# ชุดบริการโทรศัพท์

# Telephone service

โดย

นายกฤษฎา ถาวรเกษตร 39013227

นายวัชรินทร์ เมษพันธุ์ 39013248

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 34100
วัน, เดือน, ปี - 5 ต.ค. 2542

# ชุดบริการโทรศัพท์

# Telephone service


โดย

นายกฤษฎา ถาวรเกษตร 39013227

นายวัชรินทร์ เมษพันธุ์ 39013248

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. สมศักดิ์ มิตะถา


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2541**

**ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์**

**คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**เรื่อง** ชุดบริการโทรศัพท์

Telephone service


**ผู้จัดทำ**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. นายกฤษฎา | ถาวรเกษตร | รหัสนักศึกษา | 39013227 |
| 2. นายวัชรินทร์ | เมษพันธุ์ | รหัสนักศึกษา | 39013248 |


_____ **อาจารย์ที่ปรึกษา**

**( ผศ. สมศักดิ์ มิตะถา)**


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ชุดบริการโทรศัพท์

นายกฤษฎา ถาวรเกษตร 39013227
นายวัชรินทร์ เมษพันธุ์ 39013248

ผศ. สมศักดิ์ มิตะถา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2541

## บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นผลงานในหัวข้อเรื่องชุดบริการโทรศัพท์ (Telephone Service) ซึ่งทำให้เราสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมการใช้งานระบบโทรศัพท์ในหลายด้านตามความต้องการของผู้ใช้ได้ ซึ่งระบบโทรศัพท์ทั่วไปในปัจจุบันจะเป็นการให้บริการเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้นเช่นเครื่องตอบรับอัตโนมัติ ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถพัฒนาใช้งานด้านอื่นๆได้ ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำจึงได้สร้างชุดบริการโทรศัพท์ขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการของวินโดวส์(MS Windows) โดยฮาร์ดแวร์จะมีหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์และกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ต่างๆซึ่งจะถูกควบคุมโดยซอฟต์แวร์และผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานในโหมดต่างๆได้เช่นระบบผู้เชี่ยวชาญ(Expert system), ระบบรับฝากข้อความ(Mailbox) ,ระบบโปรแกรมการโทรออก(Recall) และอื่นๆ ตามที่ผู้ใช้สามารถพัฒนาต่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TELEPHONE SERVICE

Krissada Tawornkaset

Watcharin Mespharn

Asst. Prof. Somsak Mitatha

1998

**ABSTRACT**

This project is the "Telephone Service" which enable users to control the use of telephone by computer, depending on the requirement of the users. The general telephone-related system using now has a limit of the ability of expansion by user, it has only one function in its system, this mean that the user cannot change its function to meet their change of requirement. This project intended to remedial this weakness of the general telephone-related system. It contain hardware and software working in Microsoft Windows, the hardware is used to detect the telephone signal and generate the control signal by the control of the programmable software. This system provides the user a various functions such as Expert system, Mail box, Automatic dialing , which can be programmed by the user. The user can adapt this hardware to be a special purpose telephone-related system to meet their requirement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ชุดบริการโทรศัพท์ (Telephone Service) สำเร็จลุล่วงด้วยดีทั้งนี้ ด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลายท่านโดยเฉพาะท่านอาจารย์ สมศักดิ์ มิตะถา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำแนะนำในเรื่องของเนื้อหา การดำเนินการ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตลอดจนอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกๆท่านที่ประสาทความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ และให้คำแนะนำเกี่ยวกับตำราที่เกี่ยวข้องต่างๆ ตลอดจนเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำงานตลอดมา ทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และสุดท้ายนี้ ต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดคือ บิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจ และให้โอกาสทางการศึกษาอย่างเต็มที่ ข้าพเจ้าขอระลึกถึงและขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสองมา ณ ที่นี้ด้วย

นายกฤษฎา ถาวรเกษตร

นายวัชรินทร์ เมษพันธุ์

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... II
กิตติกรรมประกาศ ..... III
สารบัญ ..... IV
สารบัญภาพ ..... VI
สารบัญตาราง ..... VII
บทที่ 1 บทนำ ..... 1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของการสร้างชุดบริการโทรศัพท์ ..... 1
1.2. วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ ..... 1
1.3. ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ ..... 1
1.4. วิธีการดำเนินงาน ..... 2
บทที่ 2 หลักการออกแบบระบบ ..... 3
2.1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ ..... 3
2.2. ระบบการเชื่อมต่อของเครื่องที่ชุมสายโทรศัพท์ ..... 3
2.2.1. ระบบการต่อด้านผู้เรียก ..... 3
2.2.2. ระบบการต่อด้านผู้รับ ..... 4
2.3. ระบบสัญญาณโทรศัพท์ ..... 4
2.3.1. ระบบพัลส์ (Pulse) ..... 4
2.3.2. ระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency dialing) ..... 5
2.4. สัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์ ..... 5
2.4.1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone : DT) ..... 5
2.4.2. สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone : BT) ..... 5
2.4.3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone : RBT) ..... 6
2.5. วงจรและการทำงานของ Telephone Service ..... 6
2.5.1. วงจรตรวจสัญญาณจากสายโทรศัพท์ ..... 7
2.5.2. ภาคถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (DTMF) ..... 9
2.5.3. ภาคสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม ..... 12
2.5.4. ภาคติดต่อกับชุมสาย ..... 12
2.5.5. ภาคติดต่อกับคู่สายภายใน ..... 14
2.5.6. ภาคตรวจจับ/ส่งสัญญาณ DTMF ..... 15
2.5.7. ภาคตรวจจับความถี่ 400Hz ± 10% ..... 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8. ภาคผลิตความถี่ ..... 17
2.5.9. ภาคขยายสัญญาณ Ringing Signal ..... 17
2.5.10. ภาคขยายสัญญาณเสียง ..... 18
2.5.11. ภาคประมวลผลและควบคุม ..... 18
2.5.12. ชุด Analog Cross Switch ..... 20
2.6. โปรโตคอลพื้นฐานที่ใช้ในการสื่อสารระบบโทรศัพท์ ..... 21
2.6.1. การตอบรับของวงจรผู้เช่าฝั่งรับ ..... 21
2.6.2. การโทรออกของวงจรผู้เช่าฝั่งส่ง ..... 21
2.6.3. การทำงานในลักษณะของ PABX ..... 22
2.7. สัญญาณต่าง ๆ บนสล็อตของ IBM / PC ..... 22
2.7.1. รายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณต่าง ๆ ..... 23
2.8. การติดต่อสื่อสารระหว่าง Telephone Service กับเครื่อง PC ..... 26
2.9. สรุป ..... 27
บทที่ 3 ผลการทดลอง ..... 28
3.1. การทดลองการทำงานของไอซี Analog cross switch ..... 28
3.1.1. การทดสอบระดับแรงดัน ..... 28
3.1.2. ทดสอบทางด้านกระแส ..... 29
3.2. การนำวงจร Telephone service ไปใช้แก้ปัญหาการฝากสายของการท่าอากาศฯ ..... 30
3.2.1. ปัญหาการฝากสายของการท่าอากาศยานกรุงเทพ ..... 30
3.3. สรุป ..... 34
บทที่ 4 ซอฟต์แวร์ ..... 35
4.1. บล๊อกไดอะแกรมการทำงานของซอฟต์แวร์ ..... 35
4.2. ลักษณะการใช้งาน ..... 38
4.2.1. ก่อนเข้าโปรแกรม ..... 38
4.2.2. จากนั้นจะเริ่มเข้าสู่เมนูหน้าจอของโปรแกรม ..... 38
4.2.3. เมนูหลัก ..... 39
4.3. สรุป ..... 43
บทที่ 5 บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อ ..... 44
5.1. สรุป ..... 44
5.2. ปัญหาและอุปสรรค ..... 44
5.3. แนวทางในการพัฒนาต่อ ..... 45
ภาคผนวก ก. ภาพถ่ายชุดบริการโทรศัพท์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

รูปที่ 1 แสดงสัญญาณพัลส์เมื่อกด 2 และ 4 ..... 4
รูปที่ 2 แสดงสัญญาณผสมคลื่นความถี่ ..... 5
รูปที่ 3 สัญญาณพื้นฐานของระบบโทรศัพท์ ..... 6
รูปที่ 4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจร Telephone Service ..... 8
รูปที่ 5 แสดงโครงสร้างของ MT 8870 ..... 9
รูปที่ 7 แสดงภาคติดต่อกับชุมสาย ..... 13
รูปที่ 8 ติดต่อกับคู่สายภายใน ..... 15
รูปที่ 9 แสดงภาคตรวจจับ/ส่งสัญญาณ DTMF ..... 15
รูปที่ 10 แสดงภาคตรวจจับความถี่ 400Hz ± 10% ..... 16
รูปที่ 11 แสดงภาคผลิตความถี่ ..... 16
รูปที่ 12 แสดงภาคขยายสัญญาณ Ringing Signal ..... 17
รูปที่ 13 แสดงภาคขยายสัญญาณเสียง ..... 18
รูปที่ 14 แสดงภาคประมวลผลและควบคุม ..... 19
รูปที่ 15 แสดงชุด Analog Cross Switch ..... 20
รูปที่ 16 การตอบรับของวงจรผู้เช่าฝั่งรับ ..... 21
รูปที่ 17 การทำงานในลักษณะของ PABX ..... 22
รูปที่ 18 แสดงการส่งข้อมูลระหว่าง Telephone Service กับเครื่อง PC ..... 26
รูปที่ 19 แสดงวงจรทดสอบไอซี MH8816 ..... 28
รูปที่ 20 แสดงวงจรทดสอบไอซีเพิ่มเติม ..... 29
รูปที่ 21 แสดงการเชื่อมระหว่าง PABX กับ Trunk radioและชุมสายองค์การฯ ..... 30
รูปที่ 22 แสดงปัญหาการฝากสายแบบที่ 1 ..... 31
รูปที่ 23 แสดงปัญหาการฝากสายแบบที่ 2 ..... 32
รูปที่ 24 แสดงการนำวงจร Telephone service ไปใช้แก้ปัญหาการฝากสาย ..... 33
รูปที่ 25 แสดงโฟลชาร์ตการทำงานของโปรแกรม Telephone Service โดยรวม ..... 36
รูปที่ 26 การเรียกใช้งานจาก Ts.exe ..... 38
รูปที่ 27 หน้าจอของโปรแกรม ..... 38
รูปที่ 28 ในส่วนของ Expert System ..... 39
รูปที่ 29 ในส่วนของ Mail box ..... 40
รูปที่ 30 ในส่วนของ Recall ..... 41
รูปที่ 31 ในส่วนของ Telephone only ..... 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. การแบ่งกลุ่มความถี่ตามแถวและหลัก ..... 5

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1.

# บทนำ

## 1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของการสร้างชุดบริการโทรศัพท์

สังคมในปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาท เช่นในเรื่องของการติดต่อสื่อสารซึ่งปัจจุบัน เราจะเห็นได้ว่ามีธุรกิจหลายรูปแบบที่มุ่งเน้นและมีความพยายามที่จะจัดหาอุปกรณ์และการบริการที่จะช่วยตอบสนองต่อความต้องการ พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ได้ทันท่วงที สำหรับธุรกิจที่เข้ามามีบทบาทต่อการสื่อสารมากที่สุดได้แก่ธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสารด้วยโทรศัพท์ ซึ่งการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวัน และต่อองค์กรและบริษัทเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัจจัยที่การสื่อสารประเภทนี้มีความสะดวก รวดเร็ว ประหยัด และมีความแน่นอนทางการติดต่อสื่อสารมากที่สุดทางหนึ่ง จึงทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์มีการแข่งขันและมีการนำเสนอในด้าน ราคา รูปทรง คุณภาพ และ ฟังก์ชันการทำงานที่สะดวกและคุ้มค่ากับราคาที่ผู้ใช้ได้รับ แต่จะเห็นได้ว่าในการค้นคิดและผลปรากฏที่ออกมานั้นยังมีปัจจัยและขีดความต้องการ และความสามารถที่ระบบโทรศัพท์ที่สามารถจะทำได้นั้น ยังไม่ตรงกับความต้องการขององค์กรหรือผู้ใช้ทุกกลุ่ม

ดังนั้นเราจึงต้องการที่จะนำเสนอและทดลองเพื่อจัดสร้าง อุปกรณ์ที่สามารถ จัดการและช่วยในการออกแบบระบบ ในเรื่องของ 1) ฮาร์ดแวร์ , ซอฟต์แวร์ 2) ระบบฐานข้อมูลของระบบ 3) การเช็คตรวจสอบและควบคุมการโทรออกของโปรแกรม โดยสามารถที่จะ กำหนดความต้องการในด้านต่าง ๆ ได้เองซึ่งจะช่วยให้มีความสะดวกและตรงกับความต้อง การของผู้ใช้มากที่สุดโดยในโครงงานนี้จะอธิบายเนื้อหาและแนวคิดและความสามารถในการพัฒนาระบบโทรศัพท์ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

## 1.2. วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อที่จะเข้าใจระบบการทำงานของระบบโทรศัพท์

1.2.2 เพื่อที่จะสามารถนำความรู้ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้งาน

1.2.3 เพื่อที่จะสร้าง Hardware และ Software ที่จะพัฒนาระบบโทรศัพท์ได้

## 1.3. ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 ทำการออกแบบฮาร์ดแวร์ เพื่อใช้ในการติดต่อกับสายโทรศัพท์ และเครื่อง PC

1.3.2 พัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการของ Windows เพื่อควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์

1.3.3 ออกแบบโปรแกรมสร้างการทำงานของ Telephone Service

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4. วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยในโครงงานนี้เริ่มต้นด้วยการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งมีเรื่องหลักๆ อยู่ด้วยกัน 3 เรื่อง คือ ศึกษาหลักการทำงานของระบบโทรศัพท์ ฮาร์ดแวร์ที่สามารถใช้ร่วมกับระบบโทรศัพท์ และการออกแบบระบบและรูปแบบที่ระบบสามารถที่จะทำงานได้ ซึ่งมีรายละเอียดในบทที่ 2 และ 3 จากนั้นก็นำความรู้ที่ได้ศึกษาและวงจรที่ได้ออกแบบทั้งหมดมาจัดสร้างอุปกรณ์หรือฮาร์ดแวร์และเขียนโปรแกรมเพื่อดำเนินงานพร้อมทั้งผลการทดลองดังรายละเอียดในบทที่ 4 จากนั้นเป็นบทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อซึ่งอยู่ในบทที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2.
# หลักการออกแบบระบบ

## 2.1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

ปัจจุบันนี้การสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวันเรียกได้ว่าจะต้อง มีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลาก็ว่าได้ และระบบโทรศัพท์จัดว่าเป็นระบบสื่อสารที่ใกล้ตัวเรามาก โทรศัพท์ที่ใช้กันทั่วๆ ไปมีอยู่ 2 แบบ คือแบบกดปุ่มและระบบหมุนหน้าที่ของทั้ง 2 ระบบนี้จะเหมือนๆ กันจะต่างกันตรงที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่าง ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ หน้าที่หลักๆ ของทั้งสองแบบเหมือนกันสามารถสรุปได้ดังนี้

*2.1.1 เครื่องโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น*

*2.1.2 เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณหมุน (dial tone) เป็นการบอกว่าพร้อมที่จะให้ทำการกดหรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อได้ ซึ่งก็คือ เสียงที่ได้ยินเมื่อเวลายกหู*

*2.1.3 เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อด้วย ไปยังชุมสายที่ควบคุม*

*2.1.4 เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่า หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่ง สัญญาณตอบกลับ (ring back)*

*2.1.5 สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง*

*2.1.6 เครื่องโทรศัพท์จะปรับระดับแรงดันอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขึ้น*

*2.1.7 เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสาย เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้*

## 2.2. ระบบการเชื่อมต่อของเครื่องที่ชุมสายโทรศัพท์

### 2.2.1. ระบบการต่อด้านผู้เรียก

ปกติเมื่อยังไม่ยกหู จะมีระดับแรงดันไฟฟ้าตรงที่คู่สายโทรศัพท์ประมาณ 48V เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้นเพื่อที่จะทำการโทรไปยังผู้รับ จะทำให้ระดับแรงดันไฟตรงที่คู่สายโทรศัพท์ไฟตรงที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนแปลงจากระดับ 48V เป็น 10V เครื่องชุมสายจะรู้ว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก ฉะนั้นมันก็จะส่งสัญญาณให้หมุน(DT) ไปยังผู้เรียก แต่ถ้าหากทรังค์ขาออก(outgoing trunk) ไม่ว่างมันก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง(BT)ไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหู แล้วค่อยเริ่มทำการเรียกใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน(DT) ก็จะทำการกดหมายเลขผู้รับปลายทาง วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์ก็จะสร้างสัญญาณรหัสตามหมายเลข แล้วส่งไปยังเครื่องที่ชุมสาย เครื่องที่ชุมสายก็จะตัดสัญญาณให้หมุน(DT) ออกทันทีที่ได้รับหมายเลขโทรตัวแรก จากนั้นเมื่อรู้ตำแหน่งหมายเลขของผู้รับแล้วก็จะจองทางผ่านระหว่างผู้เรียกและผู้รับ แล้วส่งสัญญาณกริ่งเรียกกลับ(RBT) ไปยังผู้เรียกพร้อมทั้งส่งสัญญาณกริ่งเรียก(RGT) ไปยังผู้รับ แต่ถ้าหากคู่สายด้านผู้รับไม่ว่าง เครื่องก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (BT) ไปให้ผู้เรียกทราบเพื่อให้ผู้เรียกทำการวางหูก็จะเกิดสัญญาณตอบรับส่งไปยังเครื่องที่ชุมสาย เครื่องที่ชุมสายก็จะตัดสัญญาณกริ่งเรียก(RGT) ด้านผู้รับ และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับ(RBT) ด้านผู้เรียก ทำให้ทางผ่านระหว่างทรังค์ขาออกกับผู้เรียก และทรังค์ขาเข้า(INCOMING TRUNK) กับผู้รับว่าง การสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ เมื่อสนทนาเสร็จคู่สนทนาก็จะทำการวางหูทำให้เครื่องชุมสายรู้ว่าเป็นการเลิกติดต่อ

### 2.2.2. ระบบการต่อด้านผู้รับ

เมื่อผู้รับถูกเรียกจากผู้เรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียก(RGT) ขนาด100Vp ไปยังผู้รับ เพื่อทำการเรียกผู้รับ ถ้าผู้รับไม่มารับสาย สัญญาณกริ่งเรียก(RGT) ก็จะดำเนินอยู่จนกว่าวงจรคู่สายจะตัดสัญญาณเอง หากไม่มีการตอบรับและส่งสัญญาณไม่ว่าง(BT) ไปยังผู้เรียกเพื่อให้ทำการเรียกใหม่

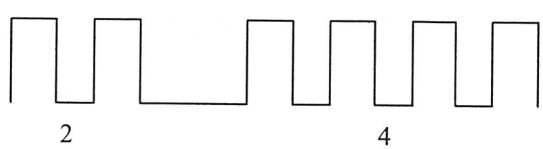
เมื่อผู้รับทำการรับสาย จะทำให้ระดับแรงดันไฟตรงที่คู่สายของผู้รับเปลี่ยนจาก 48V เป็น 10V ทำให้วงจรคู่สายตัดสัญญาณกริ่งเรียก(RGT) ด้านผู้รับและสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียกออกพร้อมทั้งสร้างทางผ่านระหว่างผู้รับและผู้เรียก จากนั้นการสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ เมื่อสนทนาเสร็จและผู้เรียกทำการวางหู ซึ่งจะผ่านทางเสียงพูดให้ผู้รับได้ยิน ทำให้ผู้รับวางหูตามวงจรคู่สายก็จะตรวจรู้ว่าเป็นการเลิกติดต่อกัน

## 2.3. ระบบสัญญาณโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่คือ

### 2.3.1. ระบบพัลส์ (Pulse)

ระบบนี้จะผลิตจำนวนพัลส์เป็นช่วงๆตามหมายเลขที่โทรดังรูป




*รูปที่ 1 แสดงสัญญาณพัลส์เมื่อกด 2 และ 4*

การผลิตพัลส์นี้อาจทำโดยการตัดต่อด้วยสวิตท์ทางกล เช่นในระบบจานหมุน(dial) หรือใช้การผลิตความถี่ด้วยออสซิเลเตอร์ แบบระบบกดปุ่มกด (Touch Pulse) ก็ได้

เอกสารนี้เป็นการเผยแพร่เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2. ระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency dialing)

โดยการส่งหมายเลขหนึ่งหมายเลขใด จะประกอบด้วยโทนเสียง 2 ความถี่ผสมกัน โดยถ้าเราพิจารณาปุ่มกดหรือคีย์บอร์ด ประกอบกับตารางแบ่งกลุ่มความถี่ตามแถวและหลักดังรูป

| | 1209Hz | 1366 Hz | 1477 Hz | 1633 Hz |
|---|---|---|---|---|
| 579Hz | 1 | 2 | 3 | A |
| 770 Hz | 4 | 5 | 6 | B |
| 852 Hz | 7 | 8 | 9 | C |
| 941 Hz | * | 0 | # | D |

*ตารางที่ 1 การแบ่งกลุ่มความถี่ตามแถวและหลัก*

หากกดหมายเลข 2 ซึ่งตรงกับ แถวที่1 หลักที่2 วงจรภายในเครื่องจะทำการเข้ารหัสข้อมูลที่ได้แล้วส่งให้วงจรผลิตสัญญาณผสมระหว่างความถี่ 679Hz กับ 1336Hz ออกไป หรือในกรณีหมายเลข 9 ก็จะประกอบด้วยความถี่ในแถวที่ 3 คือ 825Hz กับความถี่ในหลักที่ 3 คือ 1447 Hz ผสมออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งถ้าเราจับสัญญาณที่ส่งออกไปจะได้ดังรูป

*รูปที่ 2 แสดงสัญญาณผสมคลื่นความถี่*

## 2.4. สัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์

### 2.4.1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone : DT)

เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ประมาณ 400 Hz ใช้เพื่อแสดงให้ผู้เรียกว่า "พร้อมรับหมายเลขโทรศัพท์ได้"

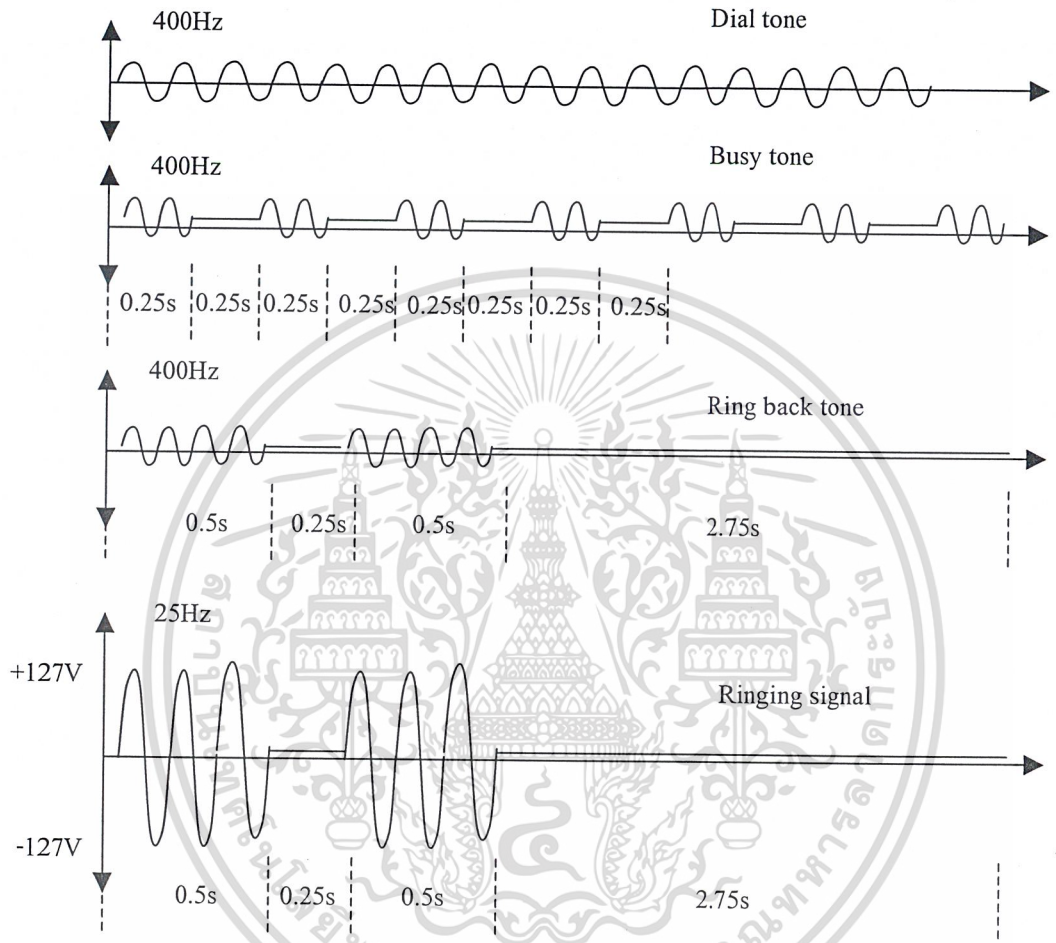
### 2.4.2. สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone : BT)

เป็นสัญญาณ 400Hz ดังเป็นช่วงเวลาประมาณ 0.25 วินาที เงียบ 0.25 วินาที ใช้เพื่อเตือนให้ผู้เรียกทราบว่า "สายไม่ว่าง" ผู้เรียกควรวางหูสักพักแล้วค่อยโทรใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone : RBT)

เป็นสัญญาณ 400Hz ส่ง1วินาที เงียบประมาณ 3 วินาที เป็นสัญญาณที่ชุมสายแจ้งให้ผู้รับทราบว่า "มีคนโทรเข้ามา" ให้ไปรับสายได้ สัญญาณกริ่งเรียกนี้ ในระบบเก่ามักใช้ความถี่ประมาณ 25 Hz โดยจะส่งเป็นเสียงกริ่งให้ได้ยินประมาณ 15 ครั้ง




*รูปที่ 3 สัญญาณพื้นฐานของระบบโทรศัพท์*

## 2.5. วงจรและการทำงานของ Telephone Service

จากความคิดที่จะสร้างวงจรเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปเข้ากับระบบโทรศัพท์ตามบ้านเพื่อการใช้งานได้แบบอเนกประสงค์รวมทั้งเป็นวงจรที่มีความสามารถในการช่วยการติดต่อระหว่างระบบโทรศัพท์ขององค์การกับวงจรโทรศัพท์ที่มาต่อพ่วงผ่านวงจร Telephone Service กล่าวคือสามารถใช้เชื่อมการติดต่อระหว่างชุมสาย ทั้งชุมสายที่มาจากองค์การที่เรียกว่าทรังค์ไลน์ (Trunk Line) หรือชุมสายที่มาจากชุมสายภายใน(PABX) ที่เรียกว่าทรายไลน์ (Try Line) เข้ากับโทรศัพท์ที่มาต่อพ่วงเข้ากับวงจร Telephone Service ในลักษณะของคู่สายภายในที่เรียกว่าเอกซ์เท็นชั่น (Extension) หรือใช้กับ Trunk radio ได้ ดังนั้นการออกแบบวงจร Telephone Service จึงต้องคำนึงถึงความสามารถต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 *สามารถตรวจจับสัญญาณ Ringing Signal ที่เกิดขึ้นจากการมีผู้ใช้ต้องการโทรเข้ามาใช้งานวงจร Telephone Service ได้*

2.5.2 *สามารถตรวจจับสัญญาณสำหรับใช้ทำโปรโตคอล Ground Start Signalling ระหว่างวงจร Telephone Service กับชุมสายได้*

2.5.3 *สามารถวิเคราห์สัญญาณ DTMF ที่ส่งมาจากชุมสายว่าเกิดจากการกดหมายเลขใดได้*

2.5.4 *สามารถแปลงหมายเลขโทรออกเป็นสัญญาณ DTMF เพื่อการโทรออกชุมสายได้*

2.5.5 *สามารถสั่งยกหูเพื่อการรับสายเข้าหรือการโทรออกได้*

2.5.6 *สามารถสั่งวางหูเพื่อเลิกการติดต่อกับชุมสายได้*

2.5.7 *สามารถตรวจจับสัญญาณ Dialling Tone เพื่อการโทรออกได้*

2.5.8 *สามารถตรวจจับสัญญาณ BusyTone ทั้งที่เกิดจากการที่ผู้ใช้โทรเข้ามาแล้ววางสายหรือสายหลุด หรือจากการที่สายโทรออกไม่ว่างด้วยกรณีใดๆได้*

2.5.9 *สามารถตรวจจับสัญญาณ Ring back Tone ที่เกิดจากการโทรออกและรอให้ผู้ใช้ปลายทางรับสาย*

2.5.10 *สามารถตรวจจับการยกหูหรือการวางหูของคู่สายภายในหรือ Trunk radio ได้*

2.5.11 *สามารถส่งสัญญาณ Ringing Signal ไปให้คู่สายภายในหรือ Trunk radio ได้*

2.5.12 *สามารถควบคุมการทำงานของวงจรต่างๆที่กล่าวมาผ่านช่องสื่อสารอนุกรมได้*

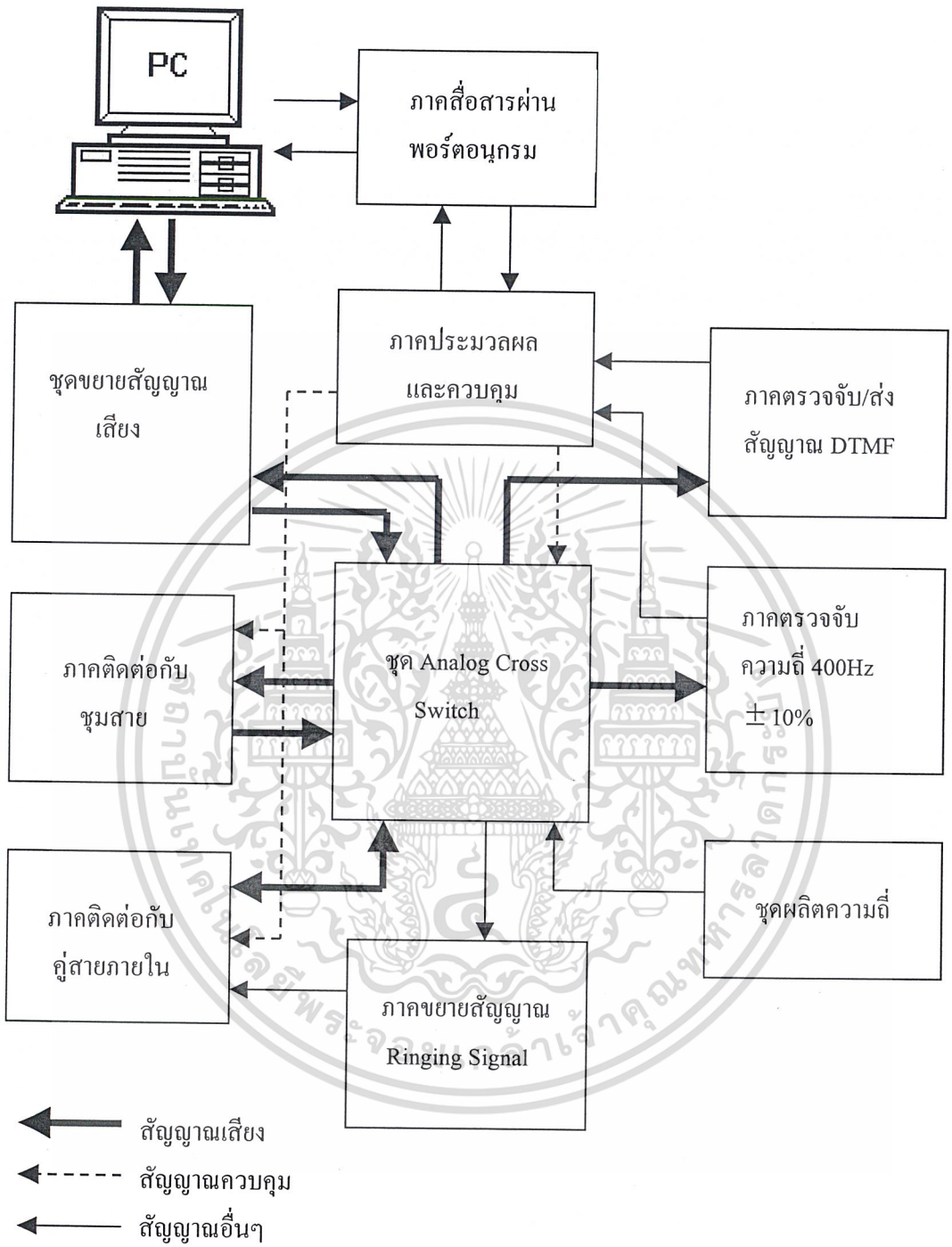
จากการที่ต้องคำนึงถึงความสามารถดังกล่าวข้างต้น การออกแบบวงจร Telephone Service จึงประกอบไปด้วยภาคต่างๆ ดังแสดงในรูปแสดงด้วยบล็อกไดอะแกรมการทำงาน

### 2.5.1. วงจรตรวจสัญญาณจากสายโทรศัพท์

ในการตรวจสอบสัญญาณจากสายโทรศัพท์ว่าเป็น สัญญาณให้หมุน(dial tone) ,สัญญาณสายไม่ว่าง(busy tone) หรือ สัญญาณเรียกกลับ(ring back tone) นั้น เนื่องจากสัญญาณทั้ง 3 นี้ เป็นสัญญาณที่มีความถี่ 400 Hz เหมือนกันหมด ต่างกันเพียงช่วงเวลาที่มีความถี่ 400 Hz ปรากฏอยู่เท่านั้น เราจึงใช้ไอซีเบอร์ NE567 ซึ่งเป็นไอซีเฟสล็อกลูป(phase lock loop) โดยตั้งความถี่ศูนย์กลาง (fo) ให้ได้ 400 Hz ซึ่งอยู่กับการตั้งค่าของ คาปาซิเตอร์ และ ตัวต้านทาน

การทำงานของ NE567 นั้นที่ขาเอาท์พุท(output) ปกติจะเป็น ‘1’ แต่ถ้ามีสัญญาณอินพุท(input) ที่มีความถี่ตรงกับความถี่ศูนย์กลางเอาท์พุท(output) จะตกลงเป็น ‘0’ เมื่อสัญญาณที่ตรงกับความต้องการนี้หมดไป เอาท์พุท(output) ก็จะกลับเป็น ‘1’ ดังเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




*รูปที่ 4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจร Telephone Service*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

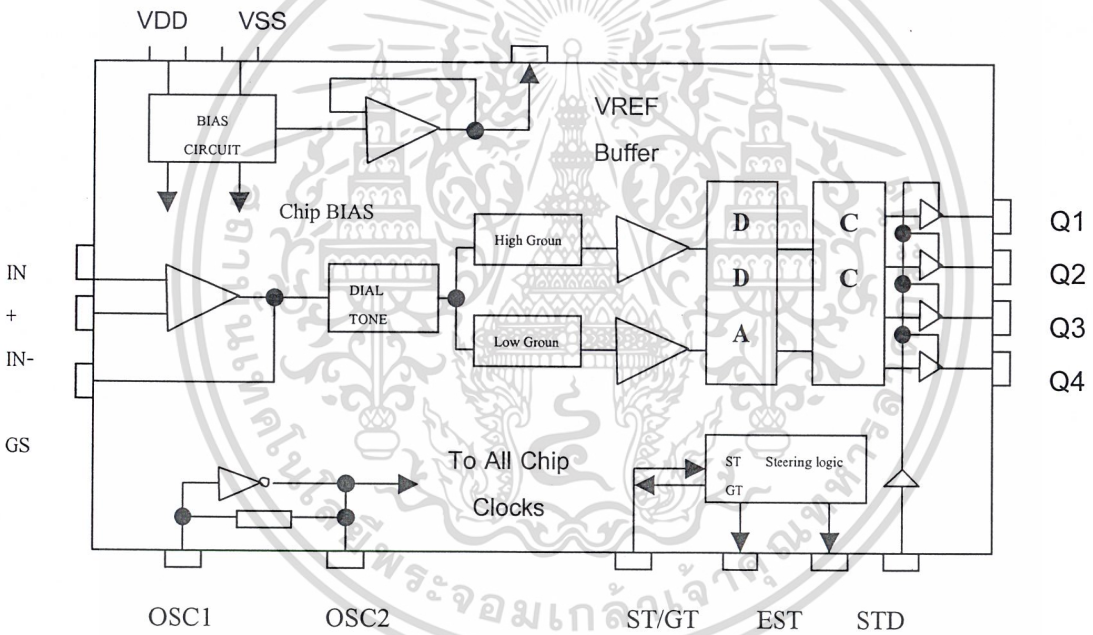
### 2.5.2. ภาคถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (DTMF)

ถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม(ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งไอซี MT 8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

ปัญหาที่พบกับการออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ เมื่อใช้ไอซีจำพวกเฟสล็อกลูป คือในเรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจร ขนาดของวงจรที่ใหญ่ เพราะต้องใช้ไอซีจำนวนมาก

คุณสมบัติของ MT 8870

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




*รูปที่ 5 แสดงโครงสร้างของ MT 8870*

#### 2.5.2.1. โครงสร้างของ MT 8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาน 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้า ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุตเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.2.2. ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

- ภาคกรองความถี่ (filter section)
- ภาคถอดรหัส (decoder sectionX)
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steerin circuit)
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)
- ภาคกำเนิดความถี่(oscillator)

*1. ภาคกรองสัญญาณความถี่*

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่ที่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตช์คาปาซิเตอร์ (six-order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

*2. ภาคถอดรหัส*

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่ต่าง ๆ นั้น

*3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ*

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา ESt จะเป็น “High” นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา เมื่อขา Est เป็น “ High” ทำให้ สูงขึ้นตัวเก็บประจุ Vc จะคายประจุทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัส จึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้การยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกหรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC การ์ดไทม์นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่าหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเครื่องและการคำนวณเวลา

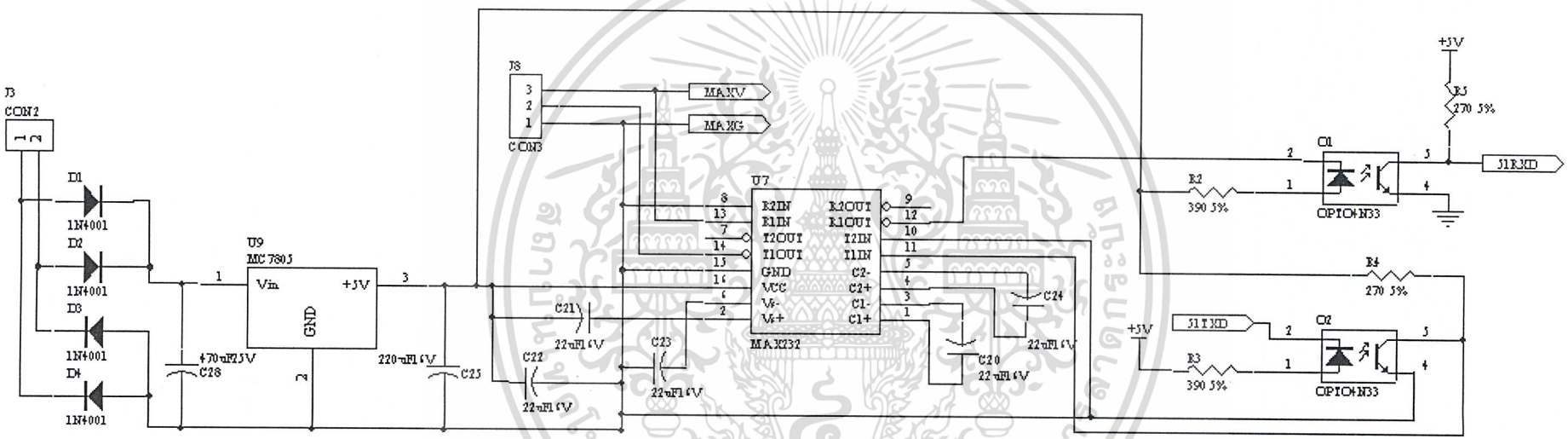
*4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่างของ MT8870*

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถเพิ่มอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้า แสดงการต่อวงจรภายนอกกับอินพุตซึ่งสามารถคำนวณอัตราของความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้

*5. ภาคขยายกำเนิดความถี่*

ต่อกับคริสตอลเพื่อผลิตความถี่สำหรับใช้สร้างสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




*รูปที่ 6 แสดงภาคสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม*

### 2.5.3. ภาคสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

วงจรสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 มีส่วนประกอบหลักคือไอซีเบอร์ MAX232 ซึ่งทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันที่ส่งมาจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด –12 โวลท์ให้มีขนาด +5 โวลท์และส่งต่อไปให้ภาคประมวลผลและควบคุม และกลับกันก็ทำหน้าที่ปรับแรงดันของบิตข้อมูลขนาด +5 โวลท์ให้มีขนาด –12 โวลท์ ส่งไปให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยเป็นการสื่อสารแบบ Full duplex กล่าวคือขณะที่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์กำลังส่งชุดบิตข้อมูลผ่านสายสื่อสารและผ่านภาคสื่อสารนี้ไปให้ภาคประมวลผลและควบคุมขณะเดียวกันภาคประมวลผลและควบคุมก็สามารถส่งชุดบิตข้อมูลผ่านภาคสื่อสารและผ่านสายสื่อสารไปให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้ เพียงแต่จะต้องเขียนโปรแกรมควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลให้สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกันด้วย ซึ่งมีความซับซ้อนพอสมควร

จากวงจร จะเห็นว่ามีการใช้ตัวนำทางแสงมาเป็นตัวขั้นในการรับ-ส่งระดับแรงดันของบิตข้อมูลก่อนจะส่งไปให้ภาคประมวลผลและควบคุม ซึ่งมีเหตุผลเนื่องจากในการทดลองพบว่าการเชื่อมต่อสัญญาณโดยตรงจะมีสัญญาณรบกวนแทรกมากับสายสื่อสารและส่งผลให้เสียงที่ได้รับจากระบบโทรศัพท์มีเสียงรบกวนตามไปด้วย นอกจากนี้ยังมีกระแสไฟรั่วมากับสายสื่อสารด้วย ดังนั้นจึงมีการใช้ตัวนำทางแสงมาเป็นตัวขั้นในการรับ-ส่งข้อมูลกับภาคประมวลผลและควบคุม และเนื่องจากสัญญาณรบกวนยังคงสามารถผ่านไปรบกวนสัญญาณเสียงที่ได้รับจากระบบโทรศัพท์อยู่ถ้ายังใช้กราวด์และไฟเลี้ยงร่วมกัน ดังนั้นในภาคสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมนี้จึงมีวงจรจ่ายไฟเพิ่มขึ้นมา โดยไฟเลี้ยงนี้จะแยกกราวด์ออกจากภาคอื่นๆของวงจร Telephone Service

### 2.5.4. ภาคติดต่อกับชุมสาย

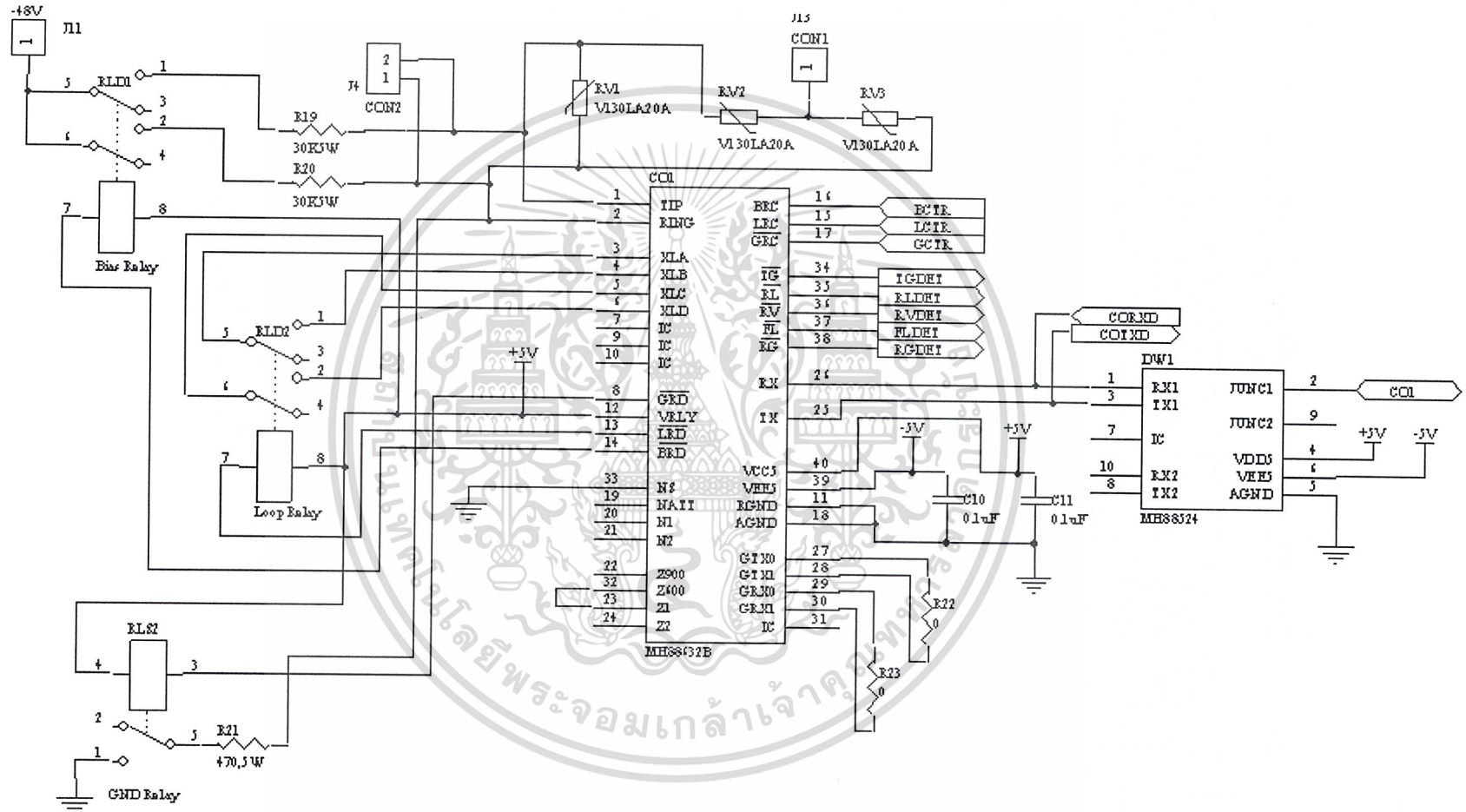
ภาคนี้เป็นวงจรที่จะเชื่อมต่อกับชุมสายที่มาจากองค์การหรือมาจากชุมสายภายใน มีส่วนประกอบหลักคือไอซี MH88632 ซึ่งทำให้วงจรมีความสามารถดังนี้

2.5.4.1 ระดับแรงดันสัญญาณเรียกเข้า (Ringing Signal) เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้าเข้ามา โดยขา RV (Ringing Voltage Detect Output) จะมีค่าเป็น 0 เมื่อมีสัญญาณซายน์ขนาด 90 VRMS เข้ามาและมีค่าเป็น 1 เมื่อไม่มีสัญญาณซายน์ขนาด 90 VRMS กล่าวคือขา RV จะมีค่าเป็น 0 และ 1 ตามจังหวะของสัญญาณเรียกเข้า

2.5.4.2 สร้างสภาวะสายของการยกหูเพื่อให้ชุมสายตรวจพบและทราบว่าวงจร Telephone Service ต้องการโทรออกหรือรับสายแล้ว ซึ่งสามารถควบคุมได้ที่ขา LRC ( Loop Relay Control ) โดยการป้อนระดับสัญญาณ 1 เพื่อสั่งให้เชื่อมต่อวงจร Line Termination เข้าที่ขา Tip และ Ring และเกิด Impedance ที่ 600 โอห์ม และเกิด DC Loop

2.5.4.3 ทำหน้าที่แยกสัญญาณเสียงจากการสนทนากัน ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณเสียงที่จะส่งไปให้ชุมสายกับสัญญาณเสียงที่ส่งมาจากชุมสายออกจากกัน โดยจะอยู่ในรูปของสัญญาณ Analog In และ Analog Out และยังสามารถกำหนดอัตราขยายของสัญญาณแต่ละชนิดได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


-48V
J11
RLD1
J4
CON2
R19
30K5W
R20
30K5W
RV1
VI30LA20A
RV2
VI30LA20A
J15
CON1
RV3
VI30LA20A
CO1
TIP
RING
XLA
XLB
XLC
XLD
IC
IC
IC
GRD
VBLY
LRD
BRD
NS
NAII
N1
N2
Z900
Z600
Z1
Z2
BRC
LRC
GRC
IG
RL
RV
FL
RG
RX
TX
VCC5
VBE5
RGND
AGND
GTX0
GTX1
GRX0
GRX1
IC
MH88632B
BCTR
LCTR
GCTR
IGDET
RLDET
RVDET
FLDET
RGDET
+5V
-5V
C10
0.1uF
C11
0.1uF
R22
0
R23
0
CORXD
COTXD
DW1
RX1
TX1
IC
RX2
TX2
JUNC1
JUNC2
VDD5
VBE5
AGND
MH88324
CO1
Bias Relay
Loop Relay
RLS2
R21
470,5W
GND Relay

2.5.4.1. สามารถควบคุมสภาวะของสาย Tip และสาย Ring ให้มีสภาวะเป็นกราวด์หรือมีสภาวะไบอัสด้วยกระแสไฟ –48 โวลท์ได้ โดยการควบคุมผ่านทางขาควบคุม BRC (Bias Relay Control) และขาควบคุม GRC ( Ground Relay Control) เพื่อใช้ในการทำโปรโตคอลสื่อสารกับชุมสายเช่นการทำ Ground Start Signalling ได้

2.5.4.2. สามารถตรวจจับสภาวะของสาย Tip และสาย Ring ได้ โดยขา TG (Tip Lead Ground Detect ) จะมีค่าเป็น 0 ถ้าขา Tip มีระดับแรงดันเท่ากราวด์ ขา RG (Ring Lead Ground Detect) จะมีค่าเป็น 0 ถ้าขา Ring มีระดับแรงดันเท่ากราวด์ ขา FL (Forward Loop Detect) ในสภาวะวางหู ขา FL จะมีค่าเป็น 0 เพื่อแสดงว่าเกิด Forward Loop Battery ในสภาวะยกหู ขา FL จะมีค่าเป็น 0 เพื่อแสดงว่าเกิด Forward Loop Current ขา RL ( Reverse Loop Detect) ในสภาวะวางหู ขา RL จะมีค่าเป็น 0 เพื่อแสดงว่าเกิด Reverse Loop Battery ในสภาวะยกหู ขา RL จะมีค่าเป็น 0 เพื่อแสดงว่าเกิด Reverse Loop Current

นอกจากนี้ วงจรยังต้องการความสามารถในการรวมสัญญาณเสียง Analog In และ Analog Out เข้าด้วยกัน เพื่อส่งไปใช้งานในภาคติดต่อกับคู่สายภายใน ดังนั้นในภาคติดต่อกับชุมสายนี้จึงเพิ่มเติมวงจรสำหรับผสมสัญญาณ Analog In และ Analog Out เข้าด้วยกันโดยใช้ไอซี MH88524

## 2.5.5. ภาคติดต่อกับคู่สายภายใน

มีส่วนประกอบหลักคือไอซี MH88510 ซึ่งมีความสามารถในการเชื่อมต่อระหว่างภาค Analog Cross Switch กับเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายใน กล่าวคือสามารถใช้เชื่อมต่อระหว่างทรังค์เรดิโอ (Trunk radio) เข้ากับภาคติดต่อกับชุมสายโดยผ่านชุด Analog Cross Switch ได้ ซึ่งไอซี MH88510 มีความสามารถดังนี้

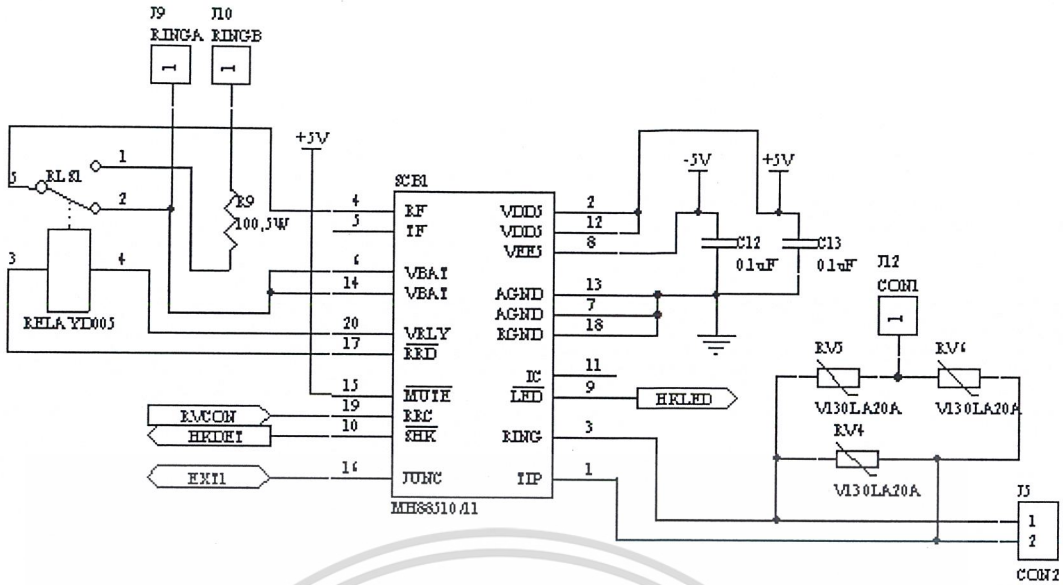
2.5.5.1 สร้าง Line Impedance ให้กับเครื่องคู่สายภายในหรือโทรศัพท์ที่มาต่อพ่วง โดยกำหนดไว้คงที่ที่600 Ω โดยที่ขา JUNC จะต้องต่อกับวงจรที่เหมาะสมด้วยเพื่อรักษาระดับ Impedance ที่เหมาะสม

2.5.5.2 ป้อนกระแสไฟเลี้ยงให้กับเครื่องคู่สายภายในหรือโทรศัพท์ที่มาต่อพ่วง โดยใช้กระแสไฟลบค่า –24 โวลท์ หรือ –48 โวลท์ป้อนที่ขา VBAT (Battery Voltage Supply)

2.5.5.3 ป้อนสัญญาณ Ringing Signal ให้กับเครื่องคู่สายภายในหรือโทรศัพท์ที่มาต่อพ่วง เพื่อการโทรเข้าเครื่องภายในหรือการโทรเข้า Trunk radio ได้ โดยควบคุมการป้อนสัญญาณที่ขา RRC (Ring Relay Control) โดยสัญญาณ Ringing Signal ที่นำมาใช้จะต้องเป็นสัญญาณรูปซายน์ขนาด 90 VRMS และมีอัคราการติดดับตามลักษณะสัญญาณ Ringing Signal มาตรฐาน

2.5.5.4 ตรวจจับการยกหูหรือการวางหูของเครื่องคู่สายภายในหรือโทรศัพท์ที่มาต่อพ่วง โดยการตรวจสอบที่ขา SHK (Switch Hook Detect) ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าโทรศัพท์ที่มาต่อพ่วงนั้นยกหู

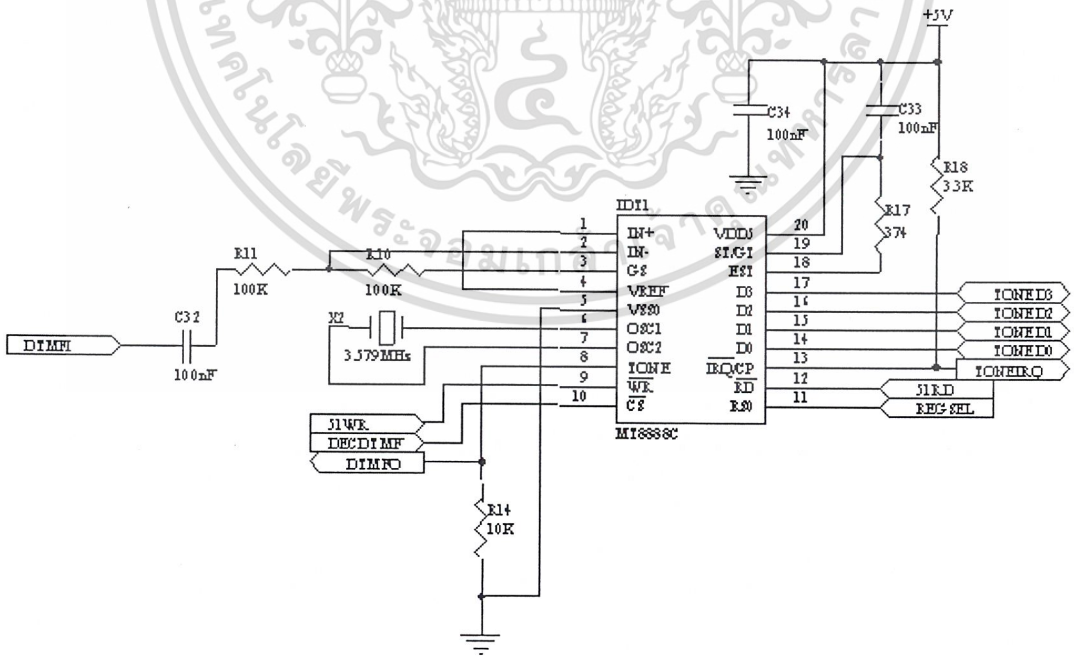
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




*รูปที่ 8 ติดต่อกับคู่สายภายใน*

### 2.5.6. ภาคตรวจจับ/ส่งสัญญาณ DTMF

วงจรของภาคนี้มีส่วนประกอบหลักคือไอซี MT8888C ซึ่งทำให้วงจรมีความสามารถในการสร้างสัญญาณ DTMF ของเลขหมายที่ต้องการโทรได้ และสัญญาณ DTMF ที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังภาค Analog Cross Switch เพื่อการนำไปใช้งานต่อไป และขณะเดียวกันก็สามารถใช้รับสัญญาณ DTMF ที่ส่งมาจากภาค Analog Cross Switch เพื่อวิเคราะห์ว่าเป็นตัวเลขใด และจะส่งตัวเลขที่วิเคราะห์ได้ไปให้ภาคประมวลผลและควบคุม เพื่อการใช้งานต่อไป

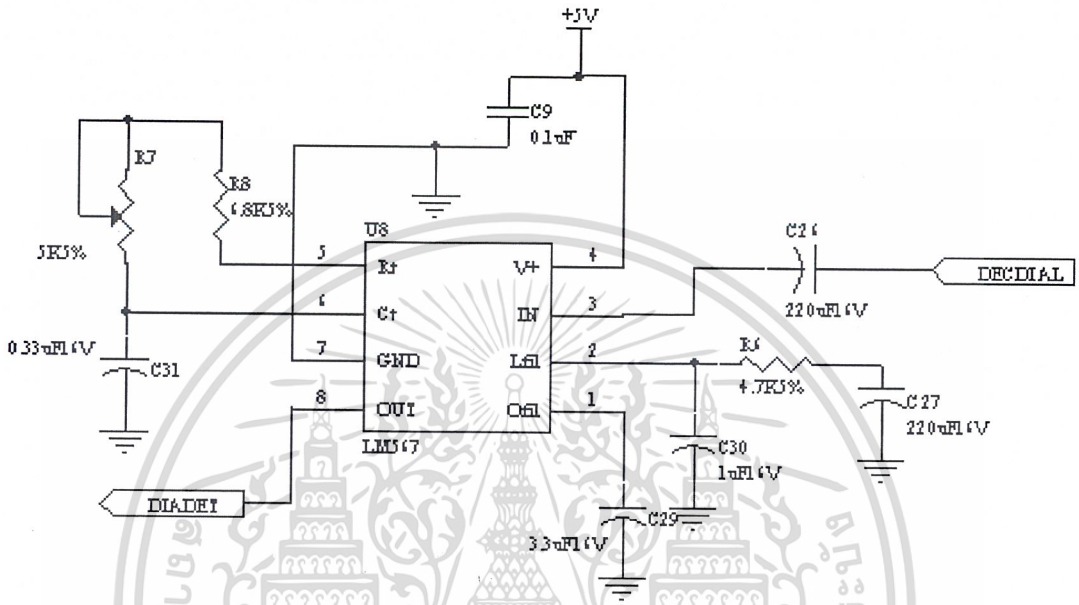



*รูปที่ 9 แสดงภาคตรวจจับ/ส่งสัญญาณ DTMF*

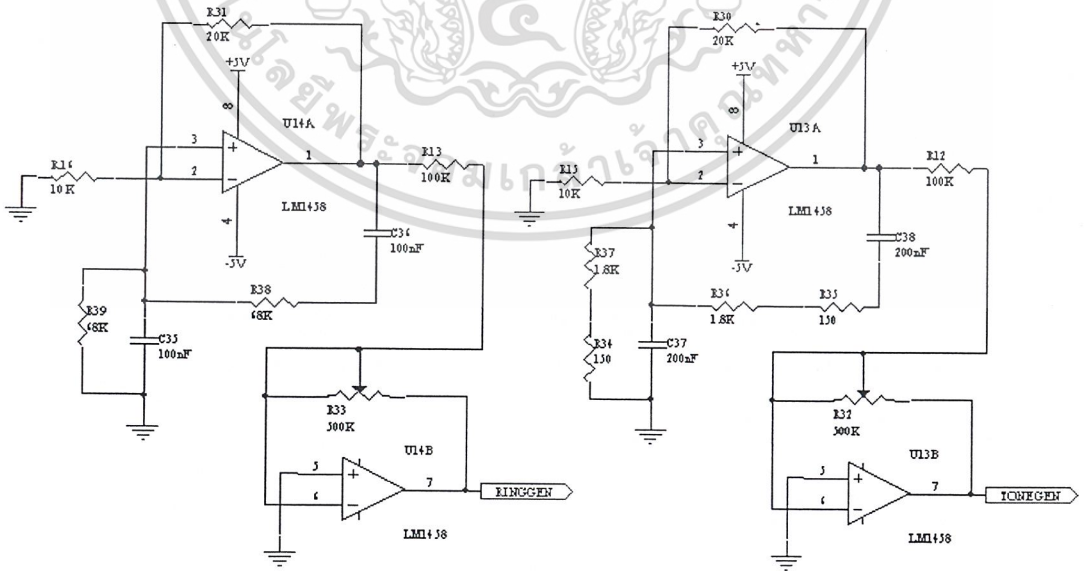
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5.7. ภาคตรวจจับความถี่ 400Hz ± 10%

มีส่วนประกอบหลักคือไอซี LM567 ซึ่งต่อเป็นวงจร Tone Decoder ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณเสียงที่ส่งเข้ามาจากระบบโทรศัพท์ เพื่อวิเคราะห์ว่าเป็นเป็นสัญญาณซายน์ความถี่ 400 Hz หรือไม่ ถ้าเป็นสัญญาณซายน์ความถี่ 400 Hz ± 10% ก็จะได้เอ้าพุทต์ที่ขา 8 เป็น 0 ซึ่งวงจรนี้จะถูกนำไปใช้ในการตรวจจับสัญญาณ Dialing Tone,Busy Tone หรือ Ringback Tone




*รูปที่ 10 แสดงภาคตรวจจับความถี่ 400Hz ± 10%*




*รูปที่ 11 แสดงภาคผลิตความถี่*

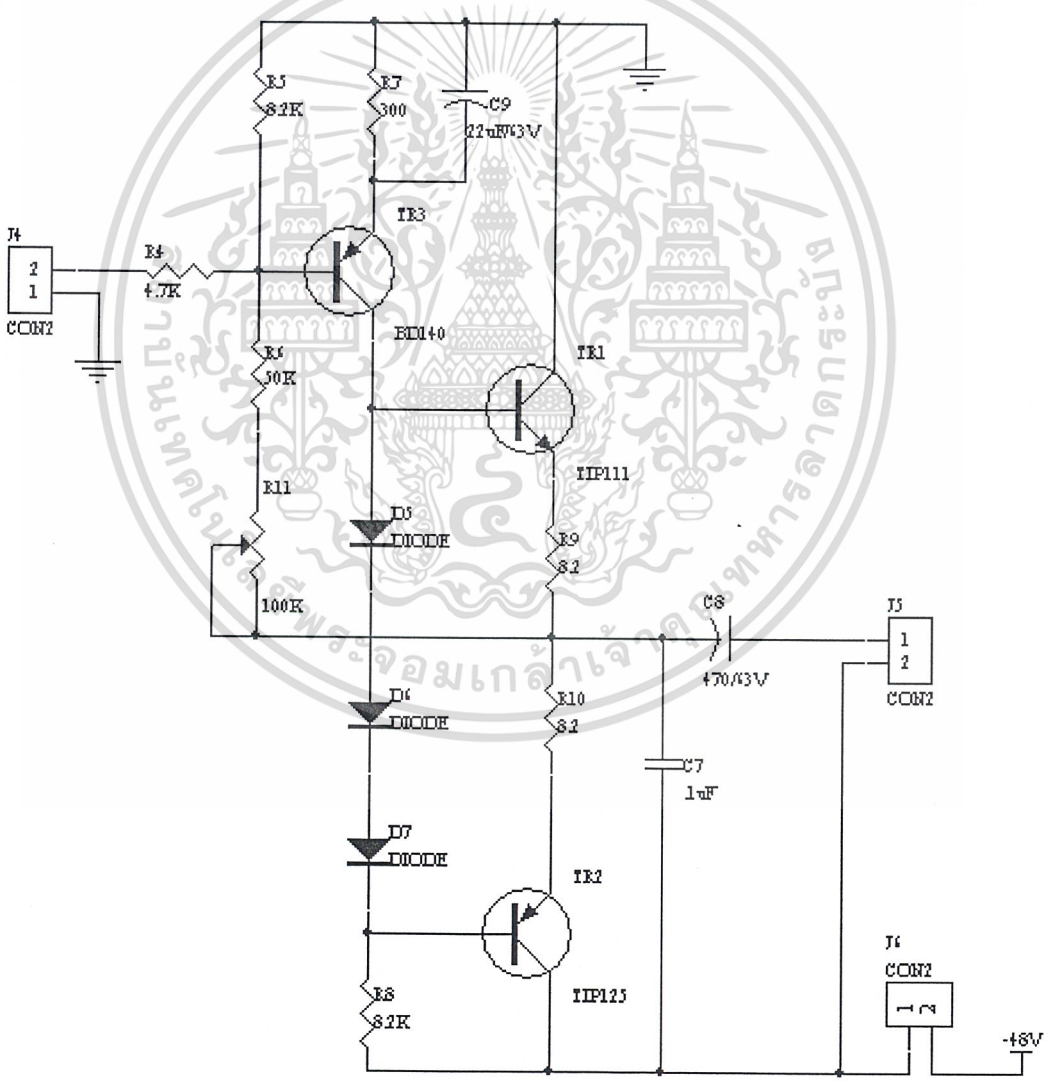
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.8. ภาคผลิตความถี่

ประกอบด้วยชุดผลิตความถี่ 20 Hz และชุดผลิตความถี่ 400 Hz โดยชุดผลิตความถี่ 20 Hz จะใช้ในการผลิตสัญญาณซายน์ความถี่ 20 Hz เพื่อนำไปสร้างสัญญาณ Ringing Signal ส่วนชุดผลิตความถี่ 400 Hz จะใช้ในการผลิตความถี่ 400 Hz เพื่อใช้สร้างสัญญาณ Ringback Tone และใช้สร้างสัญญาณ Busy Tone เพื่อนำไปใช้งานกับภาคติดต่อคู่สายภายใน

### 2.5.9. ภาคขยายสัญญาณ Ringing Signal

ทำหน้าที่ขยายสัญญาณซายน์ที่ส่งมาจากภาค Analog Cross Switch ให้เป็นสัญญาณซายน์ขนาด 90 VRMS เพื่อนำไปใช้ในภาคติดต่อกับคู่สายภายใน โดยสัญญาณซายน์ที่ส่งมาจะมีอัตราการติดดับตามแบบของสัญญาณ Ringing Signal มาตรฐานด้วย

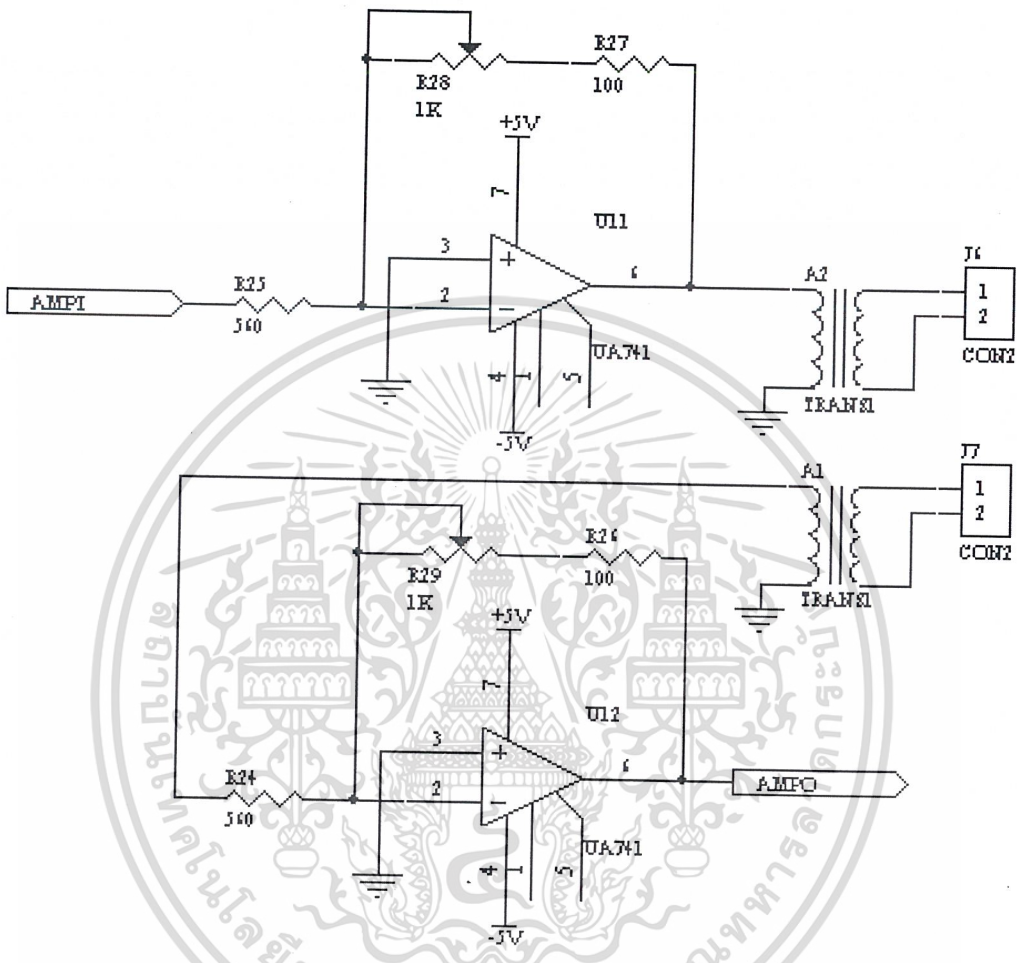



*รูปที่ 12 แสดงภาคขยายสัญญาณ Ringing Signal*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.10. ภาคขยายสัญญาณเสียง

ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงที่ได้จากระบบโทรศัพท์ให้มีระดับแรงดันที่เหมาะสมก่อนส่งไปให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงจากไมโครคอมพิวเตอร์ให้มีระดับแรงดันที่เหมาะสมเพื่อส่งไปเข้าระบบโทรศัพท์




*รูปที่ 13 แสดงภาคขยายสัญญาณเสียง*

### 2.5.11. ภาคประมวลผลและควบคุม

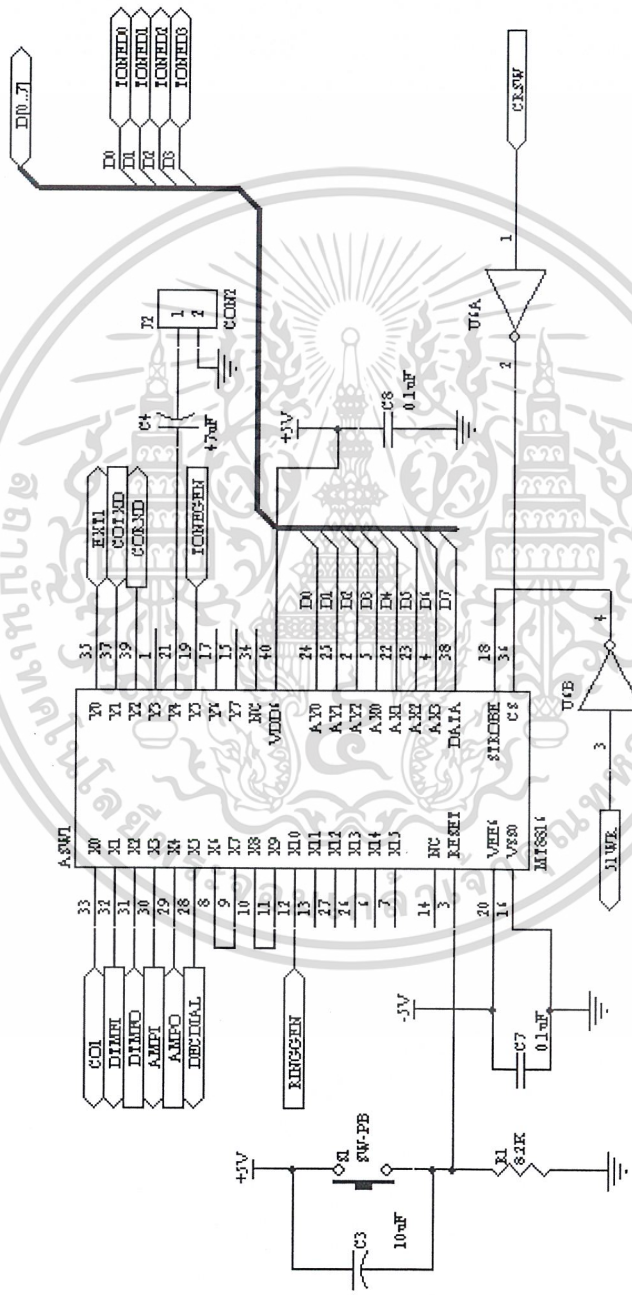
จากรูปวงจรจะมีส่วนประกอบหลักคือไอซี 89C51 และชุด Decode Address โดยมีหน้าที่รับสัญญาณจากภาคอื่นๆเข้ามาประมวลผลได้แก่การตรวจจับสัญญาณ Ringing Signal ,การตรวจจับการยกหู-วางหูของเครื่องคู่สายภายใน ,การตรวจจับสัญญาณ Ground Start Signalling ,การอ่านค่าที่ได้จากการวิเคราะห์สัญญาณ DTMF ที่ส่งเข้ามา ,การตรวจจับสัญญาณซายน์ความถี่ 400 Hz เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าเป็นสัญญาณ Dialing Tone หรือสัญญาณ Busy Tone หรือสัญญาณ Ring back Tone และการรับคำสั่งจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มาประมวลผล และส่งสัญญาณควบคุมไปยังภาคต่างๆ ได้แก่การควบคุมการยกหูเพื่อการโทรออกหรือเพื่อตอบรับการโทรเข้าจากชุมสาย, การควบคุมการส่งสัญญาณ Ringing Signal ไปให้เครื่องคู่สายภายใน ,การกำหนดหมายเลขสัญญาณ DTMF ที่จะส่งออก ,การควบคุมการตัดต่อของชุด Analog Cross Switch , การตั้งค่าการทำงานเริ่มต้นของชุดรับ/ส่งสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

J1
CON12
HKLED
MAJG
MAXV
IGDET
RLDET
RVDET
FLDET
RGDET
LCTR
BCTR
GCTR
IOWHRQ
DMADET
RWCON
HRDET
U1
8051
P10
P11
P12
P13
P14
P15
P16
P17
INT1
INT0
T1
T0
EA/VP
X1
X2
RESET
RD
WR
P00
P01
P02
P03
P04
P05
P06
P07
P20
P21
P22
P23
P24
P25
P26
P27
RXD
TXD
ALE/P
PSEN
GND
VCC
51RXD
51TXD
51RD
51WR
U2
74LS373
D[0..7]
OE
LE
REGSEL
U3A
U3B
U3C
7432
U4
74LS138
74LS30
CRSW
DECDIMF
C1
30pF/16v
C2
30pF/16v
X1
11.059MHz
C3
10uF
S1
SW-PB
R1
8.2K
C5
0.1uF
C6
0.1uF
+5V

### 2.5.12. ชุด Analog Cross Switch

มีส่วนประกอบหลักคือไอซี MT8816 ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงชนิดต่างของแต่ละภาคเข้าด้วยกัน โดยมีลักษณะเป็น Cross Switch ของช่องสัญญาณฝั่ง X จำนวน 16 ช่อง และช่องสัญญาณฝั่ง Y จำนวน 8 ช่องกล่าวคือสัญญาณเสียงฝั่ง X 1 ช่องสามารถเลือกเชื่อมต่อกับสัญญาณเสียงฝั่ง Y ได้หลายๆช่อง ทำให้เราสามารถเชื่อมต่อสัญญาณเสียงที่มาจากภาคหนึ่งเข้ากับอีกหลายๆภาคได้ โดยในวงจรนี้ได้กำหนดแอดเดรสสำหรับใช้ควบคุมการตัดต่อของ Cross Switch ไว้ที่แอดเดรส 0FF0h

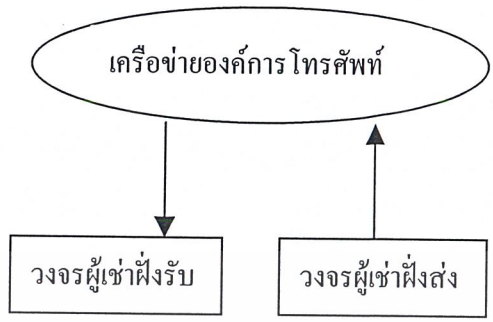



*รูปที่ 15 แสดงชุด Analog Cross Switch*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6. โปรโตคอลพื้นฐานที่ใช้ในการสื่อสารระบบโทรศัพท์

### 2.6.1. การตอบรับของวงจรผู้เช่าฝั่งรับ




*รูปที่ 16 การตอบรับของวงจรผู้เช่าฝั่งรับ*

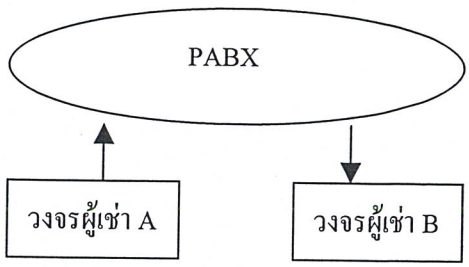
เมื่อมีการโทรเข้า จะมีสัญญาณ Ringing Signal ส่งเข้ามาตามคู่สายโทรศัพท์ วงจรโทรศัพท์จะส่งสัญญาณเสียงกระดิ่งให้ผู้ใช้ได้ยิน เมื่อผู้ใช้ได้ยินก็จะยกหูโทรศัพท์และฝั่งองค์การโทรศัพท์จะตรวจพบการยกหูและจะหยุดส่งสัญญาณ Ringing Signal และทำการเชื่อมต่อวงจรผู้เช่าทั้งสองฝั่งเข้าด้วยกัน ผู้เช่าทั้งสองฝั่งทำการสนทนากัน และถ้าผู้เช่าฝั่งส่งวางหู องค์การโทรศัพท์จะทราบว่าผู้เช่าฝั่งส่งวางหู และจะส่งสัญญาณ Busy Tone ให้ผู้เช่าฝั่งรับ หรือในทางกลับกันจะส่งสัญญาณ Busy Tone ให้ผู้เช่าฝั่งส่งแทน

### 2.6.2. การโทรออกของวงจรผู้เช่าฝั่งส่ง

เมื่อผู้เช่าฝั่งส่งต้องการโทรออก ผู้เช่าฝั่งส่งจะยกหูและรอฟังสัญญาณ ถ้าได้รับสัญญาณ Busy Tone ผู้เช่าฝั่งส่งจะต้องวางหูและรอระยะเวลาสักพักหนึ่งจึงเริ่มการโทรออกใหม่อีกครั้ง แต่ถ้าได้รับสัญญาณ Dialing Tone ผู้เช่าฝั่งส่งจะเริ่มการ Dialing นั่นคือส่งสัญญาณหมายเลขที่ต้องการติดต่อไปให้องค์การโทรศัพท์ จากนั้นผู้เช่าฝั่งส่งจะฟังสัญญาณ ถ้าได้รับสัญญาณ Busy Tone แสดงว่าผู้เช่าฝั่งรับสายไม่ว่าง ผู้เช่าฝั่งส่งจะต้องวางหูและรอระยะเวลาสักพักหนึ่งจึงจะเริ่มการโทรออกใหม่อีกครั้ง แต่ถ้าได้รับสัญญาณ Ring back Tone ผู้เช่าฝั่งส่งจะรอจนสัญญาณ Ring back Tone เงียบลง ซึ่งหมายถึงองค์การโทรศัพท์ได้เชื่อมต่อวงจรผู้เช่าทั้งสองฝั่งเข้าด้วยกันแล้ว และผู้เช่าทั้งสองฝั่งสามารถทำการสนทนากันได้ แต่ถ้าสัญญาณ Ring back Tone เปลี่ยนเป็นสัญญาณ Busy Tone นั่นแสดงว่าสายหลุดและผู้เช่าฝั่งส่งจะต้องวางหูและรอเวลาสักพักหนึ่งจึงเริ่มการโทรออกใหม่อีกครั้ง และเมื่อผู้เช่าทั้งสองฝั่งสนทนากันเสร็จแล้ว นั่นคือมีผู้เช่าฝั่งหนึ่งวางหูลงก็จะทำให้ผู้เช่าอีกฝั่งหนึ่งได้รับสัญญาณ Busy Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.3. การทำงานในลักษณะของ PABX




*รูปที่ 17 การทำงานในลักษณะของ PABX*

เมื่อ A ต้องการโทรศัพท์ไปหา B

1. *ฝั่ง A ยกหู*
2. *PABX ตรวจพบฝั่ง A ยกหู*
3. *PABX ป้อนสัญญาณ Dialing Tone ให้ฝั่ง A พร้อมกับจับเวลา 20 วินาที และฟังสัญญาณ Dialing*
4. *ฝั่ง A เริ่ม Dialing*
5. *ถ้าเป็นเลข 9 PABX จะต่อสายนอกให้ถ้าเป็นเลขภายในเช่นเป็นหมายเลขของ B PABX จะตรวจสอบว่า B นั้นยกหูอยู่หรือไม่ถ้าวางหูอยู่ PABX จะส่งสัญญาณ Ringing Signal ไปให้วงจรผู้เช่า B และส่ง Ringback Tone ให้วงจรผู้เช่า A แต่ถ้ายกหูอยู่ PABX จะส่งสัญญาณ Busy Tone ให้วงจรผู้เช่า A*
6. *ถ้าฝั่ง A ยังยกหูอยู่ และฝั่ง B ทำการยกหูตอบ PABX จึงเชื่อมวงจรทั้งสองเข้าด้วยกัน*
7. *ถ้าฝั่ง A วางหู PABX จะตรวจสอบว่า A เชื่อมต่อกับวงจรใดอยู่ จากนั้น PABX จะป้อนสัญญาณ Busy Tone ให้คู่สายดังกล่าว*

## 2.7. สัญญาณต่าง ๆ บนสล็อตของ IBM / PC

ภายใน IBM/PC ไม่มีการออกแบบให้สามารถที่จะเพิ่มเติมวงจรอินเทอร์เฟสเข้าไปในภายหลังได้ โดยผ่านทางสล็อตที่อยู่บนเมนบอร์ด (MAIN BOARD) สำหรับสล็อตบนเมนบอร์ดจะมีจำนวนขาทั้งสิ้น 62 ขา แบ่งออกเป็น 2 ข้าง ๆ ละ 31 ขา ส่วนการเรียกตำแหน่งขาของสล็อตจะขึ้นอยู่กับว่าขานั้นอยู่ข้างใด (ซ้ายหรือขวา) ของสล็อตโดยที่ขาที่อยู่ทางด้านซ้ายของสล็อตจะเรียกใช้โดยมีตัวอักษร “B” นำหน้าเลขตำแหน่งของขา เช่น ขา B16 ก็คือขาทางดานซ้ายของสล็อตจะเรียกโดยใช้อักษร “A” นำหน้าเลขตำแหน่งของขา เช่น ขา A24 คือขาทางด้านขวาของสล็อตขาที่ 24 (นับจากทางด้านท้ายของเครื่อง)

แต่ขาของสล็อตเหล่านี้จะเชื่อมต่อกับเส้นของสัญญาณต่าง ๆ บนเมนบอร์ด ทำให้การสร้างวงจรอินเทอร์เฟสกับ IBM สามารถทำได้โดยสะดวก ซึ่งเส้นสัญญาณที่เชื่อมต่อกับขาของสล็อตเหล่านี้จะประกอบด้วยเส้นสัญญาณของบัสแอดเดรส บัสข้อมูล บัสควบคุมสำหรับการเขียน อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ หรือพอร์ท I/O เส้นสัญญาณสำหรับการขออินเทอร์รัพท์ของวงจรอินเทอร์เฟส เส้นสัญญาณสำหรับการขอ DMA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณฐานเวลา ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบ เส้นสัญญาณแสดงการรีเฟรสหน่วยความจำ และสัญญาณสำหรับการตรวจสอบความผิดพลาด

นอกจากเส้นสัญญาณเหล่านี้แล้ว สล็อตบนเมนบอร์ดยังเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบอีกด้วย คือ +5Vdc , -5Vdc, +12Vdc , -12Vdc

## 2.7.1. รายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณต่าง ๆ

### 2.7.1.1. A0-A19

ขาสัญญาณนี้ทั้ง 20 ขา เป็นเอ้าท์พุท ใช้สำหรับกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ I/O ที่ 8088 โดยที่สัญญาณ AO จะมีนัยสำคัญต่ำสุด และ A19 จะมีนัยสำคัญสูงสุด สำหรับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรส A0-A19 นี้จะถูกกำหนดโดย 8088 ในระหว่างขบวนการอ่าน เขียนข้อมูลในหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ I/O แต่ใน 8088 ในช่วงของขบวนการ DMA นั้น DMA-Controller จะเป็นผู้กำหนดค่าแอดเดรสบนยัสแอดเดรสเอง จะเห็นได้ว่าจำนวนเส้นแอดเดรสนี้จะมีอยู่ 20 เส้น ซึ่งสามารถอ้างแอดเดรสของหน่วยความจำได้ถึง 1 Mbyte แต่อย่างไรก็ตามจะมีแอดเดรสบางแอดเดรสที่ถูกใช้งานโดย IBM/PC อยู่ก่อนแล้ว คือ แอดเดรสของหน่วยความจำ RAM บนเมนบอร์ดที่ถูกใช้โดยระบบ จำนวน 64 Byte ซึ่งจะถูกจัดในช่วงของแอดเดรสบนสุดใน 1 Mbyte คือ OFCOOH จนถึง OFFFFFH

สำหรับการอ้างแอดเดรสของพอร์ท I/O นั้นจะใช้เส้นแอดเดรสของพอร์ทเพียง 10 เส้น คือจาก A0-A9 และค่าแอดเดรสที่ใช้งานจะต้องอยู่ในช่วง 0200H จนถึง 03FFH เท่านั้น

### 2.7.1.2. D0 – D7 (Data Bus : A9-A2)

ขาสัญญาณนี้จะเป็นแบบ Bi-Directional ซึ่งต่อกับบัสข้อมูลของระบบเพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างพอร์ท I/O กับ IBM/PC โดยบิท DO จะมีนัยสำคัญต่ำที่สุด และบิท D7 จะมีนัยสำคัญสูงสุด สำหรับในบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลที่สร้างขึ้นโดย 8088 นั้น ข้อมูลจะถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูล ก่อนที่สัญญาณ IOW (ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลให้กับพอร์ท) หรือ MEMW (ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลให้กับหน่วยความจำ) จะเปลี่ยนจากลอจิก “0” เป็นลอจิก “1” (ขอบขาขึ้น) โดยทั่วไปขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOW หรือ MEMW นี้จะถูกใช้เพื่อสั่งให้พอร์ท I/O หรือหน่วยความจำที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้นรับข้อมูลไปเก็บไว้ สำหรับในบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลที่สร้างขึ้นโดย 8088 นั้น พอร์ท I/O หน่วยความจำที่ถูกอ้างถึงจะต้องส่งข้อมุลออกมาบนบัสข้อมูล ก่อนที่สัญญาณ IOR หรือ MWMW จะเปลี่ยนจากลอจิก “0” เป็นลอจิก “1”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.3. ALE (Address Latch Enable : B28)

ขาสัญญาณนี้เป็นสัญญาณเอาท์พุทที่ 8288 Bus Controller สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับแสดงการเริ่มต้นของบัสไซเคิลและแสดงให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่าแอดเดรส 8088 ต้องการจะติดต่อด้วยนั้น ถูกส่งออกมาบนบัสแอดเดรสแล้ว โดยที่สัญญาณ ALE นี้จะเปลี่ยนจากลอจิก "1" เป็น " 0" เมื่อค่าแอดเดรสที่ถูกต้องถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นขอบขาลงสัญญาณ ALE นี้จะถูกใชในการแลทซ์ค่าแอดเดรสจากบัสแอดเดรส/ข้อมูล ออกจากกันได้ อย่างไรก็ตามสัญญาณ ALE จะแอคทีฟเฉพาะในบัสไซเคิลที่สร้างขึ้นโดย 8088 เท่านั้น โดยจะไม่แอคทีฟในระหว่างขบวนการ DMA

2.7.1.4. IOR (I/O Read : B14)

ขาสัญญาณนี้เป็นเอ้าท์พุทแอคทีฟที่ลอจิก "0" ที่สร้างขึ้นโดย 8288 Bus Controller เพื่อใช้ในการแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นนี้ เป็นบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากพอร์ท I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้นส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลจะต้องถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูลก่อนขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOR ประมาณ 30 Nanosec. เพื่อให้มั่นใจว่า 8088 สามารถรับข้อมูลได้ถูกต้อง สำหรับในขบวนการ DMA 8237A-5 DMA Controller จะทำการสร้างสัญญาณ IOR เอง โดยที่ค่าแอดเดรสที่อยู่บนบัสแอดเดรสจะเป็นค่าแอดเดรสของหน่วยความจำ ที่พอร์ท I/O ที่ขอ DMA ต้องการจะนำข้อมูลไปเก็บ การที่พอร์ทใดจะส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูลนั้นจะอาศัยสัญญาณ DACK จาก DMA Controller เป็นตัวกำหนด เช่น กรณีที่สัญญาณ DACK 1 แอคทีฟก็จะแสดงว่าพอร์ท I/O ที่จะต้องส่งข้อมูลก็คือพอร์ท I/O ที่ขอ DMA ผ่านทางแชนแนลที่ 1 (DRQ 1) เป็นต้น

2.7.1.5. IOW (I/O Write : B13)

ขานี้เป็นเอ้าท์พุทแอคทีฟที่ลอจิก "0" ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดย 8288 Bus Controller เพื่อใช้แสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นเป็นบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ท I/O เพื่อให้พอร์ท I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสนั้นรับข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลไปเก็บไว้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากในช่วงเวลาที่สัญญาณ IOW นี้แอคทีฟ (ลอจิก "0") ข้อมูลบนบัสข้อมูลยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการออกแบบจึงควรใช้ขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOW แทนขอบขาลงในการทำให้พอร์ท I/O ที่เกี่ยวข้องรับข้อมูลไปเก็บไว้ เพื่อให้ข้อมูลบนบัสข้อมูลสมบูรณ์เสียก่อน สำหรับในขบวนการ DMA-Controller ทำการสร้างสัญญาณ IOW เองโดยที่ค่าแอดเดรสที่อยู่บนบัสแอดเดรสจะเป็นค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่พอร์ท I/O ที่ขอ DMA ต้องการจะอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.6. MEMW (Memory Write : B11)

ขานี้เป็นเอาท์พุทที่ลอจิก "0" ซึ่ง 8288 Bus Controller สร้างขึ้นในระหว่างบัสไซเคิลในการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำของ 8088 สัญญาณ MEMW นี้จะถูกส่งออกมาเพื่อให้หน่วยความจำที่แอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสนั้น ทำการรับข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลไปเก็บไว้ โดยทั่วไปหน่วยความจำจะรับข้อมูลในช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณ MEMW

สำหรับในระหว่างขบวนการ DMA นั้น 8237A-5 DMA-Controller จะทำการควบคุมบัสต่าง ๆ ของระบบแทน 8088 และสัญญาณ MEMW จะถูกใช้ในบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ (ข้อมูลถูกส่งจากอุปกรณ์ I/O ไปให้กับหน่วยความจำ)

2.7.1.7. MEMR (Memory Read : B12)

ขานี้เป็นเอาท์พุทจาก 8288 ซึ่งสัญญาณนี้จะแอคทีฟ (ลอจิก "0") ในระหว่างบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของ 8088 เพื่อให้หน่วยความจำที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น ทำการส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล โดยหน่วยความจำนั้นจะต้องส่งข้อมูลออกมาในช่วงเวลา 30 nanosec. ก่อนที่สัญญาณ MEMW จะกลับเป็นลอจิก "1" ทั้งนี้เพื่อให้ 8088 ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง

ในระหว่างขบวนการ DMA-Controller จะควบคุมบัสต่าง ๆ ของระบบแทน 8088 และสัญญาณ MEMR จะถูกใช้ในบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ (ข้อมูลถูกส่งจากหน่วยความจำไปให้กับอุปกรณ์ I/O)

2.7.1.8. AEN (Address Enable : A11)

สัญญาณนี้เป็นเอาท์พุทที่ใช้ในการแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สัญญาณ AEN แอคทีฟ (ลอจิก "1" ) นั้น เป็นบัสไซเคิลของขบวนการ DMA

สำหรับบนเมนบอร์ดของ IBM/PC นั้น จะใช้สัญญาณนี้ในการดิสเอเบิล (Disable) 8288 Bus Controller และจะใช้ดิสเอเบิลพอร์ท I/O ต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับขบวนการ DMA ที่เกิดขึ้นนี้ ที่จำเป็นต้องทำเช่นนี้ก็เพราะในระหว่างขบวนการ DMA นั้น 8237A-5 จะส่งแอดเดรสของหน่วยความจำออกมาบนบัสแอดเดรส และจะทำให้สัญญาณ IOR หรือ IOW แอคทีฟด้วย ดังนั้นถ้าไม่ทำการดิสเอเบิลพอร์ท I/O ที่ไม่เกี่ยวข้องไว้ก็อาจจะทำให้พอร์ท I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรส (ซึ่งเป็นแอดเดรสของหน่วยความจำ) นั้น ทำการอ่านหรือส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูลทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8. การติดต่อสื่อสารระหว่าง Telephone Service กับเครื่อง PC

การติดต่อสื่อสารระหว่าง Telephone Service กับเครื่อง PC จะกระทำผ่าน Port อนุกรม Rs232 โดยได้กำหนดรูปแบบการติดต่อให้อยู่ในรูป Packgate check sum โดยมีรูปแบบดังนี้

: XXYY = 1 Packgate

: = อักขระนำใช้ในการเข้าจังหวะการติดต่อ

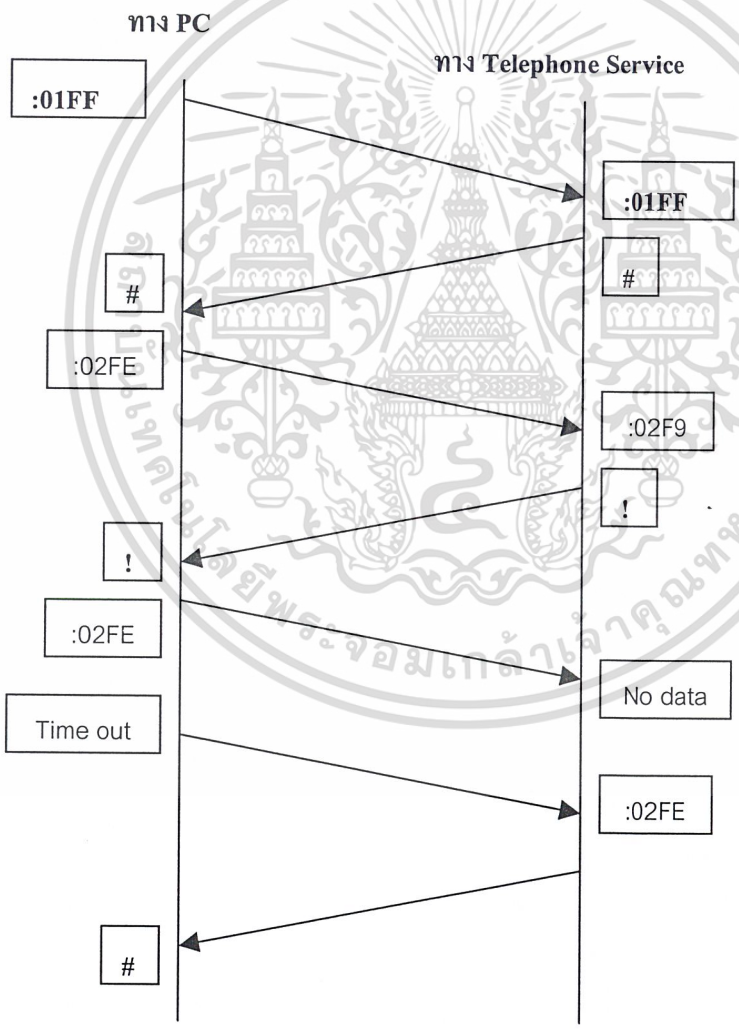
XX = ข้อมูลจำนวน 1 ไบต์ที่จะทำการส่ง

YY = ค่า check sum ของข้อมูล

**อักขระพิเศษที่ใช้ในการควบคุม**

# = อักขระตอบรับเพื่อแสดงว่าข้อมูลที่ได้รับนั้นถูกต้อง

! = อักขระตอบรับเพื่อแสดงว่าข้อมูลที่ได้รับนั้นผิดพลาดให้ทำการส่งไปใหม่




*รูปที่ 18 แสดงการส่งข้อมูลระหว่าง Telephone Service กับเครื่อง PC*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปเริ่มจากทาง PC ต้องการส่ง 01 ไปยัง Telephone Service PC จะทำการส่ง " : " เป็นอักขระนำ จากนั้นจะตามด้วยข้อมูล (01) จากนั้นจะทำการ 2 Complement ได้ FF ทำให้ได้ข้อมูล 1 Packgate ส่งไปยัง Telephone Service ถ้า ข้อมูลถูกต้อง ก็จะตอบ ACK (#) กลับมา ต่อมาเมื่อ PC ส่ง Packaget :02FE แต่ข้อมูลที่ TS ได้รับเป็น :02F9 ซึ่งเมื่อนำไป Checksum แล้วผิดพลาดจึงส่ง NAK (!) ไปยัง PC เมื่อ PC ได้รับแล้วก็จะรู้ว่าข้อมูลนั้นเกิดผิดพลาดขึ้น PC จะทำการส่งข้อมูลซ้ำใหม่อีกรอบจนกว่า TS จะตอบ ACK (#) กลับมา แต่ถ้า TS ไม่ตอบอะไรกลับมาเลยจนหมดช่วงเวลา Time Out PC จะส่งข้อมูลซ้ำไปอีกรอบจนกว่าทาง TS จะได้รับ

## 2.9. สรุป

เนื้อหาในบทนี้ ได้แสดงถึงแนวการออกออกแบบ วงจรทางด้าน ฮาร์ดแวร์ ในภาคต่างๆ ที่สำคัญของวงจรการทำงานของ Telephone Service ที่ได้ทำการออกแบบขึ้นมาจากการคำนวณตามทฤษฎี ซึ่งจะนำวงจรบางส่วนมาทดลองต่อไปในบทที่ 4 ซึ่งในบทนี้ มีทฤษฎีพื้นฐานที่น่าสนใจคือในส่วนของระบบสัญญาณพื้นฐานของระบบโทรศัพท์ ซึ่งเป็นหลังการแสดงสภาวะการโต้ตอบกันของระบบชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งเราต้องสามารถเข้าใจการทำงาน และ สภาวะต่างๆ ของสัญญาณโทรศัพท์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบการทำงานของระบบชุมสายและส่งสภาวะของ Telephone Service เพื่อแสดงสภาวะการทำงานไปยังคู่สายปลายทางที่ทำการติดต่อ

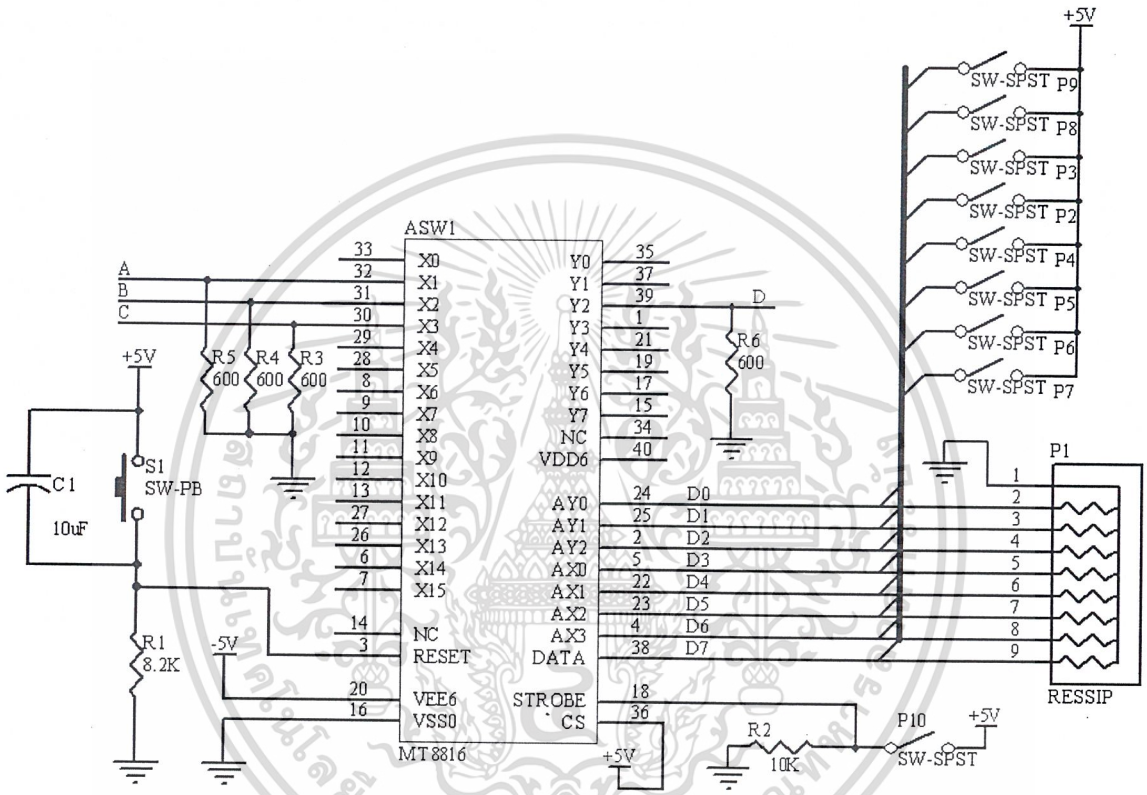
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3.

# ผลการทดลอง

## 3.1. การทดลองการทำงานของไอซี Analog cross switch

ใช้วงจรทดลองดังรูป




*รูปที่ 19 แสดงวงจรทดสอบไอซี MH8816*

### 3.1.1. การทดสอบระดับแรงดัน

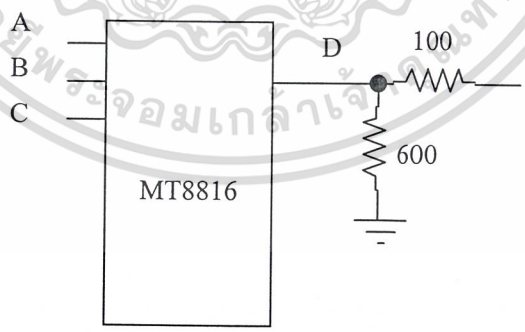
1. *ป้อนสัญญาณซายน์ความถี่ 500 HZ.ขนาด 4 Vp-p ที่ขา D*
2. *ป้อนข้อมูล = 1 0 0 0 1 0 1 0 ให้ชุด Analog cross switch (สั่งเชื่อมต่อ X1 กับ Y2)*
3. *กด Switch strobe ส่งข้อมูลซึ่งจะทำให้จุด A กับ D ต่อถึงกัน และมีสัญญาณซายน์ออกที่ขา A ขนาดประมาณ 4 Vp-p เช่นเดียวกัน และถ้าป้อนสัญญาณซายน์ที่จุด A ก็จะได้สัญญาณซายน์ออกที่จุด D ประมาณ 3.6 Vp-p*
4. *ป้อนข้อมูล = 1 0 0 1 0 0 1 0 ให้ชุด Analog cross switch (สั่งเชื่อมต่อ X2 กับ Y2)*
5. *กด Switch strobe ก็จะได้สัญญาณซายน์ที่จุด A ประมาณ 3.9 Vp-p ที่ B ประมาณ 3.6 Vp-p*
6. *ป้อนข้อมูล = 1 0 0 1 1 0 1 0 ให้ชุด Analog cross switch (สั่งเชื่อมต่อ X3 กับ Y2)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กด strobe และวัดได้สัญญาณซายน์ที่จุด A จะได้ประมาณ 3.8 Vp-p ที่จุด B ประมาณ 3Vp-p ที่จุด C ประมาณ 3.4 Vp-p ที่จุด D ประมาณ 3.8 Vp-p
8. ป้อนข้อมูล = 0 0 0 0 1 0 1 0 ให้ชุด Analog cross switch (ตัดการเชื่อมต่อ X1 กับ Y2) กด strobe และวัดสัญญาณที่จุด A จะได้ประมาณ 0 Vp-p ที่จุด B ประมาณ 3.4 Vp-p ที่จุด C ประมาณ 3.4 Vp-p
9. ป้อนข้อมูล = 0 0 0 1 0 0 1 0 ให้ชุด Analog cross switch (ตัดการเชื่อมต่อ X2 กับ Y2)
10. กด strobe และวัดสัญญาณที่จุด A จะได้ประมาณ 0 Vp-p ที่จุด B ประมาณ 0 Vp-p ที่จุด C ประมาณ 3.5 Vp-p
11. เปลี่ยนการป้อนสัญญาณซายน์จากจุด D ไปป้อนที่จุด C
12. ที่ขา D จะวัดได้สัญญาณซายน์ประมาณ 3.6 Vp-p
13. ป้อนข้อมูล = 1 0 0 1 0 0 1 0 ให้ชุด Analog cross switch (สั่งเชื่อมต่อ X2 กับ Y2)
14. กด strobe และวัดสัญญาณที่จุด B จะได้ประมาณ 3 Vp-p ที่จุด C วัดได้ประมาณ 4 Vp-p ที่จุด D วัดได้ประมาณ 3.3 Vp-p
15. ป้อนข้อมูล = 0 0 0 1 0 0 1 0 ให้ชุด Analog cross switch (สั่งตัดการเชื่อมต่อ X2 กับ Y2)
16. กด strobe และวัดสัญญาณที่จุด C จะได้ 4 Vp-p ที่จุด D วัดได้ 3.6 Vp-p
17. ป้อนข้อมูล = 1 0 0 0 1 0 1 0 ให้ชุด Analog cross switch (สั่งเชื่อมต่อ X1 กับ Y2)
18. กด strobe และวัดสัญญาณที่จุด A จะวัดได้ 3.6 Vp-p ที่ D วัดได้ 3.6 Vp-p ที่ C วัดได้ 4 Vp-p

### 3.1.2. ทดสอบทางด้านกระแส

เพิ่มตัวต้านทานที่จุด D ค่า 100 โอห์มดังรูป



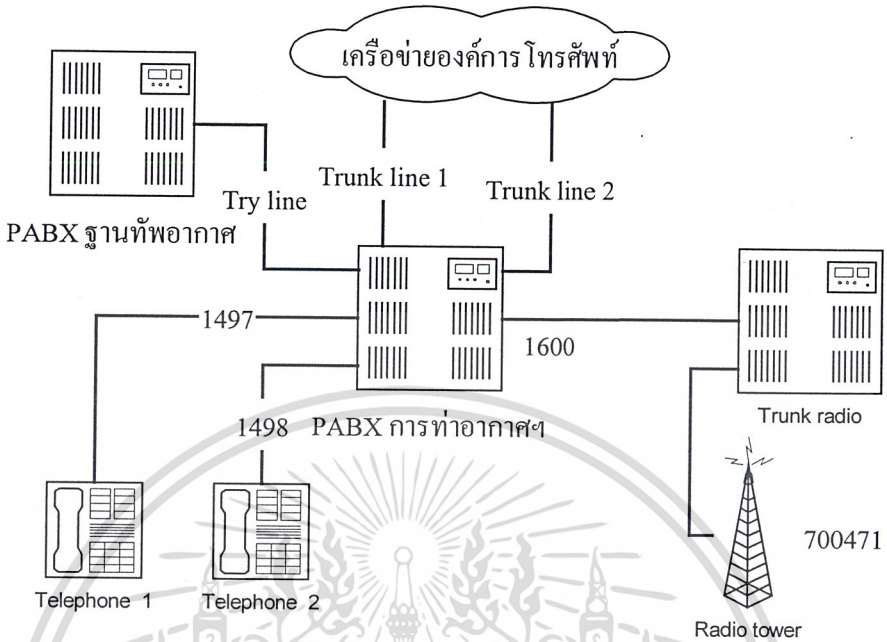

*รูปที่ 20 แสดงวงจรทดสอบไอซีเพิ่มเติม*

จากการทดลองพบว่า เมื่อต่อ A เข้ากับ D จะมีแรงดันตกคร่อม R 100 โอห์ม 0.6 V และเมื่อเพิ่มการเชื่อมต่อ B เข้ากับ D ก็จะมีแรงดันตกคร่อมเพิ่มขึ้นเป็น 1 V และเมื่อเพิ่มการเชื่อมต่อ C กับ D ก็จะมีแรงดันตกคร่อมเพิ่มขึ้นอีกเป็น 1.4 V คือมีกระแสไหลเพิ่ม 4 mA ต่อ 1 Contact นั่นคือแต่ละ Contact มีความต้านทานภายในประมาณ 1 K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2. การนำวงจร Telephone service ไปใช้แก้ปัญหาการฝากสายของการท่าอากาศฯ

### 3.2.1. ปัญหาการฝากสายของการท่าอากาศยานกรุงเทพ




*รูปที่ 21 แสดงการเชื่อมระหว่าง PABX กับ Trunk radioและชุมสายองค์การฯ*

#### 3.2.1.1. การฝากสายที่หมายเลข 1498 แบบที่ 1

สมมติว่า จุดประสงค์ของการฝากสายแบบแรกนี้ คือการเปลี่ยนเส้นทางการติดต่อไปออกที่ TRUNK RADIO หมายเลข 700471 จะมีขั้นตอนการฝากสายดังนี้

1. *ยกหูที่เครื่อง.1498 แล้วรอสัญญาณ dialing*
2. *กดรหัสฝากสายใน*
3. *กดเลขหมายสายใน เช่น 1600 ## 700471*
4. *วางหูเสร็จสิ้นการฝากสาย*

**หมายเหตุ** การฝากสายลักษณะนี้ BABX จะไม่บันทึกเครื่องหมาย ## และ ตัวเลข 700471 ไว้ด้วย ดังนั้นการฝากสายแบบนี้จึงทำไม่ได้

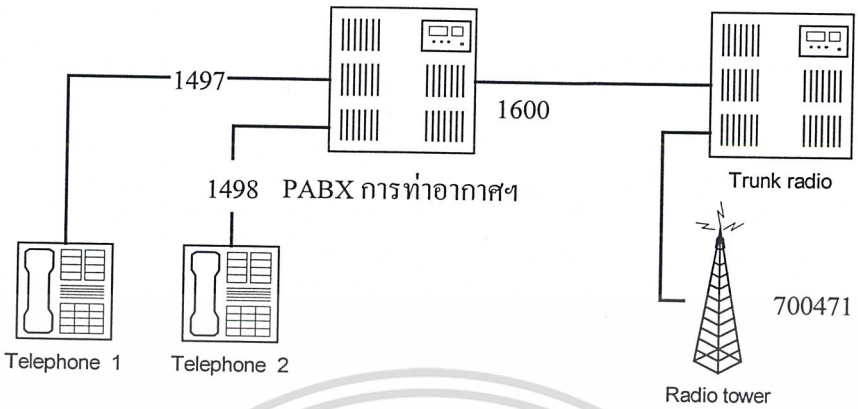
#### 3.2.1.2. การฝากสายที่หมายเลข 1498 แบบที่ 2

1. *ยกหูที่เครื่อง 1498 แล้วรอสัญญาณ dialing*
2. *กดรหัสฝากสายนอก(สำหรับโทรออก TRUNK LINE 1)*
3. *บันทึกหมายเลขสายนอก เช่น 700471 (อาจมีเครื่องหมาย # นำหน้า)*
4. *วางหูเสร็จสิ้นการฝากสาย*

**หมายเหตุ** ที่ PABX จะต้องแก้ไขการโทรไป TRUNK LINE1 ให้โทรไปที่ช่อง 1600 แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3. ปัญหาการฝากสายแบบแรก




*รูปที่ 22 แสดงปัญหาการฝากสายแบบที่ 1*

เมื่อเครื่องหมายเลข 1497 ต้องการโทรไปหาเครื่องหมายเลข 1498 โดยเครื่อง 1498 ใช้วิธีการฝากสายแบบแรกไปยังเครื่องหมายเลข 700471 เอาไว้แล้วจะมีขั้นตอนดังนี้

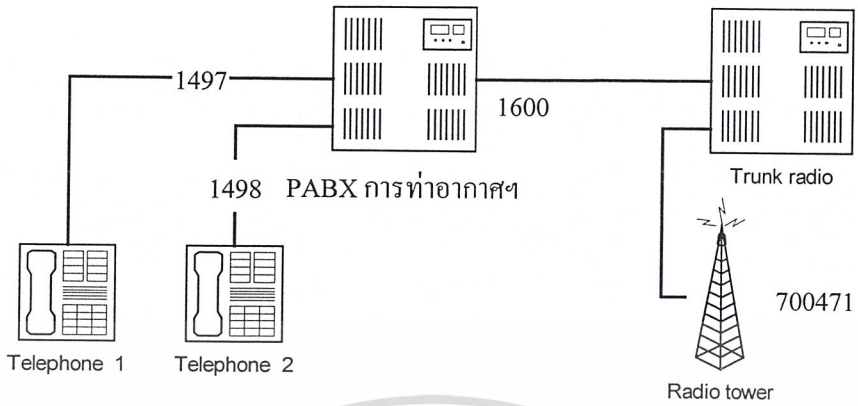
1. *เครื่องหมายเลข 1497 ยกหู และรอสัญญาณ dialing*
2. *กดเลขหมายภายในคือ 1498*
3. *PABX ตรวจพบการโทรไปหาเลข 1498 ก็จะแทนค่าตัวเลขไปที่ 1600*
4. *สัญญาณ Ring จะดังขึ้นที่ช่อง 1600 แทนที่จะดังที่เครื่อง 1498 ขณะเดียวกัน ที่เครื่อง 1497 จะได้รับสัญญาณ Ring Back*
5. *TRUNK RADIO ตรวจพบสัญญาณ Ring 2 ครั้ง*
6. *TRUNK RADIO ยกหู (ทำลูปไปหา PABX)*
7. *PABX ไม่ได้เก็บเครื่องหมาย ## และเลข 700471 เอาไว้ ดังนั้น PABX จึงไม่สามารถส่งเลขเหล่านี้ไปให้ TRUNK RADIO ได้*

   **หมายเหตุ** ถึงแม้ PABX จะเก็บเลข 1600 ## 700471 เอาไว้ได้ก็อาจมีปัญหาในอีก ดังนี้

   - เครื่องหมาย ## และตัวเลข 700471 ถูกส่งไปให้ TRUNK RADIO พร้อมกับสัญญาณ Ring และ TRUNK RADIO ไม่สามารถรับตัวเลขที่ส่งมาพร้อมกับสัญญาณ Ring ได้
   - เครื่องหมาย ## และตัวเลข 700471 ถูกส่งไปขณะเดียวกับที่ TRUNK RADIO ส่งเสียง Beep กลับมา ทำให้สัญญาณชนกันหรือขณะส่งเสียง Beep อยู่ TRUNK RADIO จะไม่รับตัวเลข
8. *ที่เครื่อง 1497 จะได้ยินเสียง Beep ที่ส่งมาจาก TRUNK RADIO*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1.4. ปัญหาการฝากสายแบบที่ 2




*รูปที่ 23 แสดงปัญหาการฝากสายแบบที่ 2*

เมื่อเครื่องหมายเลข 1497 ต้องการโทรไปหาเครื่องหมายเลข 1498 โดยเครื่อง 1498 ใช้วิธีการฝากสายแบบที่สองไปยังเครื่องหมายเลข 700471 เอาไว้แล้วจะมีขั้นตอนดังนี้

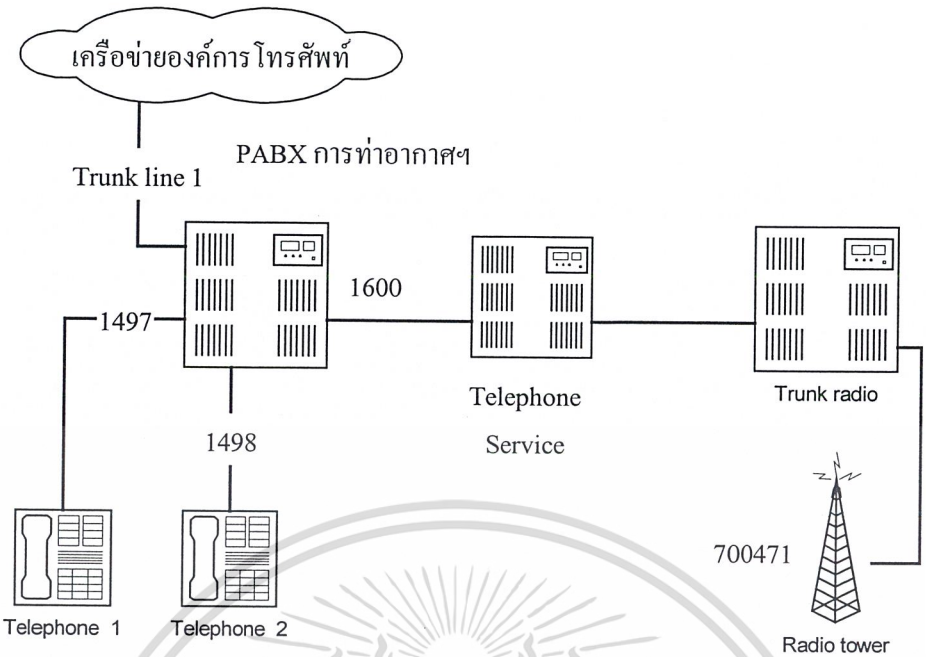
1. *เครื่องหมายเลข 1497 ยกหู และรอสัญญาณ dialing*
2. *กดเลขหมายภายในคือ 1498*
3. *PABX ตรวจพบการโทรไปหาเลข 1498 ก็จะต่อ TRUNK LINE 1 ให้โดย TRUNK LINE 1 จะถูกแทนด้วยช่อง 1600*
4. *PABX ทำ Ground Start Signalling เพื่อจะส่ง ## 700471 ออกไป*
5. *เนื่องจาก TRUNK RADIO ใช้ Ring Start Signalling เท่านั้น และไม่ตอบรับ Ground Start Signalling ที่ PABX ส่งมา ดังนั้น TRUNK RADIO จึงไม่สามารถรับเครื่องหมาย ## และเลข 700471 ที่ PABX จะส่งมาให้ได้*

### 3.2.1.5. การแก้ปัญหาการฝากสาย

เมื่อเครื่องหมายเลข 1497 ต้องการโทรไปหาเครื่องหมายเลข 1498 โดยเครื่อง 1498 ใช้วิธีการฝากสายแบบที่สองไปยังเครื่องหมายเลข 700471 เอาไว้แล้วมีขั้นตอนดังนี้

1. *เครื่องหมายเลข 1497 ยกหู และรอสัญญาณ dialing*
2. *กดเลขหมายภายในคือ 1498*
3. *PABX ตรวจพบการโทรไปหาเลข 1498 ก็จะต่อ TRUNK LINE 1 ให้แต่ TRUNK LINE 1 ถูกแทนด้วยช่อง 1600*
4. *PABX ทำ Ground Start Signaling ไปยังวงจร Telephone Service*
5. *วงจร Telephone Service ส่งสัญญาณ Ring ไปให้ TRUNK RADIO และเริ่มจับเวลา*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




*รูปที่ 24 แสดงการนำวงจร Telephone service ไปใช้แก้ปัญหาการฝากสาย*

6. *วงจร Telephone Service ตอบรับการทำ Ground Start Signalling และยกหูเพื่อทำการลูปกลับไปหา PABX พร้อมกับต่อวงจร decode ภายใน*
7. *PABX ส่ง ## 700471 ไปให้วงจร Telephone Service*
8. *วงจร Telephone Service รับตัวเลขครบ 6 ตัว*
9. *วงจร Telephone Service ส่ง Ring back tone หรือเสียงพูดให้รอ ไปที่ PABX และไปถึงเครื่อง 1497*
10. *วงจร Telephone Service รอจน TRUNK RADIO ยกหูและหมดเสียง Beep*
11. *วงจร Telephone Service ส่งตัวเลขให้ TRUNK RADIO*
12. *วงจร Telephone Service เชื่อมฝั่ง TRUNK RADIO เข้ากับฝั่ง PABX*
13. *วงจร Telephone Service รอจนกว่าฝั่ง TRUNK RADIO จะวางหูก็จะตัดสายและยกเลิกการทำ Ground Start Signalling ไปหา PABX และวางหู (หยุดทำลูปไปหา PABX)*
14. *หรือรอจนกว่าจะถูกยกเลิกการทำ Ground Start Signalling*
15. *รอจนกว่า TRUNK RADIO จะวางหู ถ้าไม่วางหูและมี Ground Start Signalling เข้ามาจะให้ busy tone ออกไป และไม่ยอมให้ 2 ฝั่งคุยกัน*
16. *ถ้าฝั่ง PABX วางหูก่อนให้ไปทำข้อ 14*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเครื่อง 700471 ของฝั่ง TRUNK RADIO ต้องการโทรไปหาฝั่ง PABX

1. *เครื่อง 700471 ยกหู และกดสัญญาณ โทรหา PABX และรอ dialing*
2. *วงจร Telephone Service ตรวจพบการยกหู (ลูป) จาก TRUNK RADIO*
3. *วงจร Telephone Service ทำ ground start ไปหา PABX*
4. *วงจร Telephone Service เชื่อม 2 ฝั่ง เข้าด้วยกัน*
5. *เครื่อง 700471 กดหมายเลขที่ต้องการติดต่อ*
6. *PABX ได้รับหมายเลข และให้ 2 ฝั่งสนทนากัน*

## 3.3. สรุป

ในบทนี้ได้ทำการทดลองวงจร Analog Cross Switch ซึ่งเป็นภาคการทำงานที่สำคัญใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณสภาวะต่างๆ รวมถึงสัญญาณเสียงต่าง ๆ ที่จะทำการส่งผ่านสายสัญญาณโทรศัพท์ ซึ่งจะมีผลต่ออิมพีแดนซ์ ของวงจรเป็นอย่างมาก ถ้าวงจรในส่วนนี้ไม่สามารถรักษาระดับอิมพีแดนซ์ให้คงที่ได้จะทำได้เกิดสัญญาณผิดเพียน และสัญญาณรบกวนตามมา จึงได้นำวงจรในส่วนมาทำการทดลอง โดยการเปลี่ยนระดับแรงดัน และกระแส ตลอดจน รูปคลื่นสัญญาณเสียง( ใช้สัญญาณ SineWave) ในการทดสอบคุณสมบัติการรักษาระดับอิมพีแดนซ์ ว่ามีคุณสมบัติเพียงพอที่จะนำมาใช้ในวงจรการทำงานจริงหรือไม่

ซึ่งในผลการทดลองนั้น วงจรที่ใช้มีการคงสภาพของอิมพีแดนซ์ค่อนข้างสูงมาก ซึ่งสามารถรองรับอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับ แรงดัน และ กระแส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ แล้วในบทนี้ได้ทำการทดลองการทำงาน ระบบ PABX ในการเชื่อมต่อ แบบ Ground Start ที่จะนำไปใช้ในการเชื่อมต่อระบบชุมสายภายใน ที่มีการติดต่อเฉพาะของมันเอง เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาการฝากสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4.
# ซอฟต์แวร์

## 4.1. บล๊อกไดอะแกรมการทำงานของซอฟต์แวร์

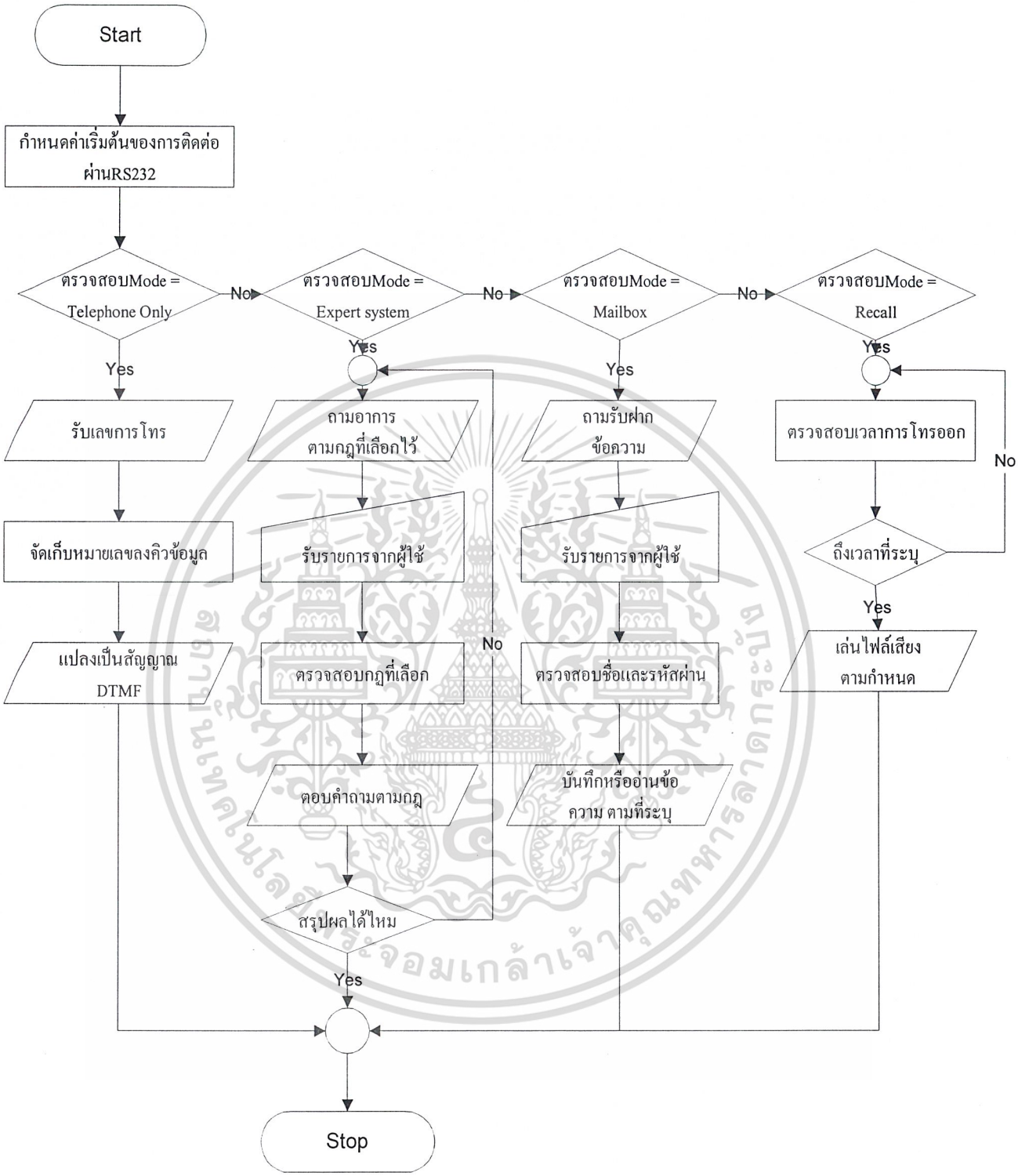
โปรแกรม Telephone Service นี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นจาก Delphi ซึ่งปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมอย่างมาก ซึ่งเหตุผลที่เลือก Delphi เป็นตัวพัฒนาโปรแกรมนั้นเกิดจาก ความเร็วของมันนั้น เทียบเท่ากับภาษา C++ พร้อมกันนี้ยังสามารถสร้างเครื่องมือ หรือ Component Tools ได้ด้วยตัวของมันเองในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เขียนแล้วก็อยู่ในส่วนหนึ่งของโปรแกรม (Visual Component Library) หรือจะทำให้ออกมาเป็น OBJ DDE DLL VBX OCX OLE ACTIVE-X COM DCOM ก็ได้เพื่อขนไปใช้พัฒนาต่อกับภาษาอื่นต่อก็ยังได้ และสิ่งที่ทำให้เลือกภาษานี้เป็นตัวพัฒนาระบบประการสำคัญคือ Delphi นั้นเป็นภาษาที่เป็น Object Oriented ที่สมบูรณ์แบบ ซึ่งต่างกับบางภาษาที่ เป็นได้แค่ Psudo Object Oriented หรือ Object base ซึ่งภาษาเหล่านี้ไม่ได้บังคับการเขียนออกมาในรูปแบบของ Object Oriented

โปรแกรม Telephone Service นั้นเน้นหลักการออกแบบเพื่อที่จะให้ผู้ใช้สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดโหมดในการทำงานของโปรแกรม ว่าจะทำงานในโหมดใด ซึ่งในโปรแกรม Telephone Service นี้ผู้เขียนได้ กำหนดโหมดทำงานไว้ 4 โหมดด้วยกัน คือ

1. *Telephone Only*
2. *Mailbox*
3. *Expert system*
4. *Recall*

โดยโหมดการทำงานทั้ง4นี้ ผู้เขียนคิดว่าน่าจะเพียงพอให้ผู้ใช้เรียนรู้แนวทางในการนำไปใช้งานได้และสามารถ โปรแกรมเพิ่มเติมแก้ไข หรือ พัฒนาต่อได้โดยไม่ยากนัก โปรแกรมนี้มีรายละเอียดสูงพอสมควรจึงขอกล่าวเท่าที่สำคัญและใช้งานจริงๆ เท่านั้น โดยเขียนได้ดังรูปข้างล่างนี้ ซึ่งแสดงถึงการทำงานของ Telephone Service ในแต่ละโหมด ว่ามีขั้นตอนอย่างไร บ้าง โดยจะข้ามขั้นตอนบ้างส่วนที่ไม่สำคัญออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




*รูปที่ 25 แสดงโฟลชาร์ตการทำงานของโปรแกรม Telephone Service โดยรวม*

การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มจาก ตรวจสอบการรับส่งข้อมูลผ่าน RS232 โดยจะทำการติดต่อระหว่าง PC และ Telephone Service ว่ามี สถานะในอยู่ และ เป็นโหมดใดในการทำงาน ซึ่งถ้ามี Flag สถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ Telephone Service เปลี่ยน เช่นเกิดจาก การยกหู วางหู มีการโทรเข้า มีการโทรออก ได้รับสัญญาณ Busy เป็นต้น ซึ่งฮาร์ดแวร์ตรวจพบจากชุมสายโทรศัพท์ ก็จะมาบอกPC ว่าควรทำอย่างไร เมื่อ PC ได้รับรู้แล้วก็จะทำการตรวจสอบโหมด การทำงานที่ผู้ใช้ได้กำหนดเอาไว้

ถ้าผู้ใช้กำหนดโหมดการทำงานไว้เป็น Telephone Only ทาง Telephone Serviceจะเพิกเฉยต่อสัญญาณโทรเข้ามา ทันที ซึ่งจะรับสายหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานเครื่องในขณะนั้นว่าต้องการรับสายหรือไม่ ซึ่งโหมดนี้จะจำลอง Telephone Service ให้เป็นเพียง โทรศัพท์ธรรมดาเครื่องหนึ่งเพื่อให้ผู้ใช้ ใช้ในการโทรออกหรือทดสอบการทำงานของระบบ ซึ่งจะกล่าวในภายหลัง โดยเมื่ออยู่ในโหมดนี้ Telephone Service จะทำงานเมื่อผู้ใช้สั่งการยกหู โทรศัพท์ (Off Hook) จากนั้นโปรแกรมจะรอรับการกดคีย์ หมายเลขปลายทางที่ผู้ใช้ต้องการ เมื่อผู้ใช้กดคีย์ Dial โปรแกรมจะทำการส่งชุดข้อมูลไปยัง Telephone Serviceให้ทำการสร้างเป็นสัญญาณ DTMF ไปยังชุมสายโทรศัพท์ และจากนั้นโปรแกรมจะต่อ Sound card ทาง Line in และ Line out เข้ากับระบบชุมสายด้วย

ถ้าผู้ใช้กำหนดโหมดการทำงานไว้เป็น Expert System ทาง Telephone Service จะรอทำการตรวจสอบสัญญาณ Ring ทางชุมสาย เมื่อตรวจพบ โปรแกรมจะทำการยกหู และ เชื่อมต่อ Sound กับ Telephone Service จากนั้นจะทำการเล่น ไฟล์เสียงตามที่ได้โปรแกรมได้แล้ว (มีกฎการซ่อม Telephone Service เก็บไว้ใน Subdirectory FixTS เป็นกรณีตัวอย่าง) เมื่อสิ้นสุดสัญญาณเสียงแล้ว Telephone Service จะทำการรอรับ การเลือกคำตอบจากผู้ใช้เพื่อหาคำตอบตามกฎที่ผู้ใช้เลือกมา ถ้าพบคำตอบ ก็จะเล่นไฟล์นั้นออกไป แล้วทดสอบว่าคำตอบนั้นถึงที่สุดแล้วหรือยัง ถ้าไม่ก็จะกลับไปตรวจสอบใหม่อีกครั้ง จนหาคำตอบ ของกฎนั้นจึงจะจบการทำงาน

ถ้าผู้ใช้กำหนดโหมดการทำงานไว้เป็น Mailbox ทาง Telephone Service จะสอบถามผู้ใช้ว่าจะฝากข้อความ หรือจะมาตรวจสอบMailbox(ทำการ ฟัง หรือ ลบข้อความ) ถ้าผู้ใช้ต้องการฝากข้อความ Telephone Service จะตรวจสอบเฉพาะ UserID เท่านั้น แต่ถ้าต้องการ ตรวจสอบMailbox จะตรวจสอบทั้ง UserID และ Password ของผู้ใช้ด้วยเพื่อป้องกัน การละเมิดสิทธิจากผู้ไม่พึงประสงค์ เมื่อผู้ใช้ฝากข้อความจะ กำหนดเวลาตั้งต้นไว้15 วินาที ถ้ามากกว่านั้น ก็สามารถบันทึกต่อได้ เหตุที่ต้อง แบ่งข้อมูลเสียงเป็น ช่วงๆ เพื่อที่จะป้องกันการ เต็มของข้อมูล เพราะผู้ใช้อาจลืม วางหูไป ทำให้ข้อมูลจะถูกบันทึกเก็บไว้ และ ถ้าข้อมูลเต็ม ข้อความที่บันทึกไว้สูญหายไป หลังจากที่ Telephone Service บันทึกหรือ อ่านข้อความที่ต้องการแล้ว ก็จะรอ ตรวจสอบการยกเลิกการใช้งาน นั่นก็คือรอการวางหูจากผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้วางหูก็จะจบการทำงาน

ถ้าผู้ใช้กำหนดโหมดการทำงานไว้เป็น Recall ทาง Telephone Service จะไม่ตรวจสอบ Flag แต่จะไปตรวจสอบรายการโปรแกรมการโทรออกว่ามีกำหนดการโทรออกหรือไม่ ถ้าไม่ก็จะปล่อยให้ Windows สามารถทำงานอื่นๆ ต่อไปได้ แต่ถ้ามีและถึงเวลาที่กำหนดแล้วโปรแกรมก็จะ ไปดึงเอารายการข้อมูล ของไฟล์ ขึ้มมาก จาก Index ซึ่งเก็บอยู่ในฐานข้อมูล จากนั้นก็จะส่งคำสั่ง ยกหู ตรวจสอบสัญญาณต่างๆ และทำการโทรไปยังหมายเลขที่กำหนด เมื่อปลายทางยกหู Telephone Service จะเล่นไฟล์เสียงตามที่กำหนดออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

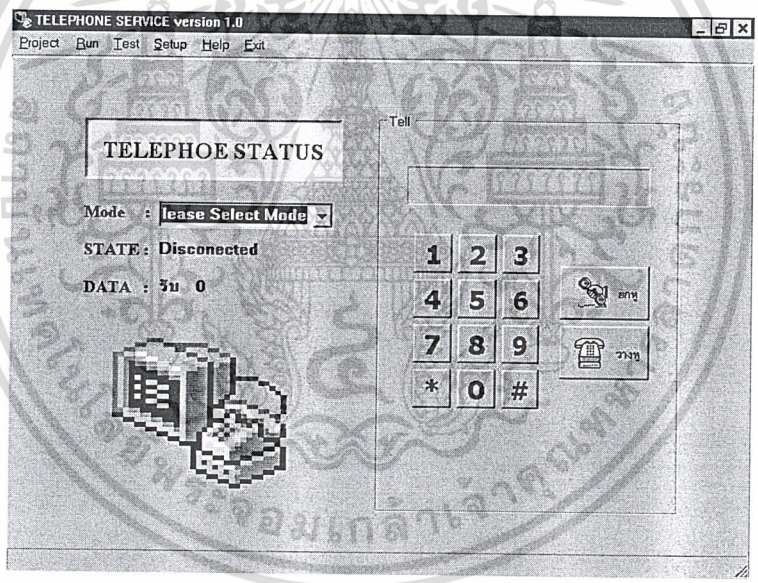
## 4.2. ลักษณะการใช้งาน

ในด้านของ Program ที่ใช้ติดต่อและใช้งาน Telephone Service มีวิธีและการเรียกใช้งาน ตามลำดับดังนี้

### 4.2.1. ก่อนเข้าโปรแกรม

*รูปที่ 26 การเรียกใช้งานจาก Ts.exe*

### 4.2.2. จากนั้นจะเริ่มเข้าสู่เมนูหน้าจอของโปรแกรม




*รูปที่ 27 หน้าจอของโปรแกรม*

เมื่อเริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรมจะมี การเลือกให้เข้าไปใช้งานในส่วนของโปรแกรมได้ 2 ทางคือ

- จากการเข้าใช้ทาง Main menu (จะเป็นการแก้ไขในการทำงานนั้น ๆ)
- จากการเข้าใช้ทาง Mode (การเลือกการทำงานที่จะใช้งาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.3. เมนูหลัก

แบ่งออกเป็น 6 ส่วนดังนี้

4.2.3.1 ส่วนของ Project

4.2.3.2 ส่วนของ Run

4.2.3.3 ส่วนของ Test

4.2.3.4 ส่วนของ Setup

4.2.3.5 ส่วนของ Help

4.2.3.6 ส่วนของ Exit

#### 4.2.3.1. ส่วนของ Project

ประกอบไปด้วยการทำงานย่อยเป็น 4 ส่วนคือ

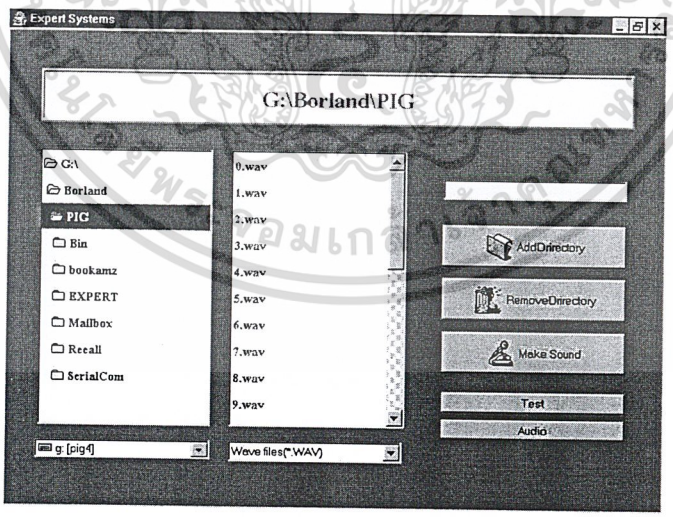
4.2.3.1.1 Expert System

4.2.3.1.2 Mail box

4.2.3.1.3 Recall

4.2.3.1.4 Telephone only

#### 4.2.3.1.1. Expert system




*รูปที่ 28 ในส่วนของ Expert System*

Expert System ในส่วนนี้เป็นส่วนที่จัดการกับระบบฐานข้อมูลที่เราสามารถจะเปลี่ยนแปลงแก้ไขในส่วนของรายละเอียดหรือข้อมูลที่ต้องการให้ระบบบันทึกและเรียกใช้งานที่เกี่ยวกับฐานข้อ

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

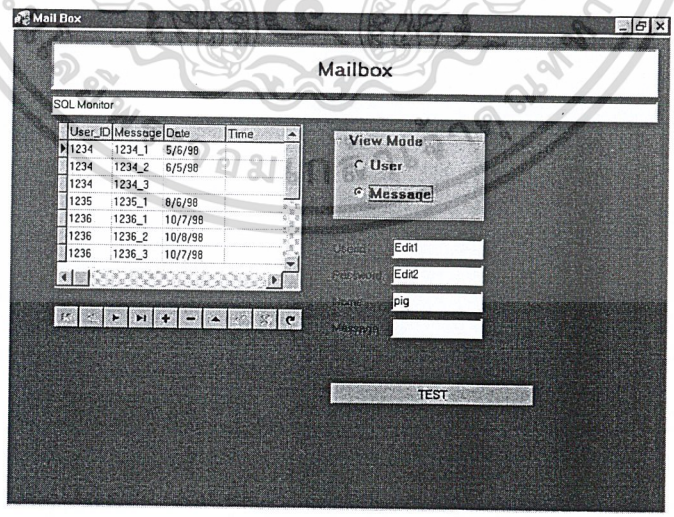
มูลนั้น ในระบบที่จัดทำขึ้นนั้นจะเป็นการเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับการสอบถามการรักษาพยาบาลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติเมื่อต้องการที่จะสอบถามอาการและการรักษาเบื้องต้น ในส่วนนี้จะเป็นตัวอย่างเบื้องต้นเท่านั้น (สามารถประยุกต์ใช้ในส่วนอื่น ๆ ต่อไปได้)

**ลักษณะการสร้าง ของระบบ Expert System**

ผู้ออกแบบจะทำการกำหนดกฎเกณฑ์การตัดสินใจให้อยู่ในรูปโครงสร้างของ Directory Tree โดยแต่ละDirectory จะแทนถึงสาขาหนึ่งที่เลือกได้ โดยเริ่มแรกโปรแกรมจะหาไฟล์ ask.wav ก่อนเพื่อที่จะบรรยายลักษณะคำถามจากนั้นจะไปทำการหาไฟล์เสียงที่ขึ้นต้นด้วยลำดับของตัวเลข เช่น 1_xxxx.wav , 2-xxxx.wav , 3xxxx.wav, … n_xxxx.wav ซึ่งก็คือ รายการสาขาต่างๆ ของTree ที่จะให้ผู้ใช้เลือก หลังจากนั้น โปรแกรมจะตรวจสอบการกดคีย์ ของผู้ใช้งาน ทางคีย์ โทรศัพท์ ว่าผู้ใช้เลือกรายการใด และจะทำการเข้าไปยังไดเรกทอรี่นั้น และตรวจสอบหาไฟล์ and.wav ซึ่งจะเป็นคำตอบของรายการนั้น แต่ถ้าไม่พบ มันก็จะไปหาไฟล์ ask.wav อีกครั้ง เหมือนตอนแรกจนกว่าจะพบไฟล์คำตอบ(ans.wav)

ในขั้นตอนของการใส่กฎนั้นผู้ใช้ต้องสร้างโดยการคลิกที่ปุ่ม Add directory เพื่อสร้าง directory ของกฎนั้นขึ้นมาก่อน แล้วหลังจากนั้น ผู้ใช้ให้เลือกปุ่ม Make Sound เพื่อที่จะทำการบันทึกเสียงลงไปจากนั้นทำการบันทึก โดยหลักของการบันทึกนั้นผู้ใช้ต้อง ตั้งชื่อให้มีตัวเลขนำหน้าเพื่อแสดงลำดับของกฎ ตามด้วย ‘_’ และตามด้วยชื่อกฎนั้นตามใจผู้ใช้ เพียงมีขอระวังตรงที่ว่าห้ามตั้งตัวเลขของกฎซ้ำกัน

### 4.2.3.1.2. Mail box




*รูปที่ 29 ในส่วนของ Mail box*

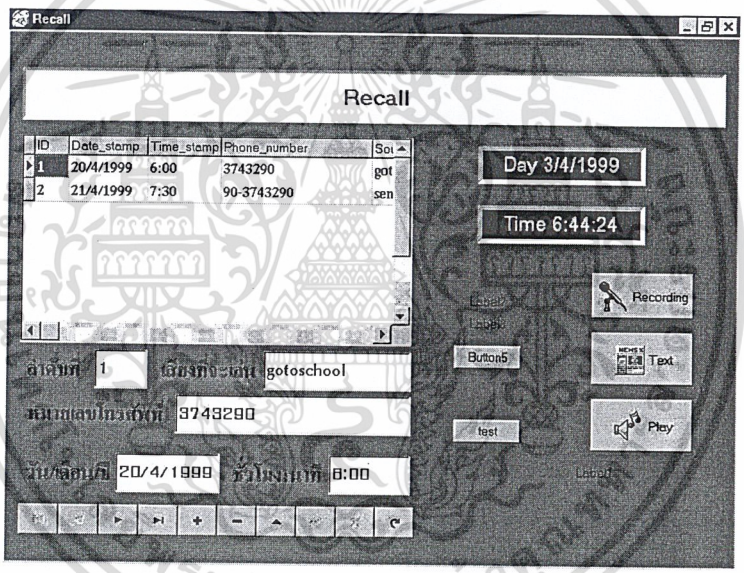
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maibox นี้จะเป็นส่วนของการบริการรับฝากข้อความทางโทรศัพท์ โดยผู้ใช้จะต้องมีรหัสประจำตัวรวมถึง รหัสผ่าน เพื่อที่จะทำการอ่าน และทำการลบข้อความได้ โดยจะมีการตรวจสอบรหัสผ่านในส่วนของ การอ่านและลบข้อความเท่านั้น ถ้าผู้ใช้ต้องการจะฝากข้อความ ก็จะข้ามการตรวจสอบรหัสผ่านไป

**ลักษณะการสร้าง ของระบบ Mailbox**

ผู้ใช้ต้องทำการกำหนด User ที่จะให้ใช้งานก่อนโดยจะต้องทำการ(ADD USER) โดยทำการเลือกที่ View Mode เพื่อจะเลือก ตารางของ User ขึ้นมาแก้ไข โดยให้เพิ่มชื่อของพนักงาน(ซ้ำได้) และ รหัสพนักงาน(ห้ามซ้ำ) หลังจารนั้นระบบ Mailbox จะพร้อมทำงานทันทีสำหรับพนักงานคนนั้น

### 4.2.3.1.3. Recall




*รูปที่ 30 ในส่วนของ Recall*

Recall จะเป็นโปรเจ็คที่เกี่ยวกับการควบคุมการโทรออก โดยมันสามารถที่จะโปรแกรมเป็นวนรอบ ของเวลาได้เหมือการตั้งเวลา อัดรายการทางเครื่อง VEO นอกจากนี้ยังเพิ่มความสามารถในการส่งข้อความที่เป็น ขอความที่เป็น Text ได้อีกด้วย

**ลักษณะการสร้าง ของระบบ Recall**

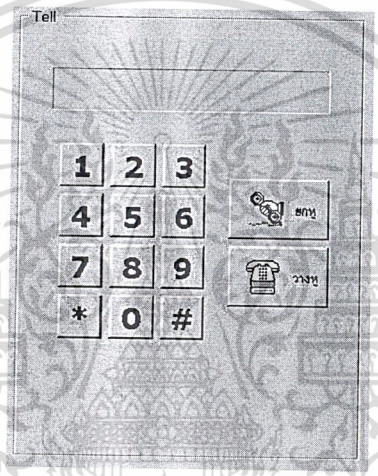
ในการสร้างผู้ใช้จะต้องทำการสร้างไฟล์ ที่จะทำการส่งข้อความเสียก่อน โดยมีให้เลือกสองวิธีคือ วิธีแรกสร้างไฟล์เสียงจากการบันทึกของผู้ใช้เอง และวิธีที่สองคือการสร้างไฟล์เสียงจากไฟล์เอกสารต่างๆ ถ้าผู้ใช้เลือกวิธีแรก ก็ให้ผู้ใช้เลือกปุ่ม Recording แต่ถ้าเลือกวิธีที่สอง ก็ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลิกที่ปุ่มText จากนั้นให้ผู้ใช้เปิดไฟล์เอกสารที่จะทำการส่ง จากนั้นให้ผู้ใช้ Copy ไฟล์เอกสารนั้นไปใส่ใน Text box และเลือกน้ำเสียงที่จะใช้งาน ว่าเป็นบุคคลในวัยใด จากนั้นทำการplay จะได้ไฟล์เสียงออกมาใช้งาน

ในส่วนของการตั้งเวลานั้นผู้ใช้ต้องไประบุวันเวลาที่จะทำการส่งข้อความไว้ในตาราง จากนั้นก็ให้ระบุ ชื่อไฟล์ที่สร้างเอาไว้แล้ว ก็เป็นอันเรียบร้อย แต่ถ้าผู้ให้ต้องการส่งข้อความแบบ วนลอบของเวลาให้ผู้ใช้ใส่เครื่องหมาย '-' ในหน่วยเวลาที่ไม่ต้องการระบุที่ใหญ่กว่า เช่น ต้องการส่งข้อความทุก30 นาที ในช่องของชั่วโมงให้ใส่ '-' ลงไป ถ้าต้องการ ส่งทุก เดือนของวันใดวันหนึ่ง ก็ให้ใส่ วันนั้นลงไปแต่ช่องของเดือนให้ใส่'-' ลงไป

### 4.2.3.1.4. Telephone only




*รูปที่ 31 ในส่วนของ Telephone only*

ในการใช้งานในส่วนนี้จะเป็นการจำลอง Telephone service เป็นโทรศัพท์ธรรมดาเพื่อให้ผู้ใช้ใช้งานแบบ เป็นเครื่องโทรศัพท์ธรรมดา

**ลักษณะการสร้าง ของระบบ Telephone only**

การสร้างการใช้งานในส่วนนี้ ใช้งานเหมือนเครื่องโทรศัพท์ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2. ส่วนของ Run

ใช้ในการ Run Project ตามโหมดที่ได้เลือกไว้โดยจะเป็นการเริ่มติดต่อกับ Telephone Service กับ PC

4.2.3.3. ส่วนของ Test

ใช้ในการทดสอบระหว่างการติดต่อสื่อสารระหว่าง Telephone Service กับเครื่อง PC

4.2.3.4. ส่วนของ Setup

ใช้ในการกำหนดควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของระบบ Telephone Service เช่น ช่วงเวลาการโทรเข้าโทรออก,ช่วงเวลาการรับสาย และช่วงเวลาการรับฝากข้อความเป็นต้น

4.2.3.5. ส่วนของ Help

ใช้แนะนำการใช้งานของระบบ

4.2.3.6. ส่วนของ Exit

ใช้เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมการทำงาน

## 4.3. สรุป

ในบทนี้ได้ทำการทดลองสร้าง Application ขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของ Telephone Service ในระบบบริการ สามอย่างด้วยกันคือ ระบบผู้เชี่ยวชาญ(Expert system)ระบบการซ่อม Telephone Service ในลักษณะอาการต่างๆ ระบบรับฝากข้อคาม(Mailbox) ระบบโปแกรมการโทรออกอัตโนมัติ(Recall) ซึ่งผลการทดลองในการใช้งานจริงนั้น ในส่วนของการรับสายนั้น Telephone Service สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์แบบ สามารถตรวจสอบสภาวะการรับสายได้ดี แต่ในส่วนของสภาวะการโทรออกนั้น Telephone Service มีการทำงาน ที่ผิดพลาดบ้างในบางครั้ง ซึ่งเกิดจากสภาวะของการโทรออกนั้นในการทดลองกับ PABX นั้น สัญญาณที่ ทางPABX ส่งออกมานั้น เมื่อจับด้วยสโคปนั้นมีการผิดเพี้ยงสูงมายในระดับที่จะทำให้การตรวจสอบผิดพลาดได้ ซึ่งในการแก้ไขนั้นคงจะต้องปรับเปลี่ยนวงจรการตรวจสอบทำด้านการโทรออกร่วมกับซอฟต์แวร์ให้มีความสามารถ รับต่อสัญญาณรบกวนสูงๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5.
# บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อ

## 5.1. สรุป

จากโครงงานที่ทำการพัฒนาเป็นเรื่องของ การพัฒนางานทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เพื่อติดต่อและอำนวยความสะดวกในเรื่องของการติดต่อสื่อสารทางด้านโทรศัพท์โดยอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ได้จัดทำนั้น มีความสามารถช่วยในการเพิ่มประสิทธิ์ภาพของซอฟต์แวร์โดยใช้อุปกรณ์ที่จัดสร้างขึ้น ซึ่งในส่วนนี้จะช่วยสำหรับองค์กรหรือบริษัทให้สามารถปรับปรุงการติดต่อทางด้านโทรศัพท์ให้ตรงกับความต้องการกับของบริษัท โดยในด้านของซอฟต์แวร์ได้จัดให้มีความสามารถในการตอบสนองผู้ใช้โดยรวมแบ่งออกเป็น 5 ส่วนด้วยกัน คือ 1) Expert System
2) Mailbox 3) Recall 4) Telephone Only 5) Electronic control ซึ่งในโปรแกรมในส่วนต่าง ๆ เหล่านี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการสอบถามข้อมูล, การรับฝากข้อความ,โทรศัพท์เตือนหมายกำหนดการ ซึ่งส่วนเหล่านี้เพียงแต่ผู้ใช้พัฒนาโปรแกรมขึ้นมาประยุกต์ใช้งานต่อโดยไม่จำเป็นต้องจัดสร้างอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ขึ้นมาใหม่ แต่ข้อเสียของโครงงานนี้เห็นจะได้แก่ในเรื่องของการที่ผู้จัดทำต้องการที่จะให้อุปกรณ์ที่จัดสร้างขึ้นมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ได้ในหลาย ๆ ด้านทำให้เกิดความยุ่งยากในการจัดทำและในขนาดเดียวกับต้นทุนในการผลิตย่อมสูงขึ้นตามเช่นกัน

ในการนำ Telephone Service ไปประยุกต์ใช้งาน นั้น จากการนำไปทดลองใช้จริงนั้นอาจไม่เหมาะกับองค์ที่จะนำ Telephone Service ไปใช้งานเพียงด้านใดด้านเดียวตลอดไปเนื่องจากสูญเสียความสามารถทางด้านอื่นๆ โดยเปล่าประโยชน์ แต่ถ้าจะนำไปใช้ในการประยุกต์ใช้ในธุรกิจ ในการบริการหลายๆ ด้าน โดยสามารถกำหนดรูปแบบการใช้งานเองได้อย่างสมบรูณ์แบบนั้นจัดว่ามีประโยชน์มากทีเดียว โครงงานนี้ไม่ได้เน้นที่จะนำ Telephone Service ไปใช้งานเพียงด้านใดด้านหนึ่งแต่ต้องการที่จะนำมาพัฒนาเป็นบริการทางโทรศัพท์ได้ในหลายๆ ด้านซึ่งถ้าผู้ใช้มีการวางแผนว่าจะนำไปพัฒนาใช้ในงานด้านอื่นอีกในอนาคตก็จัดว่า Telephone Service เป็นโครงงานอีกทางเลือกหนึ่งในการนำไปพัฒนาระบบการใช้บริการทางโทรศัพท์ต่อไป

## 5.2. ปัญหาและอุปสรรค

1. จากการทดลองพบว่า สัญญาณที่ได้จากสายโทรศัพท์นั้น จะมีสัญญาณรบกวนมากมาย ทำให้ในบางครั้งการดีเทค สัญญาณสภาวะต่างๆ ของสายโทรศัพท์นั้น ผิดพลาดได้
2. การเชื่อมต่อระหว่าง เครื่อง PC กับ ระบบชุมสายโทรศัพท์ นั้น มีระดับแรงดันที่แตกต่างกัน ทำให้ต้องมีวงจรบัพเฟอร์เพื่อปรับอิมพีแดนซ์ ให้เหมาะสม
3. การอินเตอร์เฟสผ่านระบบปฏิบัติการของWindows ผ่าน I/O นั้นจะถูกควบคุมเอาไว้ ทำให้เราต้องเข้าใจถึงการควบคุมการทำงานระดับต่ำของ Windows

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.3. แนวทางในการพัฒนาต่อ

สำหรับโครงการที่คาดว่าจะพัฒนาต่อในอนาคตนั้นน่าจะจัดทำในส่วนของการ Tranfer ข้อมูลโดยการที่จะนำเอา โปรโตคอล มาตรฐานจำพวก XModem Ymodem และ Zmodem เข้ามาติดต่อกันซึ่งจะทำให้ Telephone Service สามารถ Tranfer ข้อมูลต่อด้วยกันได้ถ้าสามารถรวม Option ต่าง ๆ ได้ดังนี้แล้ว ผู้ใช้สามารถควบคุมการ Tranfer ข้อมูลจากภายนอกได้ เช่น ผู้ใช้ต้องการที่จะทำการ Tranfer จากบริษัท A และบริษัท B เขาจะทำได้โดยการโทรศัพท์จากเครื่องโทรศัพท์ภายนอก(สาธารณะ) ให้ Telephone Service จากบริษัท A ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากบริษัท B ได้โดยอัตโนมัติ

นอกจากนี้เพียงเพิ่มชุด Sensor ตรวจจับต่างๆ เช่นความร้อน ตรวจจับความชื้น ตรวจจับก๊าซหรือสวิทช์แม่เหล็ก หรือ ระบบอินฟาเรดเข้าไป Telephone Service ก็พร้อมที่จะทำงานร่วมกับ ระบบโปรแกรมการโทรออก(Recall) เพื่อเป็น ระบบ SOS Telephone Service (ระบบบริการเตือนภัยทางโทรศัพท์) ซึ่ง Telephone Service จะแจ้เหตุด่วนเหตุร้ายได้ทันที

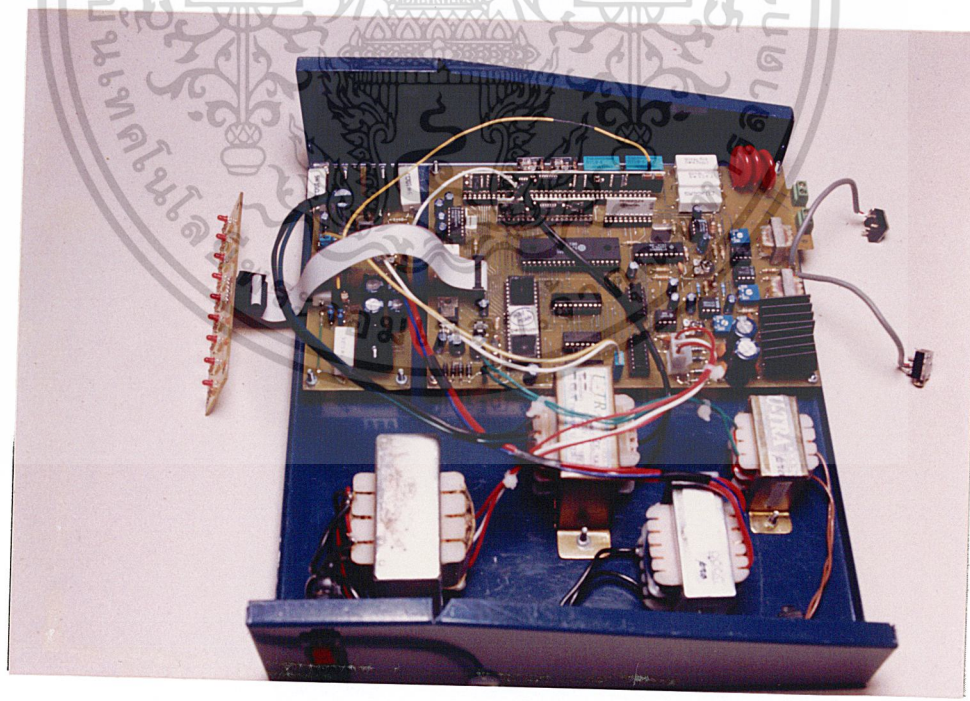
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก.

# ภาพถ่ายชุดบริการโทรศัพท์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*ภาพถ่ายภายนอกของชุดบริการโทรศัพท์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว*



*ภาพถ่ายภายในของชุดบริการโทรศัพท์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้