ที่ช่วงเวลาที่เท่ากัน ตัวอย่างที่สุ่มมาได้ก็คือ Pulse Train หรือเรียกว่า PAM Sample จำนวนของสุ่มตัวอย่างต่อวินาทีคือ Sampling Rate จาก Sampling Theorem ที่กล่าวไว้ว่า "ถ้าสุ่มตัวอย่าง (Sampling) ของสัญญาณอะนาล็อก ด้วยช่วงเวลาที่สม่ำเสมอในอัตราอย่างน้อยเป็น 2 เท่าของความถี่สูงสุดของสัญญาณนั้นๆแล้วตัวอย่างที่สุ่มมาได้บรรจุข่าวสารของสัญญาณเดิมครบถ้วน" ในระบบ PCM สัญญาณโทรศัพท์ซึ่งใช้ความถี่ในช่วงระหว่าง 300 ถึง 3400 Hz จะถูกสุ่มตัวอย่างด้วย Sampling Rate 8000 ครั้งต่อวินาที หรือถูกสุ่มตัวอย่างทุกๆ 125 ไมโครวินาที ดังแสดงในรูปที่ 2.20

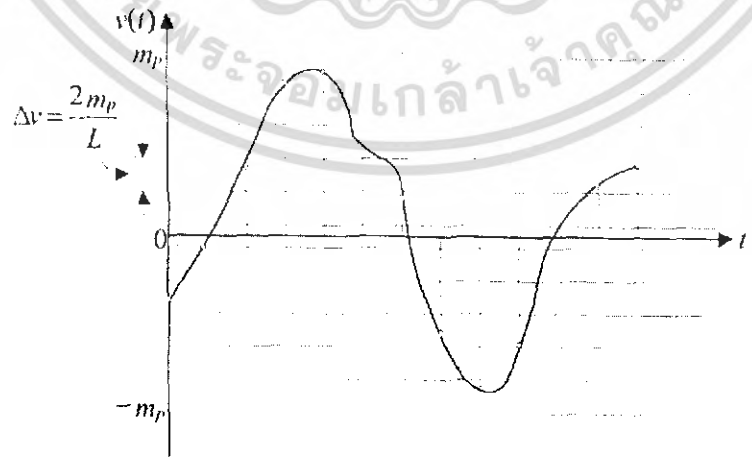
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การสุ่มตัวอย่าง (Sampling)

2.10.2 การควอนไทซ์ (Quantize)

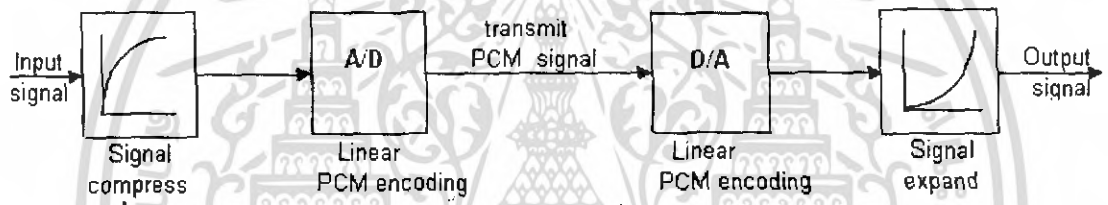
ค่าตัวอย่างสัญญาณอะนาล็อกที่ชักค่าได้มานั้น จะมีระดับของขนาดที่มีค่าเปลี่ยนแปลงเป็นอะนาล็อกด้วย กล่าวคือจะมีค่าที่เป็นไปได้เป็นจำนวนนับไม่ถ้วน ดังนั้นถ้าจะกำหนดรหัสให้กับค่าตัวอย่างเหล่านี้ทั้งหมดก็จะต้องใช้รหัสจำนวนมหาศาล ซึ่งเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นจึงต้องมีการลดจำนวนรหัสที่ใช้ลงให้เหมาะสมกับสภาวะที่ใช้งานจริงได้ เมื่อความจำเป็นมีดังนี้ จึงจำเป็นที่จะต้องจัดแบ่งค่าขนาดของตัวอย่างสัญญาณออกเป็นกลุ่มเท่าจำนวนรหัสที่ใช้ โดยการกำหนดค่าตัวอย่างสัญญาณที่มีขนาดอยู่ในกลุ่มเดียวกันให้มีรหัสเดียวกัน ก็จะทำให้เกิดการจัดแบ่งระดับเป็นระดับสัญญาณดิสครีตที่มีจำนวนจำกัดขึ้น กระบวนการที่ทำการปรับค่าของสัญญาณที่เกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง ไปเป็นค่าที่มีระดับเป็นดิสครีตที่มีจำนวนจำกัดนี้ เราได้อธิบายมาแล้วว่า คือการทำควอนไทซ์ ถ้าสัญญาณ $m(t)$ มีค่าของขนาดสัญญาณอยู่ระหว่าง $(-m_p, m_p)$ หากเราต้องการแบ่งกลุ่มขนาดของค่าตัวอย่างสัญญาณออกเป็น L กลุ่ม เราอาจทำได้โดยการแบ่งช่วงขนาดของสัญญาณออกเป็น L = ช่องเท่ากัน ซึ่งจะได้ความกว้างของแต่ละช่องเท่ากับ $\frac{2m_p}{L}$ ดังแสดงดังรูป 2.21



รูปที่ 2.21 ค่าตัวอย่างสัญญาณที่ชักค่าออกมาได้ จะถูกประมาณด้วยค่าระดับดิสครีตที่ใกล้ที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าตัวอย่างสัญญาณที่มีระดับของขนาดที่อยู่ในช่วงเดียวกัน ก็จะถือว่าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน จะเห็นว่าความกว้างของแต่ละช่องที่เรากำหนดให้นั้นเป็นเพียงค่าใกล้เคียงกับค่าของ แอมปลิจูด จริงที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ความคลาดเคลื่อนจากควอนไทซ์ย่อมจะต้องเกิดขึ้นเราเรียกความคลาดเคลื่อนนี้ว่า Quantizing Error หรือ Quantizing Noise โดยปกติแล้วสัญญาณเกือบทุกชนิดเช่นเสียงพูดและสัญญาณภาพจะมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมกับการทำควอนไทซ์แบบเชิงเส้น (linear quantization) จึงเกิดมีการทำควอนไทซ์แบบไม่เชิงเส้น (nonlinear quantization) ขึ้น ในการทำควอนไทซ์แบบไม่เชิงเส้นนี้ จะทำการแบ่งกลุ่มของค่าตัวอย่างให้มีขนาดใหญ่ไม่เท่ากัน กล่าวคือ จะทำการแบ่งช่วงระหว่างระดับการควอนไทซ์ให้มีค่าต่างกัน ที่ระดับของขนาดสัญญาณต่ำๆจะแบ่งให้ช่วงแคบ และจะแบ่งให้กว้างขึ้นที่ระดับของขนาดของสัญญาณมีค่ามากขึ้น การแบ่งช่วงระดับการควอนไทซ์ให้ต่างกันนี้จะมีผลเทียบเท่ากับการทำการบีบ (compress) สัญญาณอินพุต $m(t)$ ที่ระดับขนาดต่างๆกัน ด้วยอัตราที่ต่างกันก่อนที่จะทำการป้อนสัญญาณที่ถูกบีบแล้วนั้นเข้าทำการควอนไทซ์แบบเชิงเส้นอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการควอนไทซ์มาทำการเข้ารหัส ทางด้านรับจะถอดรหัสได้ค่าตัวอย่างและทำการขยีดขยาย (expansion) สัญญาณซึ่งจะได้สัญญาณเดิมกลับมา



รูปที่ 2.22 การคอมแพนด์พีซีเอ็มกับสัญญาณอะนาล็อกด้วยการบีบอัดและขยีดขยายสัญญาณ

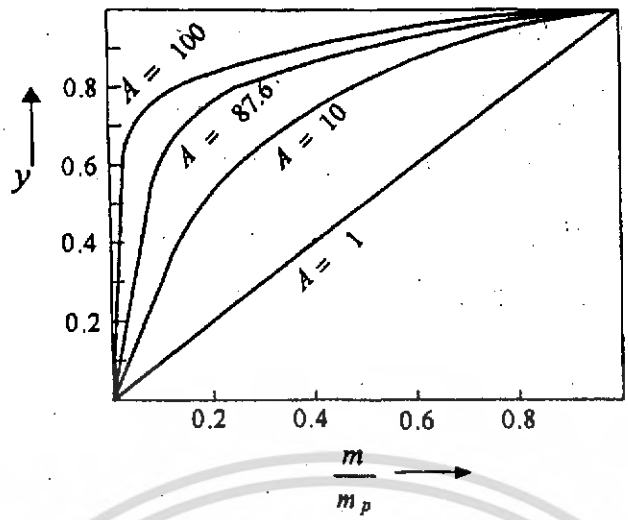
กระบวนการบีบอัดและขยีดขยายสัญญาณนี้จะถูกเรียกว่าการคอมแพนด์ (Companding) การคอมแพนด์สัญญาณจะมีกัน 2 ลักษณะคือ

1. A-Law เป็นกฎหรือฟังก์ชั่นที่นิยมใช้กันในยุโรป และสายการสื่อสารระหว่างประเทศส่วนใหญ่ ยกเว้นอเมริกาเหนือ และญี่ปุ่น มีรูปความสัมพันธ์ดังนี้คือ

$$y=\begin{cases}\dfrac{A}{1+\ln A}\left(\dfrac{m}{m_p}\right), & \left|\dfrac{m}{m_p}\right|\le\dfrac{1}{A}\\[2ex] \dfrac{\mathrm{sgn}(m)}{1+\ln A}\left[1+\ln A\left|\dfrac{m}{m_p}\right|\right], & \dfrac{1}{A}\le\left|\dfrac{m}{m_p}\right|\le 1\end{cases}$$

โดยในที่นี้ A เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับปรับลักษณะการบีบสัญญาณ เมื่อเลือกค่า A ต่างๆกัน ลักษณะความสัมพันธ์ของอินพุท และเอาท์พุทของวงจรบีบสัญญาณจะต่างกันไปดังแสดงในรูป 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

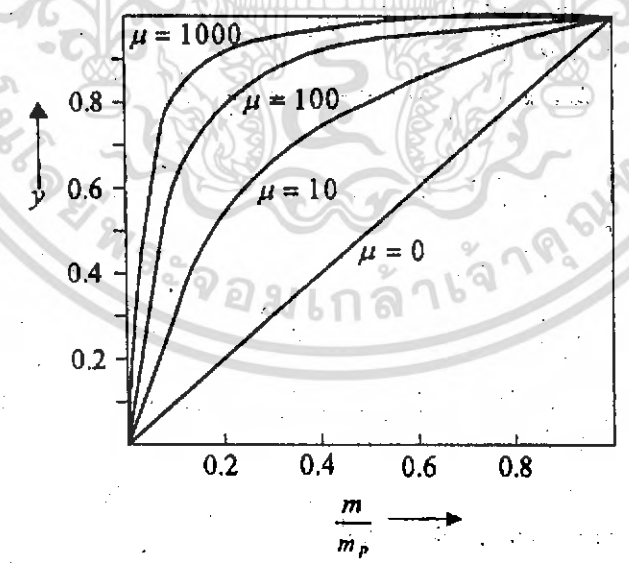


รูปที่ 2.23 ความสัมพันธ์ของอินพุท และเอาท์พุทของวงจรบีบสัญญาณตาม A-law

2. μ-law นิยมใช้กันในอเมริกาเหนือ และญี่ปุ่น มีความสัมพันธ์ดังนี้คือ

$$y = \frac{\text{sgn}(m)}{\ln(1+\mu)} \ln\left(1 + \mu\left|\frac{m}{m_p}\right|\right), \quad \left|\frac{m}{m_p}\right| \le 1$$

ในที่นี้ μ เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ปรับลักษณะของการบีบสัญญาณ เมื่อ μ มีค่าต่างๆ จะให้ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุท และเอาท์พุทของวงจรบีบสัญญาณ ดังแสดงในรูป 2.24

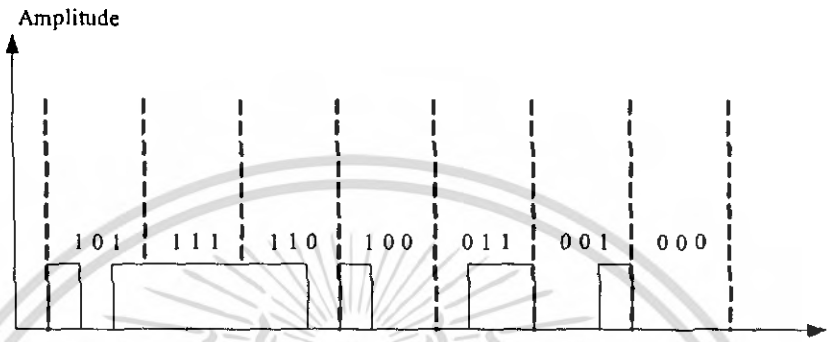


รูปที่ 2.24 ความสัมพันธ์ของอินพุท และเอาท์พุทของวงจรบีบสัญญาณตาม μ-law

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 การเข้ารหัส (Coding)

เมื่อได้ทำการสุ่มตัวอย่างสัญญาณ อะนาล็อก เรียบร้อยแล้ว เราก็จะได้ PAM Signal ที่มีขนาดของ แอมปลิจูด ต่างๆกัน ส่งเข้าไปยัง Quantizer โดยกำหนดให้ Quantizing level อันใดซึ่งตรงกันหรือใกล้เคียงที่สุดกับระดับของ Amplitude ที่สุ่มมาได้ ตัวเข้ารหัส (Coder) ก็จะผลิต Binary Code Signal ตรงตาม Quantizing level นั้นๆดังรูป2.25

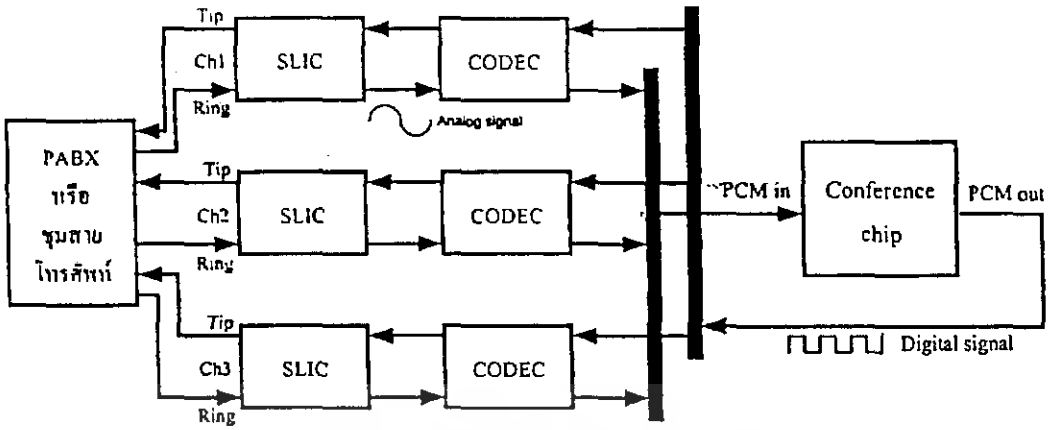


รูปที่ 2.25 การเข้ารหัส (Coding)

2.11 หลักการทำงานของส่วนสนทนาร่วม 3สาย

โดยทั่วไปการใช้งานโทรศัพท์จะเป็นของ 2 บุคคลต่างสถานที่กันแต่สำหรับการใช้โทรศัพท์เพื่อการประชุมต้องมีบุคคลมากกว่า 2 บุคคลขึ้นไปในการสนทนาต่างสถานที่กัน จึงจำเป็นต้องมีวงจรและหลักการทำงานเพิ่มเติมจากระบบโทรศัพท์ปกติทั่วๆไป โดยหลักการทำงานของการใช้งานโทรศัพท์เพื่อการประชุมจะเป็นการรวมสัญญาณจากผู้ส่งทั้งหมด เข้าด้วยกัน แล้วส่งสัญญาณที่ได้สู่ผู้อื่นการรวมสัญญาณในที่นี้หมายถึง การแปลงสัญญาณทั้งหมดจากสัญญาณพีซีเอ็มที่ไม่เป็นเชิงเส้นก่อน แล้วจึงรวมสัญญาณทั้งหมดเข้าด้วยกัน ด้วยการใช้วงจรบวก จากนั้น จึงแปลงกลับไปเป็นสัญญาณพีซีเอ็มตามเดิมแล้วจึงส่งต่อให้ผู้รับ แต่จากโครงงานนี้จะมีผู้ร่วมประชุมทั้งหมด 3 คน ซึ่งรายระเอียดของส่วนต่างๆสามารถแสดงดังรูปบล็อกไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



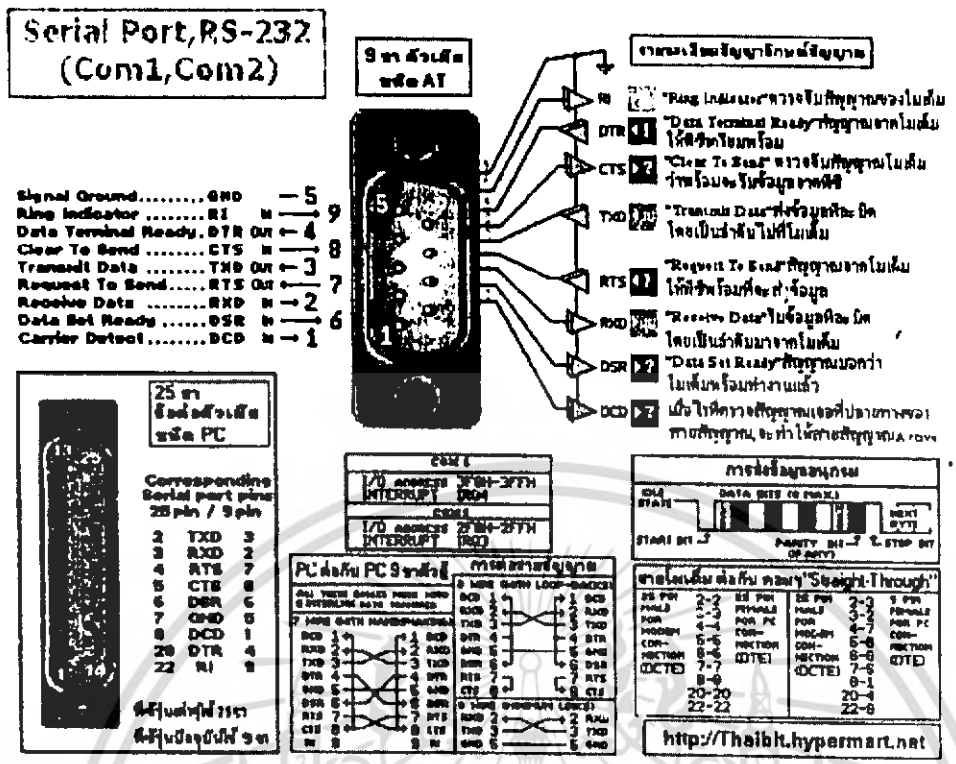
รูปที่ 2.26 บล็อกไดอะแกรมการใช้งานโทรศัพท์เพื่อการประชุม

จากรูปบล็อกไดอะแกรมแสดงถึงคู่สายที่ต้องการประชุม 3 คู่สาย ซึ่งอาจมาจาก PABX หรือชุมสายโทรศัพท์แต่ละคู่สายจะเข้ามา SLIC โดยหลักการที่สำคัญของส่วน SLIC คือการเชื่อมต่อเข้ากับคู่สายทิปและริงจะได้เอาท์พุทแยกออกมาระหว่างสัญญาณที่ไปและกลับหรือที่เรียกว่า 2Wire ไป 4Wire นั่นเองและสัญญาณที่ได้จาก 4Wire จะส่งเข้าวงจรโคดเดอร์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอลและสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาล็อกตามลำดับ

2.12 มาตรฐานการรับ – ส่งข้อมูลแบบ RS – 232 (Recommended Standard 232)

มาตรฐานหนึ่งสำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง DCE (Data Communication Equipment) กับ DTE (Data Terminal Equipment) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีคือ RS – 232 ผลิตขึ้นมาครั้งแรกในเดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 1965 และมีการพัฒนาเป็น A revision ในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 1963 เป็นB-revision ในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 1965 และเป็น C – level revision ในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 1969 (เป็นรุ่นที่ได้รับความนิยมสูงสุด) ในเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1987 ก็มี D – level revision ออกมา อีกสิ่งหนึ่งที่สมควรทราบคือ อักษรนำหน้าจะใช้ "RS" (recommended Standard) หรือ "EIA" ก็ได้ เช่น RS – 232 จะเรียก EIA - 232 ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 แสดงการจัดขาของ RS – 232

สำหรับมาตรฐานของระดับสัญญาณนั้น CCITT (Consultive Committee on Internation Telephone and Telegraph) ได้กำหนดว่าระดับสัญญาณต่ำสุดที่จะเป็นลอจิก "0" คือ -3 โวลต์ และระดับสัญญาณต่ำสุดทีทจะเป็นลอจิก "1" คือ +3 โวลต์ แต่ในทางปฏิบัติจะมีค่าเป็นช่วงคือ -3 โวลต์ ถึง -25 โวลต์ เป็นลอจิก "0" และ +3 โวลต์ ถึง +25 โวลต์ เป็นลอจิก "1"

มาตรฐาน RS – 232 จะกำหนดเกี่ยวกับ

1. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณ
2. ฟังก์ชันการทำงานของแต่ละวงจร
3. ขั้นตอนการทำงานของแต่ละฟังก์ชัน

หมายเหตุ : ต่อไปนี้จะอธิบายเกี่ยวกับ RS – 232 – C

ความยาวของสายที่ต่อระหว่าง DTE กับ DCE นั้นจะถูกกำหนดจากค่าคาปาซิแตนซ์ของสายซึ่งกำหนดไว้ 2,500 ฟิโกฟาราด (สำหรับสายตีเกลียว) ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่าคาปาซิแตนซ์ตามที่กำหนดจึงต้องมีความยาว 50 ฟุต ซึ่งค่าความยาวนี้เองที่หลายคนสงสัยว่าทำไมมาตรฐาน RS – 232 จะต้องกำหนดให้ความยาว 50 ฟุต แต่ถ้าสายที่มีค่าคาปาซิแตนซ์ต่ำแล้วความยาวของสายจะต้องยาวเพิ่มขึ้น

RS – 232 กำหนดให้อัตราการส่งข้อมูลระหว่าง DTE กับ DCE ไว้ไม่เกิน 20 Kbps เมื่อพิจารณาการส่งที่อัตรานี้กับความยาวของสาย 50 ฟุต จะเห็นว่าถ้าจะส่งด้วยอัตราที่สูงกว่านี้ก็น่าที่จะใช้สายยาวกว่านี้เพราะสัญญาณจะมีความกว้างมากขึ้น และการ Rolloff ที่เกิดขึ้นจากคาปาซิแตนซ์ของสายก็จะไม่มีผลต่อความกว้างของสัญญาณที่เพิ่มขึ้นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงการใช้งานขาต่าง ๆ ของคอนเนคเตอร์ RS – 232 – C

PIN	CCITT Circuit Name	RS - 232 Circuit Name	Direction	Name
1	101	AA	Both	Protective Ground
7	102	AB	Both	Signal Ground
2	103	BA	To – DCE	Transmit Data
3	104	BB	To – DTE	Receive Data
4	105	CC	To – DCE	Request to Send
5	106	CB	To – DTE	Clear to send
6	107	CC	To – DTE	Modem Ready
20	108.2	CD	To – DCE	Terminal Ready
22	125	CE	To – DTE	Ring Indicator
8	109	CF	To – DTE	Received Line Signal Detect (carrier Detect)
21	110	CG	To – DTE	Signal Quality Detector
23	111/112	CH/CI	Either	Data Signalling Rate Selector / Indicator
24	113	DA	To – DCE	Transmit Clock (DTE Source)
15	114	DB	To – DTE	Transmit Clock (DCE Source)
17	115	DD	To – DTE	Receive Clock (DCE Source)
14	118	SBA	To – DCE	Secondary Transmit Data
16	119	SBB	To – DTE	Secondary Receive Data
19	120	SCA	To – DCE	Secondary Request to Send
13	121	SCB	To – DTE	Secondary Clear to Send
12	122	SCF	To - DTE	Secondary Carrier Detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของแต่ละ Circuit

Circuit AA (Protective Ground) ต่อเพื่อจุดประสงค์การป้องกันความไม่แน่นอนของระดับแรงดันกราวด์อ้างอิง

Circuit AB (Signal Ground) ทำหน้าที่เป็นระดับแรงดันอ้างอิงกราวด์ร่วมสำหรับทุกสายสัญญาณ (ยกเว้น Circuit AA) เพื่อสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยสุด

Circuit BA (Transmit Data) เป็นสัญญาณที่สร้างขึ้นมาโดย DTE เพื่อส่งไปยัง local DCE เมื่อมีช่วงห่างระหว่างตัวอักษร ช่วงห่างระหว่างคำหรือช่วงที่ไม่มีการส่งข้อมูลสัญญาณนี้จะมีสถานะเป็น "0" สำหรับทุก ๆ ระบบแล้วจะไม่มีการส่งข้อมูลเว้นแต่จะเกิดสถานะ "1" กับ Circuit CA (Request to send), Circuit CB (Clear to Send), Circuit CC (Data set ready) และ Circuit CD (Data terminal ready)

Circuit BB (Receive Data) เป็นสัญญาณซึ่งถูกสร้างจาก local DCE และส่งไปยัง local DTE สัญญาณนี้จะมีสถานะเป็น "1" ตลอดเวลาที่สัญญาณของ Circuit CF มีสถานะเป็น "0" ในระบบการส่งข้อมูลแบบ Half – duplex นั้นสัญญาณนี้จะมีสถานะเป็น "1" ในขณะที่ Circuit CA มีสถานะเป็น "1" และในช่วงสั้น ๆ หลังจากที่ Circuit CA เปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0" ทั้งนี้ก็เพื่อความสมบูรณ์ในการส่งข้อมูล และเพื่อเป็นลดการสะท้อนของสัญญาณในสายด้วย

Circuit CA (Request to send) สัญญาณนี้ถูกสร้างขึ้นจาก local DCE และส่งมายัง local DCE เพื่อเป็นการบอกว่าจะมีการส่งข้อมูล และสำหรับช่องแบบ Half – duplex นั้นเพื่อเป็นการกำหนดทิศทางการส่งข้อมูลให้กับ DCE และสำหรับช่องสัญญาณที่ทำการส่งได้เฉพาะทิศทางเดียว หรือช่องสัญญาณที่ส่งแบบ Full – duplex นั้นสถานะ "1" ของสัญญาณนี้จะเป็นตัวกำหนดให้ DCE อยู่ในโหมดของการส่งข้อมูลส่วนสถานะ "0" จะเป็นตัวกำหนด DCE ให้อยู่ในโหมดการรับข้อมูล DCE จะดำเนินกระบวนการที่จำเป็นเพื่อความสมบูรณ์ของฟังก์ชันนี้โดยจะทำการเปลี่ยน circuit CG ให้มีสถานะเป็น "1" เป็นสถานะ "0" นั้นทำให้ DCE ยุติการส่งข้อมูลผ่านทาง circuit BA (ข้อมูลที่มีการส่งก่อนหน้านี้) และจากนั้นก็จะเปลี่ยนเป็นโหมดการรับข้อมูล DCE จะเปลี่ยน circuit CB ให้มีสถานะเป็น "0" เมื่อพร้อมที่จะตอบสนองการร้องขอของ circuit CA อีกครั้ง

Circuit CB (clear to send): สัญญาณนี้สร้างจาก DCE เพื่อเป็นการบอกว่า DCE พร้อมที่จะทำการส่งข้อมูลหรือไม่ สถานะ "1" ของ circuit CG จะถูกเชื่อมเข้ากับสถานะ "1" ของ circuit CA, circuit CC เมื่อพร้อมแล้ว circuit CD ก็จะเป็นตัวแสดงภาวะของ DCE ว่าสัญญาณที่ส่งผ่าน circuit BA จะถูกส่งไปยังช่องสัญญาณสื่อสาร สถานะ "0" จะแสดงให้ DCE รู้ว่าจะไม่มีการเคลื่อนย้ายข้อมูลผ่านทาง circuit BA สถานะ "1" ของ circuit CB เป็นการตอบสนองต่อสถานะ "1" ที่เกิดขึ้นพร้อมกันของ circuit CC และ circuit CA และจะถูกดีเลย์เพื่อให้ DCE ได้ทำการจัดช่องสัญญาณสื่อสารสำหรับ remote DTE ถ้า DCE ใดไม่มีการใช้ circuit CA แล้ว circuit CA ก็จะถูกสมมุติให้มีสถานะเป็น "1" อยู่ตลอดเวลา และ circuit CB จะทำการตอบสนองแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circuit CC (DCE Ready) สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อแสดงสถานะของ local DCE สถานะ "1" แสดงถึง

1. local DCE ถูกต่อเข้ากับช่องสัญญาณสื่อสารแล้ว
2. local DCE ไม่ได้อยู่ในระหว่างการถูกทดสอบ
3. local DCE พร้อมแล้ว

ขณะที่ local DCEไม่ได้กำลังส่ง tone ตอบรับหรือขณะช่วงเวลาของ tone ตอบรับซึ่งถูกควบคุมโดยการกระทำบางอย่างของกลุ่มข้อมูลควบคุม สถานะ "1" จะแสดงออกมาเมื่อมีเงื่อนไขทั้ง 3 ประการ ดังกล่าวข้างต้น circuit นี้ใช้เฉพาะเพื่อแสดงสถานะของ local DCE สถานะ "1" จะไม่ถูกตีความเป็นการแสดงว่าช่องสัญญาณสื่อสารได้ถูกจัดขึ้นมาสำหรับ Remote Location หรือ เป็นสถานะของ Remote Equipment

สถานะ "0" จะเกิดขึ้นขณะเวลาอื่นทุกเวลา และจะเป็นการแสดงว่า DTE มองข้ามสัญญาณที่เกิดขึ้นที่ circuit อื่น ๆ ด้วยข้อยกเว้นของ circuit CE สถานะ "0" จะไม่ขัดขวางการทำงานของ circuit CE หรือ circuit CD เมื่อสถานะ "0" เกิดขึ้นขณะดำเนินการเรียกก่อนที่ circuit CD จะถูกเปลี่ยนสถานะเป็น "0" DTE จะถูกตีความว่าเป็นการสูญเสียหรือเป็นการยกเลิกการติดต่อ และจะดำเนินการที่จำเป็นเพื่อยุติการเรียก

Circuit CD (DTE Ready) สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อควบคุมการสวิตช์ของ DTE ให้ทำการติดต่อกับช่องสัญญาณข้อมูล สถานะ "1" จะเป็นการเตรียม DCE ก่อนที่จะต่อเข้าช่องสัญญาณข้อมูล ถ้ามีการติดตั้งเครื่องตอบรับการเรียกอัตโนมัติ และอยู่ในโหมดการตอบรับการเรียกอัตโนมัติแล้ว การต่อกับสายสัญญาณจะเกิดเฉพาะเพื่อตอบสนองการเชื่อมต่อของสัญญาณกระดิ่ง (Ringing tone) กับสถานะ "1" ของ circuit CD อย่างไรก็ตาม DTE ก็ยังยอมให้ circuit CD แสดง สถานะ "1" เมื่อมันพร้อมที่จะส่งหรือรับข้อมูลยกเว้นตามที่ได้แสดงไว้

สถานะ "0" ทำให้ DCE ออกจากช่องสัญญาณสื่อสารเมื่อการส่ง "Inprocess" ของ circuit BA เรียบร้อยแล้ว สถานะ "0" จะไม่ขัดขวางการทำงานของ circuit CE ในระบบที่มีการประยุกต์ใช้งานกับสวิตช์นั้นเมื่อ circuit CD เปลี่ยนสถานะเป็น "0" มันจะไม่เปลี่ยนกลับมาเป็นสถานะ "1" อีกจนกว่า circuit CC จะถูก DCE เปลี่ยนกลับมาเป็นสถานะ "0" อีกครั้ง

Circuit CE (Ring Indicator) สถานะ "1" ของ circuit แสดงว่าสัญญาณกระดิ่งนั้นได้รับแล้วบนช่วงสัญญาณสื่อสาร สถานะ "1" จะเกิดขึ้นในเวลาไล่เลี่ยกับส่วนสถานะ "1" ของช่วงสัญญาณกระดิ่ง (ขณะเกิดสัญญาณกระดิ่ง) บนช่องสัญญาณสื่อสาร สถานะ "0" จะคงอยู่ในขณะช่วงสถานะ "0" บนช่วงสัญญาณกระดิ่ง (ระหว่างช่วงของสัญญาณกระดิ่ง) และขณะเวลาอื่นทุกเวลา เมื่อไม่ได้รับสัญญาณกระดิ่งการทำงานของ circuit นี้จะไม่ถูกทำขาดตกบกพร่องโดยสถานะ "0" ของ circuit CD

Circuit CF (Receive Line Signal Detector) สถานะ "1" ของ circuit นี้จะถูกแสดงออกมาเมื่อ DCE กำลังรับสัญญาณซึ่งจะถูกพิจารณาแล้วว่าเหมาะสม เกณฑ์เหล่านี้ถูกสร้างขึ้นโดยผู้ผลิต DCE สถานะ "0" แสดงว่าไม่ได้รับสัญญาณหรือแสดงว่าสัญญาณที่รับนั้นไม่เหมาะสมกับการดีโมดูเลชั่น (Demodulation) สถานะ "0" จะทำให้ circuit BB เป็นสถานะ "1" สำหรับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Half - duplex แล้ว circuit นี้จะเป็นสถานะ "0" เมื่อ circuit CA เป็นสถานะ "1" และสำหรับช่วงเวลาสั้น ๆ หลังจากการเปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0" ของ circuit CA

Circuit CG (Signal Quality Detector) สัญญาณของ Circuit นี้ใช้เพื่อสแดงเมื่อมีโอกาสสูงที่จะเกิดความผิดพลาดขึ้นกับข้อมูลที่ได้รับ สถานะ "1" จะเกิดขึ้นเมื่อไม่มีเหตุผลพอที่จะให้เชื่อถือได้ว่าจะเกิดความผิดพลาดขึ้น สถานะ "0" แสดงว่ามีโอกาสสูงที่จะเกิดความผิดพลาดกับข้อมูลที่ได้รับ

Circuit CH (Data Signal rate Selector / Using DTE Source) สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อเลือกระหว่างอัตราการส่งข้อมูล 2 อัตรา (ในกรณีของโมเด็มซิงโครนัสแบบ Dual – rate) หรืออัตราการส่งข้อมูล 2 ช่วง (ในกรณีของโมเด็ม Nonsynchronous แบบ Dual – rate) สถานะ "1" แสดงถึงอัตราการส่งข้อมูลที่สูงกว่า หรือช่วงของอัตราการส่งข้อมูลที่สูงกว่า

Circuit CI (Data Signal Rate Selector / DCE Source) รูปแบบการใช้งานเหมือนกับกรณีของ circuit CH

Circuit DA (Transmitter Signal Eliment Timing / DTE Source) สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อสร้างข่าวสารทางเวลา (Timing information) ให้สัมพันธ์กับสัญญาณที่ส่ง การเปลี่ยนสถานะจาก "1" ไป "0" แสดงถึงจุดศูนย์กลางแต่ละส่วนสัญญาณของ circuit BA เมื่อ DTE ใช้งาน circuit DA DTE จะสร้างข่าวสารทางเวลา ทาง circuit DA เมื่อ DTE อยู่ในขณะ "Power on" มีการยอมรับให้ DTE หยุดข่าวสารทางเวลาของ circuit DA ได้ในระยะเวลาช่วงสั้น ๆ เพื่อทำให้ circuit DA อยู่ในสถานะ "0" (อาจจะทำเพื่อวัตถุประสงค์ในการ maintenance)

Circuit DB (Transmitter Signal Eliment Timing / DCE Source) สัญญาณของ circuit นี้ถูกใช้ในการสร้างข่าวสารทางเวลาให้กับ DTE , DTE จะสร้างข้อมูลทาง circuit BA ในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างส่วนของสัญญาณซึ่งเกิดขณะสัญญาณของ circuit DB มีการเปลี่ยนแปลงสถานะจาก "0" เป็น "1" เมื่อมีการใช้ circuit DB ใน DCE, DCE จะสร้างข่าวสารทางเวลาผ่านทาง circuit นี้เมื่อ DCE อยู่ในขณะ "Power on" มีการยอมรับให้ DCE หยุดข่าวสารทางเวลาของ circuit นี้ได้ในระยะเวลาช่วงสั้น ๆ เพื่อทำให้ circuit CC อยู่ในสถานะ "0" (อาจจะทำเพื่อวัตถุประสงค์ในการ maintenance)

Circuit DD (Receiver Signal Eliment Timing / DCE Source) สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อการสร้างข่าวสารทางเวลาเพื่อการรับสัญญาณได้แก่ DTE การเปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0" แสดงถึงจุดศูนย์กลางแต่ละส่วนสัญญาณของ circuit BB ข่าวสารทางเวลาของ circuit DD จะถูกสร้างเมื่อ circuit CF อยู่ในสถานะ "1" อาจเป็นไปได้แต่ก็ไม่แน่นอนเสมอไปที่จะเกิดขึ้นหลังจากที่ circuit CF เปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0"

Circuit SBA (Secondary Transmitted Data) circuit นี้คล้ายกับ circuit BA แต่ต่างกันตรงที่ circuit นี้ใช้เพื่อการส่งสัญญาณข้อมูลผ่านทางช่องสัญญาณระดับที่ 2 (Secondary channel) ใน Reverse channel modems , DTE จะทำให้ circuit SBA เป็นสถานะ "1" ในขณะที่ช่องว่างระหว่าง word ช่องว่างระหว่าง character และทุกเวลาที่ไม่มีการส่งข้อมูล ในทุก ๆ ระบบนั้น DTE จะไม่ส่งผ่านช่องสัญญาณระดับที่ 2 เว้นแต่จะมีสถานะ "1" เกิดขึ้นกับ circuit SCA , SCB , CC และ CD ทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณข้อมูลที่ส่งถูกข้ามการอินเตอร์เฟสผ่านทาง circuit SBA ขณะที่เงื่อนไขดังกล่าวจะถูกส่งไปยังช่องสัญญาณสื่อสารต่าง ๆ

Circuit SBB (Secondary Received Data) circuit นี้คล้ายกับ circuit BB แต่ต่างกันตรงที่ circuit นี้ใช้ในการรับสัญญาณผ่านทางช่องสัญญาณระดับที่ 2 เมื่อช่องสัญญาณระดับที่ 2 ถูกใช้เฉพาะเพื่อความมั่นใจใน circuit หรือเพื่อการขัดจังหวะการไหลของข้อมูลในช่องสัญญาณระดับที่ 1 (Primary channel) มักจะสร้าง circuit SCF แทนที่จะเป็น circuit SBB ในกรณีเช่นนั้น สถานะ "1" แสดงถึงไม่มีการขัดจังหวะ สถานะ "0" แสดงว่า มีการล่ม หรือการขัดจังหวะ

Circuit SCA (Secondary Request to Send) circuit นี้คล้ายกับ circuit CA แต่ต่างกันตรงที่ circuit นี้ใช้สำหรับช่องสัญญาณระดับที่ 2

Circuit SCB (Secondary Clear to Send) circuit นี้คล้ายกับ circuit CB แต่ต่างกันตรงที่ circuit นี้ใช้สำหรับช่องสัญญาณระดับที่ 2

Circuit LL (Local Loopback) สัญญาณของ circuit ถูกใช้เพื่อควบคุมการทดสอบ Local Loopback ของ DCE เมื่อ circuit LL มีสถานะเป็น "1" ทำให้ DCE นำเอาต์พุตของ modulator ไปเป็นอินพุตของ demodulator หลังจากเข้าสู่สภาวะการทดสอบแล้ว สถานะ "0" ของ circuit LL จะเปลี่ยน DCE ให้กลับสู่สภาวะการทำงานปกติ

Circuit RL (Remote Loopback) สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อควบคุมโหมดทดสอบ Remote Loopback ของ remote DCE สถานะ "1" ของ circuit RL ทำให้ local DCE บอกให้ remote DCE เข้าสู่สภาวะการทดสอบ Remote Loopback หลังจาก circuit RL เป็น "1" และสถานะนี้ถูกตรวจพบทาง circuit TM แล้ว local DCE สามารถทดสอบการต่อของ local DCE และ remote DCE ได้ สถานะ "0" ของ circuit RL จะสร้างโครงสร้างการทำงานมาตรฐานขึ้นใหม่

Circuit TM (Test Mode) สัญญาณของ circuit นี้แสดงถึง local DCE อยู่ในสภาวะทดสอบและตอบสนองต่อ สถานะ "1" ของ circuit LL และ circuit RL สถานะ "0" ของ circuit TM แสดงว่า DCE อยู่ในโหมดการทำงานปกติ

2.13 การให้บริการระบบโทรศัพท์ในประเทศไทย

ระบบโทรศัพท์ที่เปิดให้บริการในประเทศไทย ในปัจจุบันเปิดให้บริการแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูล่าร์ และระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.13.1 ระบบโทรศัพท์พื้นฐานมีผู้ให้บริการ 3 ราย คือ

- บริษัท ทศท. คอปเปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) (TOT) ให้บริการทุกพื้นที่ทั่วประเทศ
- บมจ. เทเลคอมเอเชีย (TA) ได้รับสัมปทานให้บริการในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล
- บมจ. ไทยเทเลคอมแอนด์เทเลคอมมิวนิเคชั่น (TT&T) ได้รับสัมปทานให้บริการในพื้นที่ส่วนภูมิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูล่าร์ ที่มีผู้ให้บริการทั้งหมด 6 ราย คือ

- บริษัท ทศท. คอเปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) (TOT)
- การสื่อสารแห่งประเทศไทย (CAT)
- บมจ. แอดวานซ์ อินโฟ เซอร์วิส (AIS)
- บมจ. โทเทิล แอคเซส คอมมิวนิเคชั่น (TAC)
- บริษัท ดิจิตอลโฟน จำกัด (DPC)
- บริษัท ทีเอ ออเรนท์ จำกัด (TA Orange)

ตารางที่ 2.7 แสดงผู้ให้บริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ในประเทศไทย

ผู้ให้บริการ	ระบบ	ชื่อทางการค้า	ประเภท
TOT	NMT 470	NME 470	Postpaid
TOT & CAT	GSM 1900	Thai Mobile	Postpaid
CAT	CDMA 1x	HUTCH	Postpaid
AIS	NMT 900	CELLULAR 900	Postpaid
	GSM 900	GSM Advance	Postpaid
		1 – 2 Call	Postpaid
DPC	GSM 1800	GSM 1800	Postpaid
DTAC	AMPS 800	DTAC 800	Postpaid
		DPROMPT 800	Postpaid
	GSM 1800	DTAC 1800	Postpaid
		DPROMPT 1800	Postpaid
TA Orange	GSM 1800	Orange (Talk Plane)	Postpaid
		Orange (Just Talk)	Postpaid

2.13.3 ระบบโทรศัพท์ผ่านดาวเทียม มีผู้ให้บริการทั้งหมด 1 ราย คือ บริษัท เอเซียส รีเยน-แนวเซอร์วิส จำกัด (ACeS)

2.14 การคิดค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลภายในประเทศ

อัตราค่าบริการโทรศัพท์ภายในท้องถิ่นและทางไกลอัตโนมัติภายในประเทศถูกกำหนดไว้เป็นมาตรฐานโดยองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (ปัจจุบันคือ บริษัท ทศท. คอเปอเร- ชั่น จำกัด (มหาชน)) โดยการโทรไปยังเลขหมายปลายทางที่อยู่ภายในจังหวัดเดียวกันจะคิดในอัตราครั้งละ 3 บาท ส่วนการโทรทางไกลอัตโนมัติภายในประเทศจะคิดในอัตราของราคาต่อเวลา 1 นาที และเศษของนาทีจะปัดขึ้นเป็น 1 นาที ตารางที่ 2.8 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัดเมื่อคิดจุดโทรศัพท์ออกจากพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (รหัสพื้นที่ 02) โดยแยกเป็นเขตรหัสทางไกล และแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อยเป็นเขตแต่ละจังหวัด พร้อมแสดงค่าบริการในแต่ละจังหวัดโดยอ้างอิงจากอัตราค่าบริการในภาคกลางวัน

ตารางที่ 2.8 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติเมื่อโทรออกจากเขตนครหลวง

รหัสพื้นที่	จังหวัด	หมายเลขโทรศัพท์	อัตราค่าบริการ (บาท / นาที)
02	กรุงเทพ นนทบุรี สมุทรปราการ ปทุมธานี	0-2xxx-xxxx	การโทรไปยังหมายเลขเขตนครหลวงเหมือนกัน คิดค่าบริการ 3 บาท / ครั้ง
032	ราชบุรี	0-322x-xxxx 0-323x-xxxx	6
	เพชรบุรี	0-324x-xxxx	6
	ประจวบคีรีขันธ์	0-325x-xxxx 0-326x-xxxx	12
034	นครปฐม	0-342x-xxxx 0-343x-xxxx	3
	สมุทรสาคร	0-344x-xxxx	3
	กาญจนบุรี	0-345x-xxxx 0-346x-xxxx	9
	สมุทรสงคราม	0-347x-xxxx	6
035	พระนครศรีอยุธยา	0-352x-xxxx 0-353x-xxxx	6
	สุพรรณบุรี	0-355x-xxxx	6
	อ่างทอง	0-356x-xxxx	6
036	สระบุรี	0-362x-xxxx 0-363x-xxxx	6
	ลพบุรี	0-364x-xxxx	9
	สิงห์บุรี	0-365x-xxxx	9
037	ปราจีนบุรี สระแก้ว	0-372x-xxxx	6
	นครนายก	0-373x-xxxx	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติเมื่อโทรออกจากเขตนครหลวง (ต่อ)

รหัสพื้นที่	จังหวัด	หมายเลขโทรศัพท์	อัตราค่าบริการ (บาท / นาที)
038	ชลบุรี	0-382x-xxxx 0-383x-xxxx 0-384x-xxxx	6
	ฉะเชิงเทรา	0-385x-xxxx	6
	ระยอง	0-386x-xxxx	9
039	จันทบุรี	0-393x-xxxx 0-394x-xxxx	12
	ตราด	0-386x-xxxx	12
042	อุดรธานี หนองบัวลำภู	0-422x-xxxx 0-423x-xxxx	15
	หนองคาย	0-424x-xxxx	18
	นครพนม	0-425x-xxxx	18
	มุกดาหาร	0-426x-xxxx	18
	สกลนคร	0-427x-xxxx	18
	เลย	0-428x-xxxx	18
043	ขอนแก่น	0-432x-xxxx 0-433x-xxxx 0-434x-xxxx	15
	ร้อยเอ็ด	0-435x-xxxx	15
	มหาสารคาม	0-437x-xxxx	15
	กาฬสินธุ์	0-438x-xxxx	15
044	นครราชสีมา	0-442x-xxxx 0-443x-xxxx 0-444x-xxxx	12
	สุรินทร์	0-445x-xxxx	12
	บุรีรัมย์	0-446x-xxxx	12
	ชัยภูมิ	0-448x-xxxx	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติเมื่อโทรออกจากเขตนครหลวง (ต่อ)

รหัสพื้นที่	จังหวัด	หมายเลขโทรศัพท์	อัตราค่าบริการ (บาท / นาที)
045	อุบลราชธานี อำนาจเจริญ	0-452x-xxxx 0-453x-xxxx 0-454x-xxxx 0-455x-xxxx	15
	ศรีสะเกษ	0-456x-xxxx	15
	ยโสธร	0-457x-xxxx	15
053	เชียงใหม่	0-532x-xxxx 0-533x-xxxx	18
	ลำพูน	0-535x-xxxx	18
	แม่ฮ่องสอน	0-536x-xxxx	18
	เชียงราย	0-537x-xxxx	18
054	ลำปาง	0-542x-xxxx	18
	พะเยา	0-544x-xxxx	18
	แพร่	0-545x-xxxx 0-546x-xxxx	15
	น่าน	0-547x-xxxx	18
055	พิษณุโลก	0-552x-xxxx 0-553x-xxxx	12
	อุตรดิตถ์	0-554x-xxxx	15
	ตาก	0-555x-xxxx	15
	สุโขทัย	0-556x-xxxx	15
	กำแพงเพชร	0-557x-xxxx	15
056	นครสวรรค์	0-562x-xxxx 0-563x-xxxx	12
	ชัยนาท	0-564x-xxxx	9
	อุทัยธานี	0-565x-xxxx	9
	พิจิตร	0-566x-xxxx	9
	เพชรบูรณ์	0-567x-xxxx	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

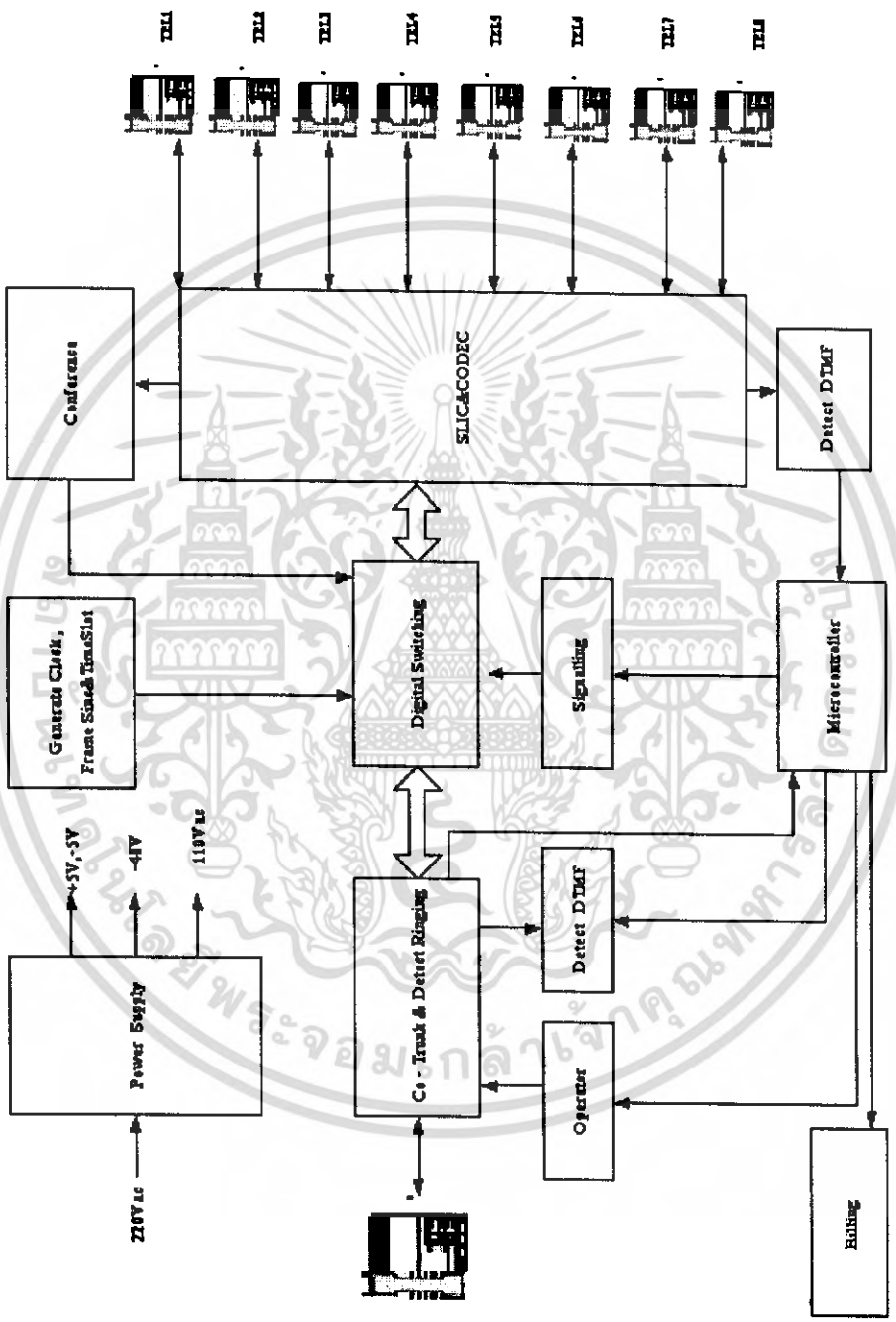
ตารางที่ 2.8 แสดงอัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติเมื่อโทรออกจากเขตนครหลวง(ต่อ)

รหัสพื้นที่	จังหวัด	หมายเลขโทรศัพท์	อัตราค่าบริการ (บาท / นาที)
073	ยะลา	0-732x-xxxx	18
	ปัตตานี	0-733x-xxxx 0-734x-xxxx	18
	นราธิวาส	0-735x-xxxx 0-736x-xxxx	18
074	สงขลา	0-742x-xxxx 0-743x-xxxx 0-744x-xxxx 0-745x-xxxx	18
	พัทลุง	0-746x-xxxx	18
	สตูล	0-747x-xxxx	18
075	ตรัง	0-752x-xxxx	18
	นครศรีธรรมราช	0-753x-xxxx 0-754x-xxxx 0-755x-xxxx	18
	กระบี่	0-756x-xxxx	18
076	ภูเก็ต	0-762x-xxxx 0-763x-xxxx	18
	พังงา	0-764x-xxxx	18
077	สุราษฎร์ธานี	0-772x-xxxx 0-773x-xxxx 0-774x-xxxx	18
	ชุมพร	0-775x-xxxx	15
	ระนอง	0-778x-xxxx	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 บล็อกไดอะแกรมรวม



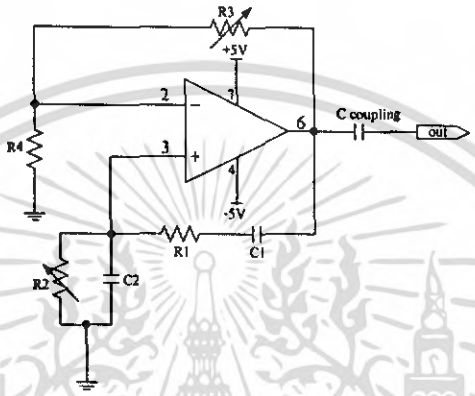
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนสร้างสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Generator)

การสร้างสัญญาณทางโทรศัพท์ต้องการสัญญาณให้กด สัญญาณไม่ว่างและสัญญาณเรียกกลับ โดยสัญญาณทั้งหมดนี้มีพื้นฐานจากสัญญาณซายน์ 400 เฮิร์ต จะใช้วงจรเวนบริดจ์ออสซิลเลเตอร์ (Weinbridge Oscillate) ในการสร้างโดยความถี่ในการออสซิลเลตของวงจรจะมีการคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad , \quad 1 + \frac{R_3}{R_4} \geq \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_1}{C_2}$$



รูปที่ 3.2 วงจรเวนบริดจ์ ออสซิลเลเตอร์

- **การสร้างสัญญาณซายน์ 400 เฮิร์ต**

ให้ R1 = R2 >> R, C1 = C2 >> C

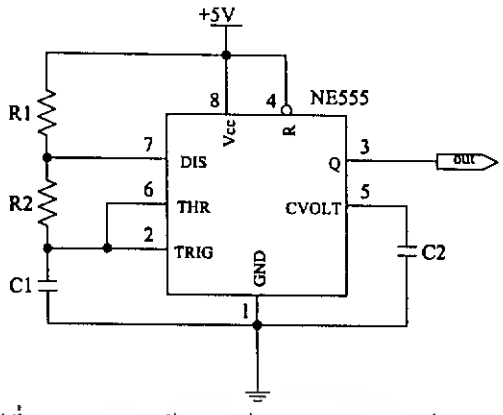
$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

ถ้า R = 3.9 $k\Omega$ และ C = 0.1 μF จะได้ f = 408.08 Hz

เมื่อได้ค่าความถี่ตามต้องการแล้วก็จะต่อวงจรอินเวอร์ติ้งแอมพลิฟายเออร์ (Inverting Amplifier) เพื่อปรับค่าโวลเตจให้เหมาะสมและจ่ายกระแสได้เพียงพอกับการใช้ต่อไปโดยจะให้มีการขยายที่อัตราขยายมากที่สุดคือ 2

ส่วนสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณไม่ว่าง ก็คือสัญญาณซายน์ที่มีการทำงานเป็นช่วง ๆ จากหลักการนี้จะใช้อนาล็อกสวิตช์ในการตัด – ต่อสัญญาณ 400 เฮิร์ต เป็นเอาท์พุท โดยให้ขาคอนโทรลอะนาล็อกสวิตช์นี้เป็นสัญญาณพัลส์ ที่สร้างจากไอซี 555 โดยมีวิธีการคำนวณและสร้างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรสร้างพัลส์คอนโทรลอะนาล็อกสวิตช์

- **การสร้างสัญญาณคอนโทรลการสร้างสัญญาณไม่ว่าง**

ต้องการสัญญาณคอนโทรลอะนาล็อกสวิตช์ เป็นพัลส์ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที

$$f = 1.443 / (R_1 + R_2) C_1$$

$$= 1.443 / (300k + 300k)\ 2.2uF$$

$$= 1Hz$$

$$Duty\ cycle = (R_2 / R_1 + R_2) * 100\%$$

$$= (300k / 300k + 300k) * 100\%$$

$$= 50\%$$

- **การสร้างสัญญาณคอนโทรลการสร้างสัญญาณเรียกกลับ**

ต้องการสัญญาณคอนโทรลอะนาล็อกสวิตช์ เป็นพัลส์ติด 1 วินาที ดับ 4 วินาที

$$T_{on} = 0.693 * R_1 * C_1$$

$$= 0.693*270k *4.7\ \mu F$$

$$= 0.9\ sec$$

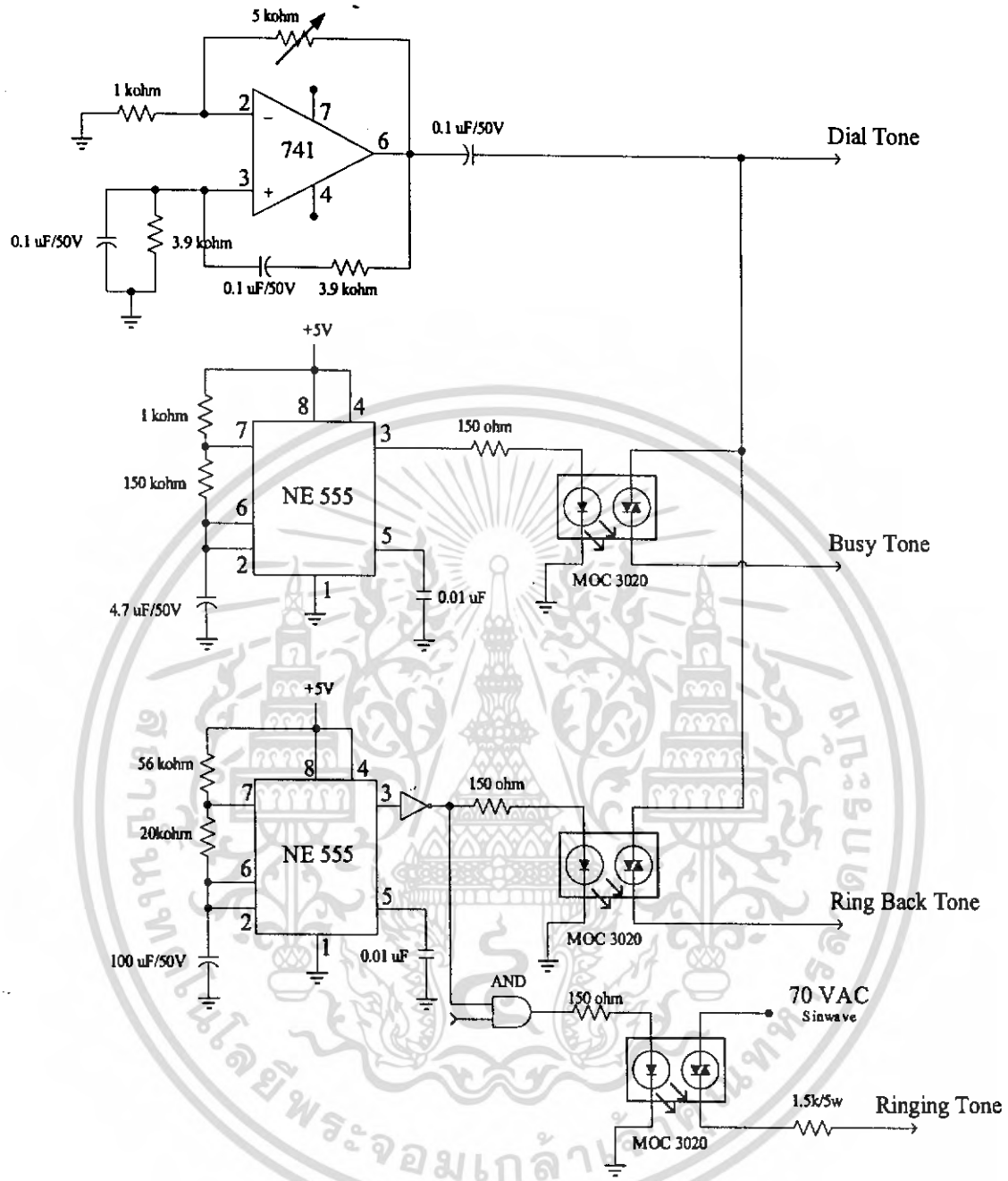
$$T_{off} = 0.693* R_2 *C_1$$

$$= 0.693 *1.23M *4.7\ \mu F$$

$$= 4\ sec$$

เมื่อได้สัญญาณคอนโทรลอะนาล็อกสวิตช์แล้วก็ทำการต่อดังรูปที่ 3.4 ก็จะได้สัญญาณให้กดสัญญาณไม่ว่างและสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

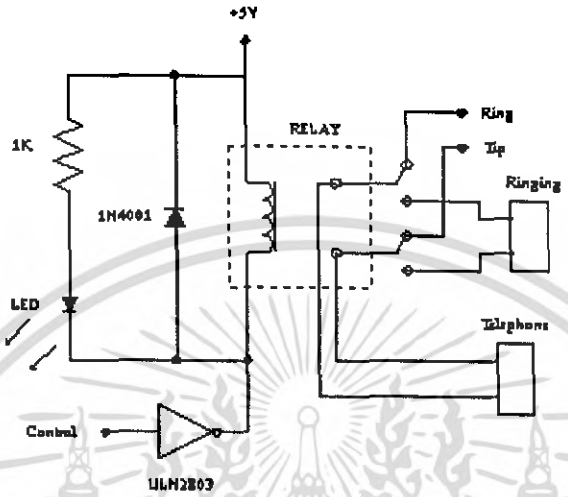


รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณโทนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

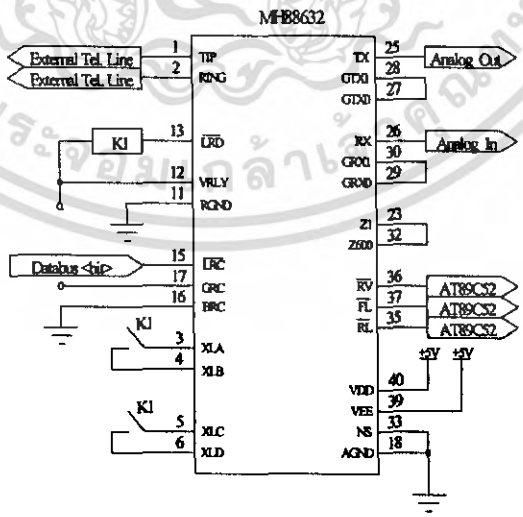
วงจรนี้ใช้ในการควบคุมสัญญาณกระดิ่งให้ป้อนเข้ากับโทรศัพท์คู่สายภายในกรณีที่ต้องการส่งสัญญาณกระดิ่งให้กับโทรศัพท์ โดยใช้อินพุทสัญญาณที่มาจากคอนโทรลเลอร์ ไปควบคุม Relay ตัดต่อในส่วนของภาคกำเนิดกระดิ่ง(Ringing) หรือ คู่สายทิป (Tip) และริง (Ring) เข้ากับโทรศัพท์คู่สายภายใน



รูปที่ 3.5 วงควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

3.4 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและตอบรับโทรศัพท์และ 2 – 4 ไฮบริดจ์ คอนเวอร์ชั่น

ในโครงงานนี้ใช้ CO – TRUNK MH88632 ของบริษัท MITEL มาเป็นส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและตอบรับโทรศัพท์ รวมทั้งเป็นวงจร 2 – 4 HYBRID CONVERSION โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับ MH88632 ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับ CO-TRUNK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีลำดับการดำเนินการดังนี้

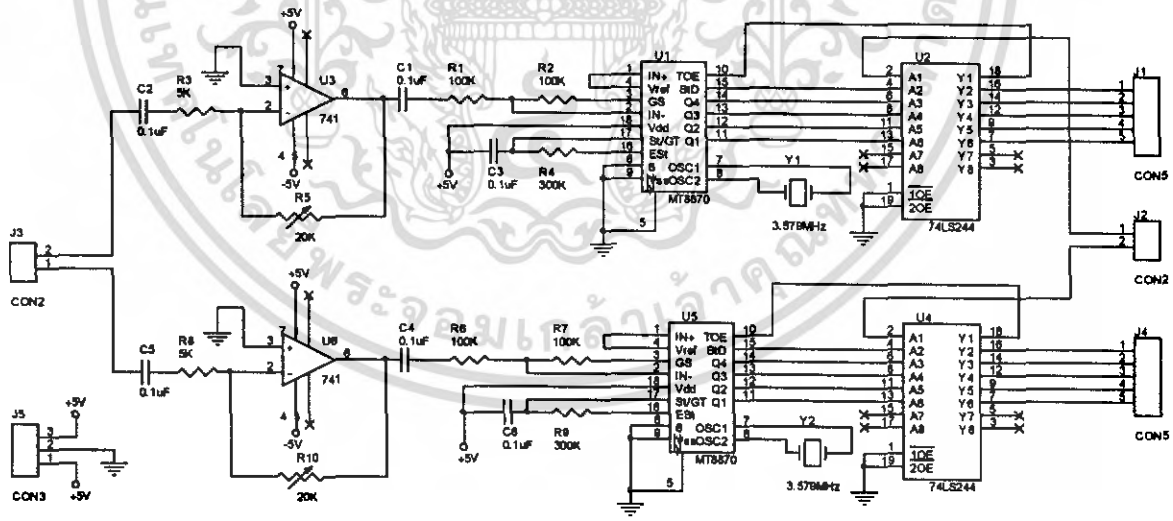
1. เมื่อมีสัญญาณกระดิ่ง เข้ามาที่ขา Tip และ Ring แล้วสัญญาณที่ขา 36 RV (Ring - detect) จะเปลี่ยนสถานะจาก 1 ไปเป็น 0 และสัญญาณจากขานี้จะแสดงรออยู่ที่คาต้าบัสของแอดเดรส 04H

2. เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจสอบที่แอดเดรส 04H ก็จะรู้สถานะของ RV แล้วไมโคร-โปรเซสเซอร์จะทำการส่งสัญญาณ High เข้าที่ขา 15 LRC (Loop Relay Control) เมื่อขาที่ 15 เปลี่ยนสถานะจาก 0 เป็น 1 แล้วสถานะของขา 12 LRD (Loop Relay Driver) จะเปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 0 ซึ่งจะทำให้รีเลย์ K1 ถูกกระตุ้น

3. เมื่อรีเลย์ K1 ถูกกระตุ้นแล้วจะทำการต่อโหลดโทรศัพท์โดยขา 3 กับขา 4, ขา 5 กับขา 6 จะเชื่อมต่อกัน จากนั้นเราสามารถส่งสัญญาณเสียงตอบรับเข้าที่ขา 26 Rx และรับสัญญาณ DTMF ของสายภายนอกจากขา 25 Tx

3.5 ส่วนรับสัญญาณ DTMF

ใช้ไอซี เบอร์ MT8870 เป็นตัวตรวจสอบสัญญาณ DTMF โดยเอาท์พุทที่ได้จะต่อกับ 74LS244 เพื่อใช้เป็นบัฟเฟอร์แล้วไปต่อกับส่วนวงจร I/O เพื่อรอไมโครคอนโทรลเลอร์มาเช็คบิลต่าง ๆ โดยส่วนนี้จะต่อภาคขยายสัญญาณ DTMF โดยใช้ ไอซีออปแอมป์ UA741 เพื่อให้สัญญาณที่ได้มีระดับพอเหมาะและกระแสเพียงพอกับที่ MT8870 ต้องการและจะมี 2 ชุด เพราะจะแยกการตรวจสอบระหว่างคู่สายภายนอกใช้ 1 ชุดและคู่สายภายในอีก 1 ชุด

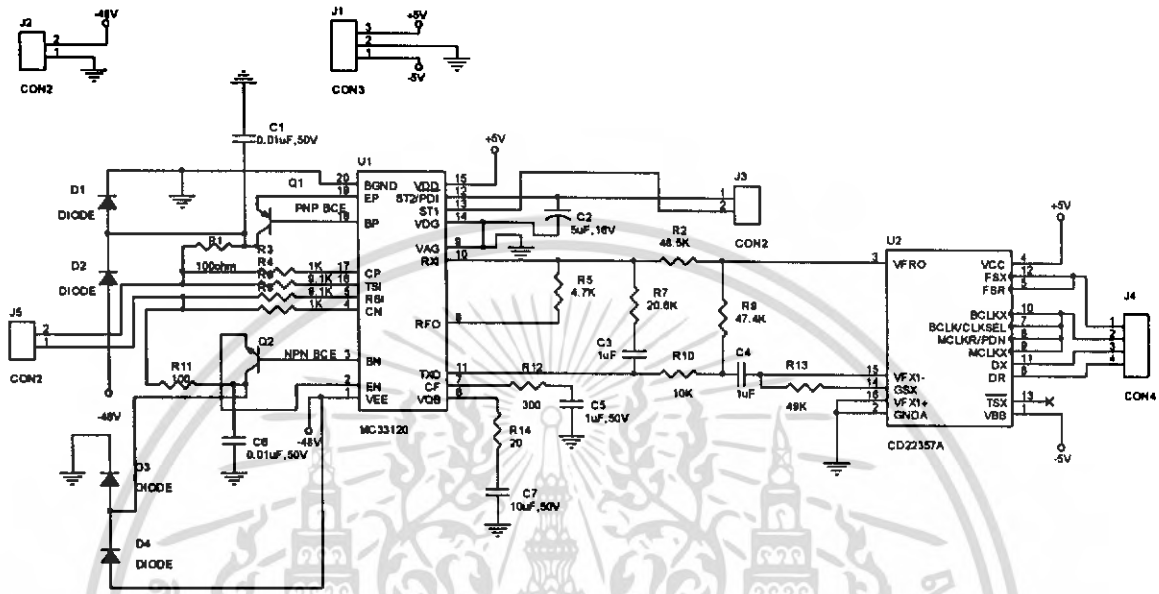


รูปที่ 3.7 วงจรในส่วนตรวจสอบสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วงจรการต่อคู่สายภายในเข้ากับ โคเดค

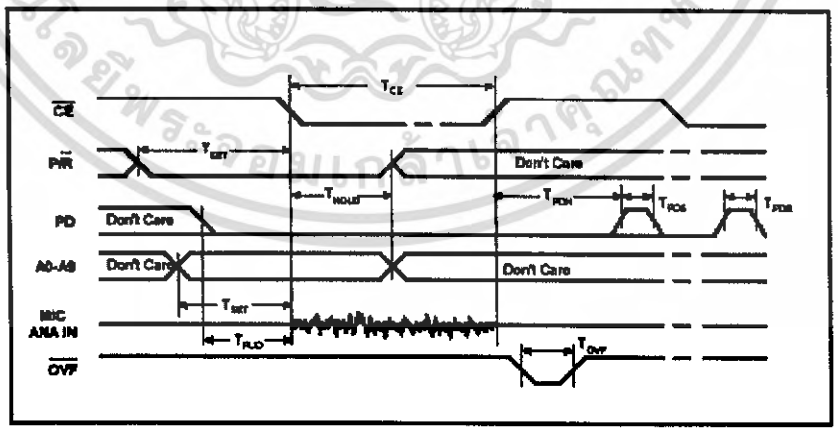
ดังรูปที่ 3.8 เป็นการต่อเพียงหนึ่งคู่สายภายในเท่านั้นสามารถเพิ่มจำนวนคู่สายภายในโดยต่อเช่นเดียวกัน โดยต่อขา Dx และ Dr ของแต่ละตัวเข้ากับ STi0 และ STo0 ตามลำดับ เข้ากับไอซีดิจิตอลสวิตช์



รูปที่ 3.8 วงจรการต่อคู่สายภายในเข้ากับโคเดค

3.7 ส่วนตอบรับและบันทึกเสียง

โครงงานนี้ใช้ ไอซี ISD2590 เป็นตัวตอบรับและบันทึกเสียง โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

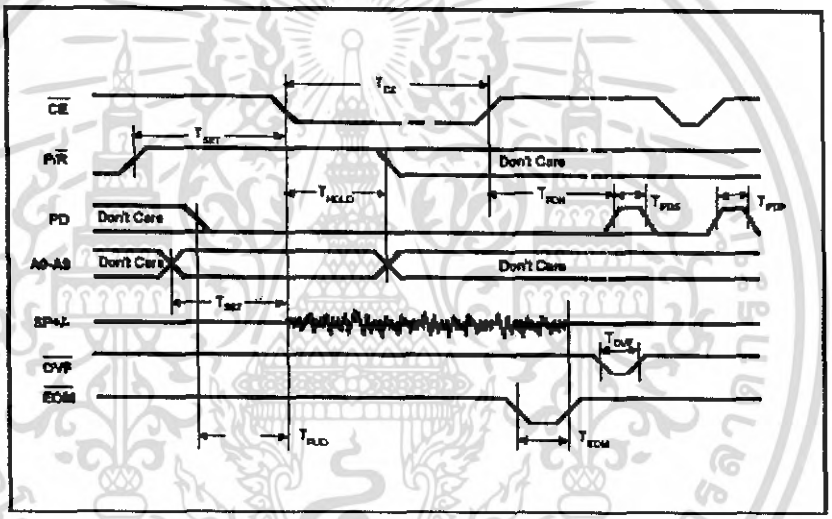


รูปที่ 3.9 แผนภูมิเวลาในการบันทึกของ ISD2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

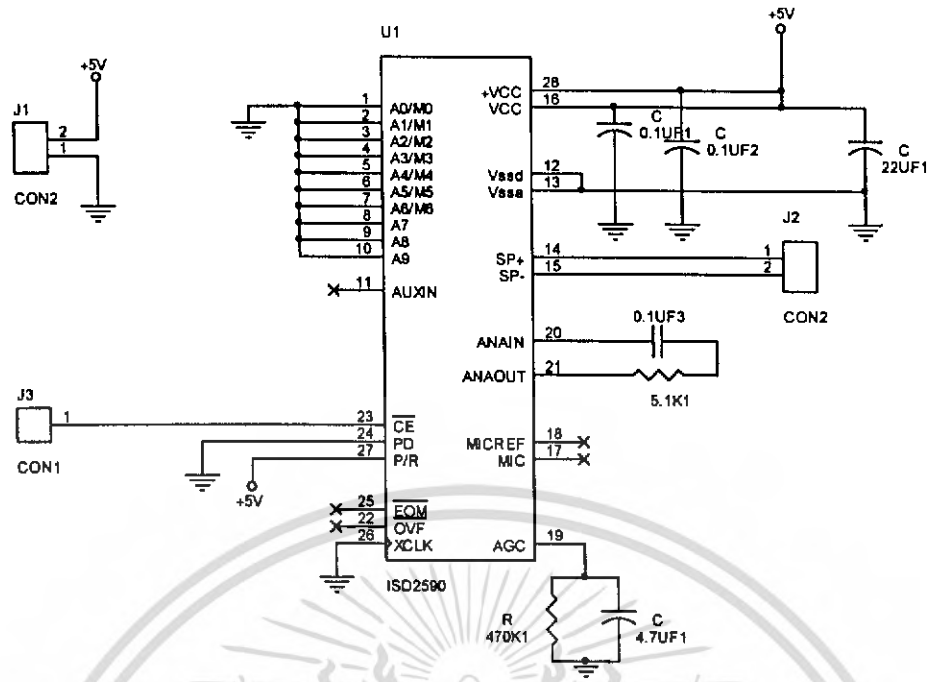
ขั้นตอนควบคุมการบันทึก

- กำหนดให้ขา P/R เป็น Low
- เซตค่าแอดเดรสที่ขา $A_0 - A_9$
- ให้ขา PD เป็น Low
- กำหนดให้ขา CE เป็น Low จะทำให้เริ่มต้นการบันทึกและคงสถานะขา CE เป็น Low ตลอดเวลาการบันทึกและขณะนี้ขา EOM จะเป็น High
- การสิ้นสุดการบันทึก จะทำได้โดยให้ขา CE กลับไปเป็น High และขา EOM จะเป็นพัลส์ Low และจะบันทึกในหน่วยความจำ เพื่อแสดงจุดสิ้นสุดของข้อความ ที่บันทึก
- เมื่อ CE มีพัลส์ Low เข้ามาจะทำให้เริ่มต้นการบันทึกอีกครั้ง ในแอดเดรสที่ต่อจากการบันทึกครั้งก่อน โดยจาก EOM Marker และขา EOM จะเป็น High



รูปที่ 3.10 แผนภูมิเวลาในการเล่นกลับของ ISD2590

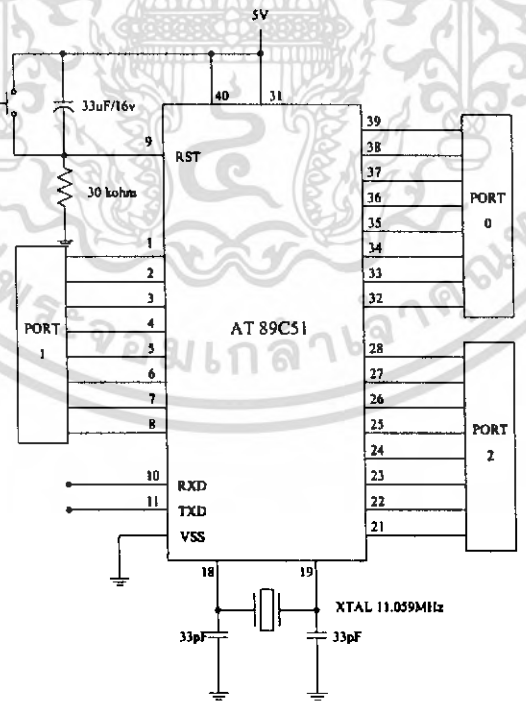
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 การต่อใช้งานไอซีบันทึกเสียง ISD2590

3.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51)

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดโดยการต่อใช้งานจะเป็นดังรูป

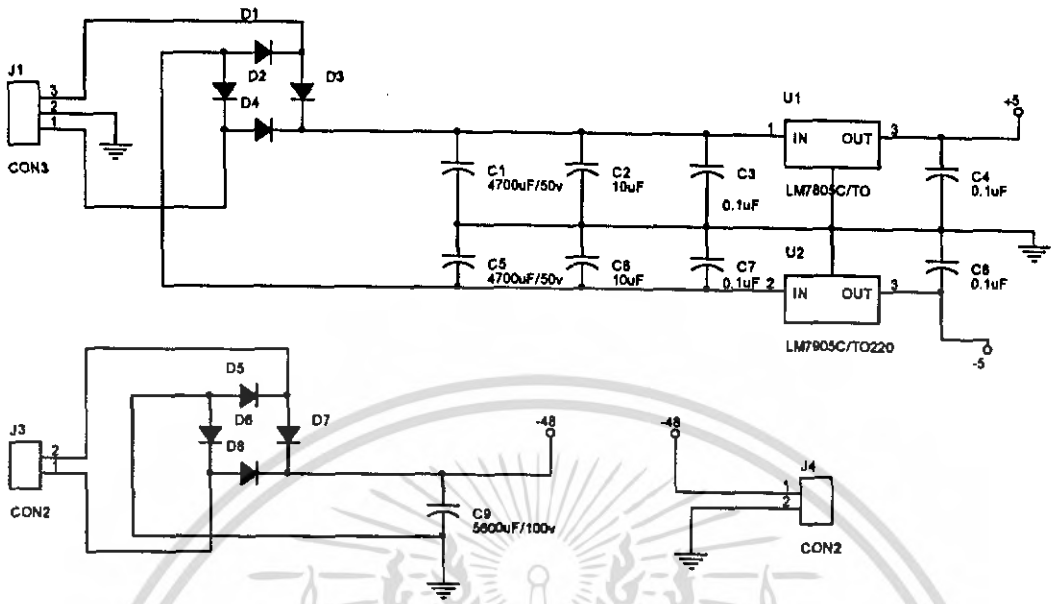


รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่อส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

จะต้องการไฟ+5และ-5V เลี้ยงวงจรควบคุมต่างๆ และ -48Vเป็นไฟเลี้ยงให้โทรศัพท์



รูปที่ 3.13 วงจรแหล่งจ่ายไฟ +5V,-5V และ -48V

3.10 ส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกาซิงค์และไทม์สล็อต

ในการใช้งานของตัว โคเดค (Codec) และส่วนของดิจิตอลสวิทชิ่ง (Digital switching) จะต้องใช้สัญญาณนาฬิกา ที่มีความถี่ 4.096 เมกกะเฮิร์ต 2.048 เมกกะเฮิร์ต และสัญญาณเฟรมซิงค์ขนาด 8 กิโลเฮิร์ต ในการที่จะให้วงจรเข้ารหัสและถอดรหัสโดยจะต้องมีการเตรียมสัญญาณนาฬิกา และสัญญาณช่องเวลา (Time Slot) เพื่อให้ตัวโคเดคที่เป็นวงจรเข้ารหัสและถอดรหัส ทำการเข้ารหัสจากสัญญาณอนาล็อคให้เป็นดิจิตอล แล้วเข้าช่องพีซีเอ็ม (PCM) ให้เกิดการเรียงลำดับกันของสัญญาณในแต่ละช่องเวลา ในทางกลับกัน เมื่อรับข้อมูลดิจิตอลจากช่อง PCM. ว่าจะถอดรหัสรับข้อมูลจากช่องเวลาใด ซึ่งวงจรส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกา สัญญาณเฟรมซิงค์และไทม์สล็อตจะเป็นดังรูป 3.14

การออกแบบในที่นี้ใช้คริสตอล 8 เมกกะเฮิร์ต เป็นตัวผลิตสัญญาณนาฬิกาหลักร่วมกับวงจรนอตเกท 74HC04 โดยความถี่ 4 เมกกะเฮิร์ตนั้น ได้จากการใช้วงจรหารความถี่ลงครึ่งหนึ่งหรือวงจรหาร 2 ในทางดิจิตอล ก็คือ T-Flip Flop ในที่นี้จะใช้ JK-Flip Flop (74HC73) โดยป้อนขา J และ K เป็น 1 ทั้งคู่ จะทำให้ตัวมันเข้าสู่สภาวะทอกเกิล (Toggle) ซึ่งจะทำงานเหมือน T–Flip Flop สัญญาณนาฬิกา 4 เมกกะเฮิร์ต จะถูกนำไปป้อนเป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับ 74HC191 3 ตัว ทำหน้าที่เป็นเคาน์เตอร์จะหาร 2 ลงไปเรื่อยๆ โดย

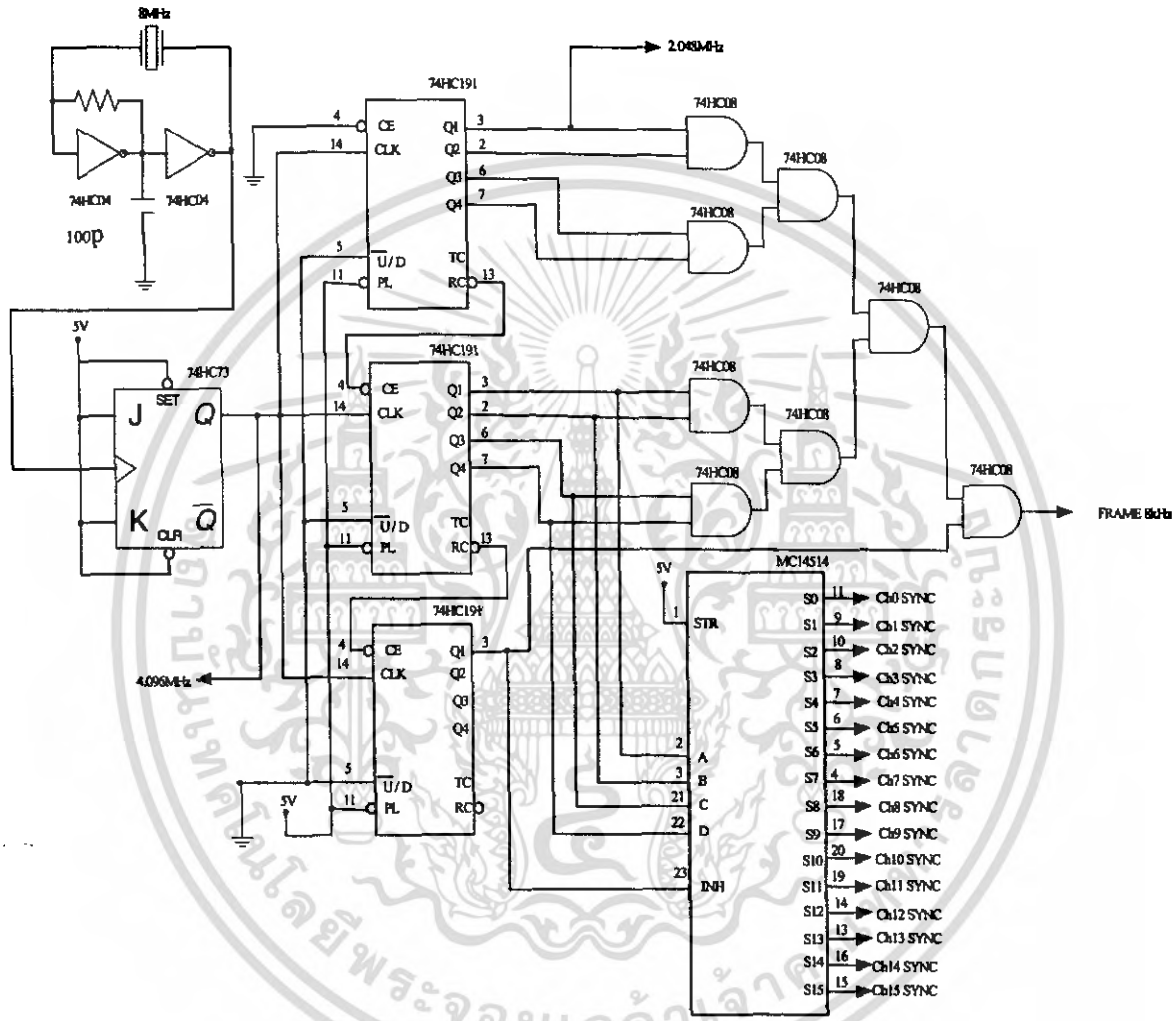
ที่ตัวเคาน์เตอร์ตัวแรกขา Q_1 จะได้สัญญาณ 2 เมกกะเฮิร์ตไปป้อนให้ยังโคเดค

ที่ตัวเคาน์เตอร์ตัวที่ 2 จะหารต่อจากเคาน์เตอร์ตัวแรก จะได้สัญญาณความถี่ Q_1 128 กิโลเฮิร์ต Q_2 64 กิโลเฮิร์ต Q_3 32 กิโลเฮิร์ต และ Q_4 16 กิโลเฮิร์ต สัญญาณทั้ง 4 นี้จะถูกนำไปป้อนให้กับตัวสร้างสัญญาณชาแนลซิงค์ (MC14514) 16 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตัวเคาน์เตอร์ตัวที่ 3 จะทำการหารความถี่ต่อจากตัวที่ 2 จะได้ Q_1 เป็น 8 กิโลเฮิร์ต ไปป้อนให้กับตัวสร้างสัญญาณชาแนลซิงค์ ที่ขา INH เพื่อใช้กำหนดช่องการทำงานของการสร้างชาแนลซิงค์

ส่วนสัญญาณเฟรมซิงค์ จะได้การนำสัญญาณตั้งแต่ 2 เมกกะเฮิร์ตจนถึง 8 กิโลเฮิร์ต มาทำการแอนด์ (And) กันทุกตัวก็จะได้สัญญาณเฟรมซิงค์ที่มีความถี่เป็น 8 กิโลเฮิร์ตและมีความกว้างพัลส์เท่ากับ 2 เมกกะเฮิร์ต

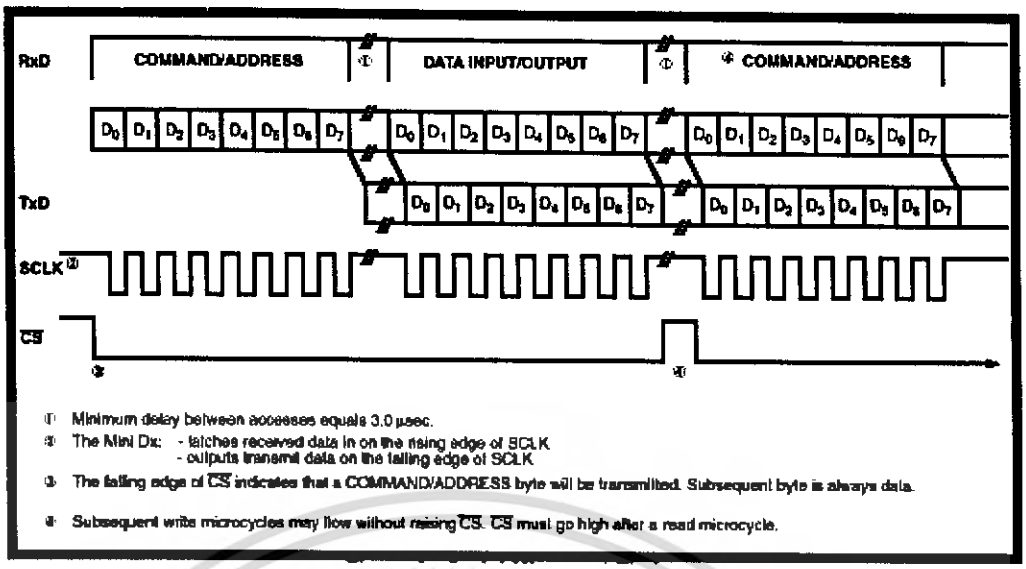


รูปที่ 3.14 วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาซิงค์และไทม์สล็อต

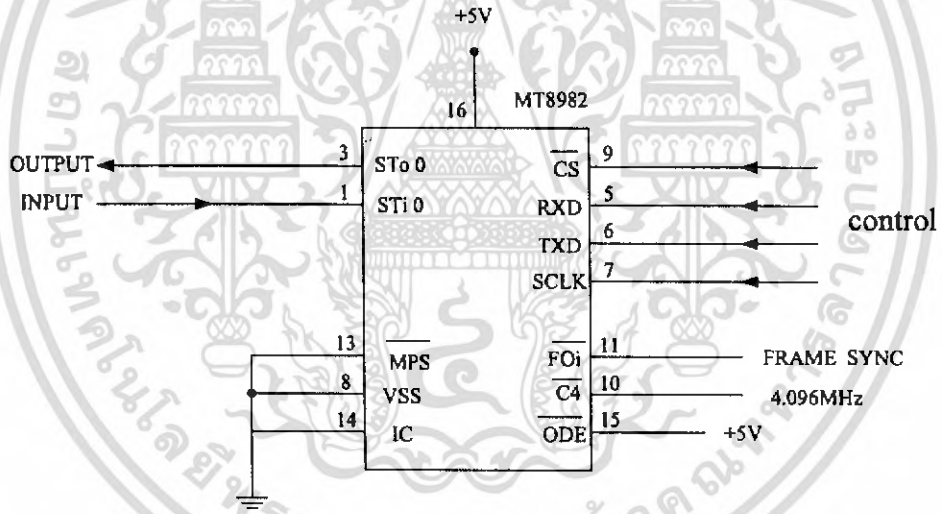
3.11 ดิจิตอลสวิตช์ (Digital Switch)

การใช้ MicroController ควบคุมการทำงานของดิจิตอลสวิตช์ (Digital Switch)สามารถทำได้โดยการอ่านและเขียน Connect memory ต้องอยู่ใน mode ของ Micro port mode ก่อน จากนั้นเราจึงสามารถอ่าน เขียนข้อมูลได้ ในการส่งข้อมูลเป็นแบบ Synchronous ซึ่งการรับส่งข้อมูลระหว่าง Microcontroller กับ MT8982 จะต้องกำหนดสถานะของขาต่าง ๆ ของ MT8982 จะมีการส่งและรับในส่วนของบิต LSB เป็นลำดับแรก เป็นดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แผนภูมิเวลาแสดง การรับส่งข้อมูลระหว่าง Microcontroller กับ MT8982



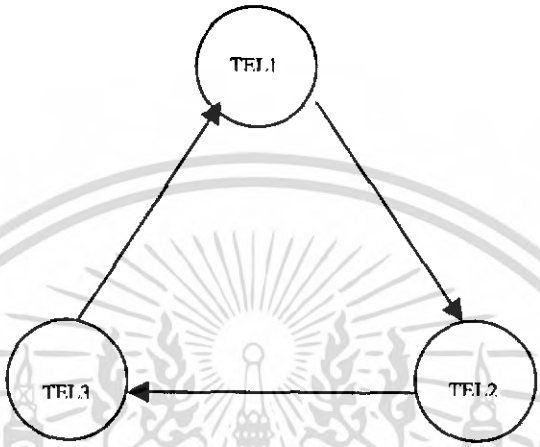
รูปที่ 3.16 แสดงการต่อใช้งาน MT8982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12หลักการทำงานของส่วนสนทนาร่วม 3 สาย

จะเป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมให้กับตัวสวิตชซึ่งให้ทำการสลับช่องสัญญาณดังรูป3.17 โดยการทำงานจะเป็นดังนี้

TEL1 กับTEL2 จะสลับกันในช่วงเวลาหนึ่ง จากนั้น TEL2 กับTEL3 จะสลับกันในช่วงเวลาหนึ่ง และ TEL3 กับTEL1 จะสลับกันในช่วงเวลาหนึ่งเช่นกันจะทำให้ทั้ง 3 สายสามารถสนทนาร่วมกันได้

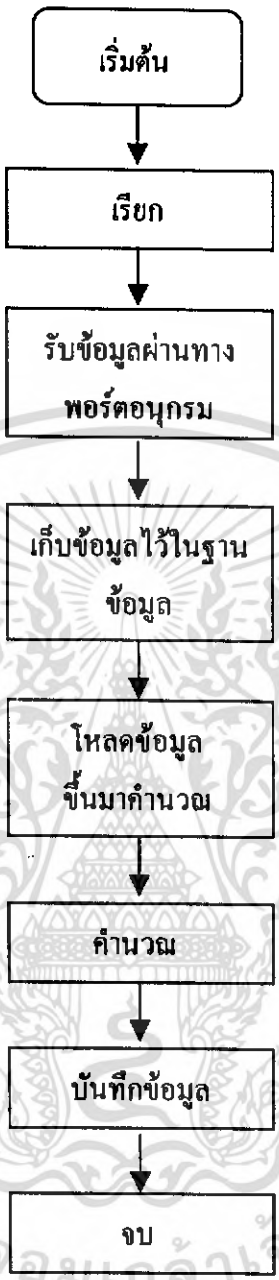


รูปที่ 3.17 แสดงการทำงานของส่วนสนทนาร่วม 3สาย

3.13ส่วนแสดงค่าโทรศัพท์กรณีโทรออกคู่สายภายนอก

จะเป็นการเขียนโปรแกรมและทำฐานข้อมูลโดยโปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณค่าบริการใช้โทรศัพท์จะใช้ MS – Access เป็นฐานข้อมูลเกี่ยวกับหมายเลขโทรศัพท์ Controller จะส่งหมายเลขโทรศัพท์และตัวบอกให้เริ่มจับเวลาผ่านทางพอร์ตอนุกรมมายัง computer เมื่อจบการสนทนา controller ก็จะส่งตัวบอกให้หยุดจับเวลาผ่านทางพอร์ตอนุกรมมายัง computer เพื่อเก็บลงฐานข้อมูล ในการคำนวณเวลาจะใช้ Program Visual C#.net คำนวณและทำหน้าที่เป็นส่วนแสดงผลในส่วนของฐานข้อมูลจะมีการสร้างข้อมูลเกี่ยวกับหมายเลขโทรศัพท์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการตรวจสอบและคิดค่าบริการมีโฟล์วชาร์ทในการเขียนดังรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แสดงโฟล์วชาร์ตของโปรแกรมการคำนวณเครื่องใช้บริการโทรศัพท์

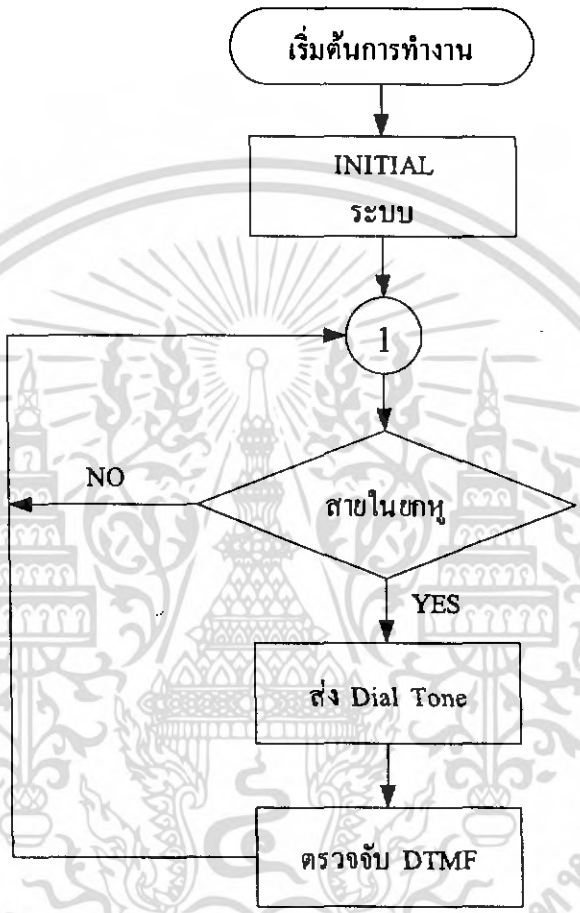
3.14 ส่วนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

การเขียนโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมส่วนต่าง ๆ นั้นใช้การทำงานเป็นลูปวนตรวจสอบสถานะและให้บริการส่วนต่าง ๆ เนื่องจากการทำงานเป็นลูปมีความเสถียรกว่าการทำงานแบบอินเตอร์รัปต์(Interrupt) และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เร็วมากการวนลูปจึงทำได้รวดเร็วส่วนต่าง ๆ จึงไม่ต้องรอการบริการจากไมโครคอนโทรลเลอร์นานนักผู้ใช้งานจึงไม่รู้สึกติดขัดหรือต้องรอ การเขียนโปรแกรมควบคุมหลักมีโฟล์วชาร์ทในการเขียนดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเขียนโปรแกรมนั้นถ้าจะสั่งหรือรับข้อมูลจากส่วนใด จะต้องมีการส่งแอดเดรสออกมาจากพอร์ท 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนเพื่อกำหนดว่าให้ส่วนใดใช้ดาต้าบัส แล้วจึงสั่งหรือรับข้อมูลจากพอร์ท 2 ก็จะได้ติดต่อกับส่วนที่ต้องการ

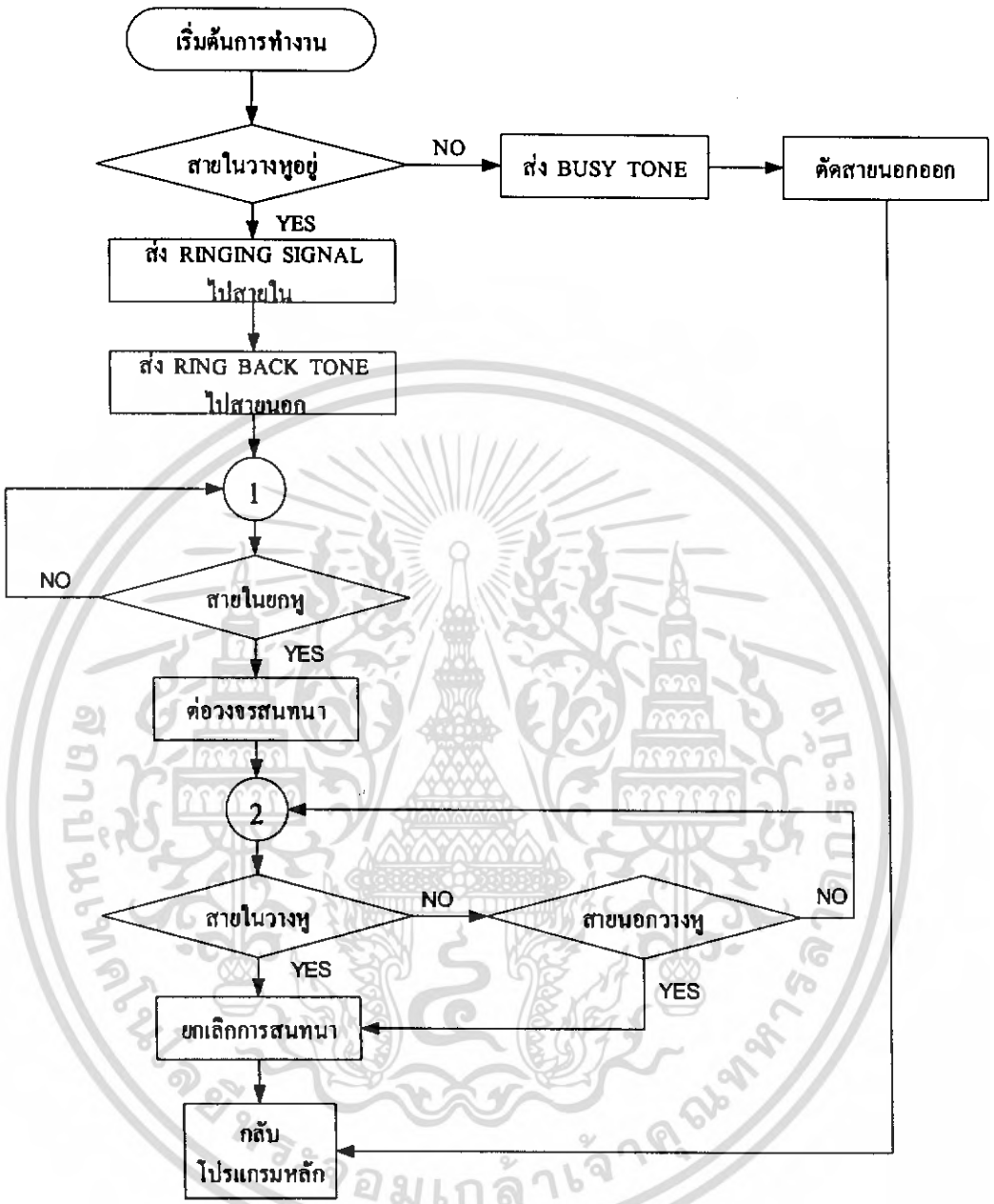
- ส่วนโปรแกรมหลัก



รูปที่ 3.19a ไฟล์วชาร์ทของส่วนโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

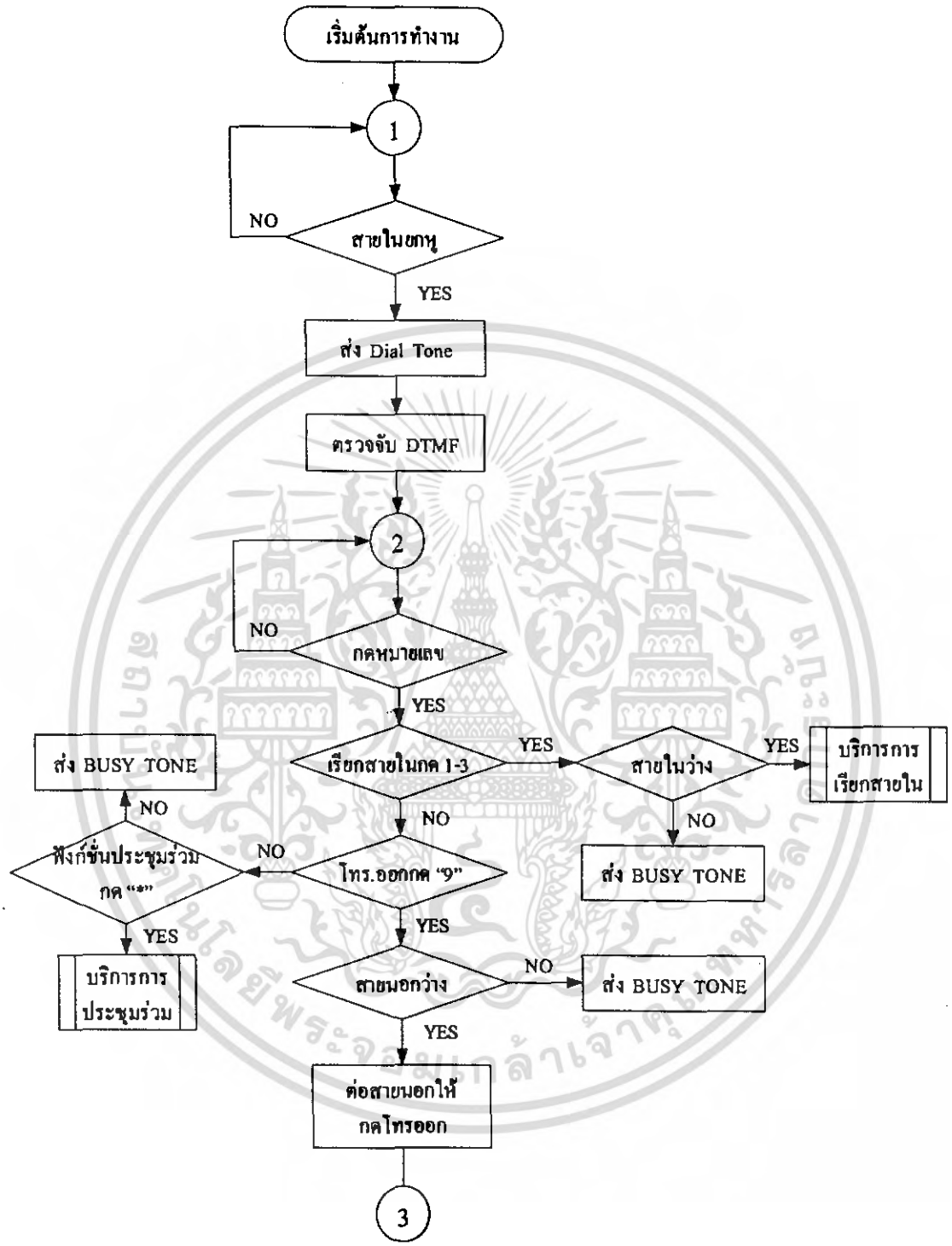
- ส่วนการโทรเข้าจากภายนอก



รูปที่ 3.19b โฟล์วชาร์ทขั้นตอนการโทรเข้ามาของสายนอก

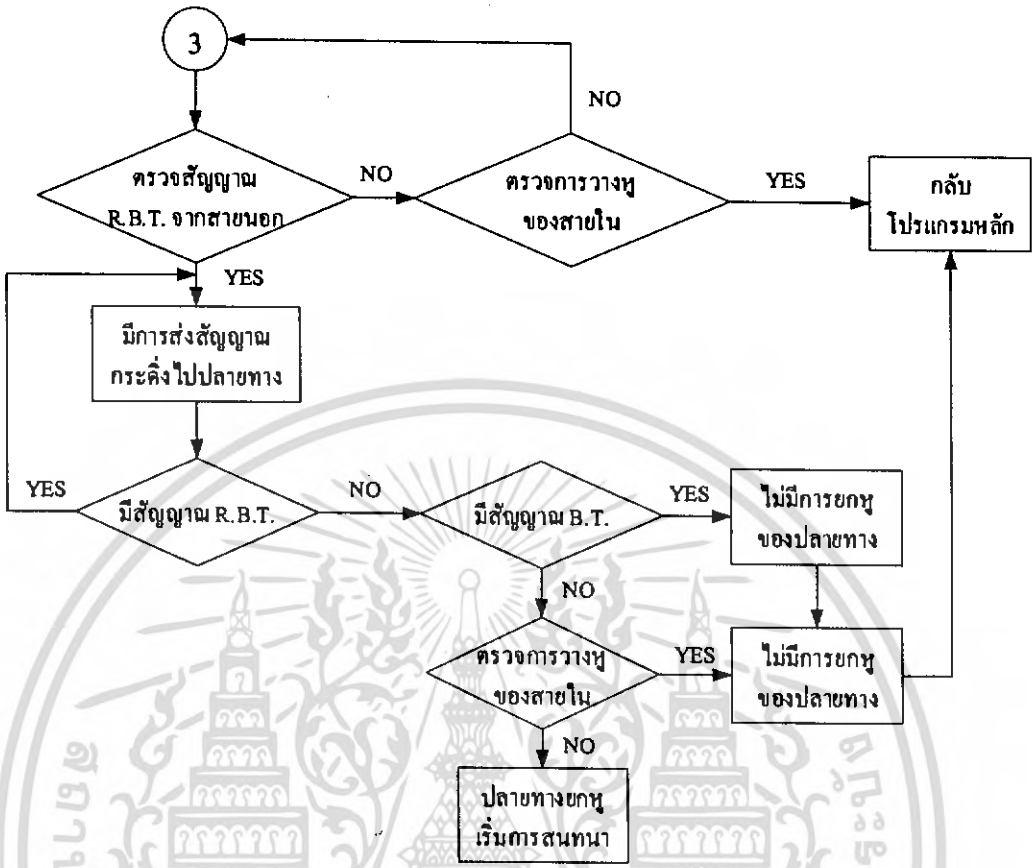
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนโทรออกไปภายนอกจากคู่สายภายใน



รูปที่ 3.19c โฟล์วชาร์ทขั้นตอนการโทรออกของสายใน (1)

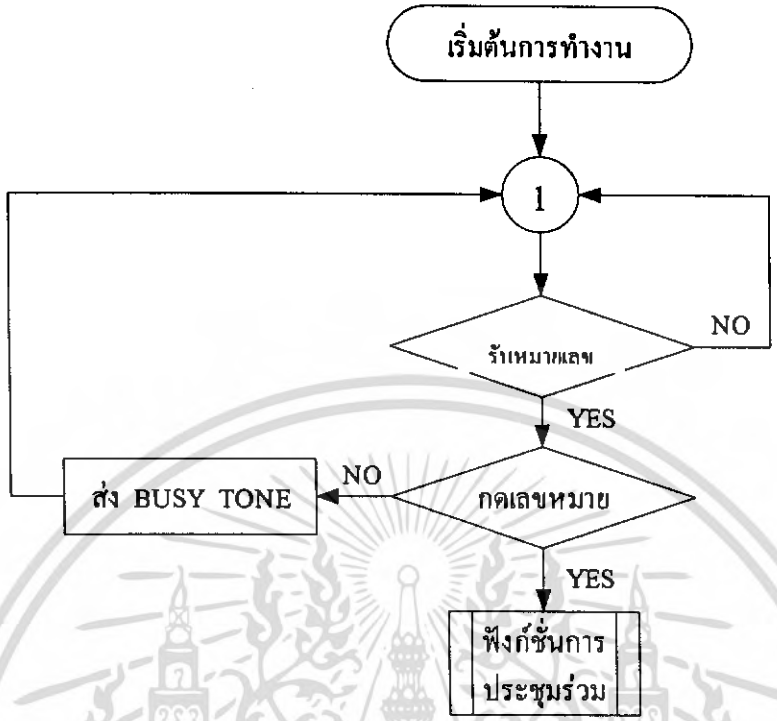
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19d โฟล์วชาร์ทขั้นตอนการโทรออกของสายใน (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ส่วนสนทนาร่วม



รูปที่ 3.19e โฟล์วชาร์ทขั้นตอนการประชุมร่วม

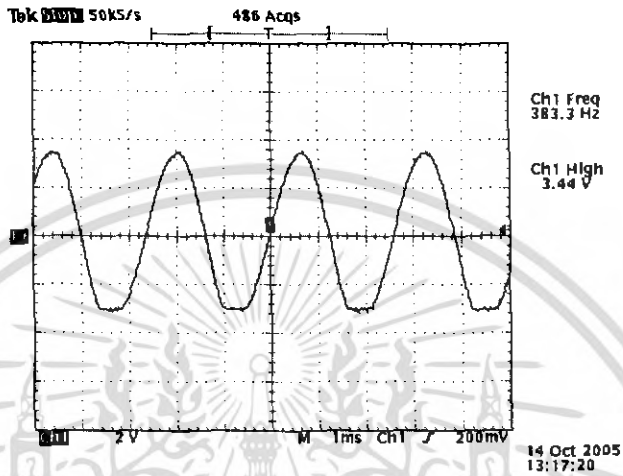
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

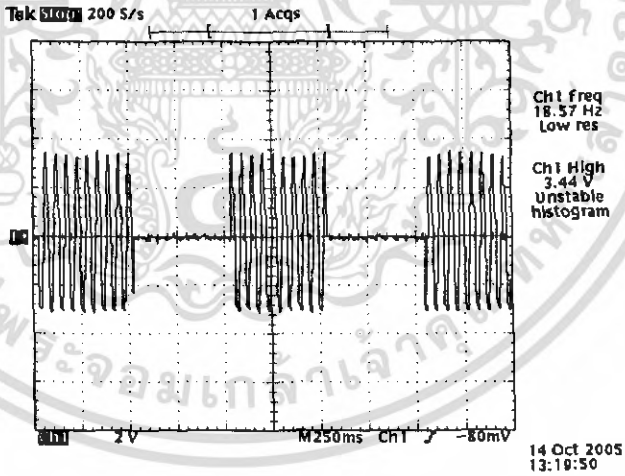
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ส่วนสร้างสัญญาณทางโทรศัพท์

จากการทดลองวัดสัญญาณที่ได้จากวงจรในรูปที่ 3.4 ได้ผลการทดลองดังนี้

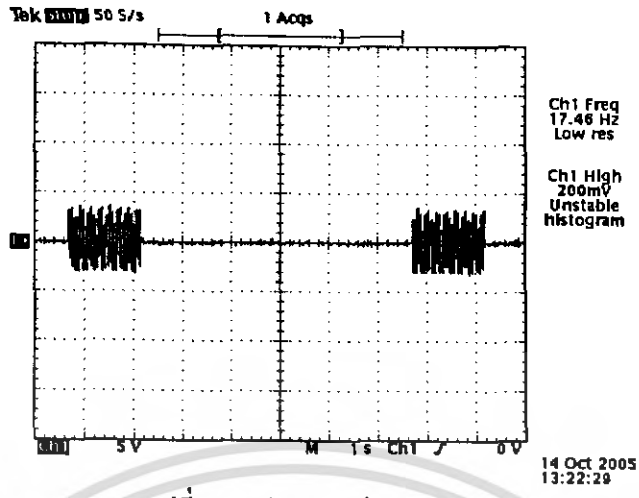


รูปที่ 4.1 ซายน์ความถี่ 400 Hz ที่ได้จากวงจรเวนบริดจ์ ออสซิลเลเตอร์



รูปที่ 4.2 สัญญาณไม่ว่าง

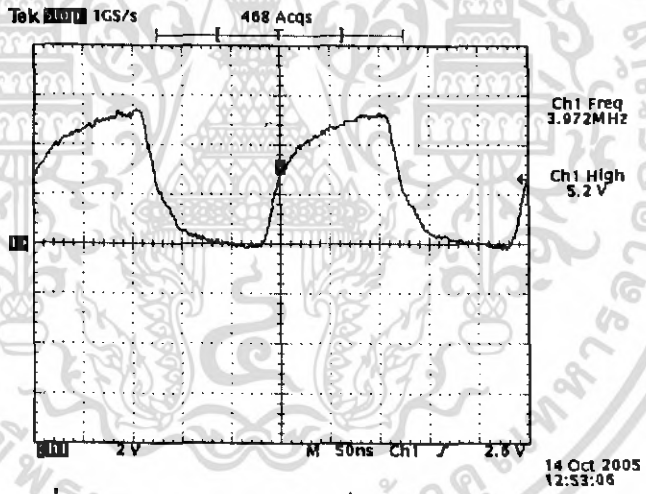
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัญญาณเรียกกลับ

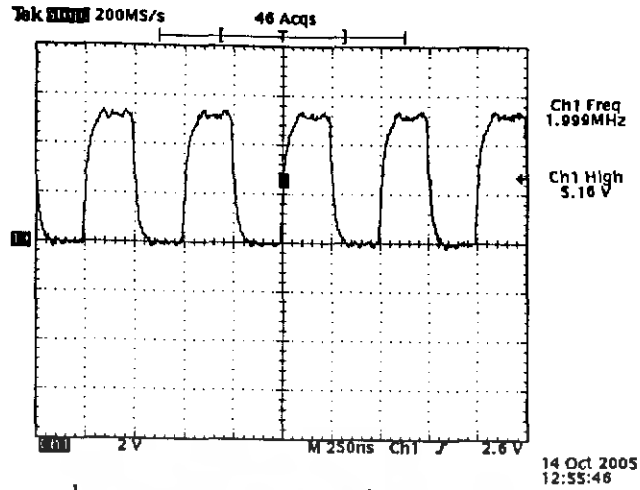
4.2 ส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกาสัญญาณซิงค์และไทม์สล็อต

จากการทดลองวัดสัญญาณที่ได้จากวงจรในรูปที่ 3.14 ที่สร้างขึ้นได้ผลการทดลองดังนี้

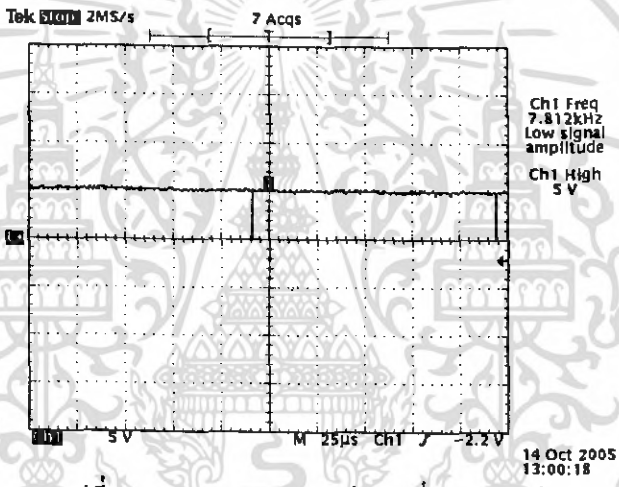


รูปที่ 4.4 สัญญาณนาฬิกาความถี่ 4เมกกะเฮิร์ต

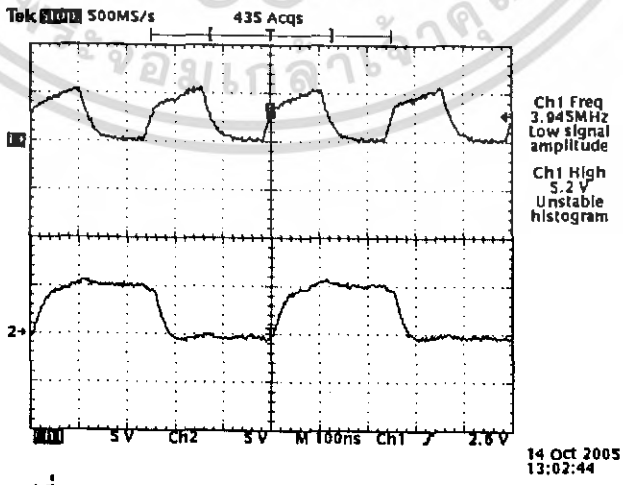
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 สัญญาณนาฬิกาความถี่ 2เมกกะเฮิร์ต

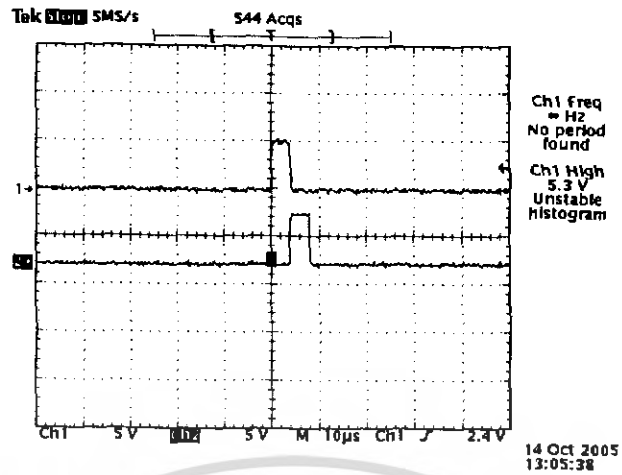


รูปที่ 4.6 สัญญาณเฟรมซิงค์ความถี่ 8 กิโลเฮิร์ต

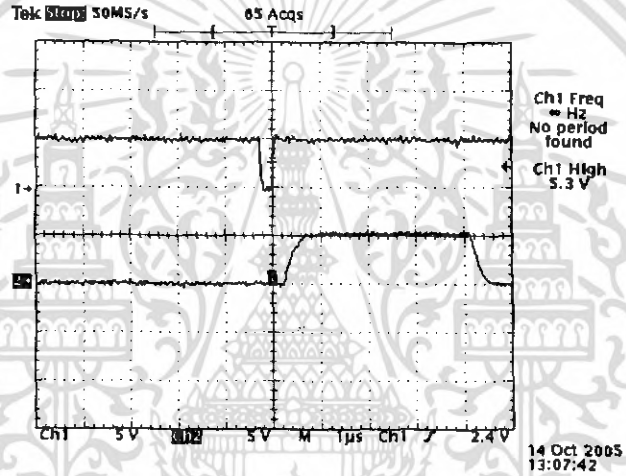


รูปที่ 4.7 สัญญาณนาฬิกา4 เมกกะเฮิร์ตเทียบกับ2 เมกกะเฮิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 สัญญาณชาแนลซิงค์ ของสัญญาณที่ชาแนล 0เทียบกับที่ชาแนล 1



รูปที่ 4.9 สัญญาณเฟรมซิงค์เปรียบเทียบกับสัญญาณชาแนลซิงค์ที่ 0

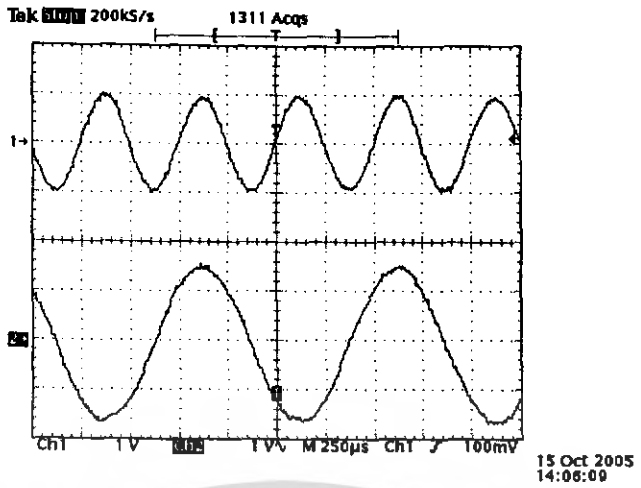
4.3 ส่วนดิจิตอลฮวิตชิ่งและโคเดค

จากการทดลองต่อวงจรดังรูปที่ 2.14 (ส่วนโคเดค) ได้ผลการทดลองดังนี้

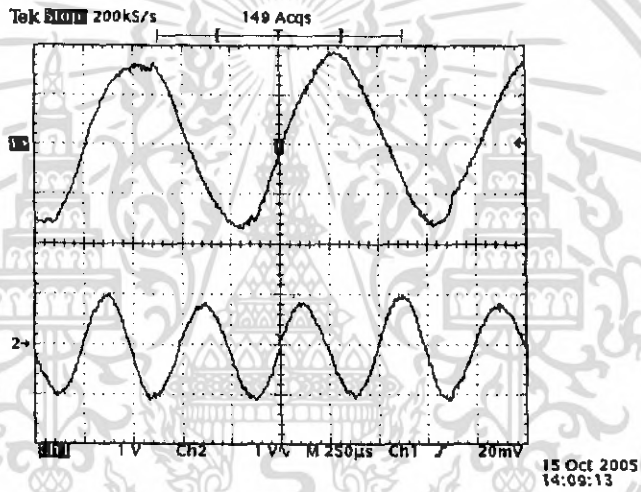
เมื่อป้อนสัญญาณอินพุตที่ช่อง1 เป็น SineWave 2 Vp-p 2 KHz

ป้อนสัญญาณอินพุตที่ช่อง2 เป็น SineWave 3 Vp-p 1 KHz

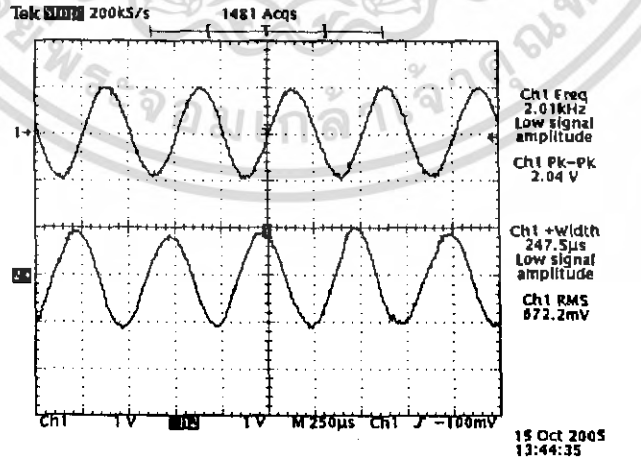
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 สัญญาณอินพุตช่อง 1 เทียบกับอินพุตช่อง 2

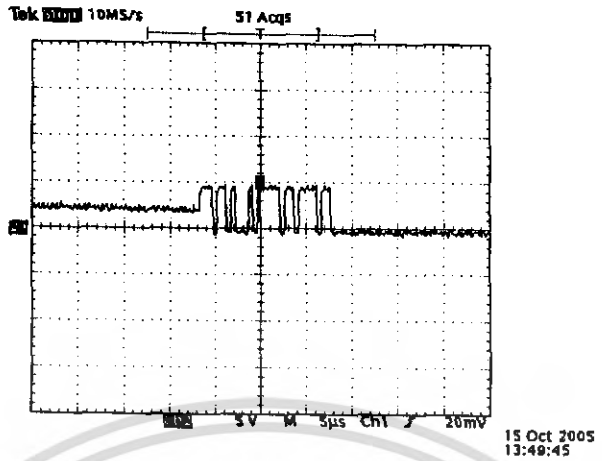


รูปที่ 4.11 สัญญาณเอาท์พุตช่อง 1 เทียบกับเอาท์พุตช่อง 2

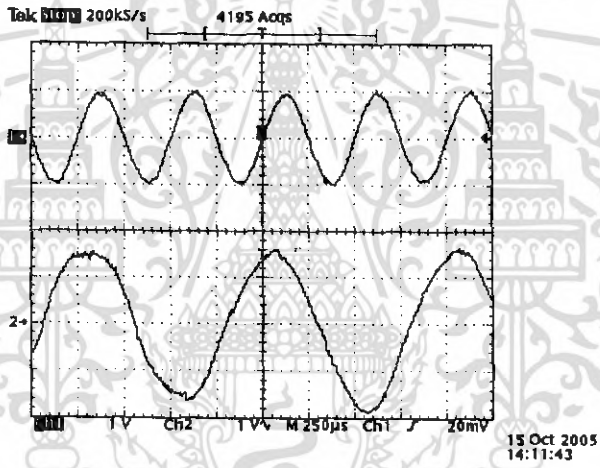


รูปที่ 4.12 สัญญาณ2กิโลเฮิร์ตอินพุตช่อง 1 เทียบกับเอาท์พุตช่อง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 สัญญาณดิจิตอลจากโคเคดที่ช่อง1เมื่อป้อนอินพุต 2 กิโลเฮิร์ต

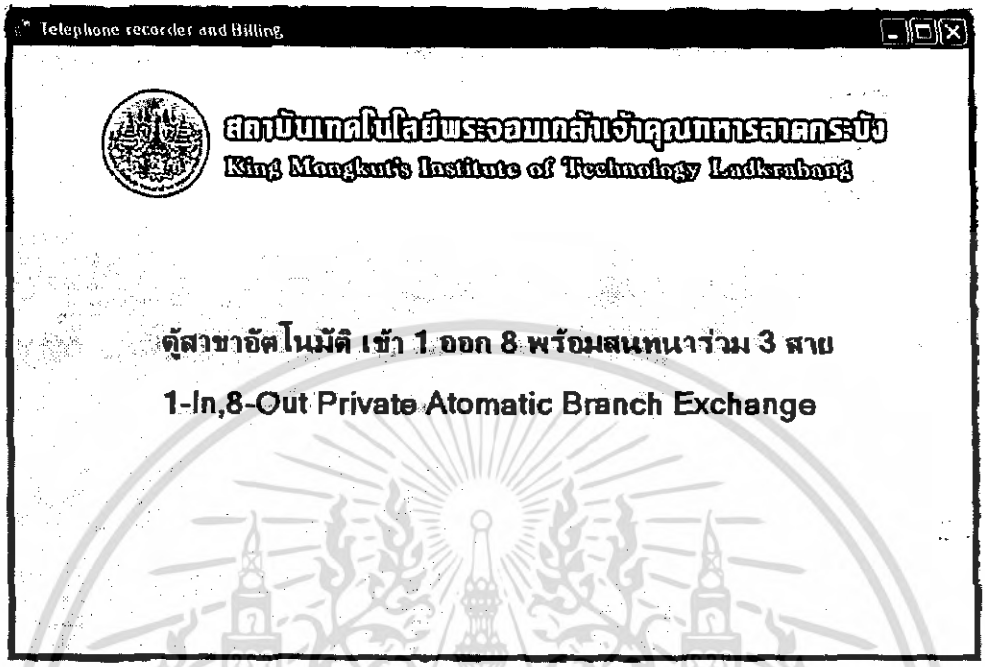


รูปที่ 4.14 สัญญาณอินพุตช่อง 1 เทียบกับเอาท์พุตช่อง 1

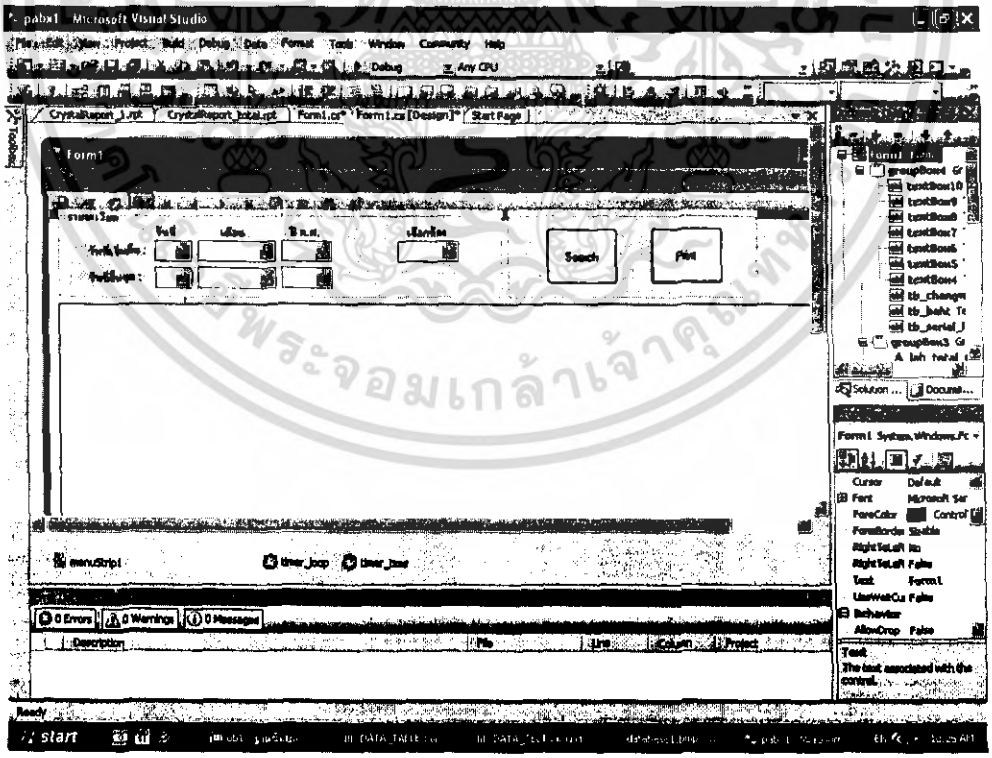
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ส่วนคิดค่าบริการการใช้โทรศัพท์

ในที่นี้จะคิดค่าบริการเฉพาะการโทรออกไปต่อสายภายนอกโดยใช้โปรแกรม Visual C# .Net

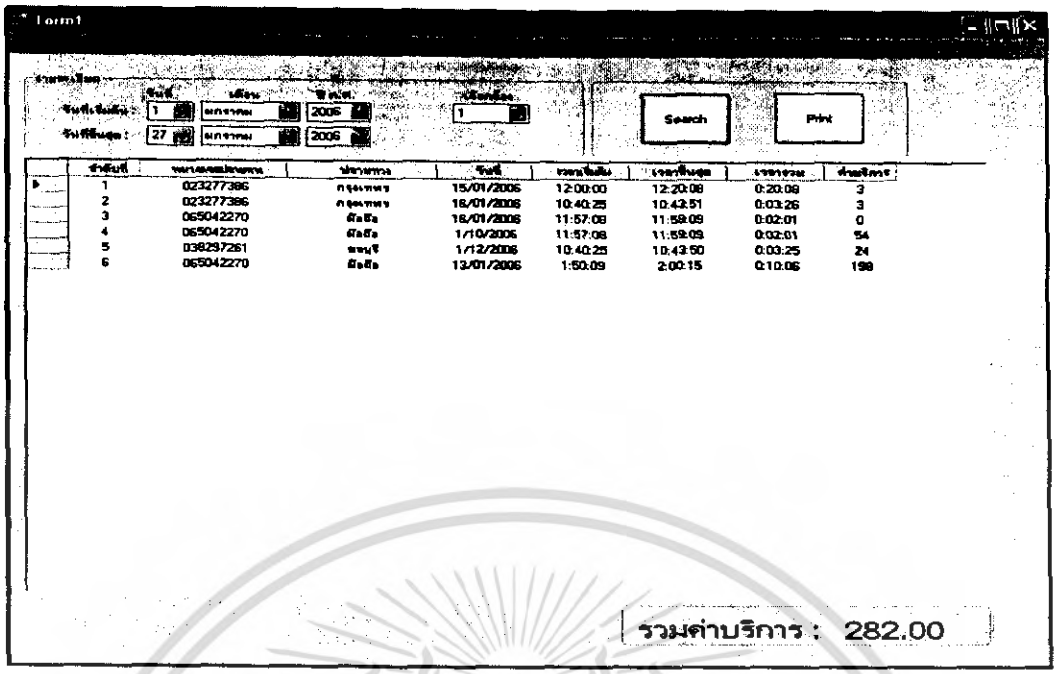


รูปที่ 4.15รูปแสดงหน้าต่างเพื่อเข้าสู่โปรแกรมหลัก

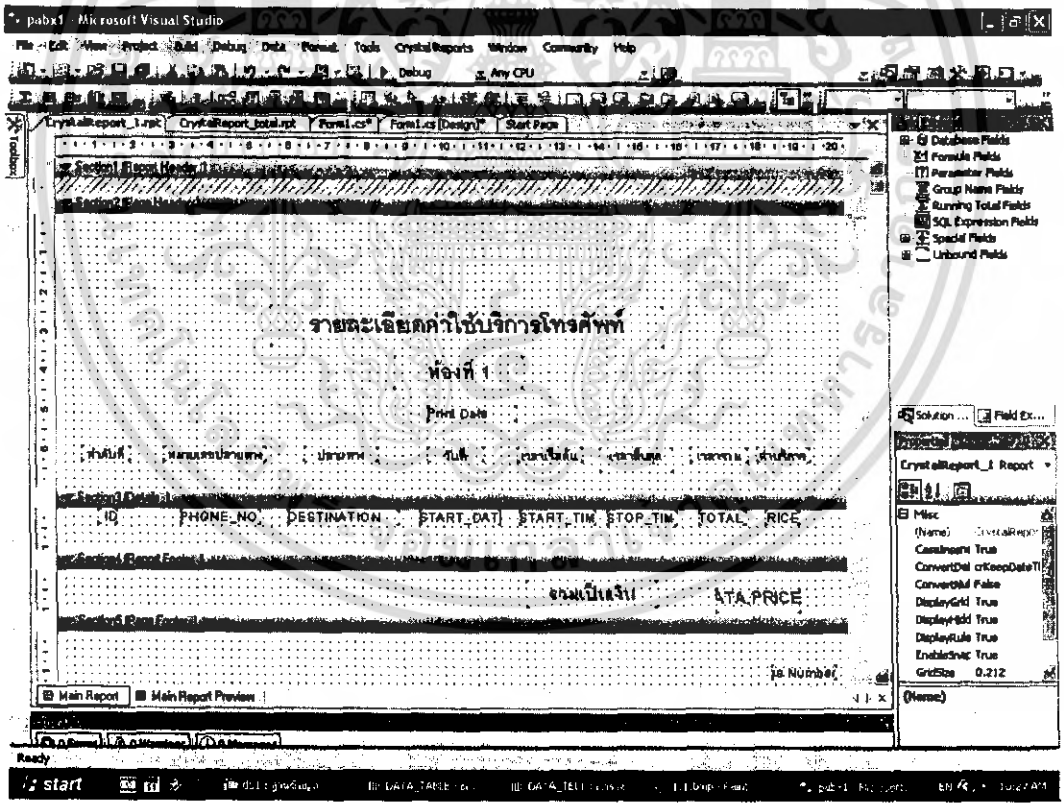


รูปที่ 4.16 รูปแสดงการเขียนโปรแกรมในส่วนแสดงผลหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

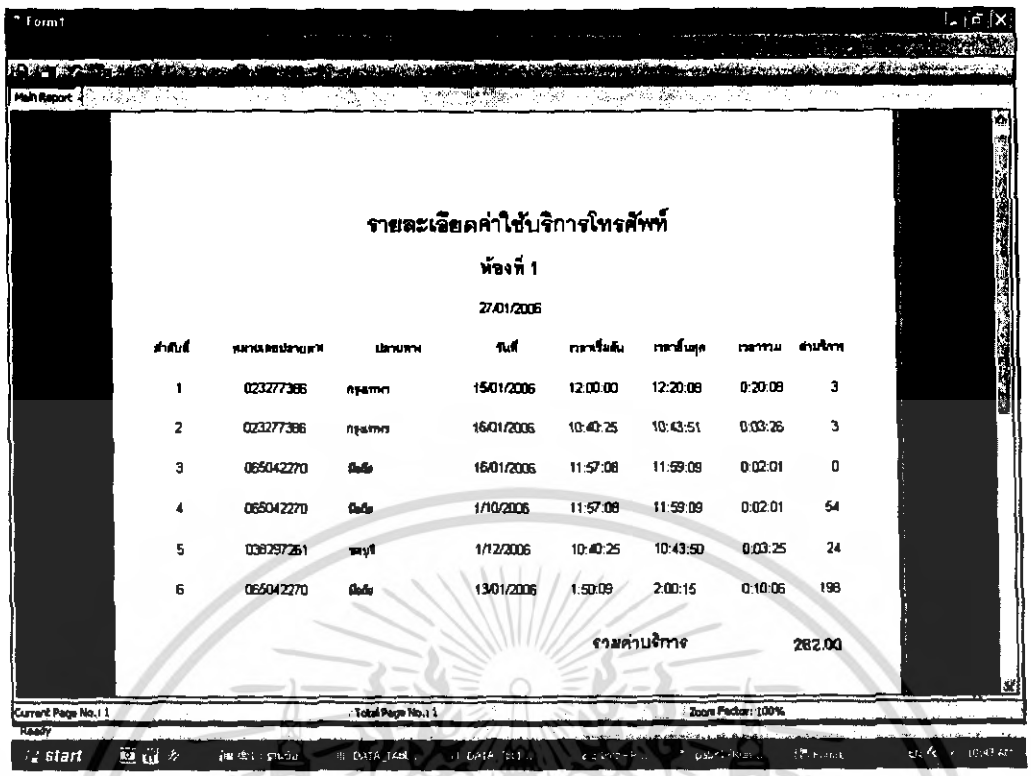


รูปที่ 4.17 รูปแสดงข้อมูลการใช้โทรศัพท์ของห้องที่ 1



รูปที่ 4.18 รูปแสดงการเขียนโปรแกรมแสดงผลการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์โดยใช้CrystalReport

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 รูปแสดงรูปแบบการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 บทวิจารณ์และบทสรุป

จากการทำโครงงานนี้ทำให้เราได้มีความรู้ในด้านของระบบของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอลว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้าง และ ได้ทำให้ผู้จัดทำได้นำความรู้ความสามารถที่มีมาใช้ในการทำโครงงานนี้ โดยตัวตู้สาขาสามารถที่จะโทรภายในตู้สาขาเองและสามารถโทรออกและรับสายจากภายนอกที่โทรเข้ามาได้นอกจากนี้ยังสามารถแสดงรายการโทรออกภายนอกของแต่ละเบอร์ภายในหรือแสดงรายการโทรทั้งหมดในวันเวลาที่กำหนดได้ อีกทั้งสามารถ สนทนาร่วม 3คู่สายภายในด้วยกันได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในส่วนของดิจิตอลสวิตช์ซึ่งต้องเสียเวลาในการศึกษาในส่วนของการเขียนโปรแกรมควบคุมมากพอสมควรเนื่องจากไอซีที่ใช้เป็นเบอร์ MT 8982 ซึ่งไม่สามารถหาบทความเกี่ยวกับการใช้งานของไอซีตัวนี้ได้ การสร้างวงจรส่วนต่างๆเมื่อนำมารวมกันจะเกิดปัญหาค่อนข้างมากรวมทั้งในเรื่องสัญญาณรบกวนด้วยเนื่องจากโครงงานนี้เป็นโครงงานที่มีหลายวงจรมาประกอบกัน ส่วนคิดค่าบริการที่ใช้การทำฐานข้อมูลและการเขียนโปรแกรม Visual C# .Net ซึ่งเป็นเรื่องที่ใหม่สำหรับผู้จัดทำจึงต้องใช้เวลาศึกษาพอสมควร ในส่วนของการสนทนาร่วม 3 สายนั้นในที่นี้จะยังมีเสียงรบกวนอยู่อันเนื่องจากในที่นี้จะใช้การวนลูปในการสลับช่องสัญญาณซึ่งจะยังเกิดการดีเลย์ของโปรแกรมทำให้เสียงที่ได้ยังไม่ชัด

5.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา

การพัฒนาโครงงานนี้สามารถเพิ่มในส่วนคู่สายโทรศัพท์ให้มากขึ้นทั้งคู่สายภายในและภายนอกและอาจพัฒนาในส่วนของการป้องกันการดักฟังหรือเพิ่มในส่วนของการฝากข้อความเสียงด้วยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] กรกฎ วัฒนวิเชียร และ วิชัย แซ่ตั้ง, การออกแบบวงจรสลับคู่สายสัญญาณดิจิตอลเพื่อใช้กับชิป FPGA, น.223-228 ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 16, 25-26 พ.ย. 2536, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2536.

[2] น.อ. ธวัชชัย เลื่อนฉวี , "เทคโนโลยีโทรศัพท์" , บริษัท ศุภาลัย มีเดีย จำกัด , พิมพ์ครั้งที่ 3 , 2533.

[3] วิวัฒน์ กิรานนท์ , "วิศวกรรมการสื่อสาร" , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] สมยศ ฤฒฉะปียะ , "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์" , คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมส่วนควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์

```
OUTPUT       EQU   21H
AMOUNT_NUM   EQU   22H
STATUS_0     EQU   30H
STATUS_1     EQU   31H
STATUS_2     EQU   32H
STATUS_3     EQU   33H
STATUS_4     EQU   34H
STATUS_5     EQU   35H
STATUS_6     EQU   36H
STATUS_7     EQU   37H
STATUS_EX    EQU   38H

TEL_O_OR_I   EQU   3BH
CH_USE_RB    EQU   3CH
NUMBER_TO_IN EQU   39H
DTMF         EQU   3AH

SUB_A        EQU   3DH
SUB_B        EQU   3EH
CHANNEL      EQU   3FH


DUM_R0       EQU   5CH
DUM_GENERAL  EQU   5DH
CON1         EQU   5EH
CON2         EQU   5FH
CON3         EQU   5AH
F_DIGIT      EQU   41H

STD          BIT   P2.4

TEL_0        BIT   P0.0
TEL_1        BIT   P0.1
TEL_2        BIT   P0.2
TEL_3        BIT   P0.3
TEL_4        BIT   P0.4
TEL_5        BIT   P0.5
TEL_6        BIT   P0.6
TEL_7        BIT   P0.7

INPUT_BUSY   BIT   P3.2
INPUT_RB     BIT   P3.3
CONNECT_RS232 BIT P3.4
CONNECT_RING  BIT P3.5

TEL_EX       BIT   P1.7
RE_SOUND     BIT   P1.5
ST_SOUND     BIT   P1.4
RELAY2       BIT   P1.3
TEL_EX_UP    BIT   P1.2

SW_CK_NUM    BIT   P1.6

SELECT_IO    BIT   P2.7
SELECT_DTMF_IO BIT P2.6

CS           BIT     P1.0
SCLK         BIT     P1.1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RX_D        BIT     P3.7
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            ORG   0000H
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;++++++++++++++++   INITIAL  VALUE   ++++++++++++++++++
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            MOV   STATUS_0,#0F0H
            MOV   STATUS_1,#0F0H
            MOV   STATUS_2,#0F0H
            MOV   STATUS_3,#0F0H
            MOV   STATUS_4,#0F0H
            MOV   STATUS_5,#0F0H
            MOV   STATUS_6,#0F0H
            MOV   STATUS_7,#0F0H
            MOV   STATUS_EX,#0F0H

            MOV   NUMBER_TO_IN,#0FFH
            MOV   DTMF,#0FFH
            MOV   SUB_A,#0FFH
            MOV   SUB_B,#0FFH
            MOV   CHANNEL,#0FFH
            MOV   TEL_O_OR_I,#00H

            MOV   CON1,#0FFH
            MOV   CON2,#0FFH
            MOV   CON3,#0FFH


            MOV   OUTPUT,#00H
;++++++++++++++++++  INTITIAL PORT   +++++++++++++++++++
            MOV   OUTPUT,#00H
            SETB  SELECT_IO
            MOV   P0,OUTPUT
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            SETB  CS
            SETB  SCLK
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            CLR   TEL_EX_UP
            CLR   RELAY2
            SETB  TEL_EX
            CLR   ST_SOUND
            SETB  RE_SOUND
            CLR   SW_CK_NUM

            SETB  INPUT_BUSY
            SETB  INPUT_RB
            CLR   CONNECT_RS232
            CLR   CONNECT_RING
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            CLR   SELECT_DTMF_IO
            SETB  STD
            SETB  P2.0
            SETB  P2.1
            SETB  P2.2
            SETB  P2.3
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            ACALL DELAY


;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;++++++++++++++++++++  MAIN PROGRAM  ++++++++++++++++++++
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

MAIN:       MOV   R1,#30H
;++++++++++++  CHECK TEL 0  ++++++++++++++++++++++++++++++
CK_TEL_0:   CLR   SELECT_IO
            MOV   P0,#0FFH
            JNB   TEL_0,VANG_HOO_0
            ACALL DELAY_R
            JNB   TEL_0,VANG_HOO_0

            ACALL FUNC_YOOK_HOO
            SJMP  JOP_CK_TEL_0

VANG_HOO_0: ACALL FUNC_VANG_HOO

JOP_CK_TEL_0: INC R1
;++++++++++++  CHECK TEL 1  ++++++++++++++++++++++++++++++
CK_TEL_1:   CLR   SELECT_IO
            MOV   P0,#0FFH
            JNB   TEL_1,VANG_HOO_1
            ACALL DELAY_R
            JNB   TEL_1,VANG_HOO_1

            ACALL FUNC_YOOK_HOO
            SJMP  JOP_CK_TEL_1

VANG_HOO_1: ACALL FUNC_VANG_HOO

JOP_CK_TEL_1:     INC   R1
;++++++++++++  CHECK TEL 2  ++++++++++++++++++++++++++++++
CK_TEL_2:   CLR   SELECT_IO
            MOV   P0,#0FFH
            JNB   TEL_2,VANG_HOO_2
            ACALL DELAY_R
            JNB   TEL_2,VANG_HOO_2

            ACALL FUNC_YOOK_HOO
            SJMP  JOP_CK_TEL_2

VANG_HOO_2: ACALL FUNC_VANG_HOO

JOP_CK_TEL_2:     INC   R1
;++++++++++++  CHECK TEL 3  ++++++++++++++++++++++++++++++
CK_TEL_3:   CLR   SELECT_IO
            MOV   P0,#0FFH
            JNB   TEL_3,VANG_HOO_3
            ACALL DELAY_R
            JNB   TEL_3,VANG_HOO_3

            ACALL FUNC_YOOK_HOO
            SJMP  JOP_CK_TEL_3

VANG_HOO_3: ACALL FUNC_VANG_HOO

JOP_CK_TEL_3: INC R1
;++++++++++++  CHECK TEL 4  ++++++++++++++++++++++++++++++
CK_TEL_4:   CLR   SELECT_IO
            MOV   P0,#0FFH
            JNB   TEL_4,VANG_HOO_4
            ACALL DELAY_R
            JNB   TEL_4,VANG_HOO_4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL FUNC_YOOK_HOO
            SJMP  JOP_CK_TEL_4

VANG_HOO_4: ACALL FUNC_VANG_HOO

JOP_CK_TEL_4: INC R1
;++++++++++++  CHECK TEL 5  ++++++++++++++++++++++++++++++
CK_TEL_5:   CLR   SELECT_IO
            MOV   P0,#0FFH
            JNB   TEL_5,VANG_HOO_5
            ACALL DELAY_R
            JNB   TEL_5,VANG_HOO_5

            ACALL FUNC_YOOK_HOO
            SJMP  JOP_CK_TEL_5

VANG_HOO_5: ACALL FUNC_VANG_HOO

JOP_CK_TEL_5:     INC   R1
;++++++++++++  CHECK TEL 6  ++++++++++++++++++++++++++++++
CK_TEL_6:   CLR   SELECT_IO
            MOV   P0,#0FFH
            JNB   TEL_6,VANG_HOO_6
            ACALL DELAY_R
            JNB   TEL_6,VANG_HOO_6

            ACALL FUNC_YOOK_HOO
            SJMP  JOP_CK_TEL_6

VANG_HOO_6: ACALL FUNC_VANG_HOO

JOP_CK_TEL_6:     INC   R1
;++++++++++++  CHECK TEL 7  ++++++++++++++++++++++++++++++
CK_TEL_7:   CLR   SELECT_IO
            MOV   P0,#0FFH
            JNB   TEL_7,VANG_HOO_7
            ACALL DELAY_R
            JNB   TEL_7,VANG_HOO_7

            ACALL FUNC_YOOK_HOO
            SJMP  JOP_CK_TEL_7

VANG_HOO_7: ACALL FUNC_VANG_HOO

JOP_CK_TEL_7:     INC   R1

;++++++++++++++   EXTERNAL TEL TO INTERNAL   ++++++++++++++
CK_EXTERNAL: JB   TEL_EX,JUMP_MAIN
             ACALL DELAY_SW
             JB    TEL_EX,JUMP_MAIN
             ACALL DELAY_SW
             JNB   TEL_EX,$

             ACALL SOUND_ANSWER

;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
JUMP_MAIN:  ACALL CK_STATUS_EX
            AJMP  MAIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;++++++++++++++++++  SUB PROGRAM   ++++++++++++++++++++++
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

FUNC_YOOK_HOO:     MOV   A,@R1
            JB     ACC.1,JOP_F_YOOK_HOO
            JB     ACC.2,SWAP_CHANNEL
            SETB   ACC.1
            SETB   ACC.0
            MOV    @R1,A
            ACALL  CONNECT_TONE    ;111111111111
            SJMP   JOP_F_YOOK_HOO

SWAP_CHANNEL:      PUSH  ACC
            MOV    A,R1
            ANL    A,#00001111B
            ACALL  CUT_RINGING     ;222222222222
            POP    ACC

            ACALL  SWAP_CH_SUB     ;333333333333
            MOV    A,@R1
            SETB   ACC.3
            SETB   ACC.1
            MOV    @R1,A
      ;++++++++   SET SUB_A CONVERSATION   ++++
            MOV    A,@R1
            SWAP   A
            ANL    A,#00001111B
            ORL    A,#00110000B
            MOV    R0,A
            MOV    A,@R0
            SETB   ACC.3
            MOV    @R0,A
JOP_F_YOOK_HOO:    RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

FUNC_VANG_HOO:  MOV      A,@R1
                JB       ACC.3,TEL_VANG_HOO
                JNB      ACC.1,CK_ACCU_2

                PUSH     ACC
                SWAP     A
                ANL      A,#00001111B
                ACALL    CUT_RINGING
                POP      ACC

                SJMP     SWAP_OWN_SUB

CK_ACCU_2:      JB       ACC.2,JOP_F_V_H
                SJMP     INIT_STATUS
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++
TEL_VANG_HOO:
                ;++++++++++++++++++++
                ACALL    CONFERENCE
                ;++++++++++++++++++++

                MOV      A,@R1
                ANL      A,#11110000B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A,#80H,HJKL
                ;CLR    TEL_EX_UP

            MOV   A,TEL_O_OR_I
            CJNE  A,#00H,CK_IS_1_2
            SJMP  SWAP_OWN_SUB

CK_IS_1_2:  CJNE  A,#01H,IS_2
            CLR   TEL_EX_UP
            MOV   TEL_O_OR_I,#00H
            MOV   38H,#0F0H
            SJMP  SWAP_OWN_SUB

IS_2:       ACALL SEND_JOP_TO_PC
            CLR   TEL_EX_UP
            MOV   TEL_O_OR_I,#00H
            MOV   38H,#0F0H
            SJMP  SWAP_OWN_SUB

HJKL:       ACALL SEND_BUSY_TO_B    ;44444444444
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++


SWAP_OWN_SUB:     ACALL SWAP_SUB_A_A

INIT_STATUS:      MOV   @R1,#0F0H

JOP_F_V_H:        RET
;++++++++++++++++++   11111111111   ++++++++++++++++++++
CONNECT_TONE:     MOV   A,@R1
            ACALL SEND_DIAL_TO_A ;666666666666


CK_STD27:   MOV   51H,#10D
CK_STD37:   MOV   52H,#0FFH
CK_STD47:   MOV   53H,#0FFH

CK_STD_IN:  CLR   SELECT_DTMF_IO
            JNB   STD,CK_VANG_H
            ACALL DELAY_SW
            JNB   STD,CK_VANG_H


            SJMP  CK_DTMF_IN
CK_VANG_H:  ;PUSH ACC
            MOV   A,R1
            ANL   A,#00001111B
            MOV   B,A
            INC   B
            CLR   SELECT_IO
            MOV   A,P0
RRC_CK1:    RRC   A
            DJNZ  B,RRC_CK1
            ;POP  ACC
;+++++   CK VANG HOO   ++++++++++++++++++++++
            JC    DEC_SECOND
            MOV   @R1,#0F0H
            AJMP  MAIN
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
DEC_SECOND: LCALL FUNC_SEND_BUSY
            DJNZ  53H,CK_STD_IN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DJNZ   52H,CK_STD47
            DJNZ   51H,CK_STD37

            SJMP   S_BUSY_TO_A
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
CK_DTMF_IN: ACALL  SWAP_DIAL_DIAL
            MOV    A,P2

VONSTD1:    JB     STD,$
            ACALL  DELAY_SW
            JB     STD,VONSTD1

            ANL    A,#00001111B

            CJNE   A,#01H,CK_DTMF_2
            SJMP   JOP_CK_DTMF
CK_DTMF_2:  CJNE   A,#02H,CK_DTMF_3
            SJMP   JOP_CK_DTMF
CK_DTMF_3:  CJNE   A,#03H,CK_DTMF_4
            SJMP   JOP_CK_DTMF
CK_DTMF_4:  CJNE   A,#04H,CK_DTMF_5
            SJMP   JOP_CK_DTMF
CK_DTMF_5:  CJNE   A,#05H,CK_DTMF_6
            SJMP   JOP_CK_DTMF
CK_DTMF_6:  CJNE   A,#06H,CK_DTMF_7
            SJMP   JOP_CK_DTMF
CK_DTMF_7:  CJNE   A,#07H,CK_DTMF_8
            SJMP   JOP_CK_DTMF
CK_DTMF_8:  CJNE   A,#08H,CK_DTMF_EXTRA
            SJMP   JOP_CK_DTMF

CK_DTMF_EXTRA:    CJNE  A,#0CH,S_BUSY_TO_A    ;(#) = TEL TO EXTERNAL
                  ACALL TEL_TO_EX             ;AAAAAAAAA
                  RET

JOP_CK_DTMF:      DEC     A
                  MOV     DTMF,A
;++++++    CHECK PUSH OWN KEY   ++++++++++++++++++++++++++++
                  MOV     A,R1
                  ANL     A,#00001111B
                  CJNE    A,DTMF,DOO_TO
                  SJMP    S_BUSY_TO_A
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
DOO_TO:       MOV   A,DTMF
              ORL   A,#00110000B
              MOV   R0,A
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
              MOV   A,DTMF
              ORL   A,#11110000B
              SWAP  A

              ANL     A,@R1

              MOV   @R1,A     ; KEEP NUMBER OF SUB TO CONNECT TO @R1

;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;+++++++++++++++++ CHECK SUB TO CONNECT ++++++++++++++++++++++++++
              ACALL CK_DESTINATION
              JC    S_BUSY_TO_A
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   A,R1
            ANL   A,#00001111B
            ;ORL  A,#11110000B
            SWAP  A
            CLR   ACC.0
            CLR   ACC.1
            SETB  ACC.2
            CLR   ACC.3    ; SET @R0 IS SUB_B
            MOV   @R0,A      ; KEEP NUMBER OF SUB TO CONNECT TO @R0
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            ACALL SEND_RINGING  ;777777777
            ACALL SEND_RB_TO_A  ;888888888


            MOV   A,R1              ;
            ORL   A,#11110000B      ;
            MOV   CH_USE_RB,A       ;
            MOV   A,@R1             ;KEEP CHANNEL USE RINGING AND RING
BACK 0000  0000 B
            ORL   A,#00001111B      ;
            ANL   A,CH_USE_RB       ;
            MOV   CH_USE_RB,A       ;

;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            LCALL VON_LOOP_RB
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            RET

S_BUSY_TO_A:      ACALL SEND_BUSY_TO_A ;99999999
            RET
;++++++++++++   CK_DESTINATION   ++++++++++++++++++++++++++++++++++
CK_DESTINATION:   PUSH  DTMF
            INC   DTMF
            CLR   SELECT_IO
            MOV   A,P0
            CLR   C
RRC_CK:           RRC   A
            DJNZ  DTMF,RRC_CK
            POP   DTMF
            RET
;++++++++++++++++++   22222222222   ++++++++++++++++++++++++++
CUT_RINGING:

CK_SUB_B_0: CJNE  A,#00H,CK_SUB_B_1
            CLR   OUTPUT.0
            SJMP  JOP_CUT_RING
CK_SUB_B_1: CJNE  A,#01H,CK_SUB_B_2
            CLR   OUTPUT.1
            SJMP  JOP_CUT_RING
CK_SUB_B_2: CJNE  A,#02H,CK_SUB_B_3
            CLR   OUTPUT.2
            SJMP  JOP_CUT_RING
CK_SUB_B_3: CJNE  A,#03H,CK_SUB_B_4
            CLR   OUTPUT.3
            SJMP  JOP_CUT_RING
CK_SUB_B_4: CJNE  A,#04H,CK_SUB_B_5
            CLR   OUTPUT.4
            SJMP  JOP_CUT_RING
CK_SUB_B_5: CJNE  A,#05H,CK_SUB_B_6
            CLR   OUTPUT.5
            SJMP  JOP_CUT_RING
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CK_SUB_B_6: CJNE  A,#06H,CK_SUB_B_7
            CLR   OUTPUT.6
            SJMP  JOP_CUT_RING
CK_SUB_B_7: CJNE  A,#07H,JOP_CUT_RING_G
            CLR   OUTPUT.7

JOP_CUT_RING:     SETB  SELECT_IO
            MOV   P0,OUTPUT
            CLR   SELECT_IO
            CLR   CONNECT_RING
JOP_CUT_RING_G:   RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
SWAP_SUB_A_A:   MOV     A,R1
                ANL     A,#00001111B
                MOV     SUB_B,A
                MOV     SUB_A,A
                ACALL   SWAP_SUB_A_B    ;555555555
                RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
SWAP_DIAL_DIAL:   MOV   SUB_A,#0BH
                  MOV   SUB_B,#0BH
                  ACALL SWAP_SUB_A_B
                  RET
;++++++++++++++++++   33333333333   ++++++++++++++++++++
SWAP_CH_SUB:    MOV     A,@R1
                SWAP    A
                ANL     A,#00001111B
                MOV     SUB_B,A
                MOV     A,R1
                ANL     A,#00001111B
                MOV     SUB_A,A
                ACALL   SWAP_SUB_A_B    ;555555555
                RET
;++++++++++++++++++   9999999999   ++++++++++++++++++++
SEND_BUSY_TO_A: MOV     A,R1
                ANL     A,#00001111B
                MOV     SUB_A,A
                MOV     SUB_B,#0AH    ;NUMBER OF SLOT 10 (SLOT OF
BUSY)
                ACALL   SWAP_SUB_A_B
                RET
;++++++++++++++++++   44444444444   ++++++++++++++++++++
SEND_BUSY_TO_B: MOV     A,@R1
                SWAP    A
                ANL     A,#00001111B
                MOV     SUB_B,A
                MOV     SUB_A,#0AH    ;NUMBER OF SLOT 10 (SLOT OF
BUSY)
                ACALL   SWAP_SUB_A_B
                RET
;++++++++++++++++++   9999999999   ++++++++++++++++++++
SEND_BUSY_TO_A_SPAC:
                MOV     A,R0
                ANL     A,#00001111B
                MOV     SUB_B,A
                MOV     SUB_A,#0AH    ;NUMBER OF SLOT 10 (SLOT OF
BUSY)
                ACALL   SWAP_SUB_A_B
                RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
SWAP_SUB_TO_EX:   MOV   A,R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL   A,#00001111B
                MOV   SUB_A,A
                MOV   SUB_B,#08H ;NUMBER SLOT OF EXTERNAL
                ACALL SWAP_SUB_A_B
                RET
;++++++++++++++++++   55555555555   ++++++++++++++++++++
SWAP_SUB_A_B:   CLR   CS
          MOV   A,SUB_A
          RL    A
          RL    A
          SETB  ACC.1
          ACALL WBYTE
          MOV   A,SUB_B
          ACALL WBYTE

          MOV   A,SUB_B
          RL    A
          RL    A
          SETB  ACC.1
          ACALL WBYTE
          MOV   A,SUB_A
          ACALL WBYTE
          SETB  CS
          RET
;++++++++++++++++++   6666666666   ++++++++++++++++++++
SEND_DIAL_TO_A:   MOV   A,R1
          ANL   A,#00001111B
          MOV   SUB_A,A
          MOV   SUB_B,#0BH   ;NUMBER OF SLOT 11 (SLOT OF DIAL +
DTMF)
          ACALL SWAP_SUB_A_B
          RET
;++++++++++++++++++   7777777777   ++++++++++++++++++++
SEND_RINGING:     MOV   A,@R1
          SWAP  A
          ANL   A,#00001111B
          SETB  CONNECT_RING
          ACALL DELAY_SW
CK_SUB_BB_0:      CJNE  A,#00H,CK_SUB_BB_1
          MOV   OUTPUT,#00000001B
          SJMP  JOP_SEND_RING
CK_SUB_BB_1:      CJNE  A,#01H,CK_SUB_BB_2
          MOV   OUTPUT,#00000010B
          SJMP  JOP_SEND_RING
CK_SUB_BB_2:      CJNE  A,#02H,CK_SUB_BB_3
          MOV   OUTPUT,#00000100B
          SJMP  JOP_SEND_RING
CK_SUB_BB_3:      CJNE  A,#03H,CK_SUB_BB_4
          MOV   OUTPUT,#00001000B
          SJMP  JOP_SEND_RING
CK_SUB_BB_4:      CJNE  A,#04H,CK_SUB_BB_5
          MOV   OUTPUT,#00010000B
          SJMP  JOP_SEND_RING
CK_SUB_BB_5:      CJNE  A,#05H,CK_SUB_BB_6
          MOV   OUTPUT,#00100000B
          SJMP  JOP_SEND_RING
CK_SUB_BB_6:      CJNE  A,#06H,CK_SUB_BB_7
          MOV   OUTPUT,#01000000B
          SJMP  JOP_SEND_RING
CK_SUB_BB_7:      CJNE  A,#07H,JOP_RET
          MOV   OUTPUT,#10000000B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JOP_SEND_RING:     SETB  SELECT_IO
                   MOV   P0,OUTPUT
                   CLR   SELECT_IO


JOP_RET:           RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
SEND_RINGINGCON:
                   SETB  CONNECT_RING
                   ACALL DELAY_SW
CK_SUB_BB_0CON:    CJNE  A,#00H,CK_SUB_BB_1CON
                   MOV   OUTPUT,#00000001B
                   SJMP  JOP_SEND_RINGCON
CK_SUB_BB_1CON:    CJNE  A,#01H,CK_SUB_BB_2CON
                   MOV   OUTPUT,#00000010B
                   SJMP  JOP_SEND_RINGCON
CK_SUB_BB_2CON:    CJNE  A,#02H,CK_SUB_BB_3CON
                   MOV   OUTPUT,#00000100B
                   SJMP  JOP_SEND_RINGCON
CK_SUB_BB_3CON:    CJNE  A,#03H,CK_SUB_BB_4CON
                   MOV   OUTPUT,#00001000B
                   SJMP  JOP_SEND_RINGCON
CK_SUB_BB_4CON:    CJNE  A,#04H,CK_SUB_BB_5CON
                   MOV   OUTPUT,#00010000B
                   SJMP  JOP_SEND_RINGCON
CK_SUB_BB_5CON:    CJNE  A,#05H,CK_SUB_BB_6CON
                   MOV   OUTPUT,#00100000B
                   SJMP  JOP_SEND_RINGCON
CK_SUB_BB_6CON:    CJNE  A,#06H,CK_SUB_BB_7CON
                   MOV   OUTPUT,#01000000B
                   SJMP  JOP_SEND_RINGCON
CK_SUB_BB_7CON:    CJNE  A,#07H,JOP_RETCON
                   MOV   OUTPUT,#10000000B

JOP_SEND_RINGCON:
                   SETB  SELECT_IO
                   MOV   P0,OUTPUT
                   CLR   SELECT_IO
JOP_RETCON: RET

;++++++++++++++++++    8888888888   ++++++++++++++++++++++
SEND_RB_TO_A:      MOV     A,R1
                   ANL     A,#00001111B
                   MOV     SUB_A,A
                   MOV     SUB_B,#09H ;NUMBER OF SLOT 9 (SLOT OF RING
BACK)
                   ACALL   SWAP_SUB_A_B
                   RET
;**********************************************************
;++++++++++++++++++   AAAAAAAAAA   ++++++++++++++++++++++
TEL_TO_EX:         ACALL   SWAP_SUB_TO_EX
                   SETB  TEL_EX_UP
                   SETB  SW_CK_NUM
                   SETB  SELECT_DTMF_IO
                   MOV   R0,#41H
                   MOV   AMOUNT_NUM,#00H

VONSTD4:           JB    STD,$
                   ACALL DELAY_R
                   JB    STD,VONSTD4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;+++ receive digit '9' for tel to external +++

;+++ End receive digit '9' for tel to external +++
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

;------------------------------------------------
                MOV     A,R1            ;
                ANL     A,#00001111B    ;
                SWAP    A               ; KEEP NUMBER TEL TO EXTERNAL
                MOV     38H,A           ;
;------------------------------------------------

CK_STD27TEX:    MOV     51H,#20D
CK_STD37TEX:    MOV     52H,#0FFH
CK_STD47TEX:    MOV     53H,#0FFH

;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
CKSTD11:    JNB     STD,CKVANG
            ACALL   DELAY_SW
            JNB     STD,CKVANG

            MOV     A,P2
            ANL     A,#00001111B
            MOV     @R0,A
            INC     R0
            INC     AMOUNT_NUM
VONSTD2:    JB      STD,$
            ACALL   DELAY_SW
            JB      STD,VONSTD2
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

CKVANG:             MOV   A,R1
            ANL     A,#00001111B
            MOV     DTMF,A
            ACALL   CK_DESTINATION
            JC      CK_AMOUNT_NUM

            CLR     TEL_EX_UP
            CLR     SW_CK_NUM
            MOV     38H,#0F0H
            RET

;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
CK_AMOUNT_NUM:      MOV   A,AMOUNT_NUM
                    CJNE  A,#09H,DEC_SECONDTEX
                    SJMP  SEND_NUM_PC

DEC_SECONDTEX:      DJNZ  53H,CKSTD11
                    DJNZ  52H,CK_STD47TEX
                    DJNZ  51H,CK_STD37TEX


;++ start to change program with no use check busy and ringback +++


;++++++++++++++++++++++
SEND_NUM_PC:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL SEND_NUM_TO_PC

                MOV   TEL_O_OR_I,#02H
                CLR   SW_CK_NUM
                MOV   A,@R1
                SETB  ACC.3

                SETB  ACC.7  ;
                CLR   ACC.6  ; 08H NUMBER SLOT EXTERNAL
                CLR   ACC.5  ;
                CLR   ACC.4  ;
                MOV   @R1,A

                MOV   A,R1           ;
                ANL   A,#00001111B   ;
                WAP   A              ; KEEP NUMBER TEL TO EXTERNAL
                MOV   38H,A          ;

                RET

;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;SMC_DELAY: NOP
;           NOP
;           RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
WBYTE:          SETB    SCLK
                MOV     R7,#8H
WRITE_BIT:      CLR     C
                RRC     A
                MOV     RX_D,C
                CLR     SCLK
                NOP
                ;ACALL  SMC_DELAY
                SETB    SCLK
                NOP
                ;ACALL  SMC_DELAY
                DJNZ    R7,WRITE_BIT
                RET
;+++++++++++++++    SOUND ANSWER   ++++++++++++++++++++++
SOUND_ANSWER:   SETB  TEL_EX_UP
                SETB  RELAY2

                CLR   RE_SOUND
                ACALL DELAY_R
                SETB  RE_SOUND

                SETB  ST_SOUND
                ACALL DELAY_R
                CLR   ST_SOUND

                SETB  SELECT_DTMF_IO
                ;+++++++++++++++
                ACALL  DELAY
                ACALL  DELAY
                ACALL  DELAY
                ACALL  DELAY
                ACALL  DELAY
                ;ACALL DELAY
                ;ACALL DELAY
                ;ACALL DELAY
                ;ACALL DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ;ACALL DELAY
            ;+++++++++++++++
MOTIV1:     MOV   51H,#50D
MOTIV2:     MOV   52H,#0FFH
MOTIV3:     MOV   53H,#0FFH


CK_NUMBER_IN: JNB STD,CK_BUSY_EX
            ACALL DELAY_SW
            JNB   STD,CK_BUSY_EX
            SJMP  KEEP_DTMF

CK_BUSY_EX: JNB   INPUT_BUSY,DEC_MOTIV
            ACALL DELAY
            JNB   INPUT_BUSY,DEC_MOTIV
            SJMP  VANG_CO_TRUNK

DEC_MOTIV:  DJNZ  53H,CK_NUMBER_IN
            DJNZ  52H,MOTIV3
            DJNZ  51H,MOTIV2

VANG_CO_TRUNK:    CLR   TEL_EX_UP
                  CLR   RELAY2
                  RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
KEEP_DTMF:  MOV   A,P2
            CLR   RE_SOUND
            ACALL DELAY_R
            SETB  RE_SOUND

            ANL   A,#00001111B
            CLR   RELAY2

            CJNE  A,#01H,CK_DTMF_22
            SJMP  JOP_CK_DTMF2
CK_DTMF_22: CJNE  A,#02H,CK_DTMF_32
            SJMP  JOP_CK_DTMF2
CK_DTMF_32: CJNE  A,#03H,CK_DTMF_42
            SJMP  JOP_CK_DTMF2
CK_DTMF_42: CJNE  A,#04H,CK_DTMF_52
            SJMP  JOP_CK_DTMF2
CK_DTMF_52: CJNE  A,#05H,CK_DTMF_62
            SJMP  JOP_CK_DTMF2
CK_DTMF_62: CJNE  A,#06H,CK_DTMF_72
            SJMP  JOP_CK_DTMF2
CK_DTMF_72: CJNE  A,#07H,CK_DTMF_82
            SJMP  JOP_CK_DTMF2
CK_DTMF_82: CJNE  A,#08H,VANG_CO_TRUNK

JOP_CK_DTMF2:     DEC   A
                  MOV   DTMF,A
            ;MOV  R2,A
            SWAP  A
            MOV   38H,A
            ;+++++++++++++++
            ;MOV  A,@R1
            ;SWAP A
            ;ANL  A,DTMF
            ;SWAP A
            ;MOV  @R1,A
            ;+++++++++++++++
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL CK_DESTINATION
                JC    VANG_CO_TRUNK

                MOV   TEL_O_OR_I,#01H  ;TEL FROM EXTERANL TO INTERNAL

                CLR   RELAY2
                CLR   SW_CK_NUM

                ACALL SEND_RINGING
                ACALL SEND_RB_TO_A


                MOV   A,DTMF
                ORL   A,#00110000B
                MOV   R0,A
                MOV   @R0,#10000100B
                ;+++++++++++++++
                ACALL DELAY
                ACALL DELAY
                ;ACALL      DELAY
                ;ACALL      DELAY
                ;ACALL      DELAY
                ;ACALL      DELAY
                ;ACALL      DELAY
                ;ACALL      DELAY
                ;+++++++++++++++
                MOV         TEL_O_OR_I,#01H
                RET
;+++++++++++++++   CHECK STATUS EXTERNAL   +++++++++++++++
CK_STATUS_EX: MOV A,TEL_O_OR_I
                CJNE  A,#00H,CK_TEL_E_I
                RET

CK_TEL_E_I: CJNE  A,#01H,IS_I_TO_EX

                JNB     INPUT_BUSY,JOP_CK_S_EX
                ACALL   DELAY
                ACALL   DELAY
                ;ACALL DELAY
                ;ACALL DELAY
                JNB    INPUT_BUSY,JOP_CK_S_EX

                CLR    TEL_EX_UP
                ACALL SEND_BUSY_TO_B
                MOV    TEL_O_OR_I,#00H
                ;++++++++++++++++++++++
                MOV    A,@R1
                SWAP   A
                ANL    A,#00001111B
                ACALL CUT_RINGING
                MOV    38H,#0F0H
                ;++++++++++++++++++++++
JOP_CK_S_EX:        RET

IS_I_TO_EX: ;JNB    INPUT_BUSY,JOP_CK_S_EX
                ;ACALL DELAY
                ;ACALL DELAY
                ;JNB    INPUT_BUSY,JOP_CK_S_EX

                ;CLR    TEL_EX_UP
                ;ACALL SEND_BUSY_TO_B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ;MOV    TEL_O_OR_I,#00H
            ;MOV    38H,#0F0H

            ;ACALL SEND_JOP_TO_PC

            RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
DELAY_R:        MOV     R7,#0FFH
DELAY1:         MOV     R6,#0F0H
DELAY2:
                DJNZ    R6,DELAY2
                DJNZ    R7,DELAY1
                RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
DELAY:          MOV     R6,#0FFH
DE:             MOV     R7,#0FFH
D:              NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    R7,D
                DJNZ    R6,DE
                RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
DELAY_SW:       MOV     50H,#0FFH
PLM:            NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    50H,PLM
                RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
SEND_NUM_TO_PC:   SETB  CONNECT_RS232
            ACALL DELAY_R

            ACALL CONVERT_DIGIT
            MOV   PCON,#00H
            MOV   SCON,#50H
            MOV   TMOD,#20H
            MOV   TH1,#0FDH       ;9600 BAUD

            SETB  TR1
                ;++++++++++++++++++++++
            MOV   SBUF,#"S"
            JNB   TI,$
            CLR   TI
                ;+++++ ROOM 1-8 ++++++++
                MOV     A,38H
                SWAP    A
                ANL     A,#00001111B
                INC     A
                SETB    ACC.5
                SETB    ACC.4
                MOV     SBUF,A
                JNB     TI,$
                CLR     TI
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   SBUF,#"N"
            JNB   TI,$
            CLR   TI
;+++ PHONE NUMBER 1-4 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            MOV   R0,#41H
DFGG:       MOV   SBUF,@R0
WAITT:      JNB   TI,$
            CLR   TI
            INC   R0
             CJNE R0,#45H,DFGG
 ;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
             CLR  CONNECT_RS232

             RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
SEND_JOP_TO_PC:   SETB  CONNECT_RS232
            ACALL DELAY_R
            MOV   PCON,#00H
            MOV   SCON,#50H
            MOV   TMOD,#20H
            MOV   TH1,#0FDH       ;9600 BAUD
            SETB  TR1

            DEC   AMOUNT_NUM
            DEC   AMOUNT_NUM
            DEC   AMOUNT_NUM
            DEC   AMOUNT_NUM

            MOV   SBUF,#"J"
            JNB   TI,$
            CLR   TI

;++ PHONE NUMBER 5-9 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            MOV   R0,#45H
DFGGJ:          MOV   SBUF,@R0
WAITTJ:         JNB   TI,$
            CLR   TI
            INC   R0
            DJNZ  AMOUNT_NUM,DFGGJ
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            CLR   CONNECT_RS232

            RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;SEND_BUSY: MOV   A,CH_USE_RB
;           ANL   A,#00001111B
;           MOV   SUB_A,A
;           MOV   SUB_B,#0AH    ;NUMBER OF SLOT 10 (SLOT OF BUSY)
;           ACALL SWAP_SUB_A_B
;           RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;INTER_TF0: MOV   A,CH_USE_RB
;           SWAP  A
;           ANL   A,#00001111B
;           ACALL CUT_RINGING
;
;           ACALL SEND_BUSY
;           RETI
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

CONVERT_DIGIT:    PUSH  AMOUNT_NUM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R0,#41H

PERM_DIGIT:     MOV     A,@R0
                CJNE    A,#0AH,NO_D0
                MOV     @R0,#00H
NO_D0:                  MOV     A,@R0
                CLR     ACC.7
                CLR     ACC.6
                SETB    ACC.5
                SETB    ACC.4

                MOV     @R0,A
                INC     R0
                DJNZ    AMOUNT_NUM,PERM_DIGIT

                POP     AMOUNT_NUM
                RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
VON_LOOP_RB:
CK_STD1987:     MOV     51H,#5D
CK_STD2987:     MOV     52H,#0FFH
CK_STD3987:     MOV     53H,#0FFH


CK__YOOK:       MOV     A,@R1
                SWAP    A
                ANL     A,#00001111B
                ACALL   FIND_DES
                JNC     YUNG_MI_YOOK

                ACALL   DELAY_R

                MOV     A,@R1
                SWAP    A
                ANL     A,#00001111B
                ACALL   FIND_DES
                JNC     YUNG_MI_YOOK

                RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
YUNG_MI_YOOK:
                MOV     A,R1
                ANL     A,#00001111B

                ACALL   FIND_DES
;+++++    CK VANG HOO    ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
                JC      CK_CH_YOOK12
                ;MOV    @R1,#0F0H

                LJMP    MAIN

CK_CH_YOOK12:           ACALL   FUNC_SEND_BUSY

DEC_SECOND_987:         DJNZ    53H,CK__YOOK
                DJNZ    52H,CK_STD3987
                DJNZ    51H,CK_STD2987

                MOV     A,@R1
                SWAP    A
                ANL     A,#00001111B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            SETB  SELECT_IO
            MOV   P0,#00H
            CLR   SELECT_IO
            CLR   CONNECT_RING

            ;LCALL CUT_RINGING
            ACALL  SEND_BUSY_TO_A

            RET


;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
CONFERENCE: MOV   A,@R1
            JB    ACC.0,CAL_DEL
            RET

CAL_DEL:    LCALL DELAY
            MOV   A,R1
            ANL   A,#00001111B

            LCALL FIND_DES
            JC    CAL_DIAL
            RET

CAL_DIAL:   ACALL SEND_DIAL_TO_A

;*************************************************************

CK_STD1CON: MOV   51H,#5D
CK_STD2CON: MOV   52H,#0FFH
CK_STD3CON: MOV   53H,#0FFH

CK_STD_INCON:     CLR   SELECT_DTMF_IO
            JNB   STD,CK_VANG_HCON
            ACALL DELAY_SW
            JNB   STD,CK_VANG_HCON


            SJMP  CK_DTMF_INCON

CK_VANG_HCON:     ;PUSH ACC
            MOV   A,R1
            ANL   A,#00001111B

            LCALL FIND_DES
;+++++   CK VANG HOO   ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            JC    DEC_SECONDCON
            RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

DEC_SECONDCON:    ACALL FUNC_SEND_BUSY
                  DJNZ  53H,CK_STD_INCON
                  DJNZ  52H,CK_STD3CON
                  DJNZ  51H,CK_STD2CON

                  AJMP  S_BUSY_TO_ACON
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

CK_DTMF_INCON:
            MOV   A,P2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
VONSTD1CON: JB     STD,$
            ACALL DELAY_SW
            JB     STD,VONSTD1CON

            ANL    A,#00001111B

            CJNE   A,#0BH,DEC_SECONDCON    ;'*' = #0BH = CONFERENCE

            ACALL SWAP_DIAL_DIAL
            ACALL SWAP_SUB_A_A

            ACALL DELAY_R

            ACALL SEND_DIAL_TO_A


;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
CK_STD1CON2:        MOV    51H,#5D
CK_STD2CON2:        MOV    52H,#0FFH
CK_STD3CON2:        MOV    53H,#0FFH

CK_STD_INCON2:      CLR    SELECT_DTMF_IO
                    JNB    STD,CK_VANG_HCON2
                    ACALL DELAY_SW
                    JNB    STD,CK_VANG_HCON2


                  SJMP     CK_DTMF_INCON2

CK_VANG_HCON2:      ;PUSH ACC
                    MOV    A,R1
                    ANL    A,#00001111B

                    LCALL FIND_DES
;+++++    CK VANG HOO    ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
                    JC     DEC_SECONDCON2
                    RET
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
DEC_SECONDCON2:     ACALL FUNC_SEND_BUSY
                    DJNZ   53H,CK_STD_INCON2
                    DJNZ   52H,CK_STD3CON2
                    DJNZ   51H,CK_STD2CON2

                    AJMP   S_BUSY_TO_ACON
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

CK_DTMF_INCON2:
                    MOV    A,P2

VONSTD1CON2:        JB     STD,$
                    ACALL DELAY_SW
                    JB     STD,VONSTD1CON2

                    ANL    A,#00001111B

                    CJNE   A,#01H,CK_DTMF_2CON
                    SJMP   JOP_CK_DTMFCON
CK_DTMF_2CON:       CJNE   A,#02H,CK_DTMF_3CON
                    SJMP   JOP_CK_DTMFCON
CK_DTMF_3CON:       CJNE   A,#03H,CK_DTMF_4CON
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    SJMP   JOP_CK_DTMFCON
CK_DTMF_4CON:       CJNE   A,#04H,CK_DTMF_5CON
                    SJMP   JOP_CK_DTMFCON
CK_DTMF_5CON:       CJNE   A,#05H,CK_DTMF_6CON
                    SJMP   JOP_CK_DTMFCON
CK_DTMF_6CON:       CJNE   A,#06H,CK_DTMF_7CON
                    SJMP   JOP_CK_DTMFCON
CK_DTMF_7CON:       CJNE   A,#07H,CK_DTMF_8CON
                    SJMP   JOP_CK_DTMFCON
CK_DTMF_8CON:       CJNE   A,#08H,IS_NOT_DIGIT
                    SJMP   JOP_CK_DTMFCON

IS_NOT_DIGIT:
                    ACALL SEND_BUSY_TO_A
VON_VANG2:          MOV    A,R1
                    ANL    A,#00001111B
                    LCALL FIND_DES
                    JC     VON_VANG2
                    RET

JOP_CK_DTMFCON:     DEC    A
                    MOV    DTMF,A
                    ORL    A,#00110000B
                    MOV    R0,A
                    MOV    A,@R0

                    JB     ACC.1,LOAD_CON

                     ACALL SEND_RB_TO_A
                     MOV   A,DTMF
                     ACALL SEND_RINGINGCON
                     SJMP  VON_LOOP_RBCON

LOAD_CON:           AJMP   S_BUSY_TO_ACON
;*****************************************************************
VON_LOOP_RBCON:
CK_STD1987CON:      MOV    51H,#5D
CK_STD2987CON:      MOV    52H,#0FFH
CK_STD3987CON:      MOV    53H,#0FFH


CK__YOOKCON:        MOV    A,DTMF
                    LCALL FIND_DES

                    JNC    YUNG_MI_YOOKCON

                    AJMP   YOOK_VAWCON
;++++++++++++++++++++++++++++++++
YUNG_MI_YOOKCON:
                    MOV    A,R1
                    ANL    A,#00001111B
                    LCALL FIND_DES

;+++++    CK VANG HOO   ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
             JC     CK_CH_YOOK12CON

             MOV    A,DTMF

             LCALL CUT_RINGING
             SETB   SELECT_IO
             MOV    P0,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     SELECT_IO
                CLR     CONNECT_RING

                ;MOV    @R1,#0F0H
                RET

CK_CH_YOOK12CON:
                ACALL FUNC_SEND_BUSY

DEC_SECOND_987CON:
                DJNZ    53H,CK__YOOKCON
                DJNZ    52H,CK_STD3987CON
                DJNZ    51H,CK_STD2987CON

                MOV     A,@R1
                SWAP    A
                ANL     A,#00001111B

                    SETB    SELECT_IO
                MOV     P0,#00H
                CLR     SELECT_IO
                CLR     CONNECT_RING

                ;LCALL      CUT_RINGING
                 ACALL      SEND_BUSY_TO_A
                 ACALL      DELAY
                 ACALL      DELAY
                 ACALL      DELAY
                 ACALL      SWAP_CH_SUB
                 AJMP MAIN

;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

YOOK_VAWCON: ACALL      DELAY_R

                MOV     A,DTMF
                LCALL FIND_DES
                JNC     CK__YOOKCON

                MOV     A,DTMF
                ACALL CUT_RINGING
                SETB    SELECT_IO
                MOV     P0,#00H
                CLR     SELECT_IO
                CLR     CONNECT_RING

                ACALL SWAP_DIAL_DIAL

                MOV     CON3,DTMF
                MOV     A,R1
                ANL     A,#00001111B
                MOV     CON1,A
                MOV     A,@R1
                SWAP    A
                ANL     A,#00001111B
                MOV     CON2,A


VON_SW_CON:     ACALL   SW_CONFERENCE

                MOV     A,CON1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   FIND_DES

                JC      VON_SW_CON

                ;ACALL  FUNC_SEND_BUSY


                ;ACALL  SWAP_SUB_A_A
JOP_HECON:      ACALL   SEND_BUSY_TO_CON3

                MOV     A,CON3
                SETB    ACC.4
                SETB    ACC.5
                MOV     R0,A

                MOV     A,CON3
                SWAP    A
                SETB    ACC.1
                MOV     @R0,A

                MOV     CON1,#0FFH
                MOV     CON2,#0FFH
                MOV     CON3,#0FFH
                RET


;-----------------------------------------------
S_BUSY_TO_ACON:   ACALL SEND_BUSY_TO_A ;99999999

VON_VANG1:  MOV   A,R1
            ANL   A,#00001111B
            LCALL FIND_DES
            JC    VON_VANG1

            RET

;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
SW_CONFERENCE:    MOV   R5,#0FFH
CON_0FFH:   MOV   SUB_A,CON1
            MOV   SUB_B,CON2
            ACALL SWAP_SUB_A_B
            ;++++++++++++++++++
            MOV   SUB_A,CON1
            MOV   SUB_B,CON3
            ACALL SWAP_SUB_A_B
            ;++++++++++++++++++
            MOV   SUB_A,CON2
            MOV   SUB_B,CON1
            ACALL SWAP_SUB_A_B
                ;++++++++++++++++++
            MOV   SUB_A,CON2
            MOV   SUB_B,CON3
            ACALL SWAP_SUB_A_B
            ;++++++++++++++++++
            MOV   SUB_A,CON3
            MOV   SUB_B,CON1
            ACALL SWAP_SUB_A_B
              ;++++++++++++++++++
            MOV   SUB_A,CON3
            MOV   SUB_B,CON2
            ACALL SWAP_SUB_A_B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DJNZ   R4,CON_0FFH

                RET

;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
SEND_BUSY_TO_CON3:
                MOV      SUB_A,DTMF
                MOV      SUB_B,#0AH    ;NUMBER OF SLOT 10 (SLOT OF
BUSY)
                ACALL    SWAP_SUB_A_B
            RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
FIND_DES:   MOV    B,A
            INC    B
            CLR    SELECT_IO
            MOV    A,P0
            CLR    C
RRC_CK_CON: RRC    A
            DJNZ   B,RRC_CK_CON
            RET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
FUNC_SEND_BUSY:    MOV    R0,#30H
                   MOV    B,#8H
                   CLR    SELECT_IO
                   MOV    A,P0
RRC_CK1_987SB:     RRC    A
                   JC     CK_IS_0FFHSB
INC_R0_987SB:      INC    R0
                   DJNZ   B,RRC_CK1_987SB
                   RET

CK_IS_0FFHSB:      CJNE   @R0,#0F0H,INC_R0_987SB
            MOV    A,@R0
            SETB   ACC.1
            MOV    @R0,A
            LCALL  SEND_BUSY_TO_A_SPAC
            SJMP   INC_R0_987SB

;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมส่วนคิดค่าบริการโทรศัพท์ด้วย Vitual C#.Net

```
#region Namespace Inclusions
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO.Ports;
using System.Data.OleDb;
#endregion
namespace pabx1
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        private SerialPort port = new SerialPort("COM1", 9600,
Parity.None, 8, StopBits.One);
        string sd;
        //string[] tmp = new string[20];
        int status = 0;
        int hour = 0;
        int minute = 0;
        int sec = 0;
        int total_minute = 0;
        int money = 0;
        int sum_price = 0;

        string date_start;
        string date_stop;
        string time_start;
        string time_stop;
        string total_time;
        string phone_No;
        string room_No;
        string changwatt;
        string baht;
        string digit1_3;
        string digit4;
        string strConn = " Provider = Microsoft.Jet.OleDb.4.0;" +
                         " Data Source = C:/DATABASE/db1.mdb";
        //edit by a
        // variable



        //end edit
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void Form1_FormClosing(object sender,
FormClosingEventArgs e)
        {
            //MessageBox.Show("Do u want to Close the App");
            port.Close();
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        private void port_DataReceived(object sender,
SerialDataReceivedEventArgs e)
        {
            sd = port.ReadExisting();

            //tmp[id] = sd + id;
            status = 1;
            //id = id + 1;
            timer_loop.Enabled = true;
        }

        private void timer_loop_Tick(object sender, EventArgs e)
        {
            //
            panel2.Width = this.Width;
            panel2.Height = this.Height;
            toolStripStatusLabel1.Text = DateTime.Now.ToString();
            //
            if (status == 1)
            {

                tb_serial_in.Text = sd;
                //เมื่อมีข้อมูล(หมายเลขโทรศัพท์)เข้ามา
                if (sd[0] == 'J')
                {
                    DateTime d1 = DateTime.Now;
                    date_stop = d1.ToShortDateString();
                    time_stop = d1.ToLongTimeString();
                    timer_time.Enabled = false;
                    //หาเวลารวม(เป็นนาที)
                    find_total_time(hour, minute, sec);
                    //เก็บเบอร์โทร
                    phone_No += sd.Substring(1, (sd.Length) - 1);
                    digit1_3 = phone_No.Substring(0, 3);
                    digit4 = phone_No.Substring(3, 1);
                    //หาเงินค่าโทรที่ใช้
                    call_ka_tro();
                    //เอาข้อมูลไปเก็บลงdatabase
                    status = 0;
                    add_tada_to_database();
                    //clear ค่าตัวแปลต่างๆ
                    hour = 0;
                    minute = 0;
                    minute = 0;
                }
                else if (sd[0] == 'S')
                {
                    DateTime d1 = DateTime.Now;
                    date_start = d1.ToShortDateString();
                    time_start = d1.ToLongTimeString();
                    timer_time.Enabled = true;

                    //หาห้องที่โทรเข้ามาว่าเป็นห้องใด เพื่อเอาข้อมูลเก็บลงdatabaseของห้องนั้น
                    //find_table(sd);
                    room_No = sd[1].ToString();
                    //หาหมายเลขที่โทรออก แล้วเก็บใน phone_No
                    phone_No = sd.Substring(3, (sd.Length) - 3);
                    status = 0;
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                else
                {
                }
                //บอกให้รู้ว่า พร้อมที่จะรับข้อมูลมาใหม่
                status = 0;
            }
        }

        public void find_total_time(int dum_h, int dum_m, int dum_s)
        {
            total_time = dum_h.ToString() + ":" +
dum_m.ToString("00") + ":" + dum_s.ToString("00");
            if (dum_s > 0)
            {
                dum_m += 1;
            }
            total_minute = (dum_h * 60) + dum_m;

        }

        public void call_ka_tro()
        {
            if (phone_No[0] == '0' && phone_No[1] == '2')
            {
                changwatt = "กรุงเทพฯ";
                money = 3;
            }
            else
            {
                try
                {
                    OleDbConnection conn = new
OleDbConnection(strConn);
                    //คำสั่ง SQL
                    //แสดง database
                    string sql;
                    //sql = " SELECT * FROM TABLE_KID_TUNG";
                    sql = " SELECT * FROM TABLE_KID_TANG WHERE
(ID1_3='" + digit1_3 + "') AND (ID4='" + digit4 + "')";
                    OleDbDataAdapter adapter = new
OleDbDataAdapter(sql, conn);
                    DataSet dset = new DataSet();
                    adapter.Fill(dset, "TABLE_KID_TANG");
                    //dataGrid1.DataSource =
dset.Tables["TABLE_KID_TUNG"];
                    //dataGrid1.CaptionText = " employee data ";
                    tb_baht.DataBindings.Add("Text", dset,
"TABLE_KID_TANG.BAHT");
                    baht = tb_baht.Text;
                    tb_baht.DataBindings.Clear();
                    //textBox1.Text = baht;
                    tb_changwat.DataBindings.Add("Text", dset,
"TABLE_KID_TANG.COUNTRY");
                    changwatt = tb_changwat.Text;
                    tb_changwat.DataBindings.Clear();
                    if (changwatt == "")
                    {
                        changwatt = "มือถือ";
                        baht = "3";
                    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                money = total_minute * int.Parse(baht);
            }
            catch (Exception ex)
            {
                MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
            }

        }
        //return (total_minute * int.Parse(baht));
    }

    public void add_tada_to_database()
    {

        OleDbConnection conn = new OleDbConnection(strConn);

        try
        {

            //คำสั่ง SQL
            string sql = " INSERT INTO DATA_TABLE " +
"(ROOM_NO,PHONE_NO,DESTINATION,START_DATE,START_TIME,STOP_DATE,STOP_T
IME,TOTAL_TIME,PRICE) VALUES("
                + "'" + room_No + "'" + ","
                + "'" + phone_No + "'" + ","
                + "'" + changwatt + "'" + ","
                + "'" + date_start + "'" + ","
                + "'" + time_start + "'" + ","
                + "'" + date_stop + "'" + ","
                + "'" + time_stop + "'" + ","
                + "'" + total_time + "'" + ","
                + "'" + money.ToString() + "'" + ")";
            conn.Open();
            OleDbCommand cmd = new OleDbCommand(sql, conn);
            cmd.ExecuteNonQuery();
        }
        catch (Exception ex)
        {
            MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
        }
        finally
        {
            conn.Close();
        }

    }

    private void timer_time_Tick(object sender, EventArgs e)
    {
        sec += 1;
        if (sec == 60)
        {
            sec = 0;
            minute += 1;
            if (minute == 60)
            {
                minute = 0;
                hour += 1;
            }
        }
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        private void pop_push_pop_data(int dum_index_c3, int
dum_index_c4)
        {
            try
            {
                /*string strConn = " Provider =
Microsoft.Jet.OleDb.4.0;" +
                    " Data Source = C:/DATABASE/db1.mdb";*/
                OleDbConnection conn = new OleDbConnection(strConn);

                // delete all database in PRIVATE_DATA
                string sql4 = " DELETE * FROM PRIVATE_DATA ";
                if (conn.State == ConnectionState.Open)
                {
                    conn.Close();
                }
                conn.Open();
                OleDbCommand cmd4 = new OleDbCommand(sql4, conn);
                cmd4.ExecuteNonQuery();
                conn.Close();
                // end delete all database in PRIVATE_DATA


                //คำสั่ง SQL
                string a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7;

                //แสดง database
                string sql1;

                sql1 = " SELECT * FROM DATA_TABLE WHERE (ROOM_NO = "
+ "'" + comboBox7.Text + "'" + ")"
                                + " AND "
                                + "("
                                + "START_DATE BETWEEN"
                                + " #" + dum_index_c3.ToString("00") +
"/" + comboBox1.Text + "/" + comboBox5.Text + "#"
                                + " AND"
                                + " #" + dum_index_c4.ToString("00") +
"/" + comboBox2.Text + "/" + comboBox6.Text + "#"
                                + ")"
                                + " ORDER BY START_DATE,ID ASC";
                OleDbDataAdapter adapter = new OleDbDataAdapter(sql1,
conn);
                DataSet dset = new DataSet();
                adapter.Fill(dset, "DATA_TABLE");
                int i = 1;

                toolStripProgressBar1.Enabled = true;
                toolStripProgressBar1.Visible = true;

                while (this.BindingContext[dset,
"DATA_TABLE"].Position < dset.Tables["DATA_TABLE"].Rows.Count - 1)
                {
                    toolStripProgressBar1.Increment(10);

                    textBox4.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.PHONE_NO");
                    a1 = textBox4.Text;
                    textBox5.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.DESTINATION");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    a2 = textBox5.Text;
                    textBox6.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.START_DATE");
                    a3 = textBox6.Text;
                    textBox7.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.START_TIME");
                    a4 = textBox7.Text;
                    textBox8.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.STOP_TIME");
                    a5 = textBox8.Text;
                    textBox9.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.TOTAL_TIME");
                    a6 = textBox9.Text;
                    textBox10.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.PRICE");
                    a7 = textBox10.Text;

                    sum_price += int.Parse(a7);

                    textBox4.DataBindings.Clear();
                    textBox5.DataBindings.Clear();
                    textBox6.DataBindings.Clear();
                    textBox7.DataBindings.Clear();
                    textBox8.DataBindings.Clear();
                    textBox9.DataBindings.Clear();
                    textBox10.DataBindings.Clear();

                    //คำสั่ง SQL
                    string sql2 = " INSERT INTO PRIVATE_DATA " +
"(ID,PHONE_NO,DESTINATION,START_DATE,START_TIME,STOP_TIME,TOTAL_TIME,
PRICE) VALUES("
                        + "'" + i + "'" + ","
                        + "'" + a1 + "'" + ","
                        + "'" + a2 + "'" + ","
                        + "#" + a3 + "#" + ","
                        + "'" + a4 + "'" + ","
                        + "'" + a5 + "'" + ","
                        + "'" + a6 + "'" + ","
                        + a7 + ")";

                    //textBox4.Text = sql;
                    if (conn.State == ConnectionState.Open)
                    {
                        conn.Close();
                    }
                    conn.Open();
                    OleDbCommand cmd = new OleDbCommand(sql2, conn);
                    cmd.ExecuteNonQuery();
                    conn.Close();


//++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
                    this.BindingContext[dset,
"DATA_TABLE"].Position++;

//++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
                    i += 1;

                }
                toolStripProgressBar1.Value = 100;
                toolStripProgressBar1.Enabled = false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    toolStripProgressBar1.Visible = false;
                    toolStripProgressBar1.Value = 0;
                    if (dset.Tables["DATA_TABLE"].Rows.Count != 0)
                    {
                        textBox4.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.PHONE_NO");
                        a1 = textBox4.Text;
                        textBox5.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.DESTINATION");
                        a2 = textBox5.Text;
                        textBox6.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.START_DATE");
                        a3 = textBox6.Text;
                        textBox7.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.START_TIME");
                        a4 = textBox7.Text;
                        textBox8.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.STOP_TIME");
                        a5 = textBox8.Text;
                        textBox9.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.TOTAL_TIME");
                        a6 = textBox9.Text;
                        textBox10.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.PRICE");
                        a7 = textBox10.Text;

                        sum_price += int.Parse(a7);

                        textBox4.DataBindings.Clear();
                        textBox5.DataBindings.Clear();
                        textBox6.DataBindings.Clear();
                        textBox7.DataBindings.Clear();
                        textBox8.DataBindings.Clear();
                        textBox9.DataBindings.Clear();
                        textBox10.DataBindings.Clear();
                        string sql3 = " INSERT INTO PRIVATE_DATA " +
"(ID,PHONE_NO,DESTINATION,START_DATE,START_TIME,STOP_TIME,TOTAL_TIME,
PRICE) VALUES("
                                + "'" + i + "'" + ","
                                + "'" + a1 + "'" + ","
                                + "'" + a2 + "'" + ","
                                + "#" + a3 + "#" + ","
                                + "'" + a4 + "'" + ","
                                + "'" + a5 + "'" + ","
                                + "'" + a6 + "'" + ","
                                + a7 + ")";
                        if (conn.State == ConnectionState.Open)
                        {
                            conn.Close();
                        }
                        conn.Open();
                        OleDbCommand cmd3 = new OleDbCommand(sql3, conn);
                        cmd3.ExecuteNonQuery();
                        conn.Close();
                    }                                   //textBox8.Text =
dset.Tables["DATA_TABLE"].Rows.Count.ToString();
                }
                catch (Exception ex)
                {
                    MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }

        private void pop_push_pop_data_total(int dum_index_c3, int
dum_index_c4)
        {
            try
            {
                /*string strConn = " Provider =
Microsoft.Jet.OleDb.4.0;" +
                    " Data Source = C:/DATABASE/db1.mdb";*/
                OleDbConnection conn = new OleDbConnection(strConn);

                // delete all database in PRIVATE_DATA
                string sql4 = " DELETE * FROM TOTAL_DATA ";
                if (conn.State == ConnectionState.Open)
                {
                    conn.Close();
                }
                conn.Open();
                OleDbCommand cmd4 = new OleDbCommand(sql4, conn);
                cmd4.ExecuteNonQuery();
                conn.Close();
                // end delete all database in PRIVATE_DATA


                //คำสั่ง SQL
                string a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7,a_room_no;

                //แสดง database
                string sql1;

                sql1 = " SELECT * FROM DATA_TABLE WHERE "
                                + "("
                                + "START_DATE BETWEEN"
                                + " #" + dum_index_c3.ToString("00") +
"/" + comboBox1.Text + "/" + comboBox5.Text + "#"
                                + " AND"
                                + " #" + dum_index_c4.ToString("00") +
"/" + comboBox2.Text + "/" + comboBox6.Text + "#"
                                + ")"
                                + " ORDER BY START_DATE,ID ASC";
                OleDbDataAdapter adapter = new OleDbDataAdapter(sql1,
conn);
                DataSet dset = new DataSet();
                adapter.Fill(dset, "DATA_TABLE");
                int i = 1;

                toolStripProgressBar1.Enabled = true;
                toolStripProgressBar1.Visible = true;

                while (this.BindingContext[dset,
"DATA_TABLE"].Position < dset.Tables["DATA_TABLE"].Rows.Count - 1)
                {
                    toolStripProgressBar1.Increment(10);

                    tb_room_no.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.ROOM_NO");
                    a_room_no = tb_room_no.Text;
                    textBox4.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.PHONE_NO");
                    a1 = textBox4.Text;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    textBox5.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.DESTINATION");
                    a2 = textBox5.Text;
                    textBox6.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.START_DATE");
                    a3 = textBox6.Text;
                    textBox7.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.START_TIME");
                    a4 = textBox7.Text;
                    textBox8.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.STOP_TIME");
                    a5 = textBox8.Text;
                    textBox9.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.TOTAL_TIME");
                    a6 = textBox9.Text;
                    textBox10.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.PRICE");
                    a7 = textBox10.Text;

                    sum_price += int.Parse(a7);

                    textBox4.DataBindings.Clear();
                    textBox5.DataBindings.Clear();
                    textBox6.DataBindings.Clear();
                    textBox7.DataBindings.Clear();
                    textBox8.DataBindings.Clear();
                    textBox9.DataBindings.Clear();
                    textBox10.DataBindings.Clear();
                    tb_room_no.DataBindings.Clear();
                    //ที่มา SQL
                    string sql2 = " INSERT INTO TOTAL_DATA " +
"(ID,ROOM_NO,PHONE_NO,DESTINATION,START_DATE,START_TIME,STOP_TIME,TOT
AL_TIME,PRICE) VALUES("
                        + "'" + i + "'" + ","
                        + "'" + a_room_no + "'" + ","
                        + "'" + a1 + "'" + ","
                        + "'" + a2 + "'" + ","
                        + "#" + a3 + "#" + ","
                        + "'" + a4 + "'" + ","
                        + "'" + a5 + "'" + ","
                        + "'" + a6 + "'" + ","
                        + a7 + ")";

                    //textBox4.Text = sql;
                    if (conn.State == ConnectionState.Open)
                    {
                        conn.Close();
                    }
                    conn.Open();
                    OleDbCommand cmd = new OleDbCommand(sql2, conn);
                    cmd.ExecuteNonQuery();
                    conn.Close();


//++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
                    this.BindingContext[dset,
"DATA_TABLE"].Position++;

//++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
                    i += 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
                toolStripProgressBar1.Value = 100;
                toolStripProgressBar1.Enabled = false;
                toolStripProgressBar1.Visible = false;
                toolStripProgressBar1.Value = 0;
                if (dset.Tables["DATA_TABLE"].Rows.Count != 0)
                {
                    tb_room_no.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.ROOM_NO");
                    a_room_no = tb_room_no.Text;
                    textBox4.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.PHONE_NO");
                    a1 = textBox4.Text;
                    textBox5.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.DESTINATION");
                    a2 = textBox5.Text;
                    textBox6.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.START_DATE");
                    a3 = textBox6.Text;
                    textBox7.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.START_TIME");
                    a4 = textBox7.Text;
                    textBox8.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.STOP_TIME");
                    a5 = textBox8.Text;
                    textBox9.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.TOTAL_TIME");
                    a6 = textBox9.Text;
                    textBox10.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.PRICE");
                    a7 = textBox10.Text;

                    sum_price += int.Parse(a7);
                    tb_room_no.DataBindings.Clear();
                    textBox4.DataBindings.Clear();
                    textBox5.DataBindings.Clear();
                    textBox6.DataBindings.Clear();
                    textBox7.DataBindings.Clear();
                    textBox8.DataBindings.Clear();
                    textBox9.DataBindings.Clear();
                    textBox10.DataBindings.Clear();
                    string sql3 = " INSERT INTO TOTAL_DATA " +
"(ID,ROOM_NO,PHONE_NO,DESTINATION,START_DATE,START_TIME,STOP_TIME,TOT
AL_TIME,PRICE) VALUES("
                                + "'" + i + "'" + ","
                                + "'" + a_room_no + "'" + ","
                                + "'" + a1 + "'" + ","
                                + "'" + a2 + "'" + ","
                                + "#" + a3 + "#" + ","
                                + "'" + a4 + "'" + ","
                                + "'" + a5 + "'" + ","
                                + "'" + a6 + "'" + ","
                                + a7 + ")";
                    if (conn.State == ConnectionState.Open)
                    {
                        conn.Close();
                    }
                    conn.Open();
                    OleDbCommand cmd3 = new OleDbCommand(sql3, conn);
                    cmd3.ExecuteNonQuery();
                    conn.Close();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }                                   //textBox8.Text =
dset.Tables["DATA_TABLE"].Rows.Count.ToString();
            }
            catch (Exception ex)
            {
                MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
            }
        }

        private void Form1_Load_1(object sender, EventArgs e)
        {
            //innit Form1
            this.Width = 725;
            this.Height = 520;
            panel2.Width = this.Width;
            panel2.Height = this.Height;
            groupBox4.Visible = false;

            //end innit Form1

            print.Enabled = false;
            crystalReportViewer1.Visible = false;
            groupBox4.Visible = false;



            port.DataReceived += new
SerialDataReceivedEventHandler(port_DataReceived);
            port.Open();
            status = 0;
            timer_loop.Enabled = true;
            groupBox6.Visible = false;
            toolStripProgressBar1.Visible = false;
        }

        private void Search_Click_1(object sender, EventArgs e)
        {
            if (comboBox1.Text != "" && comboBox2.Text != "" &&
comboBox3.Text != "" && comboBox4.Text != "" && comboBox5.Text != ""
&& comboBox6.Text != "" && comboBox7.Text != "")
            {
                int index_c3 = comboBox3.SelectedIndex + 1;
                int index_c4 = comboBox4.SelectedIndex + 1;
                int index_c5 = int.Parse(comboBox5.Text);
                int index_c6 = int.Parse(comboBox6.Text);

                if (int.Parse(comboBox1.Text) > 0 &&
int.Parse(comboBox1.Text) <= 31 && int.Parse(comboBox2.Text) > 0 &&
int.Parse(comboBox2.Text) <= 31 && index_c3 > 0 && index_c3 <= 12 &&
index_c4 > 0 && index_c4 <= 12 && index_c5 >= 2005 && index_c5 <=
2020 && index_c6 >= 2005 && index_c6 <= 2020)
                {
                    print.Enabled = true;
                    if (comboBox7.Text == "ทั้งหมด")
                    {
                        //new++++++++++++++++++++++++++++++++
                        //เปิดตารางตาม วัน + ห้อง ที่กำหนด
                        pop_push_pop_data_total(index_c3, index_c4);
                        lab_total_money.Text =
sum_price.ToString("0.00");
                        sum_price = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        try
                        {

dataGrid1.TableStyles.Add(dataGridTableStyle1);
                            /*string strConn = " Provider =
Microsoft.Jet.OleDb.4.0;" +
                                                " Data Source =
C:/DATABASE/db1.mdb";*/

                            OleDbConnection conn = new
OleDbConnection(strConn);
                            //คำสั่ง SQL
                            string sql5;

                            //แสดง database
                            sql5 = " SELECT * FROM TOTAL_DATA";
                            OleDbDataAdapter adapter = new
OleDbDataAdapter(sql5, conn);
                            DataSet dset = new DataSet();
                            adapter.Fill(dset, "TOTAL_DATA");
                            dataGrid1.DataSource =
dset.Tables["TOTAL_DATA"];
                        }
                        catch (Exception ex)
                        {
                            MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
                        }
                        // end เปิดตารางตาม วัน + ห้อง ที่กำหนด
                        //end new++++++++++++++++++++++++++++++


                    }
                    else
                    {
                        //เปิดตารางตาม วัน + ห้อง ที่กำหนด
                        pop_push_pop_data(index_c3, index_c4);
                        lab_total_money.Text =
sum_price.ToString("0.00");
                        sum_price = 0;
                        try
                        {

dataGrid1.TableStyles.Add(dataGridTableStyle2);
                            /*string strConn = " Provider =
Microsoft.Jet.OleDb.4.0;" +
                                                " Data Source =
C:/DATABASE/db1.mdb";*/

                            OleDbConnection conn = new
OleDbConnection(strConn);
                            //คำสั่ง SQL
                            string sql5;

                            //แสดง database
                            sql5 = " SELECT * FROM PRIVATE_DATA";
                            OleDbDataAdapter adapter = new
OleDbDataAdapter(sql5, conn);
                            DataSet dset = new DataSet();
                            adapter.Fill(dset, "PRIVATE_DATA");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        dataGrid1.DataSource =
dset.Tables["PRIVATE_DATA"];
                    }
                    catch (Exception ex)
                    {
                        MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
                    }
                    // end เปิดตารางตาม วัน + ห้อง ที่กำหนด

                }

            }
            else
            {
                print.Enabled = false;
                MessageBox.Show("กรุณาป้อนข้อมูลให้ถูกต้องด้วยครับ!");
            }

        }
        else
        {
            print.Enabled = false;
            MessageBox.Show("กรุณาป้อนข้อมูลให้ครบ");
        }
    }

    private void print_Click_1(object sender, EventArgs e)
    {
        groupBox6.Visible = false;
        crystalReportViewer1.Visible = true;
        groupBox1.Visible = false;
        groupBox2.Visible = false;
        groupBox3.Visible = false;
        groupBox4.Visible = false;
        dataGrid1.Visible = false;
        switch (comboBox7.SelectedIndex)
        {
            case 0: crystalReportViewer1.ReportSource =
"C:/PABX/support_pabx1/pabx1/crystalReport_1.rpt";
                break;
            case 1: crystalReportViewer1.ReportSource =
"C:/PABX/support_pabx1/pabx1/crystalReport_2.rpt";
                break;
            case 2: crystalReportViewer1.ReportSource =
"C:/PABX/support_pabx1/pabx1/crystalReport_3.rpt";
                break;
            case 3: crystalReportViewer1.ReportSource =
"C:/PABX/support_pabx1/pabx1/crystalReport_4.rpt";
                break;
            case 4: crystalReportViewer1.ReportSource =
"C:/PABX/support_pabx1/pabx1/crystalReport_5.rpt";
                break;
            case 5: crystalReportViewer1.ReportSource =
"C:/PABX/support_pabx1/pabx1/crystalReport_6.rpt";
                break;
            case 6: crystalReportViewer1.ReportSource =
"C:/PABX/support_pabx1/pabx1/crystalReport_7.rpt";
                break;
            case 7: crystalReportViewer1.ReportSource =
"C:/PABX/support_pabx1/pabx1/crystalReport_8.rpt";
                break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                default:
                    crystalReportViewer1.ReportSource =
"C:/PABX/support_pabx1/pabx1/crystalReport_data_total.rpt";
                    break;
            }
        }

        private void closeToolStripMenuItem_Click(object sender,
EventArgs e)
        {
            crystalReportViewer1.Visible = false;
            groupBox1.Visible = true;
            groupBox2.Visible = true;
            groupBox3.Visible = true;
            dataGrid1.Visible = true;
            if (checkSerialToolStripMenuItem.Checked)
            {
                groupBox6.Visible = true;
            }
        }

        private void openToolStripMenuItem_Click(object sender,
EventArgs e)
        {
            if (!crystalReportViewer1.Visible)
            {
                groupBox1.Visible = true;
                groupBox2.Visible = true;
                groupBox3.Visible = true;
                dataGrid1.Visible = true;
            }
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            panel2.Visible = false;
            this.Width = 866;
            this.Height = 728;
        }

        private void exitToolStripMenuItem_Click(object sender,
EventArgs e)
        {
            this.Close();
            port.Close();
        }

        private void toolStripStatusLabel1_Click(object sender,
EventArgs e)
        {

        }

        private void aboutProducerToolStripMenuItem_Click(object
sender, EventArgs e)
        {
            About_producer f2 = new About_producer();
            f2.Show();
        }

        public void calc_total_money()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
            try
            {
                //dataGrid1.TableStyles.Add(dataGridTableStyle1);
                /*string strConn = " Provider =
Microsoft.Jet.OleDb.4.0;" +
                      " Data Source = C:/DATABASE/db1.mdb";*/
                OleDbConnection conn = new OleDbConnection(strConn);
                //คำสั่ง SQL
                string sql;

                //แสดง database
                sql = " SELECT SUM(PRICE) AS TOTAL_PRICE FROM
DATA_TABLE";


                OleDbDataAdapter adapter = new OleDbDataAdapter(sql,
conn);
                DataSet dset = new DataSet();
                adapter.Fill(dset, "DATA_TABLE");
                //dataGrid1.DataSource = dset.Tables["DATA_TABLE"];
                textBox1.DataBindings.Add("Text", dset,
"DATA_TABLE.TOTAL_PRICE");
                string b1 = textBox1.Text;
                textBox1.DataBindings.Clear();
                lab_total_money.Text = b1 + ".00";
            }
            catch (Exception ex)
            {
                MessageBox.Show(ex.Message.ToString());
            }
        }

        private void checkSerialToolStripMenuItem_Click(object
sender, EventArgs e)
        {
            if (checkSerialToolStripMenuItem.Checked)
            {
                checkSerialToolStripMenuItem.Checked = false;
                groupBox6.Visible = false;
            }
            else
            {
                checkSerialToolStripMenuItem.Checked = true;
                groupBox6.Visible = true;
            }
        }

    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้