

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ( 2 คู่สายนอก 8 สายใน )

PRIVATE AUTOMATIC BRANCE EXCHANGE

( 2 EXTERNAL 8 INTERNAL )



โดย  
นายบำรุง จิรรัตน์กุลชัย  
นายรุ่ง ชิวคำ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมึก.....  
เลขทะเบียน... 37150  
วัน, เดือน, ปี - 4 ก.ย. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ( 2 คู่สายนอก 8 สายใน )

PRIVATE AUTOMATIC BRANCE EXCHANGE

( 2 EXTERNAL 8 INTERNAL )



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2542

ภาควิชา เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ( 2 คู่สายนอก 8 สายใน )

PRIVATE AOTOMATIC BRANCH EXCHANGE

( 2 EXTERNAL 8 INTERNAL )

ผู้จัดทำ

1. นายบำรุง

จิรรัตน์กุลชัย

40013336

2. นายรุ่ง

ชีวคำ

40013343

อาจารย์ที่ปรึกษา

( ผศ. วิชัย สุรพัฒน์ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ( 2 คู่สายนอก 8 สายใน )

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

( 2 EXTERNAL 8 INTERNAL )

นายบำรุง                      จิรรัตน์กุลชัย                      40013336

นายรุ่ง                         ชิวคำ                                      40013343

โครงการได้รับการตรวจแล้วพร้อมจะทำการสอบได้

( ผศ. วิชัย สุรพัฒน์ )

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ( 2 คู่สายนอก 8 สายใน )

PRIVATE AUTOMATIC BRANCE EXCHANGE

( 2 EXTERNAL 8 INTERNAL )

โดย

นายบำรุง

จิรรัตน์กุลชัย

นายรุ่ง

ชีวคำ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.วิชัย

สุรพัฒน์

ปีการศึกษา 2542

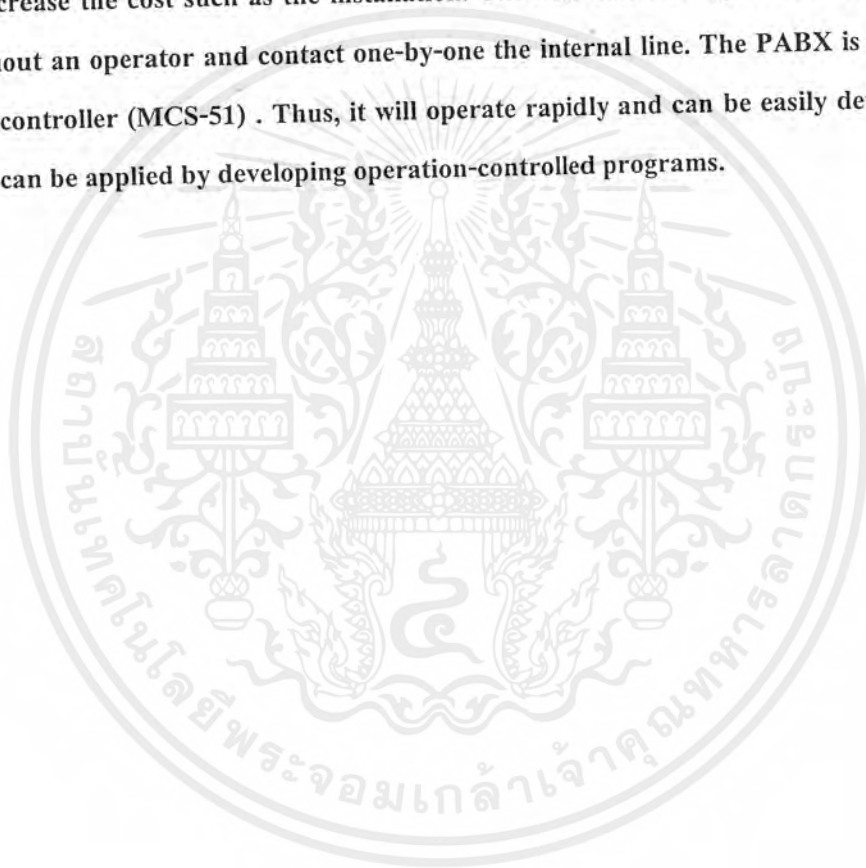
#### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ที่สามารถขยายระบบ จากโทรศัพท์ 2 คู่สายภายนอก ออกเป็น 8 คู่สายภายใน เพื่อใช้ในสำนักงานขนาดเล็ก หรือห้องเช่า เป็นต้น ทำให้เป็นการประหยัดค่าเช่าคู่สายโทรศัพท์ โดยที่ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถติดต่อโดยตรงกับเครื่องโทรศัพท์ต่างๆได้ โดยไม่ต้องผ่านพนักงานต่อสาย (OPERATOR) และยังสามารถติดต่อกันเองระหว่างโทรศัพท์สายในด้วยกัน การควบคุมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์นี้ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาควบคุมการทำงาน ทำให้การควบคุมถูกต้องรวดเร็ว และสามารถพัฒนาระบบการทำงานต่างๆได้โดยง่าย โดยอาศัยการพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ABSTRACT

This project is study about the "Private Automatic Branch Exchange" (PABX) that can extend from two line to eight lines to use in small office or apartment. By using PABX, it can decrease the cost such as the installation. The user can directly contact to the other uses without an operator and contact one-by-one the internal line. The PABX is controlled by microcontroller (MCS-51) . Thus, it will operate rapidly and can be easily develop. The function can be applied by developing operation-controlled programs.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญรูป	II
สารบัญตาราง	III
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
บทที่ 3 รายละเอียดในการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจร	25
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	51
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	57
ภาคผนวก ก. โปรแกรมการทำงานเครื่องหุ้มสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	59
ภาคผนวก ข. Data Sheet	174
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงความถี่ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม	3
รูปที่ 2.2 แสดงรายละเอียดขาของ IC MT8870	4
รูปที่ 2.3 Block diagram ของ ISD 1200/1400 series	10
รูปที่ 2.4 แสดงรายละเอียดขาของ ISD 1200/1400 series	11
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อระหว่างชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้	13
รูปที่ 2.6 แสดงการเชื่อมต่อ PABX กับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น	14
รูปที่ 2.7 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ DPABX	16
รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์	20
รูปที่ 2.9 แสดงรายละเอียดการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ภายในชุมสายเดียวกัน	23
รูปที่ 2.10 แสดงรายละเอียดการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ผ่านชุมสาย 2 ชุมสาย	24
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ	27
รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน	28
รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง	29
รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ	30
รูปที่ 3.5 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	31
รูปที่ 3.6 วงจรส่วนติดต่อภายนอก	32
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	37
รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างภายใน IC MT8816	37
รูปที่ 3.10 การใช้งานเมตริกซ์สวิตช์	38
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรส่วนอินเตอร์เฟสกับคู่สายภายใน	41
รูปที่ 3.12 แสดงวงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ	42
รูปที่ 3.13 วงจรสร้างสัญญาณไฟสลับ 100 โวลต์ 25 เฮิรตซ์	43
รูปที่ 3.14 วงจรส่วนควบคุมระบบ	49
รูปที่ 4.1 สัญญาณพร้อมกดเลขหมาย	51
รูปที่ 4.2 สัญญาณไม่ว่าง	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 สัญญาณเรียกกลับ	53
รูปที่ 4.4 สัญญาณไฟตรงคร่อมคู่สายภายในขณะวางหู	54
รูปที่ 4.5 สัญญาณไฟตรงคร่อมคู่สายภายในขณะยกหูและสัญญาณแสดงสถานะการยกหู	54
รูปที่ 4.6 สัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมที่บันทึกและเล่นกลับออกมาจากไอซี ISD1420	55



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสที่ได้จากควมถี่ต่างๆ	5
ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตระกูล ISD 12XX/14XX Series	9
ตารางที่ 3.1 แสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดหมายเลขโทรศัพท์	35
ตารางที่ 3.2 แสดงการ Decode Address ของ IC MT8816	39



# บทที่ 1

## บทนำ

ปัจจุบันระบบโทรศัพท์ได้กลายเป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตประจำวันมากขึ้นเนื่องด้วยมีความสะดวกรวดเร็ว และง่ายต่อการใช้งานในการติดต่อสื่อสาร ในการติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงาน สำนักงาน องค์กร มักประสบปัญหาอย่างมากในการติดต่อถึงกัน หรือแม้แต่จะติดต่อออกไปภายนอกก็จะมีโทรศัพท์ใช้เพียงหนึ่งหรือสองเครื่อง ทำให้การดำเนินกิจการต่างๆ ในหน่วยงานไม่สะดวกเท่าที่ควร

จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาระบบชุมสายอัตโนมัติ มาเป็นตู้สาขาอัตโนมัติหรือที่เรียกว่า PABX (Private Automatic Branch Exchange) ซึ่งเป็นระบบชุมสายย่อยที่นิยมใช้กันอย่างมากในปัจจุบัน เช่น โรงแรม สำนักงาน บริษัท องค์กร ที่พักอาศัยขนาดใหญ่

ในปฏิญานีพนธ์ฉบับนี้ จะกล่าวถึงการพัฒนาตู้สาขาอัตโนมัติหรือ PABX เป็นระบบชุมสายย่อยที่ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งจะทำการแก้ไข และพัฒนาโปรแกรมซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ สามารถกระทำได้สะดวกรวดเร็วกว่าการแก้ไขทางด้านวงจร หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

### คุณสมบัติของเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

1. สามารถติดต่อกับคู่สายภายนอกได้ 2 คู่สาย
2. มีคู่สายภายใน 8 คู่สาย
3. สามารถติดต่อกันภายใน โดยกดเลขหมายประจำเครื่อง
4. เครื่องโทรศัพท์ภายในสามารถโทรออกภายนอกได้
5. มีการตอบรับอัตโนมัติเมื่อมีสายนอกเข้ามา
6. สามารถโอนสายภายในเมื่อมีการ โทรเข้าได้
7. เมื่อไฟดับสามารถที่จะทำการตัดให้เครื่องที่ 1 และ 2 ต่อเป็นคู่สายภายนอก

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาระบบชุมสายโทรศัพท์ย่อย จึงมีขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา การทำงานที่แท้จริงของระบบชุมสายโทรศัพท์ และนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาระบบที่ดีกว่า เพื่อเป็นการรองรับการใช้บริการของผู้ใช้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดมากยิ่งขึ้นในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

##### 2.1.1 หน้าที่ของเครื่องโทรศัพท์

โทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มีอยู่ 2 แบบคือ แบบกดปุ่มและแบบหมุน แต่หน้าที่ของทั้ง 2 ระบบเหมือน ๆ กัน แต่จะต่างกันที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน 2 ความถี่ ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ หน้าที่หลัก ๆ ของทั้ง 2 แบบ สามารถสรุปได้ดังนี้

- 2.1.1.1 เครื่องโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
- 2.1.1.2 เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณหมุน (dial tone) บอกว่าพร้อมที่จะทำการกดปุ่ม หรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อได้ซึ่งก็คือ เสียงที่ได้ยินเมื่อเวลายกหู เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 425 Hz มอดูเลตด้วย 50 Hz
- 2.1.1.3 เครื่องโทรศัพท์ทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อด้วยไปยังชุมสายที่ควบคุม
- 2.1.1.4 เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่า หมายเลขที่ต้องการติดต่อยังว่างก็จะส่งสัญญาณเรียกกลับ (ring back) ซึ่งมีความถี่ 425 Hz โดยจะส่ง 1 วินาที แล้วหยุด 4 วินาที สลับกันไป แต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะเรียกไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) ไปหาผู้เรียก ซึ่งมีความถี่ 425 Hz ที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ โดยส่ง 0.3 วินาที หยุด 0.5 วินาที
- 2.1.1.5 สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง
- 2.1.1.6 เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปชุมสายเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสิ้นสุดการใช้งาน แล้วและให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้

##### 2.1.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (Dual tone multifrequency type)

เป็นระบบการส่งสัญญาณ ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ พร้อมกันออกไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 kHz) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้งซึ่งค่าต่าง ๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.1 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz มอดูเลตกันออกมา

ความถี่ต่ำ (Hz)	รหัสหรือหมายเลข				
697	1	2	3	A	
770	4	5	6	B	
852	7	8	9	C	
941	*	0	#	D	
	1209	1336	1477	1633	ความถี่สูง (Hz)

รูปที่ 2.1 แสดงความถี่ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม

## 2.2 วงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

จะใช้ ไอซี MT8870 ถอดรหัสสัญญาณ โทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (DTMF) ให้เป็นตัวเลข BCD ขนาด 4 บิต โดยเพียงใช้งานร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz เท่านั้น

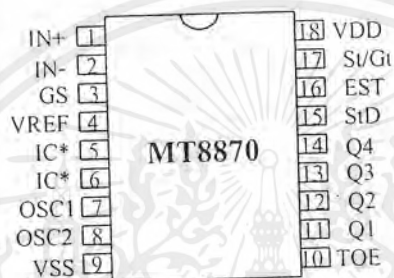
การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่งไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นตัวเลขฐานสองขนาด 4 บิต

ในยุคก่อน การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ มักใช้ไอซีจำพวกเฟลต็อกคูป ซึ่งสร้างปัญหาสารพัด ไม่ว่าจะเรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจร ขนาดของวงจรที่ใหญ่ เพราะต้องใช้ไอซีจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1 คุณสมบัติของ MT8870

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



รูปที่ 2.2 แสดงรายละเอียดขาของ IC MT8870

### 2.2.2 การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเกรดิกการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดเล็กๆ หรือ PABX
- ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO<sup>2</sup>-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจนับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุทเป็นวงจรถอดรหัส 3 สถานะ

F <sub>Low</sub>	F <sub>High</sub>	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

### ตารางที่ 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.4 ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

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

### 2.2.4.1 ภาคกรองสัญญาณความถี่

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

### 2.2.4.2 ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (early steering) ก็จะแยกทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น

### 2.2.4.3 ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นระยะเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้องส่วนช่วงเวลายาวเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น "High" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา เมื่อขา Est เป็น "High" ทำให้  $V_c$  สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน  $V_c$  สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัส จึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

### 2.2.4.4 ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป

### 2.2.4.5 ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรมีความถี่อยู่ใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที

### 2.3 ISD 12xx/14xx SERIES (ไอซีบันทึกเสียง)

ไอซีในตระกูล ISD นี้อาศัยเทคโนโลยีการบันทึกเสียงทางอนาล็อกโดยตรงและภายในประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้ใน หรือเรียกว่า NV RAM (Nonvolatile RAM) ทำให้สามารถบันทึกเสียงได้นานตั้งแต่ 10-20 วินาที ตามเบอร์ไอซีในตระกูล ISD 12xx/14xx ซึ่งการใช้งานและการจัดขาของไอซีตระกูลนี้เหมือนกันหมดต่างกันตรงความสามารถในการบันทึกเสียงเท่านั้นเองคุณลักษณะที่แตกต่างไปจากไอซีเสียงทั่วไปก็คือระยะเวลาบันทึกเสียงด้วยตัวของไอซีเอง (ไม่มีหน่วยความจำมาต่อเพิ่มภายนอก) สามารถบันทึกเสียงได้นาน โดยจะกำหนดมาเป็นเบอร์ซึ่งแต่ละเบอร์ไอซีจะมีระยะเวลาต่างกันในการบันทึกเสียงและก็อยู่ในตระกูล ISD เช่นกัน

#### 2.3.1 คุณสมบัติของ ISD 12xx/14xx

1. เมื่อใช้ในฟังก์ชันการบันทึกและเล่นกลับด้วยตัวไอซีเองง่ายมาก
  - ไม่มีไอซีเบอร์อื่น ๆ ประกอบเพิ่มเติมภายนอก
  - ต่ออุปกรณ์พาสซีฟภายนอกน้อยมาก
2. ให้ระดับสัญญาณในการบันทึกที่มีประสิทธิภาพสูง
3. สามารถต่อกับสวิตช์ควบคุมการบันทึกเล่นกลับ, หยุดชั่วคราวและปรับระดับสัญญาณต่าง ๆ ได้
4. ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ไม่สูญหายถึงแม้ว่าจะไม่มีแรงดันจ่ายให้กับไอซี และไม่ต้องการแบตเตอรี่สำรอง
5. เก็บข้อมูลได้นานถึง 100 ปี แม้ไม่มีแรงดันไฟเลี้ยง
6. สามารถบันทึกใหม่ได้ถึง 100,000 ครั้ง
7. มีวงจรรูปร่างภายใน
8. ไม่มีโปรแกรมในตัวไอซีและไม่ต้องพัฒนาระบบเพิ่มเติมเพื่อให้งานทำได้
9. มีระบบสแตนด์บายเพื่อประหยัดพลังงานจากแหล่งจ่ายเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ
10. ใช้แรงดันไฟเลี้ยงเดียว กินกระแสขณะสแตนด์บาย 0.5 ไมโครแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD 12xx/14xx

จากตารางนี้จะทำให้ทราบว่าค่าพารามิเตอร์บางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีแต่ละเบอร์ในตระกูล ISD 12xx/14xx นี้ ซึ่งบอกถึงความสามารถของระยะเวลาในการบันทึกที่แตกต่างกัน รวมทั้งความถี่ของการสุ่มสัญญาณก็ต่างกัน

สัญลักษณ์	คุณสมบัติ	ISD1210	ISD1212	ISD1416	ISD1420	หน่วย
$F_s$	อัตราความถี่ในการ แซมปลิงสัญญาณ	6.4	5.3	8	6.4	kHz
BW	ความกว้างของแบนด์	2.7	2.3	3.4	2.7	kHz
$T_{RPW}$	ความกว้างของพัลส์ ขณะบันทึก	10	12	16	20	sec
$T_{PLAY}$	ระยะเวลาในการบันทึก (สูงสุด)	10	12	16	20	sec
$T_{LED2}$	การหน่วงเวลาที่ขา RECLED ขณะปิด	48.6	58.3	38.9	48.6	msec
$T_{RPUD}$	การหน่วงเวลาขณะเริ่ม บันทึก	32	39	26	32	msec
$T_{RPDD}$	การหน่วงเวลาขณะ หยุดบันทึก	32	39	26	32	msec
$T_{PPUD}$	การหน่วงเวลาขณะเล่น กลับ	32	39	26	32	msec
$T_{PPDD}$	การหน่วงเวลาขณะเล่น กลับสิ้นสุด	32	39	26	32	msec
THD	ความเพี้ยนทางฮาร์โมนิก	1	1	1	1	%
$T_{LED1}$	หน่วงเวลาขณะเริ่ม บันทึกของ LED	5	5	5	5	$\mu$ sec
$P_{OUT}$	กำลังขับลำโพงทาง เอาต์พุต	12.2	12.2	12.2	12.2	MW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$V_{OUT}$	แรงดันตกคร่อมขาค้อ ลำโพง	2.5	2.5	2.5	2.5	$V_{PP}$
$V_{IN1}$	แรงดันอินพุตที่ ไมโครโฟน	20	20	20	20	mV
$V_{IN2}$	แรงดันอินพุตอนาลอก	50	50	50	50	MV

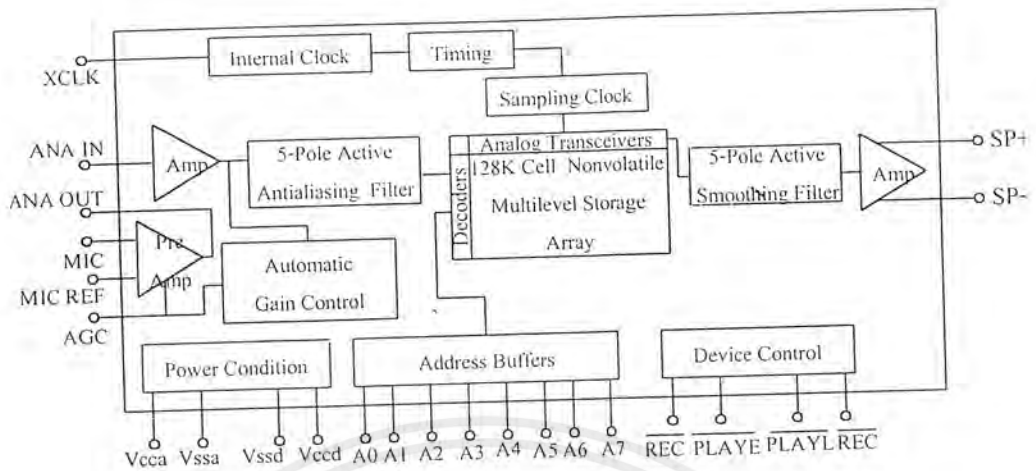
ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตระกูล ISD 12xx/14xx SERIES

โดยทั่วไปของ ISD 12xx/14xx แล้ว ก็มีรูปร่างหน้าตาเหมือนกับไอซีโดยทั่วไป แต่ว่าเขาใช้งานและบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในทำงานไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะไอซีในตระกูล ISD 12xx/14xx นี้จะถูกผลิตขึ้นมาเป็นไอซีที่ทำหน้าที่บันทึกและเล่นกลับ จนจบกระบวนการภายในไอซีเพียงตัวเดียว เพื่อประโยชน์และต้องการให้เป็นอุปกรณ์ ที่ทำหน้าที่บันทึกและเล่นกลับ ก็ถือได้ว่าดีมากไม่แตกต่างจากการบันทึกลงตลับเทปคลาสเซต

ภายในตัวไอซีจะประกอบด้วยส่วนการทำงานที่สำคัญทุกส่วน โดยมีอุปกรณ์พาสซีฟต่อภายในก็มีวงจรกำเนิดความถี่ฐานเวลาชนิดซิมอส, วงจรขยายสัญญาณไมโครโฟน, วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ, วงจรรองความถี่และวงจรขยายสัญญาณออกสู่ลำโพงโดยตรงจากไอซีตัวนี้แต่ไม่ดังมากพอ สามารถเพิ่มวงจรขยายเสียงภายนอกเพื่อขับลำโพงให้ได้ยินเสียงดังมากขึ้น

สัญญาณที่จะทำการบันทึกจะถูกเก็บหรือบันทึกลงบนหน่วยความจำภายในไอซี ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องการแรงดันไฟฟ้าสำรองขณะเก็บข้อมูลไว้ได้นานเป็น 100 ปี ลักษณะการบันทึกบนหน่วยความจำภายในไอซีตัวนี้จะทำการบันทึกสัญญาณอนาลอกโดยตรง (Direct Analog Storage Technology : DAST) ซึ่งสัญญาณอนาลอก นี้จะเป็นสัญญาณย่านความถี่ 20 Hz ถึง 22 kHz การบันทึกนี้สัญญาณจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในชนิด EEPROM ซึ่งเป็นอีพროมที่สามารถบันทึก 100,000 ครั้งตลอดอายุการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 Block diagram ของ ISD 1200/1400 series

### 2.3.3 การทำงานเบื้องต้น

การทำงานเบื้องต้นของ ISD 12xx/14xx จะเป็นชิพไอซีเพียงตัวเดียวและมีสัญญาณแบบเดี่ยว (single signal) เพื่อควบคุมที่ขา REC และสัญญาณควบคุมการเล่นกลับจะถูกควบคุมด้วยสวิทช์ควบคุมสองสวิทช์คือ ควบคุมที่ขา PLAYE และ PLAYL นอกจากนั้นหากต้องการให้สามารถควบคุมการบันทึกได้หลาย ๆ ลักษณะก็สามารถใช้ขาแอดเดรสไลน์ มาทำการประยุกต์ใช้งานควบคุมได้เช่นกัน

#### - ประสิทธิภาพของเสียงที่บันทึก (Speech Quality)

ประสิทธิภาพของสัญญาณที่ทำการบันทึกและเล่นกลับจะมีคุณภาพของสัญญาณที่ทำการบันทึกและเล่นกลับดีมากเนื่องจากการบันทึกและเล่นกลับจะใช้เทคโนโลยี DAST ดังได้กล่าวมาแล้ว โดยที่สัญญาณที่ทำการบันทึกหรือสัญญาณเสียงพูดที่เข้ามาทางอินพุตจะถูกบันทึกหรือเก็บเข้าไปไว้ใน EEPROM ซึ่งเป็นหน่วยความจำภายในโดยตรงด้วยสัญญาณแบบอนาล็อกและการเล่นกลับออกมาก็จะเหมือนกับสัญญาณที่ก่อนทำการบันทึกแน่นอน

#### - ปิดตัวเองเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ (Automatic Power-Down Mode)

ในขณะที่วงจรหรือชิ้นตอนการทำงานเล่นกลับหรือบันทึกสิ้นสุดลงไอซีนี้ก็จะมีการทำงานให้ตัดเข้ามาสู่โหมดของการสแตนด์บายเพื่อให้ปริมาณการใช้กำลังต่ำ ซึ่งกินกระแสเพียง 0.5 ไมโครแอมป์เท่านั้น ในช่วงที่ทำการเล่นกลับจาเลงวงจรภายในก็จะตัดกลับมาสู่ภาวะสแตนด์

บาย ในโหมดของการบันทึกหลังจากที่ทำการบันทึกเสร็จสิ้นลง ก็จะกลับมาสู่โหมดผสมตนเองบาย เมื่อขาควบคุม REC มีระดับลอจิกเป็น “1”

### 2.3.4 การทำงานของขาใช้งานแต่ละขา

สามารถอธิบายถึงหน้าที่และการทำงานของขาที่สำคัญได้ดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดงรายละเอียดขาของ ISD1200/1400 series

#### - ขาควบคุมการบันทึก (REC)

ที่ขาควบคุมการบันทึกทางอินพุตนี้จะต้องการระดับลอจิก “0” เพื่อทำการบันทึกสัญญาณ และจะเริ่มทำการบันทึกเมื่อระดับลอจิกที่ขา REC นี้เป็นลอจิก “0” และสภาวะลอจิกที่ขา REC นี้จะต้องคงสถานะอยู่ที่ “0” ตลอดขณะทำการบันทึก และการบันทึกที่ขา REC จะต้องได้รับสัญญาณให้ทำการบันทึกก่อนที่จะทำการเล่นกลับหรือก่อนที่จะมีสัญญาณมาควบคุมที่ขา PLAYE หรือ ขา PLAYL ถ้าที่ขา REC มีระดับลอจิก “0” ขณะที่มีการเล่นกลับ การเล่นกลับจะหยุดและจะเริ่มทำการบันทึก เมื่อการบันทึกจบลง ขา REC จะเพิ่มขึ้นไปเป็นไปเป็น “1” แล้วจะมีมาร์คเกอร์ (marker) ของจุดสิ้นสุดของข้อมูล จากนั้นจะเข้าสู่โหมดผสมตนเองบาย

#### - ขาควบคุมการเล่นกลับอย่างสมบูรณ์ (PLAYE)

เมื่อขาควบคุมการเล่นกลับนี้ได้รับระดับลอจิกเป็น “0” หรือได้รับการกระตุ้นด้วยลอจิก “0” ที่อินพุตนี้วงจรก็จะเริ่มทำการเล่นกลับเพื่อนำข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่แสดงออกมาทางลำโพง ฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นการเล่นกลับนี้ จะเป็นการเล่นกลับอย่างต่อเนื่อง จนกว่าจะถึงข้อมูลสุดท้ายที่ทำการบันทึกตามเวลาที่กำหนดไว้ (10-20 วินาที) หรือการเล่นกลับจนกว่าข้อมูลที่บันทึกไว้ใน EEPROM ทุกข้อมูลจะถูกเล่นกลับออกมาทั้งหมด ซึ่งเป็นการเล่นกลับอย่างสมบูรณ์ หลังจากนั้นก็จะตัดเข้าสู่โหมดสแตนด์บาย ในระหว่างที่กำลังอยู่ในสภาวะเล่นกลับนั้นถ้าที่ขา PLAYE มีสถานะเป็น “1” การเล่นกลับก็จะยังไม่หยุด

#### - ขาคควบคุมการเล่นกลับ (PLAYL)

เมื่อขาอินพุตนี้มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกเป็น “1” ไปถึง “0” จะเป็นการเล่นกลับแบบต่อเนื่องจนกระทั่งที่ขา PLAYL เพิ่มขึ้นเป็น “1” หมายถึง เกิดการตรวจจบการเล่นสิ้นสุดลงแล้วหรือตรวจจบมาร์คเกอร์ ซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดข้อมูล หรือถึงจุดสิ้นสุดของข้อมูลในหน่วยความจำ และก็จะกลับมาสู่สภาวะสแตนด์บาย

#### - ขาอินพุทของสัญญาณอนาล็อก (ANA IN)

ค่า C ภายนอกที่ต่อระหว่างขา ANA IN และขา ANA OUT สามารถกำหนดความถี่ cut off ที่ low – frequency ของความถี่เสียงได้ โดยสามารถที่จะนำสัญญาณอนาล็อกมาใส่เข้าไปที่ขานี้ได้เลย (แทนสัญญาณจากไมโคร โฟน) โดยต่อผ่าน C ก็ปปลิ่ง เข้ามา

#### - ขา Automatic Gain Control (AGC)

จุดประสงค์ของสัญญาณ AGC คือควบคุมค่า gain ของวงจร preamplifier และช่วยขยายช่วงความดังของ input signal จากเสียงกระซิบจนถึงเสียงตะโกน ซึ่งจะควบคุมให้อาที่พุทไม่ดังเกินไป

### 2.3.5 การกำหนดแอดเดรส

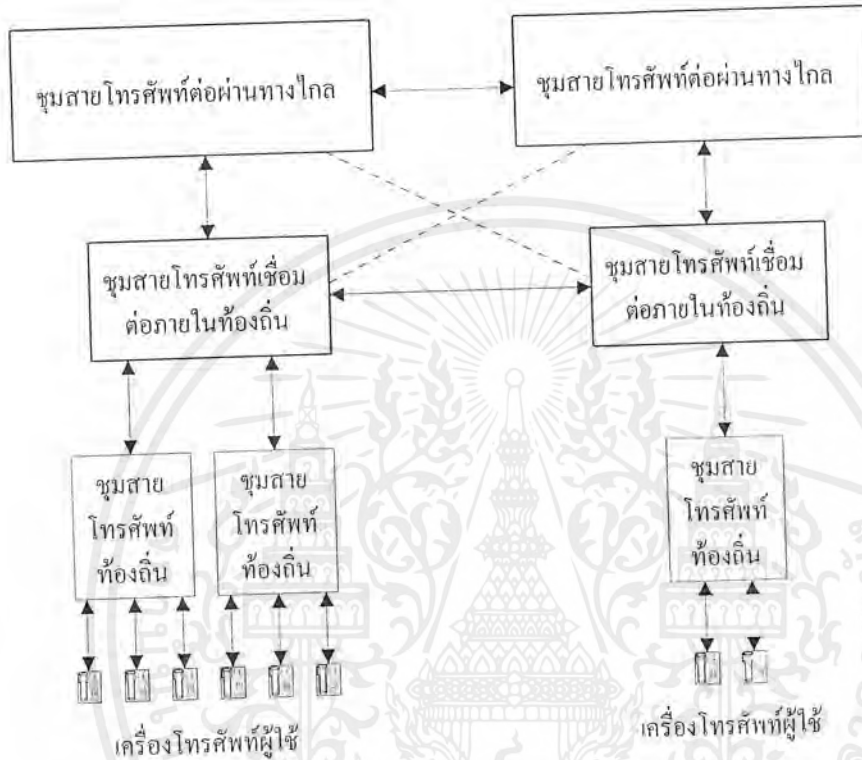
การกำหนดแอดเดรสของการบันทึกและการเล่นกลับนั้น สามารถกำหนดได้โดยขา A0 – A5 เมื่อขา A7 ต้องเป็นลอจิก “0” และจะใช้ขา A6 เป็นตัวกำหนดว่าจะเป็น 10 วินาทีแรกหรือ 10 วินาทีหลัง

- เมื่อขา A6 เป็นลอจิก “0” จะกำหนดเป็น 10 วินาทีแรก
- เมื่อขา A6 เป็นลอจิก “1” จะกำหนดเป็น 10 วินาทีหลัง

ในการบันทึกหรือการเล่นกลับนั้น จะต้องกำหนดตำแหน่งแอดเดรสก่อน แล้วจึงใช้จะสามารถควบคุมให้บันทึกหรือเล่นกลับได้ โดยการควบคุมที่ขา PLAYL และ REC ตามลำดับ

## 2.4 ชุมสายโทรศัพท์

การใช้งานโทรศัพท์ในการติดต่อกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ จะกระทำผ่านชุมสายโทรศัพท์ต่าง ๆ ที่องค์การโทรศัพท์ให้บริการมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้

จากรูปที่ 2.5 สามารถจะแบ่งชุมสายโทรศัพท์ที่ออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

2.4.1 ชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง  
ได้แก่ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น และชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ (PABX)

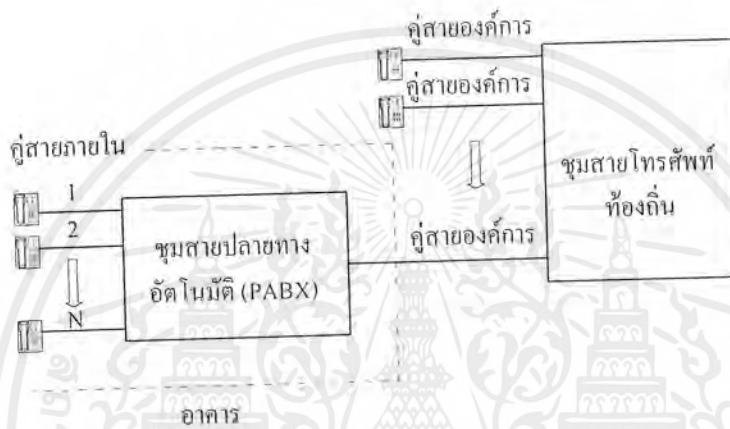
2.4.2 ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น

เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าโดยตรง ชุมสายแบบนี้มีขนาดตั้งแต่เป็นร้อย ๆ หมายเลขจนถึงหมื่นเลขหมายหรือมากกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.3 ขุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ (PABX)

ขุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ (PABX) ได้ถูกพัฒนามาจากขุมสายโทรศัพท์ปลายทาง (PBX) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ให้บริการสำหรับผู้เช่า (Customer Premise Equipment : CPE) ที่ทำการติดตั้งใน อาคาร สำนักงาน บริการ ฯลฯ เพื่อที่จะให้บริการการเรียนสำหรับคู่สายสมาชิกได้ ทั้งภายในและภายนอกของสำนักงานนั้น ๆ (ภายในขุมสาย) โดยไม่ต้องผ่านขุมสายท้องถิ่น ในกรณีที่จะติดต่อกับผู้ใช้ภายนอกจะกระทำโดยผ่านขุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงการเชื่อมต่อ PABX กับขุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น

จากรูปเป็นการต่อใช้งาน PABX ให้ทำงานร่วมกับขุมสายท้องถิ่น ซึ่ง PABX จะทำให้จำนวนคู่สายโทรศัพท์ที่ต่อมายังสำนักงานและปริมาณการใช้บริการโทรศัพท์ของขุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นจะลดลง รวมทั้งสามารถเพิ่มจำนวนการบริการแก่ผู้ใช้ภายในสำนักงานด้วย ขุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติยังมีฟังก์ชันบริการพิเศษ (Facilities) แก่เลขหมายภายใน (Extension) ได้หลายอย่าง ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับว่าขุมสายโทรศัพท์ปลายทางนั้น ๆ จะมีขีดความสามารถเป็นอย่างไร การบริการพิเศษดังกล่าวได้แก่ การโอนสายกันระหว่างผู้ใช้ภายในขุมสาย การประชุมร่วม การรับสายแทนกัน การพักสายด้วยเสียงดนตรี เป็นต้น

#### - พัฒนาการของขุมสายปลายทางอัตโนมัติ

ในยุคเริ่มต้น PBX จะเป็นระบบ Manual ที่มีโอเปอเรเตอร์ 1 คน หรือมากกว่านั้นคอยทำหน้าที่ในการสวิตช์เพื่อเชื่อมต่อคู่สายสมาชิกให้สามารถสนทนากันได้ แต่หลังจากปี ค.ศ. 1920 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

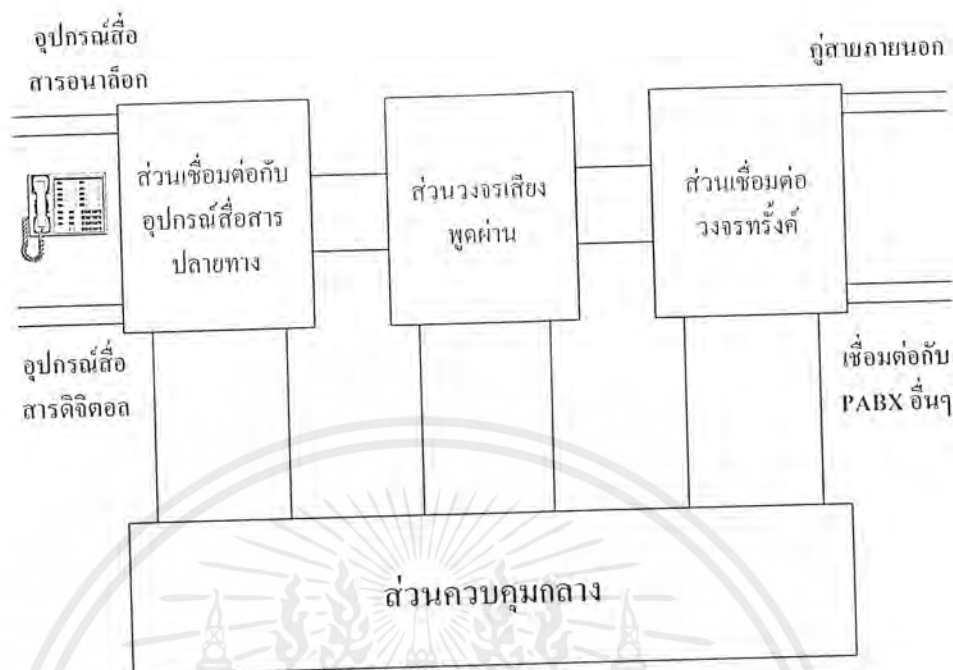
มีการพัฒนาระบบการทำงานแบบอัตโนมัติมาใช้ร่วมกับ PBX จึงถูกเรียกใหม่ว่า “ชุมสายโทรศัพท์ที่ปลายทางอัตโนมัติ” (PABX) ซึ่งชุมสายดังกล่าวไม่จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ให้บริการในการเรียกภายในของ PABX นั้น ๆ ในยุคนั้นการเชื่อมต่อจะใช้เทคโนโลยีการสวิตซ์ทางกล และในส่วนของการทำงานจะอยู่ในรูปแบบสัญญาณอนาล็อก

ในยุคที่ 2 ของ PABX จะอยู่ในปี ค.ศ. 1970 ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ มาทำงานแทนเทคโนโลยีการสวิตซ์ทางด้านเครื่องกล ทำให้การสวิตซ์ภายในเป็นแบบดิจิทัล จึงเรียกว่าเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ปลายทางอัตโนมัติระบบดิจิทัล (Digital PABX) ซึ่งสามารถให้บริการร่วมกับอุปกรณ์สื่อสารปลายทางแบบอนาล็อก ซึ่งวงจรเข้าและถอดรหัสสัญญาณดิจิทัลจะถูกออกแบบให้อยู่ภายใน DPABX นี้ สำหรับการรับส่งสัญญาณข่าวสารที่เป็นข้อมูล (Data) นั้นจะทำได้โดยผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า โมเด็ม (MODEM)

ในยุคที่ 3 DPABX ถูกพัฒนาความสามารถในการให้บริการในลักษณะการบริการรวมทั้งเสียงและข้อมูล (Integrated voice and Data) ซึ่งจะเริ่มจากปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ในยุคนี้อาจเรียกได้ว่าเป็น “Improve DPABX” ซึ่งจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างไปจาก PABX ยุคที่ผ่าน ๆ มาคือ

- มีการนำเอาเครื่องโทรศัพท์ที่ระบบดิจิทัล (Digital Phone) มาให้บริการในลักษณะการบริการรวมทั้งเสียงและข้อมูล
  - ใช้ลักษณะของมัลติสแตทสวิตซ์ โดยการจัดการสวิตซ์หลาย ๆ ชั้นหรือจัดในลักษณะโครงข่ายแบบเมช (Mesh Network)
  - ลักษณะโครงข่ายจะเป็นแบบนอนบล็อกกิ้ง (Non-Blocking)
- โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ที่ปลายทางอัตโนมัติ

Improve DPABX จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ คือ ส่วนวงจรเสียงพูดผ่าน (Speech Path Circuit) หรือส่วนวงจรสวิตซ์ซึ่ง ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์โทรศัพท์และอุปกรณ์สื่อสาร (Trunk and Line Interface) และส่วนควบคุมกลาง (Central Control) ดังแสดงตามบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.7 ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานของส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.7 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ DPABX

- ส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสารปลายทาง (Terminal Equipment Interface)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับส่งข่าวสารกับอุปกรณ์ปลายทางที่นำมาเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ทั้งแบบ อนาล็อกและแบบดิจิทัล เป็นต้นว่า เครื่องโทรศัพท์ เครื่องโทรสารแบบอนาล็อก เครื่องคอมพิวเตอร์ ฯลฯ รวมทั้งทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับเครื่องโทรศัพท์ จัดส่งสัญญาณเรียกควบคุมและทดสอบการทำงานในส่วนวงจรที่อยู่หลังวงจรเสียงพูดผ่านแบบอนาล็อก

- ส่วนวงจรเชื่อมต่อทรังก์ (Trunk Interface Circuit)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ กับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นภายนอกหรือชุมสายโทรศัพท์ปลายทางเครื่องอื่นๆ เพื่อให้คู่สายสมาชิกภายในสามารถติดต่อสื่อสารกับคู่สายภายนอกได้

- ส่วนวงจรเสียงพูดผ่าน (Speech Path Circuit)

เป็นส่วนที่ทำการสวิตซ์ข่าวสารของอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ จากต้นทางไปยังปลายทางโดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งเป็นการจัดการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้ โดยจะทำการสวิตซ์ระหว่างคู่สายโทรศัพท์กับทรังก์ หรือสวิตซ์ระหว่างทรังก์กับทรังก์ด้วยกัน

- ส่วนควบคุมกลาง (Central control Unit)

เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ DPABX โดยนำเอาหลักการ SPC เข้ามาใช้งาน ซึ่งจะใช้อุปกรณ์พวกไมโครโพรเซสเซอร์ประมวลผลข้อมูลจากหน่วยความจำที่ได้ทำการบันทึกไว้ จากนั้นจึงส่งข้อมูลไปควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ประมวลผลการเรียกการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้น รวมทั้งปรับปรุงระบบการทำงานของชุมสายโทรศัพท์ เป็นต้น

จากการพัฒนาที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า PABX แบบอนาล็อกนั้นจะเป็นการให้บริการกับเครื่องโทรศัพท์โดยตรงและให้บริการอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กระทำผ่านโมเด็ม สำหรับ PABX แบบดิจิทัลจะสามารถให้บริการกับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลโดยตรง ส่วนเครื่องโทรศัพท์นั้น PABX จะใช้อุปกรณ์ CODEC เพื่อเข้าและถอดรหัสระหว่างสัญญาณอนาล็อกกับสัญญาณดิจิทัล ซึ่ง PABX แบบนี้มีข้อดีเพิ่มขึ้นดังนี้คือ

- ใช้เทคโนโลยีทางดิจิทัล ทำให้สัญญาณภายในเป็นสัญญาณดิจิทัลทั้งหมดและสามารถที่จะนำเอาอุปกรณ์ LSI หรือ VLSI มาใช้งานพร้อมทั้งทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ได้เป็นอย่างดี

- การมัลติเพล็กซ์สัญญาณกระทำได้ง่าย โดยใช้หลักการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลา (Time Division Multiplex : TDM) ซึ่งเป็นหลักการที่มีประสิทธิภาพสูงในการรวมสัญญาณข่าวสารเพื่อการติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์อื่น ๆ

- ลักษณะสัญญาณควบคุมเป็นสัญญาณดิจิทัล ทำให้ง่ายต่อการจัดการในการติดต่อสื่อสารในระหว่างชุมสายฯ รวมทั้งจะมีความผิดพลาดในการส่งข่าวสารต่ำ

- ฟังก์ชันบริการของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่ปลายทางอัตโนมัติ

การประมวลผลการเรียกของ DPABX จะมีฟังก์ชันที่ใช้ทำหน้าที่นี้ 8 ฟังก์ชันด้วยกันจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ฟังก์ชันการจัดการเชื่อมต่อภายใน
- ฟังก์ชันควบคุมการทำงาน
- ฟังก์ชันที่ทำหน้าที่เป็นแอนเทนแดนซ์
- ฟังก์ชันการตรวจสอบสถานะของคู่สายสมาชิก
- ฟังก์ชันการส่งสัญญาณเรียก
- ฟังก์ชันการรับข่าวสาร
- ฟังก์ชันการส่งข่าวสาร
- ฟังก์ชันการตรวจสอบและควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันแรกเป็นฟังก์ชันการจัดในการเชื่อมต่อภายใน สามารถกำหนดรูปแบบของการเชื่อมต่อได้ 3 รูปแบบ รูปแบบแรกเป็นการเรียกระหว่างคู่สายสมาชิกภายในด้วยกัน ซึ่งจะใช้การสวิตช์แบบต่าง ๆ สำหรับรูปแบบที่สองจะเป็นการเรียกจากคู่สายสมาชิกภายในไปยังคู่สายภายนอกที่ไม่ได้อยู่ภายในชุมสาย รูปแบบของการเชื่อมต่อนี้ DPABX จะทำการจองช่องสัญญาณจากเส้นทางของผู้เรียกไปยังครั้งที่ต่อออกไปยังคู่สายภายนอก โดยการเชื่อมต่อจะเป็นลักษณะของหนึ่งคู่สายภายนอกต่อหนึ่งคู่สายภายใน รูปแบบที่สามจะเป็นการจัดในการเชื่อมต่อกรณีที่มีการเรียกจากคู่สายภายนอกเข้ามายัง DPABX และยังสามารถใช้ฟังก์ชัน Direct inward dialing (DID) ซึ่งจะทำให้สามารถเรียกจากคู่สายภายนอกไปยังคู่สายภายในโดยไม่จำเป็นต้องผ่านโอเพอร์เรเตอร์ ด้วยการส่งหมายเลขของคู่สายภายในให้กับ DPBX ฟังก์ชันนี้ก็จะจัดเส้นทางของการติดต่อให้เอง

ในส่วนฟังก์ชันของการควบคุมการทำงานนอกจากจะควบคุมการทำงานทั่วไปแล้วยังทำหน้าที่เซ็คท์การทำงานสำหรับส่วนการสวิตช์เพื่อทำการเชื่อมต่อ รวมทั้งฟังก์ชันพิเศษต่าง ๆ ฯลฯ สำหรับฟังก์ชันอื่น ๆ จะอธิบายได้จากขั้นตอนต่าง ๆ ที่ทำการติดต่อสื่อสารกัน โดยเริ่มตั้งแต่ DPBX ทำการตรวจสอบสถานะของคู่สายสมาชิกปลายทางที่ถูกเรียกว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะทำการส่งสัญญาณเรียกให้กับคู่สายนั้น เมื่อสมาชิกปลายทางมีการยกแฮนด์เซ็คท์ขึ้นรับสายก็จะสามารถรับส่งสัญญาณข่าวสารกันระหว่างผู้เรียกและผู้รับได้

สำหรับฟังก์ชันสุดท้ายจะทำหน้าที่คอยตรวจสอบและควบคุมการทำงาน เป็นฟังก์ชันที่ DPBX จะทำการประมวลผลการทำงานเมื่อจัดการเชื่อมต่อหรือยกเลิกการเชื่อมต่อรวมไปถึงการจัดการช่องสัญญาณให้ว่างเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อสำหรับคู่สายสมาชิกครั้งต่อไป

#### 2.4.4 ชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ผู้เข้าต่อเข้าโดยตรง

เป็นชุมสายต่อผ่านที่ให้บริการการเรียกระหว่างชุมสายโทรศัพท์ที่ท้องถิ่นกับชุมสายโทรศัพท์ที่ท้องถิ่นด้วยกัน การเรียกระหว่างเครื่องโทรศัพท์ที่ผู้เข้าสองเครื่อง อาจจะเรียกผ่านไปยังชุมสายต่อผ่านหลาย ๆ ชุมสายก็ได้ ชุมสายต่อผ่านยังแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

##### 2.4.4.1 ชุมสายโทรศัพท์เชื่อมต่อภายในท้องถิ่น (Tandem Exchange)

เป็นชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านที่ให้บริการการเรียกระหว่างชุมสายโทรศัพท์ที่ท้องถิ่น กับชุมสายโทรศัพท์ที่ท้องถิ่น ดังแสดงในรูปที่ 2.6

##### 2.4.4.2 ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ให้บริการระหว่างชุมสายโทรศัพท์เชื่อมต่อภายในท้องถิ่น กับชุมสายโทรศัพท์เชื่อมต่อภายในท้องถิ่น ดังแสดงในรูปที่ 2.6

## 2.5 เครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ (Subscriber)

เครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 2 ระบบด้วยกัน คือ ระบบโทน (Tone) หรือระบบดีทีเอ็มเอฟ (DTMF) กับระบบพัลส์ (Pulse) ซึ่งเป็นระบบดั้งเดิม ซึ่งเราใช้ระบบนี้มานานแล้ว โดยตัวเครื่องจะมีลักษณะหน้าปัดแบบหมุน จะใช้งานร่วมกับชุมสายท้องถิ่นระบบเก่า หากบริเวณใดนำเอาเครื่องระบบหมุนไปต่อแล้ว ไม่สามารถติดต่อกันได้ แสดงว่าชุมสายดังกล่าวเป็นระบบใหม่ ซึ่งจะต้องใช้เครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มเท่านั้น แต่ก็มีใช้ว่าบริเวณที่ใช้เครื่องแบบกดปุ่มจะต้องเป็นชุมสายระบบใหม่ทั้งหมดเสมอไป เพราะเมื่อหลายปีที่ผ่านมามีบริษัทเอทีแอนด์ที ได้คิดค้นเครื่องโทรศัพท์ระบบกดปุ่มที่สามารถให้กำเนิดสัญญาณอิมพัลส์ เพื่อให้สามารถใช้กับชุมสายท้องถิ่นระบบเก่าได้ โดยสามารถสร้างพัลส์แบบเดียวกับเครื่องแบบหน้าปัดหมุนได้ ฉะนั้นเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มในปัจจุบันสามารถที่จะใช้งานกับชุมสายโทรศัพท์ทั้งสองแบบได้โดยจะมีสวิทช์เลือกให้เครื่องทำงานแบบทัชพัลส์ (Touch Pulse) หรือแบบทัชโทน (Touch Tone) เครื่องโทรศัพท์จะมีรายละเอียดโครงสร้างตามบล็อกไดอะแกรมดังแสดงในรูปที่ 2.8

จากรูปที่ 2.8 สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ด้วยกันคือ

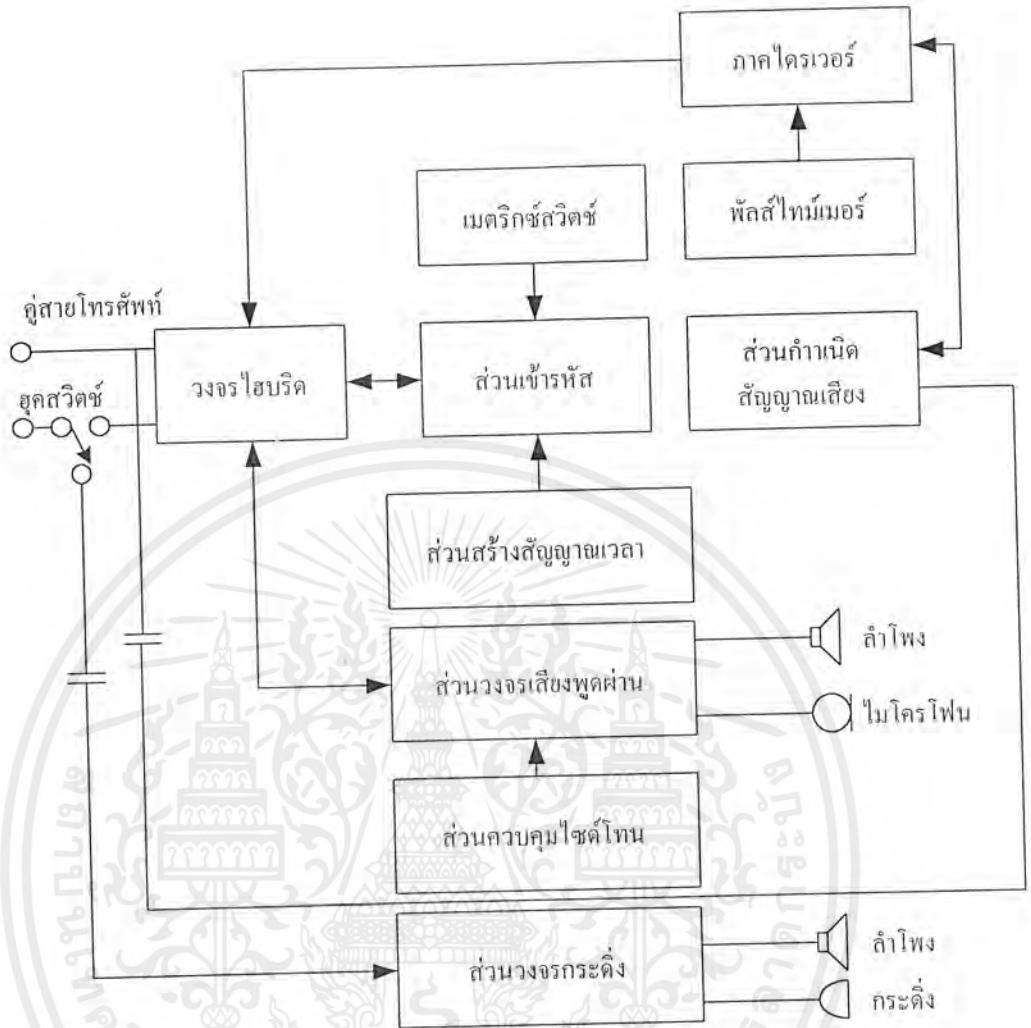
### 2.5.1 ส่วนวงจรระดิ่ง (Ringer)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่เรียกเป็นเสียงระดิ่งทุกครั้งที่มีการเรียกเข้ามา เพื่อให้เจ้าของเครื่องทราบว่ามีการเรียก วงจรระดิ่งอาจใช้ระดิ่งหรือไอซีโทนริงเกอร์ก็ได้ หากใช้ระดิ่ง เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาเป็นกระแสไฟสลับประมาณ 100-120 โวลต์ส่งเข้ามายังโซลีนอยด์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นเหมือนระดิ่งหรือออก (Bell) ทั่ว ๆ ไป หากเป็นระบบที่เป็นไอซีจะมีการนำเอาพัลส์ดังกล่าวเข้าสู่ระบบเรกติไฟเพื่อจ่ายให้หน่วยผลิตความถี่ส่งความถี่ออกถ้าโพงเป็นสัญญาณเรียกที่ใช้วิธีการส่งเคราะห์เสียงในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

### 2.5.2 ส่วนวงจรปากพูดและหูฟัง (Speech Network)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่เสมือนวงจรเครื่องรับ และเครื่องส่งที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ เมื่อมีการเรียกจากอีกฝ่ายหนึ่งสัญญาณเรียกจะถูกส่งผ่านระบบชุมสาย จากชุมสายจะมีการแยกด้วยระบบมัลติเพล็กซ์เพื่อแยกคู่สายไปยังเลขหมายที่ผู้เรียกต้องการติดต่อ ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียกเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 100-120 โวลต์มายังเครื่องผู้รับ ถ้าเครื่องรับที่ออกแบบอย่างถูกต้องจะมีกระแสไฟไหลในวงจรด้วยระบบเคอร์เรนท์เรกูเรเตอร์ (Current Regulator) รักษากระแสคงที่ไว้ที่ 23 มิลลิแอมป์ เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูรับสาย ทั้งผู้เรียกและผู้ถูกเรียกสามารถพูดคุยสนทนาด้วยวงจรอินเตอร์คอมหรือวงจรเสียงพูดผ่าน เพียงแต่วงจรเสียงพูดผ่านต้องมีไซด์โทน (Side Tone) ไม่มากนักเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์

### 2.5.3 วงจรเข้ารหัสตัวเลขคีย์กด (Encoder)

เมื่อต้องการเรียก คู่สนทนาท่านต้องยกหูโทรศัพท์แล้วกดหมายเลขที่ต้องการจากแป้นกด (Key) วงจรเข้ารหัสจะทำการเข้ารหัสข้อมูล DTMF ส่งความถี่ 2 ความถี่ (สูง-ต่ำ) ไปยังระบบชุมสายแล้วชุมสายจะส่งข้อมูลไปตามเครือข่าย หากส่วนนี้ไม่ทำงานเครื่องโทรศัพท์ยังคงรับได้แต่ไม่สามารถโทรออกได้

## 2.6 มาตรฐานสัญญาณโทรศัพท์พื้นฐานขององค์การโทรศัพท์

สัญญาณทางไฟฟ้าที่เครื่องโทรศัพท์ผู้เช่า ขุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น และ PABX สร้างขึ้น ในระหว่างการติดต่อกันจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.6.1 สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

เป็นสัญญาณที่ขุมสายโทรศัพท์ส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์จะมีความถี่ต่อเนื่องประมาณ 400 Hz เพื่อแสดงให้ผู้เรียกรู้ว่า “พร้อมรับหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางแล้ว”

### 2.6.2 สัญญาณหมายเลข

สัญญาณหมายเลขเป็นสัญญาณหมายเลขที่ต้องการติดต่อโดยเครื่องโทรศัพท์ส่งสัญญาณดังกล่าวไปยังขุมสายมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ สัญญาณแบบพัลส์ (เครื่องแบบหมุน) และ สัญญาณความถี่ผสม

#### 2.6.2.1 สัญญาณพัลส์ (Pulse)

เครื่องระบบหมุนจะผลิตสัญญาณพัลส์เป็นช่วง ๆ ตามจำนวนหมายเลขที่ต้องการโทร โดยการผลิตพัลส์นั้นอาจทำได้โดยการสวิตซ์ทางกล เช่นในระบบจานหมุน (dial) หรือใช้การผลิตความถี่ด้วยออสซิลเลเตอร์ ในกรณีที่เป็นเครื่องแบบกดปุ่ม

#### 2.6.2.2 สัญญาณความถี่ผสม (Dual Tone Multi Frequency dialing : DTMF)

เครื่องแบบกดปุ่มจะผลิตสัญญาณความถี่ผสมหรือบางที่เรียกว่า ระบบ ทัชโทน (Touch Tone) โดยการส่งหมายเลขหนึ่งหมายเลขใด จะประกอบด้วยโทนเสียง 2 ความถี่ผสมกัน โดยถ้าเราพิจารณาปุ่มที่กดหรือคีย์บอร์ด การแบ่งกลุ่มตามความถี่ตามแถวและหลัก หากกดหมายเลข 9 ซึ่งกับแถวที่ 3 คือ 825 Hz กับความถี่ในหลักที่ 3 คือ 1447 Hz วงจรภายในเครื่องจะทำการเข้ารหัสข้อมูลที่ได้แล้วส่งให้วงจรผลิตสัญญาณผสมระหว่างสัญญาณความถี่แถวและหลัก ส่งออกไปยังขุมสายโทรศัพท์

### 2.6.3 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เป็นสัญญาณที่ขุมสายส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์เพื่อเตือนให้ผู้เรียกรับว่า “สายไม่ว่าง” ผู้เรียกควรวางหูสักระยะแล้วค่อยโทรเรียกใหม่ สัญญาณไม่ว่างจะมีความถี่ 400 Hz เสียงดังเป็นเวลาประมาณ 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที

### 2.6.4 สัญญาณกริ่งเรียกหรือสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

เป็นสัญญาณที่ขุมสายแจ้งให้ผู้ถูกเรียกทราบว่า “มีคนโทรเรียกเข้ามา” ให้ไปรับสายได้ สัญญาณกริ่งเรียกนี้ เป็นสัญญาณ 25 Hz 100 V<sub>pp</sub> ส่งประมาณ 1 วินาที เงียบประมาณ 4 วินาที โดยขุมสายโทรศัพท์ทั่วไปจะส่งเป็นเสียงกริ่งให้ได้ประมาณ 15 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.5 สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

เป็นสัญญาณ 400 Hz ส่ง 4 วินาที เงียบ 1 วินาที เป็นสัญญาณที่ชุมสายแจ้งให้ผู้เรียกทราบ ว่า “การเรียกเป็นผลสำเร็จ” ให้รอการรับสายของผู้รับได้

## 2.7 รายละเอียดการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ผ่านชุมสายโทรศัพท์

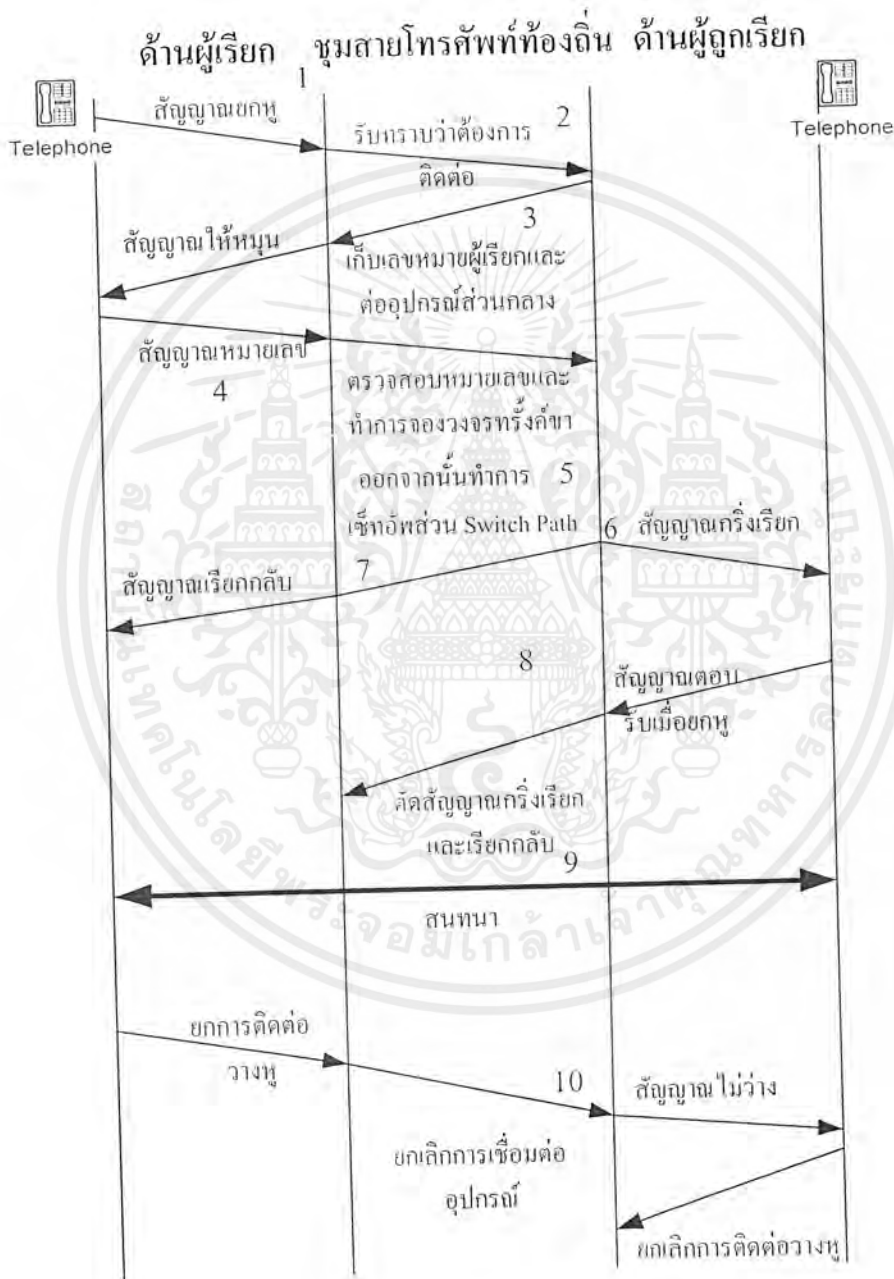
ในการติดต่อกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้จะมีอยู่ 2 กรณีด้วยกันคือ การติดต่อเมื่อเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ที่อยู่ในชุมสายโทรศัพท์เดียวกัน และการติดต่อเมื่อเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ต่างชุมสายกัน ซึ่งจะมีลักษณะการติดต่อดังแสดงในภาพที่ 2.9 และ 2.10

จากภาพที่ 2.9 กรณีเมื่อเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ที่อยู่ในชุมสายโทรศัพท์เดียวกัน ในด้านผู้เรียก (Calling Subscriber) เมื่อยังไม่ยกหูจะมีแรงดันไฟตรงที่คู่สายประมาณ 48 V เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้น (Off-hook) (ที่จุด 1) เพื่อที่จะทำการโทรเรียกไปยังผู้รับ จะทำให้ระดับแรงดันเริ่มต้นการเรียก (ที่จุด 2) ฉะนั้นชุมสายจะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียก (ที่จุด 3) เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน ก็จะกดหมายเลขผู้ถูกเรียก (Called Subscriber) จากนั้นวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์ก็จะสร้างสัญญาณรหัสหมายเลขส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ (ที่จุด 4) ชุมสายจะตัดสัญญาณให้หมุนออกทันทีที่ได้รับหมายเลขโทรศัพท์ตัวแรก เมื่อชุมสายรับทราบหมายเลขผู้รับ (ที่จุด 5) ก็จะทำการจองทางผ่านระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก (ที่จุดที่ 6) รวมทั้งส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้ถูกเรียก พร้อมทั้งส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียก (ที่จุด 7) ถ้าหากคู่สายด้านผู้รับไม่ว่าง ชุมสายจะส่งสัญญาณไม่ว่างไปให้ผู้เรียกทราบ เพื่อให้ผู้เรียกทำการวางหู แล้วค่อยทำการเรียกใหม่ หากคู่สายด้านผู้รับว่าง ชุมสายจะส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังเครื่องผู้ถูกเรียกและส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังด้านผู้เรียก เมื่อผู้ถูกเรียกได้ยินเสียงกริ่งเรียกแล้วยกหูรับสาย (ที่จุด 8) จะทำให้ระดับแรงดันไฟตรงที่คู่สายของผู้รับเปลี่ยนจาก 48 V เป็น 10 V จะเกิดสัญญาณเตือนรับส่งไปยังชุมสาย ชุมสายก็จะตัดสัญญาณกริ่งเรียกด้านผู้ถูกเรียก และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียก ทำให้ทางผ่านระหว่างทรวงค์ขาออกของผู้เรียก และทรวงค์ขาเข้า (Incoming Trunk) ของผู้รับว่าง การสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ (ที่จุด 9) เมื่อการสนทาลั้นสุดลง คู่สายสนทนาจึงจะทำการวางหูทำให้ชุมสายรับรู้ว่าเลิกการติดต่อ (ที่จุด 10) ด้านผู้รับเมื่อมีการเรียกจากภายนอก ชุมสายจะส่งสัญญาณกริ่งเรียกขนาด 100 V<sub>pp</sub> ไปยังผู้รับ เพื่อทำการเรียกผู้รับ ถ้าผู้รับยังไม่มารับสายสัญญาณกริ่งเรียกก็จะดำเนินอยู่ประมาณ 15 ครั้ง จากนั้นชุมสายจะทำการตัดสัญญาณเอง หากไม่มีการตอบรับและส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียกเพื่อให้ผู้เรียกทำการเรียกใหม่

จากภาพที่ 2.10 การติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ที่อยู่ต่างชุมสายกัน การติดต่อด้านผู้เรียกจากชุมสายท้องถิ่นไปยังชุมสายเชื่อมต่อกภายในท้องถิ่น ด้านผู้ถูกเรียกจะแตกต่างจากการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

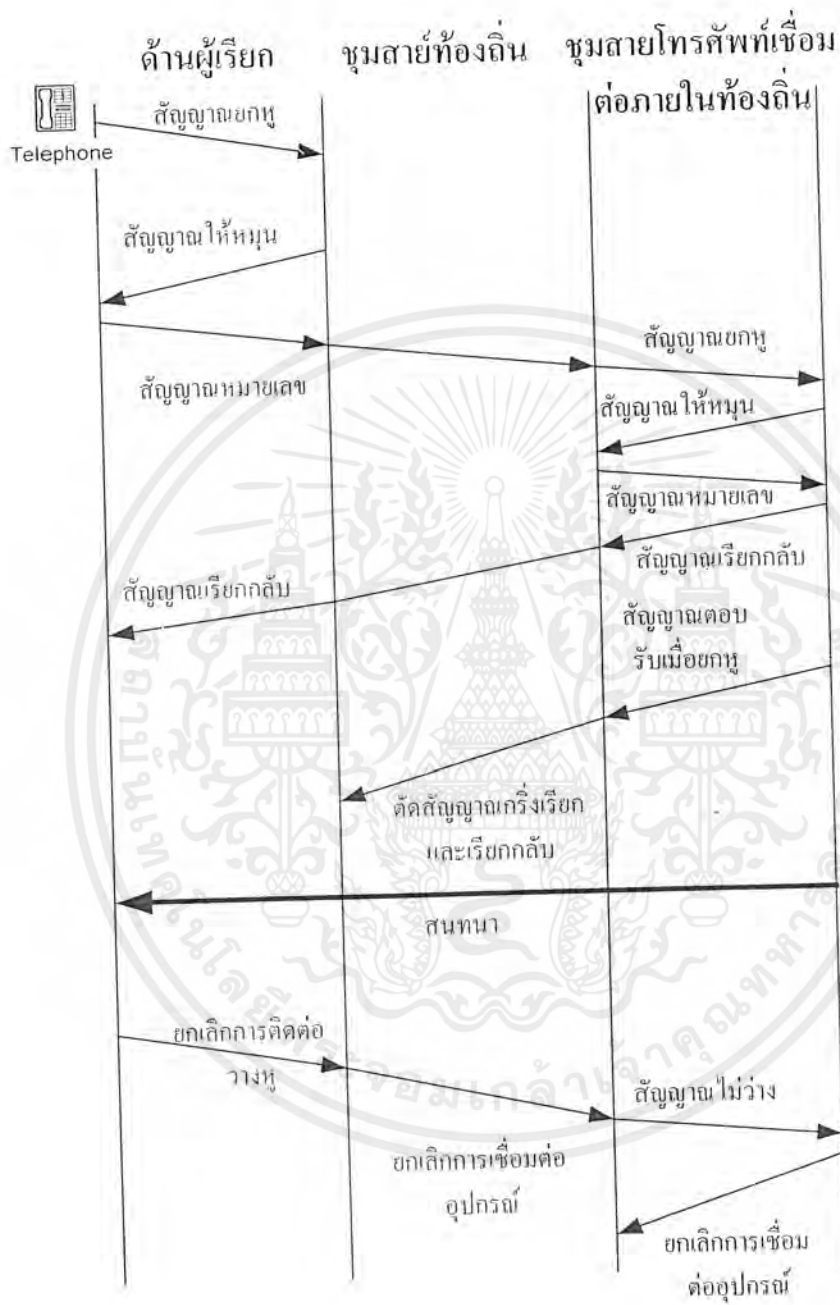
ภายในชุมสายเดียวกัน คือเมื่อชุมสายท้องถิ่นได้รับสัญญาณเลขหมายปลายทาง จะส่งสัญญาณยกหู ไปยังชุมสายเชื่อมต่อกภายในท้องถิ่น จากนั้นชุมสายเชื่อมต่อกภายในท้องถิ่นจะส่งสัญญาณให้หมุน เพื่อให้ชุมสายท้องถิ่นส่งเลขหมายปลายทางมาให้ ส่วนขั้นตอนอื่น ๆ จะเหมือนกับการติดต่อภายในชุมสายเดียวกัน



รูปที่ 2.9

แสดงรายละเอียดการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ภายในชุมสายเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10

แสดงการติดต่อของเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ผ่านชุมสายโทรศัพท์ 2 ขุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### การคำนวณและการสร้าง

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ สาขาปลายทางอัตโนมัติที่นำเสนอในภาคการศึกษานี้ประกอบด้วย ส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ (HARDWARE) ของตัวเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ สามารถแบ่งได้เป็นส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

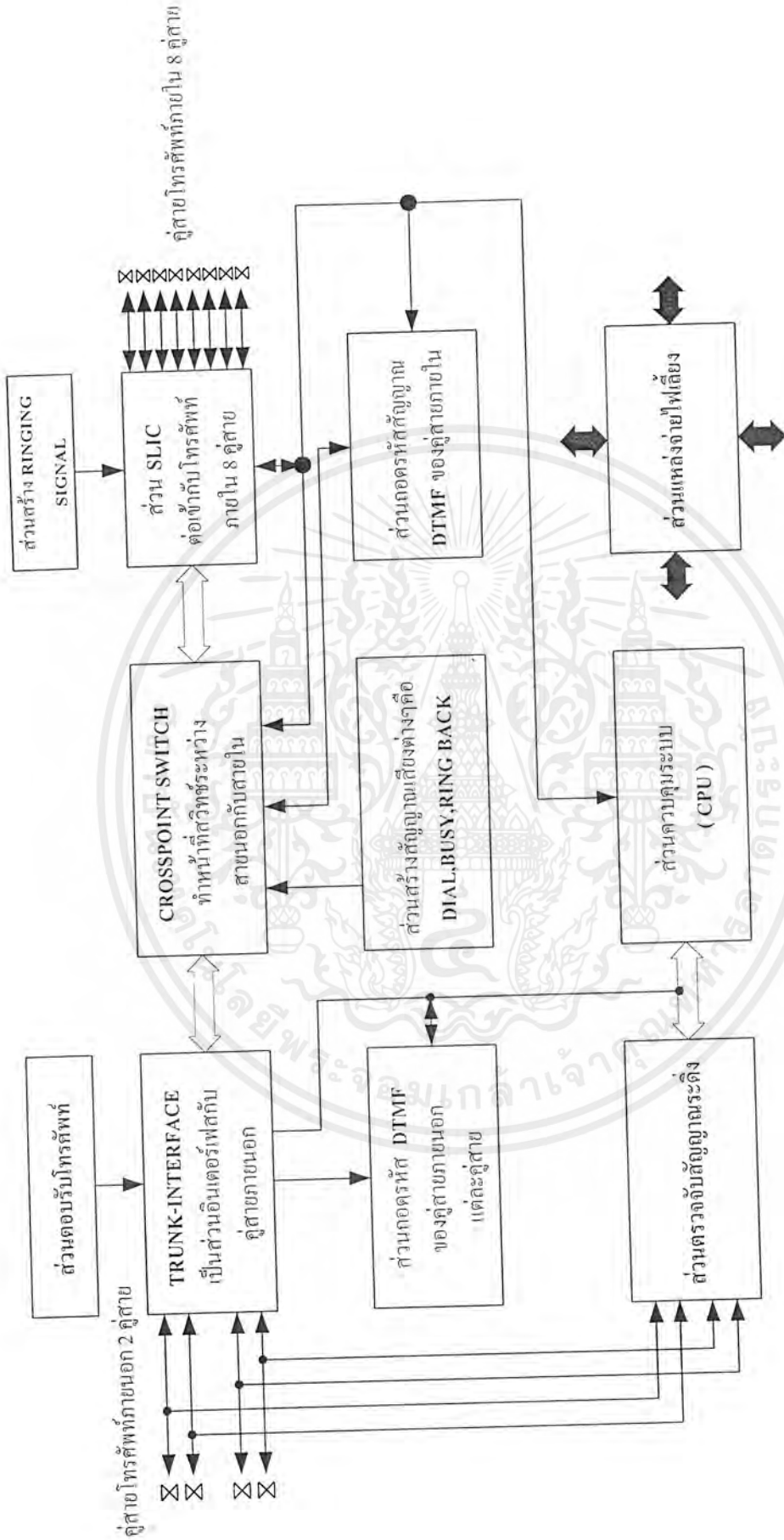
- ส่วนอินเตอร์เฟซกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (TRUNK - LINE INTERFACE CIRCUIT SECTION)
- ส่วนครอสพอยท์สวิตช์ (CROSS POINT SWITCH CIRCUIT SECTION)
- ส่วนตรวจจับสัญญาณเสียงกระดิ่ง (RINGING DECODER CIRCUIT SECTION)
- ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF DECODER CIRCUIT SECTION)
- ส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง (TONE GENERATOR CIRCUIT SECTION)
- ส่วนอินเตอร์เฟซกับคู่สายโทรศัพท์ภายใน (SUBSCRIBER LINE INTERFACE CIRCUIT SECTION : SLIC)
- ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION)
- ส่วนอินพุท/เอาต์พุทพอร์ท (I/O PORT SECTION)
- ส่วนแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง (POWER SUPPLY CIRCUIT SECTION)
- ส่วนควบคุมระบบ (CONTROL CIRCUIT SECTION)

2. โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ (SOFTWARE) เป็นส่วนที่เกี่ยวกับโปรแกรมคำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ให้ทำงานตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้

จากบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 3.1 แสดงภาคต่าง ๆ ซึ่งจะทำงานที่สัมพันธ์กัน สามารถอธิบายการทำงานรวมกันได้ดังนี้ การทำงานของวงจรทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ โหมดการติดต่อภายใน กับโหมดการติดต่อภายนอก เมื่อมีผู้เรียกมาจากภายนอกส่วนอินเตอร์เฟซกับคู่สายภายนอกซึ่งประกอบไปด้วยวงจรตรวจจับเสียงกระดิ่ง เมื่อจับได้แล้วก็จะส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมระบบ เพื่อให้ส่วนควบคุมระบบส่งสัญญาณมาควบคุมส่วนอินเตอร์เฟซกับคู่สายภายนอก ทำการปรับอิมพีแดนซ์ ของตัวเอง ซึ่งในตอนแรกมีค่าความต้านทานมากให้เหลือค่าความต้านทาน 600 โอห์ม คือเป็นการรับสายนั่นเอง แล้วก็จะส่งสัญญาณเสียงจากส่วนตอบรับอัตโนมัติ ออกไปเพื่อให้ผู้เรียกที่เรียกเข้ามาทำการเลือกหมายเลขของคู่สายภายในได้ จากนั้นเมื่อมีผู้เรียกกดหมายเลขของคู่สายนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายแล้วสัญญาณ DTMF ที่จะถูกส่งมายังส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF และถอดรหัสไปเป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อส่งไปยังส่วนควบคุม เมื่อส่วนควบคุมรับรหัสที่ได้มาแล้วก็จะตรวจสอบว่าคู่สายที่ถูกเรียกเข้ามาว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะไปส่งให้ส่วนทรอสพอยท์ทำการติดต่อสัญญาณเรียกกลับ (RING BACK TONE) ไปยังผู้ที่เรียกเข้ามา พร้อมกับส่งสัญญาณกระดิ่ง (RINGING SIGNAL) ไปยังคู่สายภายในที่ถูกเรียก แต่ถ้าคู่สายภายในที่ถูกเรียกไม่ว่าง ส่วนควบคุม ก็จะส่งให้ส่วนทรอสพอยท์ ต่อสัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) ไปยังผู้ที่เรียกเข้ามา ถ้าหากคู่สายที่ถูกเรียกว่างพร้อมที่จะใช้งานได้เมื่อได้ยินสัญญาณกระดิ่ง ถ้ามีการยกหูส่วนตรวจจับการยกหูซึ่งเป็นภาคย่อยของส่วนอินเตอร์เฟสกลับคู่สายภายใน ก็จะสามารถรับรู้ว่ามี การยกหูและส่งสัญญาณมายังส่วนควบคุม และส่วนควบคุม ก็จะสั่งให้ส่วนทรอสพอยท์ทำการเชื่อมต่อคู่สายที่เรียกเข้ามา กับคู่สายที่ถูกเรียก และเมื่อฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดวางหูก็จะหมดช่วงของการสนทนา ส่วนโหมคการติดต่อภายในนั้นเมื่อมีคู่สายใดคู่สายหนึ่งของคู่สายภายในมีการยกหูขึ้นมาทางภาคการตรวจจับการยกหู ซึ่งเป็นภาคย่อยของส่วนอินเตอร์เฟสกับคู่สายภายใน จะตรวจจับได้แล้วจะส่งสัญญาณมายังส่วนควบคุม หลังจากนั้นส่วนควบคุม ก็พร้อมที่รับสัญญาณที่เข้ามาอีกจากการกดหมายเลขของคู่สายภายในที่ทำการยกหู ซึ่งเมื่อผู้ยกหูกดหมายเลขสัญญาณหมายเลขที่ถูกกดก็มาผ่านส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิทัลและส่งมายังส่วนควบคุมต่อไป เมื่อส่วนควบคุมได้รับสัญญาณจากหมายเลขที่กดได้แล้วก็จะทำการวิเคราะห์คู่สายภายในที่ถูกเรียก ถ้าหากไม่ว่าง ก็จะสั่งให้ส่วนทรอสพอยท์ต่อสัญญาณไม่ว่าง ไปยังผู้ที่เรียกเข้า ถ้าหากว่า ผู้ถูกเรียกว่างทางผู้ถูกเรียกจะได้ยินสัญญาณกระดิ่ง และต่อสัญญาณเรียกกลับ ไปยังผู้เรียก เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องชุมสายโทรศัพท์หลายสายอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1 การทำงานของชุมสายโทรศัพท์ที่สามารถแบ่งการทำงานออกได้เป็นส่วน ๆ ดังนี้

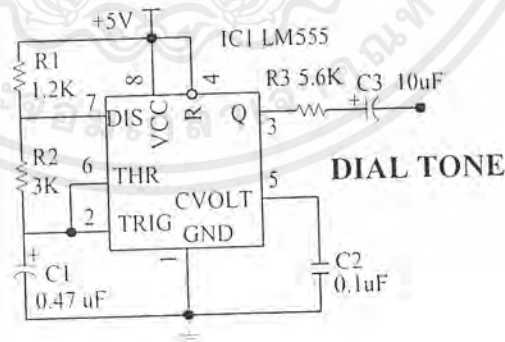
ส่วนต่าง ๆ ของโทรศัพท์ที่ใช้ในชุมสายนี้ ประกอบด้วยสัญญาณ 4 สัญญาณ คือ สัญญาณให้หมุน (Dial Tone), สัญญาณเรียกกลับ (Ring-back Tone), สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) และสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) โดยมีลักษณะของสัญญาณดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน ความถี่ 400 เฮิรตซ์ ติดต่อเนื่องกันตลอด ระดับสัญญาณ 5 Vp-p
2. สัญญาณไม่ว่าง ความถี่ 400 เฮิรตซ์ ติด 0.5 วินาที คับ 0.5 วินาที ระดับสัญญาณ 5 Vp-p
3. สัญญาณเรียกกลับ ความถี่ 400 เฮิรตซ์ ติด 1 วินาที คับ 3 วินาที ระดับสัญญาณ 5 Vp-p
4. สัญญาณกระดิ่ง ความถี่ 25 เฮิรตซ์ ติด 1 วินาที คับ 3 วินาที ระดับสัญญาณ 65 Vp-p

#### 3.1.1 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน

ใช้ IC เบอร์ NE 555 ต่อวงจรในลักษณะวงจระสเตรเบิ้ล กำเนิดความถี่ที่ต้องการประมาณ 400 เฮิรตซ์  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $C_1$  เป็นตัวกำหนดค่าที่ต้องการ โดยหาค่าความถี่ได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 f_i &= 144.3 / (R_1 + 2R_2) C_1 \\
 f_i &= 1.443 / [1.2k + 2(3k)] 0.47 \mu F \\
 f_i &= 425 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$



รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง

เป็นลักษณะความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที โดยใช้ IC เบอร์ 556 ซึ่งมีเบอร์ NE 555 อยู่ 2 ชุด ชุดแรก IC<sub>ICA</sub> ประกอบด้วยความถี่ 1 เฮิรตซ์ ไดโอด D<sub>1</sub> ประกอบเป็นวงจรผลิตความถี่ 1 เฮิรตซ์ ไดโอด D<sub>1</sub> ต่อไว้เพื่อช่วยให้ duty cycle น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวณความถี่ได้จากสูตร กรณีที่มีไดโอดได้ดังนี้

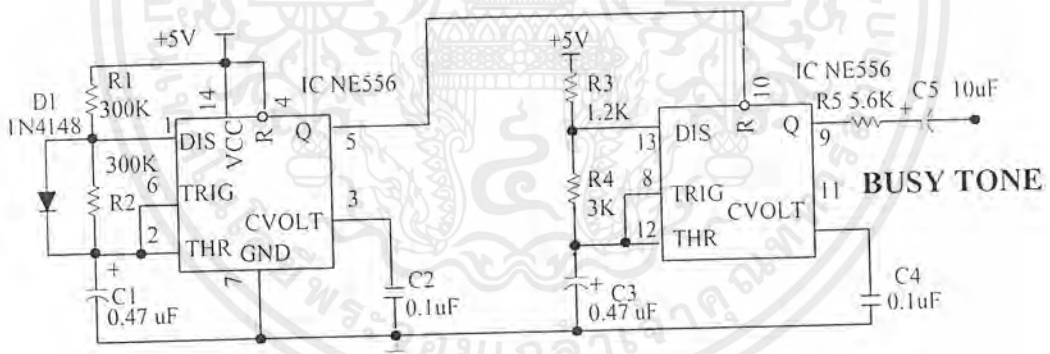
$$f_t = 1.443 / (R_s + R_p)C$$

$$f_t = 1.443 / (300k + 300K) 2.2 \mu F$$

$$f_t = 1 \text{ Hz}$$

$$\text{Duty Cycle (\%)} = [R_2 / R_s + rB] \times 100\% = 50\%$$

IC<sub>ICB</sub> ชุดที่สองประกอบด้วยกันเป็น ชุดอะอสเตเบิลผลิตความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ สัญญาณไม่ว่าง จะปรากฏออกที่เอาต์พุทของวงจร



รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ

ประกอบด้วย IC NE556 การทำงานของวงจรมีลักษณะเดียวกันกับ วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง IC<sub>IC</sub> โดย IC<sub>2CA</sub> ชุดแรกจะผลิตสัญญาณที่มีอัตราการคิด (เอาท์พุทมีสถานะ "1") นาน 1 วินาที อัตราการดับ (สถานะ "0") นาน 3 วินาทีโดยใช้ไดโอด D<sub>2</sub> เป็นตัวช่วยปรับค่า duty cycle โดยหาค่าสถานะ "1" และสถานะ "0" ได้ดังนี้

$$f_t = 1.443 / (R_a + R_b)C$$

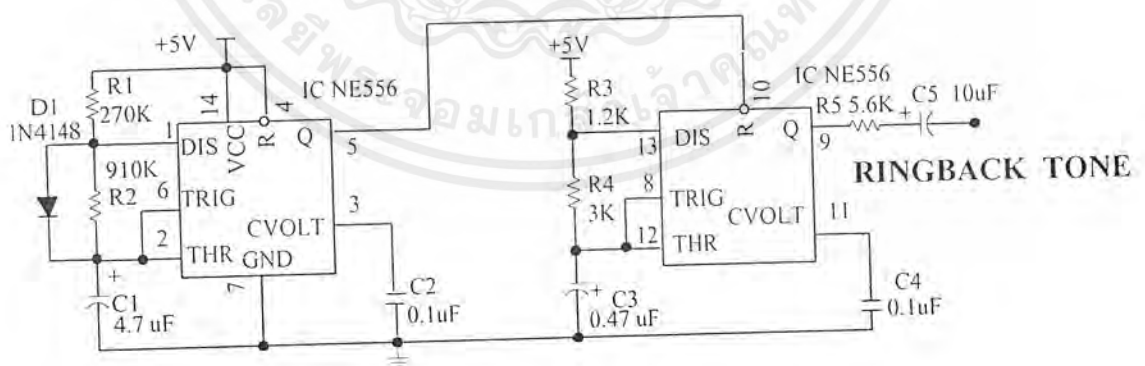
$$f_t = 1.443 / (270k + 910k) 4.7\mu F$$

$$f_t = 0.26 \text{ Hz}$$

$$T_1 = 0.693 : T_{ON} = 0.693 \times 270k \times 4.7 \mu F = 0.9 \text{ วินาที}$$

$$T_0 = 0.693 : T_{OFF} = 0.693 \times 910k \times 4.7 \mu F = 3 \text{ วินาที}$$

IC<sub>2CB</sub> ชุดที่สอง วงจรอะอสเตเบิล ผลิตความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ โดยควบคุมการทำงานจาก IC<sub>2CA</sub> ชุดแรกที่มา Reset โดยในช่วง T<sub>1</sub> จะผลิตความถี่ 400 Hz ออกทางเอาท์พุทในช่วง T<sub>0</sub> จะไม่มีความถี่ออกมาทางเอาท์พุท

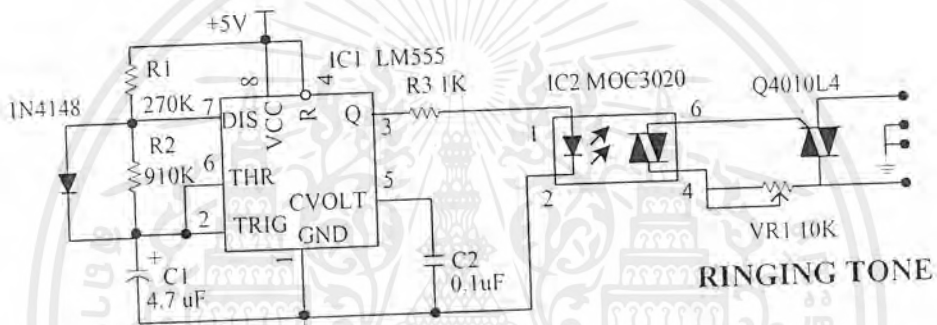


รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.4 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

โดยหลักการสัญญาณเรียกกลับ จะมีความถี่ และอัตราการติดดับ เหมือนกันกับวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่งทุกประการ ซึ่งเราจะไม่กล่าวถึงในส่วนผลิตความถี่ ICLM555 แต่จะกล่าวถึงส่วนเชื่อมต่อกับสัญญาณ  $100\text{ V}_{AC}$  IC<sub>2</sub> เป็น IC Opto Isolator เป็นตัวแยกกราวด์ของระบบไฟ 5V ออกจากระบบไฟ  $100\text{ V}_{AC}$  โดย Q<sub>1</sub> ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ส่งสัญญาณกระดิ่งออกไป ซึ่งความแรงของสัญญาณกระดิ่งจะถูกควบคุมโดย VR<sub>1</sub>

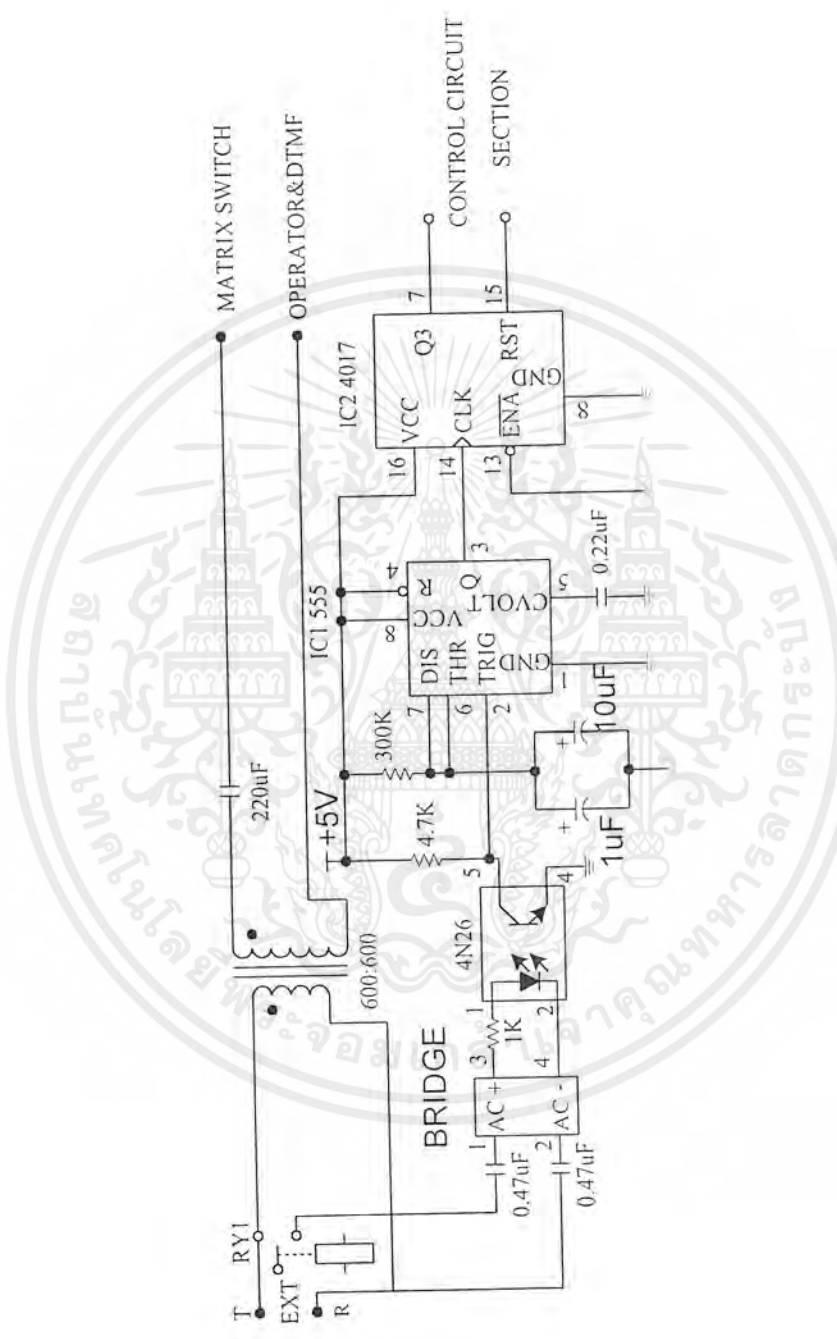


รูปที่ 3.5 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

### 3.2 วงจรเชื่อมต่อกับสายภายนอก

วงจรมีหน้าที่รับสัญญาณเรียก ที่มาจากชุมสายภายนอก แล้วทำการเปลี่ยนสัญญาณเรียกที่เข้ามา เป็นสัญญาณพัลส์ จากนั้นส่งสัญญาณพัลส์ไปยังซีพียู โดยผ่านพอร์ต 8255 เพื่อแจ้งให้ซีพียูทราบว่า ขณะนี้ได้มีสายนอกต้องการจะติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน จากนั้นซีพียูจะติดต่อให้ชุดตอบรับทำงาน โดยจะบอกให้ผู้เรียกกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อก็คือ เลข 1-8 จากนั้นซีพียูจะตรวจเช็คหมายเลขที่ต้องการติดต่อ ว่าว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณเรียกกลับ มาที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียก ถ้าไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง ไปยังผู้เรียกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรส่วนคิดต่อภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

จากรูปที่ 3.6 สัญญาณเรียก ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยจะมีแรงดันประมาณ 100 โวลต์ เมื่อตรวจจับได้แล้วจะต่อให้กับซีพียู เพื่อให้ซีพียูทราบว่าขณะนี้ มีสัญญาณเรียกจากองค์การโทรศัพท์เข้ามา นอกจากนี้วงจรเชื่อมต่อกับสายภายนอก จะทำการติดต่อสายนอกเข้ากับวงจร เมตริกซ์สวิทช์ สัญญาณสนทนาจะผ่านไอโซเลตทรานฟอร์มเมอร์ ผ่าน C<sub>1</sub> ซึ่งทำหน้าที่เป็น คาปาซิเตอร์คัปปลิง ไปยังวงจรเมตริกซ์สวิทช์ การยกหูโทรศัพท์ในการใช้เครื่องโทรศัพท์แบบธรรมดาทั่วไปแล้วจะมีคนยกหูและวางหู ซึ่งในขณะที่วางหูนั้นค่าอิมพีแดนซ์รวมของวงจรจะมีค่าสูงจะมีแรงดันประมาณ 48 โวลต์จากชุมสายโทรศัพท์ที่จ่ายเข้ามาเป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจร แต่เมื่อมีการยกหูขึ้นค่าอิมพีแดนซ์รวมของวงจรจะเหลือเพียง 600 โอห์มทำให้ชุมสายโทรศัพท์ลดระดับแรงดันลงเหลือประมาณ 8-10 โวลต์ เนื่องจากว่าเมื่อมีการยกหูแล้วสวิทช์ภายในโทรศัพท์ จะทำการต่อสายเข้ากับวงจรภายในที่มีความต้านทานกระแสตรงต่ำจะเกิดการครบวงจรขึ้น ทำให้แรงดันลดลงทันที

จากหลักการดังกล่าวได้นำมาใช้กับวงจรที่ออกแบบโดยได้ออกแบบให้วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ดังขึ้นจำนวนหนึ่งครั้งก่อนแล้ว ทำให้เกิดสภาวะความต้านทานต่ำขึ้นที่เครื่องที่มีสภาวะเหมือนกับการยกหูโทรศัพท์ เมื่อวงจรยกหูโทรศัพท์แล้ว ในขณะเดียวกันก็จะต่อภาครับสัญญาณเข้ากับคู่สายไปพร้อมกับการส่งสัญญาณเข้ากับคู่สายไปพร้อมกับการส่งสัญญาณจากภาค AUTOMATIC ANSWER SOUND เมื่อจบเสียงพูดแล้วหากไม่มีการกดรหัสมาจากภายนอกเข้ามาเพื่อที่จะได้ทำการวิเคราะห์ในภาค CONTROL แล้วต่อคู่สายเข้ากับคู่สายภายในต่อไปภายใน 45 วินาที ส่วนควบคุมก็จะรีเซ็ตตัวเองเปิดวงจรทำให้สภาวะความต้านทานต่ำ 600 โอห์ม หมดไปเสมือนกับการวางหูโทรศัพท์ลง แต่ถ้ามีการส่งรหัสสัญญาณมาจากภายนอก ภาค DTMF DECODER ก็จะถอดรหัส DTMF ที่เข้ามาส่งให้ภาค CONTROL ทำการวิเคราะห์รหัสสัญญาณที่ได้ดำเนินการต่อไป

ภาคตรวจจับกระดิ่งที่ใช้งานจริง มีการทำงานดังนี้ เมื่อสัญญาณเรียกเข้ามาที่มีแรงดันกระแสสลับประมาณ 100 โวลต์ วงจรส่วนหน้าคือ C<sub>1</sub> กับ C<sub>2</sub> ต่อประกอบกันเป็นวงจรถ่ายทอดสัญญาณกระดิ่ง โดยยอมให้ไฟฟ้ากระแสสลับผ่านได้เท่านั้นตามคุณสมบัติของคาปาซิเตอร์ เมื่อผ่านมาแล้วจะถูกระคายคายโดย BDI แปลงเป็นสัญญาณพัลส์ 32 เฮิร์ต และถูกลดระดับด้วย R<sub>1</sub> เพื่อให้มีแรงดันเหมาะสมแล้วจ่ายให้กับขาอินพุทของ 4N26 ทำให้ LED ภายใน 4N26 ได้รับไบแอสตรงนำกระแสไฟฟ้าส่งแสง ไปยังรอยต่อของทรานซิสเตอร์ใน 4N26 นำกระแสขึ้นมาซึ่งทรานซิสเตอร์ใน 4N26 ถูกไบแอสให้เป็นสวิทช์ซึ่งตัวมันนำกระแสแรงดันที่ขา 5 ของ 4N26 ก็จะต่ำลงก็คือเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นจากตอนแรกตัวมันไม่นำกระแสแรงดันที่ขา 5 ของ 4N26 จะมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 5 โวลต์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นส่งผลให้อินพุทของ IC1 เกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยต่อดึงกันโดยตรง IC2 ( 555 : TIMER ) เป็นวงจรกำเนิดความถี่ แบบโมโนสเตเบิลมีคัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งสามารถคำนวณความถี่ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สูตรหาความถี่ } f & \\ &= 1/RC \ln 3 \\ &= (1/300K * 11\mu F \ln 3) \\ &= 0.27 \text{ Hz} \end{aligned}$$

ความถี่จากขา 3 ของ IC1 ถูกส่งไปยังขา 14 (CK) ของ IC2 ซึ่งเป็นตัวนับความถี่หรือหารความถี่ ในที่นี้จะเลือกขาที่หารด้วย 1 เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการนับเสียงกระดิ่งหลายๆครั้ง จึงเลือกให้นับเพียงครั้งเดียวดังนั้น IC1 จะให้เอาท์พุทที่ขา 11 เป็นความถี่ 0.27 Hz ซึ่งในขั้นตอนตรงนี้สามารถที่จะเปลี่ยนจำนวนตัวเลขในการหาความถี่ให้ใช้เวลานานกว่านี้ก็ได้อาจจะหาร 2.3 หรือ 4 ตามต้องการซึ่งสัญญาณที่ได้จากขาเอาท์พุทจะส่งตรงไปยังภาค CONTROL เพื่อให้ภาค CONTROL ส่งสัญญาณไปควบคุมการส่งสัญญาณเสียง AUTOMATIC ANSWER SOUNDS ต่อไป

### 3.3 ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF DECODER CIRCUIT SECTION)

วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF จะประกอบด้วย 2 ส่วน

1. ส่วนที่หนึ่งทำหน้าที่ถอดรหัส DTMF จากการเรียกที่มาจากคู่สายภายนอก
2. ส่วนที่สองทำหน้าที่ถอดรหัส DTMF จากการติดต่อภายในด้วยกัน หรือทำหน้าที่

ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ขณะที่จะมีการติดต่อไปยังภายนอก

โดยวงจรทั้งสองทำหน้าที่เหมือนกัน แต่อยู่คนละตำแหน่งกัน

#### วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ส่วนที่ 1

เนื่องจากว่าสัญญาณที่ได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวบนหน้าปัทม์โทรศัพท์ที่จะออกมาเป็นความถี่คลื่นรูปไซน์ 2 ความถี่ตามลักษณะของโทรศัพท์แบบกดปุ่มในการนำไปใช้งานเราจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณความถี่คลื่นรูปไซน์ ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเสียก่อน ก็คือต้องผ่านสัญญาณความถี่คลื่นรูปไซน์เข้าไปยังวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ซึ่งเมื่อมีผู้เรียกเข้ามา ทางภาครับทำการรับคู่สายแล้วส่วนตอบรับอัตโนมัติจะส่งสัญญาณเสียงตอบรับผู้เรียกเข้ามาเพื่อให้ทำการกดหมายเลขของคู่สายภายใน เมื่อมีการกดหมายเลขของคู่สายภายในที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณ DTMF ก็จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาผ่านภาควงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เพื่อที่แปลงสัญญาณคลื่นรูปไซน์เป็นสัญญาณดิจิทัล 4 บิตให้ภาคควบคุมระบบ ทำการวิเคราะห์ต่อไป ในวงจรใช้งานจริงจะใช้ ไอซีเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์แบบกดปุ่มให้เป็นตัวเลข BCD ขนาด 4 บิต โดยใช้งานร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz ซึ่งสามารถเขียนตารางแสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวดังนี้

หมายเลข	BCD CODE	หมายเลข	BCD CODE
1	0001	7	0111
2	0010	8	1000
3	0011	9	1001
4	0100	0	1010
5	0101	*	1011
6	0110	#	1100

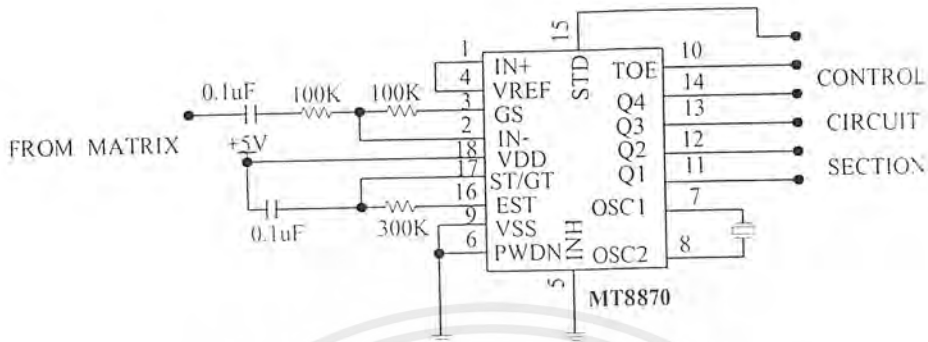
### ตารางที่ 3.1 แสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดหมายเลขโทรศัพท์

จึงมีการต่อไอซีเบอร์ MT8870 ใช้งานจริงดังวงจรรูปที่ 3.7 เมื่อส่วนอินเตอร์เฟสคู่สายภายนอกทำการปรับอิมพีแดนซ์ให้เหลือ 600 โอห์ม หรือยกหู สัญญาณ DTMF ก็สามารถผ่านภาคนี้มาได้คือ จากขั้วขั้วขั้วขั้วของหม้อแปลง ผ่านเข้ามายังขาอินพุทของไอซี MT8870 ส่วนที่ขาเอาต์พุทของไอซี MT8870 จะส่งผลต่อไปยังส่วนควบคุมระบบ คือ ขา Q1-Q4 เพื่อให้สามารถวิเคราะห์สัญญาณ BCD ที่ถอดรหัสมาได้ แต่การทำงานของไอซี MT8870 นั้น ก็จะถูกควบคุมด้วยขา 10 (TOE) จะเป็นระบบแรงดันโลจิก “0” ทำให้เอาต์พุทของไอซี MT8870 เป็นไฮซ์อิมพีแดนซ์ (High impedance) ถ้ามีอินพุทเข้ามา เมื่อไอซี MT8870 ถอดรหัสได้แล้วก็จะเป็นการแปลงสถานะทางโลจิกของขา 15 (STO) จากโลจิก “0” ไปเป็น “1” เพื่อบอกให้ส่วนควบคุมระบบทราบแล้วจะได้ส่งค่าโลจิก “1” ออกมาที่ขา 10 (TOE) เพื่อจะได้ปรับสภาพค่าอิมพีแดนซ์ของขาเอาต์พุท (Q1 – Q4) ให้ต่ำลงและส่งข้อมูลไปยังส่วนควบคุมระบบต่อไปซึ่งในขณะที่ปกติเอาต์พุทเป็นไฮซ์อิมพีแดนซ์ขั้วขั้วนั้นจะไม่มีผลต่อการกดคีย์บอร์ดของโทรศัพท์เพราะข้อมูลส่งออกมาไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ส่วนที่ 2

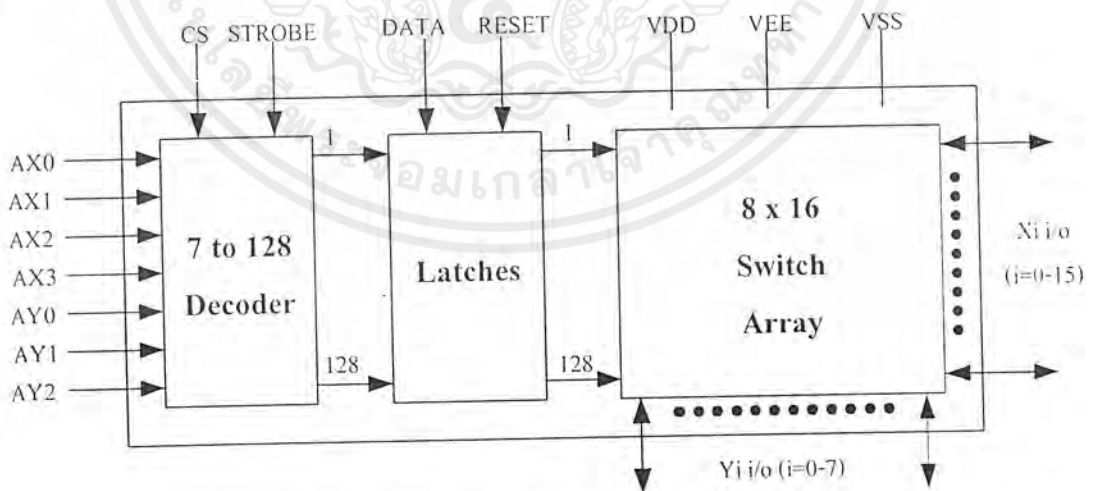
ในส่วนที่ 2 การทำงานของวงจรถจริงนั้นก็จะทำงานเหมือนกับภาคถอดรหัสในส่วนที่ 1 ที่ได้เสนอไปแล้วแต่ที่เสนอไปแล้วนั้นจะถอดรหัส เฉพาะในกรณีของสัญญาณ DTMF ที่เรียกเข้ามาจากสายนอกเท่านั้น ซึ่ง วงจรถอดรหัส DTMF ในชุดนี้จะเป็นการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ของคู่สายภายใน เช่น ในกรณีที่คู่สายภายในยกหูขึ้นมา ภาคตรวจจับการยกหูตรวจสอบได้ว่าการยกคู่สาย ส่วนควบคุมระบบ ก็จะสั่งให้ภาคทรอสพอยท์ ต่อสัญญาณให้กดหมายเลข (DIAL TONE) ไปยังคู่สายที่มีการยกหูเพื่อให้ผู้เรียกที่ทำการยกหูกดหมายเลขเพื่อที่จะให้ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF ถอดรหัสออกมาว่าต้องการติดต่อภายในหรือภายนอก เช่น ถ้ากดเลข “9” เป็นการติดต่อภายนอก ภาคควบคุมระบบ ก็จะได้ออกคำสั่งให้ส่วนอินเทอร์เฟซกับคู่สายภายนอก ทำการปรับอิมพีแดนซ์ให้ต่ำลงเหลือ 600 โอห์ม เหมือนกับการยกหูโทรศัพท์ทั่วไป แล้วก็ให้ผู้เรียกกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อต่อไป ส่วนในกรณีที่ผู้ยกหูโทรศัพท์กดหมายเลขต่างๆ ก็เป็นการติดต่อภายในภาควงจรถอดรหัส DTMF ก็จะถอดรหัสแล้วส่งให้ภาคควบคุมระบบ ภาคควบคุมระบบ ก็จะส่งสัญญาณให้กดหมายเลขไปยังคู่สายที่ยกหูเมื่อผู้ยกหูโทรศัพท์กดหมายเลขของคู่สายภายในที่ต้องการ ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF ก็จะถอดรหัสเพื่อที่จะทำการส่งให้ส่วนควบคุมระบบวิเคราะห์ต่อไป ว่าถ้าคู่สายที่เรียกไปว่างก็จะส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังผู้ถูกเรียก และจะส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียก ส่วนในกรณีที่ส่วนควบคุมระบบ ตรวจสอบแล้วพบว่าคู่สายย่อยที่เรียกไปไม่ว่างก็จะทำการส่งให้ส่วนทรอสพอยท์ ต่อสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้ที่ทำการเรียกทันที ในวงจรใช้งานจริงจะประกอบด้วย ไอซี MT8870 ซึ่งด้านอินพุทของวงจรถืออยู่กับ ทรอสพอยท์เพื่อที่จะควบคุมให้คู่สายภายในที่ทำการยกหูมาใช้บริการของภาควงจร ถอดรหัส DTMF นี้ แบบแบ่งเวลายกส่วนทางด้านเอาต์พุทของวงจรถืออยู่กับส่วนควบคุมระบบ เพื่อจะได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ได้ถอดรหัสออกมาได้



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

### 3.4 ส่วนเมตริกสวิตช์ (MATRIX SWITCH)

วงจรส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่ง เพราะเป็นจุดศูนย์กลางการติดต่อสื่อสารต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยช่องสัญญาณต่าง ๆ ส่วนกำเนิดเสียง, ส่วนตอบรับอัตโนมัติ, ส่วนช่องสัญญาณคู่สายภายใน-ภายนอก ซึ่งรายละเอียดจากขาต่าง ๆ มีดังนี้



รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างภายใน IC MT8816 (Analog Matrix Switch Array)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5. ขา Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, เป็นขาทางด้านแนวนอน โดยกำหนดเป็นช่องสัญญาณ (Speed Path) จำนวน 4 ช่อง และต่อกับภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF

6. Y0, Y1 เป็นขาทางด้านแนวนอนโดยขา Y0 ต่อกับสายสัญญาณคู่สายภายนอกที่ 1 และขา Y1 ต่อกับสายสัญญาณคู่สายภายนอกที่ 2

7. ขา X0, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7 เป็นขาทางด้านแนวตั้งโดยต่อกับสายสัญญาณของเครื่องโทรศัพท์ภายในเครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 8 ตามลำดับ

8. ขา X7-X10 ต่อกับสัญญาณ DTMF

9. ขา X9,X12 ต่อกับสัญญาณ DIAL TONE

10. ขา X14 ,X15 ต่อกับสัญญาณ AUTO ANSWER

11. ขา X8,X11 ต่อกับสัญญาณ BUSY TONE

12. ขา X10,X13 ต่อกับสัญญาณ RINGBACK TONE

ตารางที่ 3.2 แสดงการ Decode Address ของ IC MT 8816

AX0	AX1	AX2	AX3	AY0	AY1	AY2	Connection
0	0	0	0	0	0	0	X0-Y0
1	0	0	0	0	0	0	X1-Y0
0	1	0	0	0	0	0	X2-Y0
1	1	0	0	0	0	0	X3-Y0
0	0	1	0	0	0	0	X4-Y0
1	0	1	0	0	0	0	X5-Y0
0	1	1	0	0	0	0	X12-Y0
1	1	1	0	0	0	0	X13-Y0
0	0	0	1	0	0	0	X6-Y0
1	0	0	1	0	0	0	X7-Y0
0	1	0	1	0	0	0	X8-Y0
1	1	0	1	0	0	0	X9-Y0
0	0	1	1	0	0	0	X10-Y0
1	0	1	1	0	0	0	X11-Y0
0	1	1	1	0	0	0	X14-Y0
1	1	1	1	0	0	0	X15-Y0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AX0	AX1	AX2	AX3	AY0	AY1	AY2	Connection
0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   0	0 ↑ ↓   0	X0-Y1 ↑ ↓ X15-Y1
0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   0	1 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   0	X0-Y2 ↑ ↓ X15-Y2
0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	1 ↑ ↓   1	1 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   0	X0-Y3 ↑ ↓ X15-Y3
0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   0	0 ↑ ↓   0	1 ↑ ↓   1	X0-Y4 ↑ ↓ X15-Y4
0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	1 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   0	1 ↑ ↓   1	X0-Y5 ↑ ↓ X15-Y5
0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	1 ↑ ↓   1	1 ↑ ↓   1	X0-Y6 ↑ ↓ X15-Y6
0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	0 ↑ ↓   1	1 ↑ ↓   1	1 ↑ ↓   1	1 ↑ ↓   1	X0-Y7 ↑ ↓ X15-Y7

### 3.5 ส่วนอินเตอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์ภายใน (SUBSCRIBER LINE INTERFACE CIRCUIT SECTION)

#### หลักการทำงาน

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ต่ออยู่กับเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในและจะมีการตรวจเช็คการยกหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติด้วย นอกจากนี้ สัญญาณต่าง ๆ ที่จะผ่านเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ ก็จะมาผ่านภาคนี้ก่อนซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.11

ในกรณีของการโทรเข้ามาจากคู่สายภายนอก จะเห็นได้ว่า สัญญาณจากส่วนควบคุมที่ผ่านขาที่ 1 ของ แอนด์เกต 7408 ทำหน้าที่ตรวจสอบด้วยการยกหูของคู่สายภายใน ถ้าคู่สายภายในยกหู โทรศัพท์สัญญาณที่เข้าที่ขา 1 ของ แอนด์เกต 7408 จะเป็นค่าโลกจิก "0" ทำให้ไม่ได้รับสัญญาณกระดิ่งจากคู่สายภายนอก แต่ถ้าคู่สายภายในวางหู จะทำให้ได้รับสัญญาณกระดิ่งเข้ามาได้โดยการควบคุมจากส่วนควบคุมระบบสัญญาณเอาท์พุทของแอนด์เกต จะไปจับขาเบสของ ทรานซิสเตอร์ 2SC1815 เพื่อที่จะทำหน้าที่ควบคุมรีเลย์ที่ ทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณที่ผ่านเข้ามาจากภาคคอสพอยท์สวิตช์ กล่าวคือขณะที่ สายในวางสายโทรศัพท์และสามารถรับสัญญาณกระดิ่งได้ เมื่อคู่สายภายในยกหู รีเลย์ที่ต่อสัญญาณกระดิ่งอยู่ จะสวิตช์ไปให้สัญญาณเสียงพูดจากภาคคอสพอยท์สวิตช์เข้ามาทำให้ ผู้สนทนาด้านคู่สายภายในสามารถได้ยินเสียงพูดจากคู่สายภายนอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



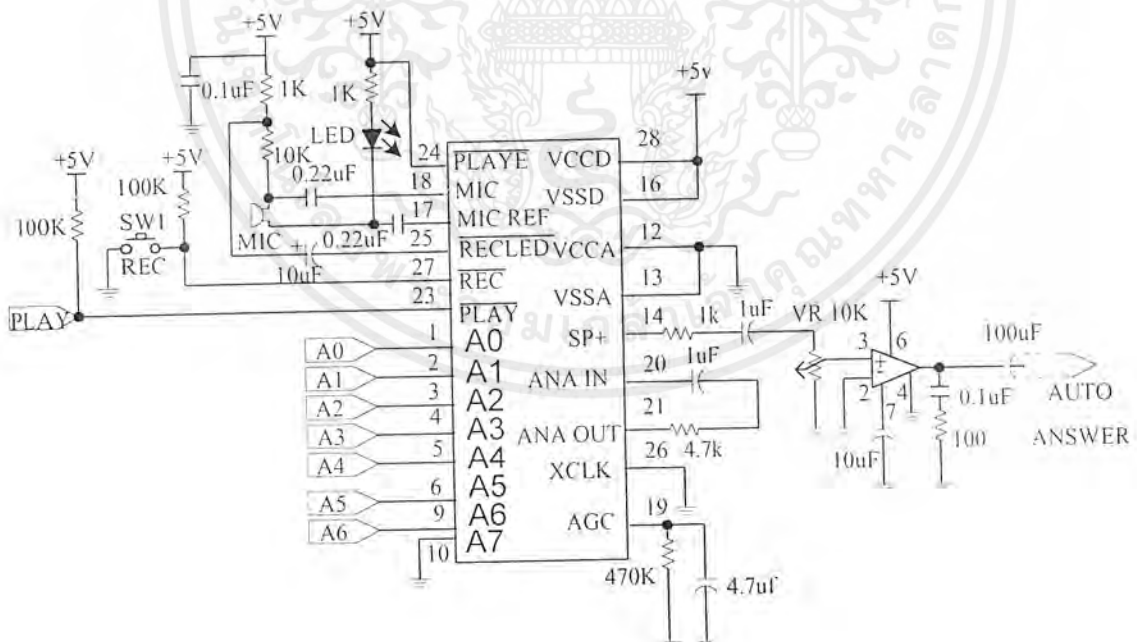
### 3.6 ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION)

#### หลักการทำงาน

ส่วนนี้จะใช้ไอซีเบอร์ ISD1420 ซึ่งจะมีความจุ 128,000 เซล การกำหนดแอดเดรสของการบันทึกและการเล่นกลับนั้น สามารถกำหนดได้โดยขา A0 – A5 เมื่อขา A7 ต้องเป็นลอจิก “0” และจะใช้ขา A6 เป็นตัวกำหนดว่าจะเล่น 10 วินาทีแรกหรือ 10 วินาทีหลัง

- เมื่อขา A6 เป็นลอจิก “0” จะกำหนดเป็น 10 วินาทีแรก
- เมื่อขา A6 เป็นลอจิก “1” จะกำหนดเป็น 10 วินาทีหลัง

จากรูปที่ 3.12 เมื่อขา PLAYL ได้รับลอจิก “0” จะทำให้สัญญาณเสียงที่ถูกกำหนดตำแหน่งแอดเดรสโดยขา A0 – A5 ออกจากขา 14 ของไอซี ISD1420 แล้วเข้าวงจรขยายเสียงที่ใช้ไอซี LM386 จากนั้นจึงออกลำโพง และสัญญาณเสียงนั้นจะเข้าไปที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ซึ่งหน้าที่เป็นตัวขับ (Driver) ทำให้รีเลย์ทำงาน เสียงจึงออกไปยังตู้สายโทรศัพท์ได้โดยผ่านหม้อแปลงคัปปลิ่ง ขากำหนดแอดเดรส (A0 – A5), ขา A6 และ ขา PLAYL จะต่อเข้ากับพอร์ทของ 8255 เพื่อใช้ในการควบคุมการเล่นกลับ ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงวงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7 ส่วนอินพุท/เอาต์พุท พอร์ท (I/O PORT SECTION)

#### หลักการทํางาน

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เป็นอินพุทและเอาต์พุทพอร์ทที่ส่วนควบคุมระบบจะใช้ในการสั่งงานและรับค่าจากวงจรต่าง ๆ เพื่อนำไปประมวลผลการทำงาน จะใช้ไอซี 8255

### 3.8 ส่วนแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง (POWER SUPPLY CIRCUIT SECTION)

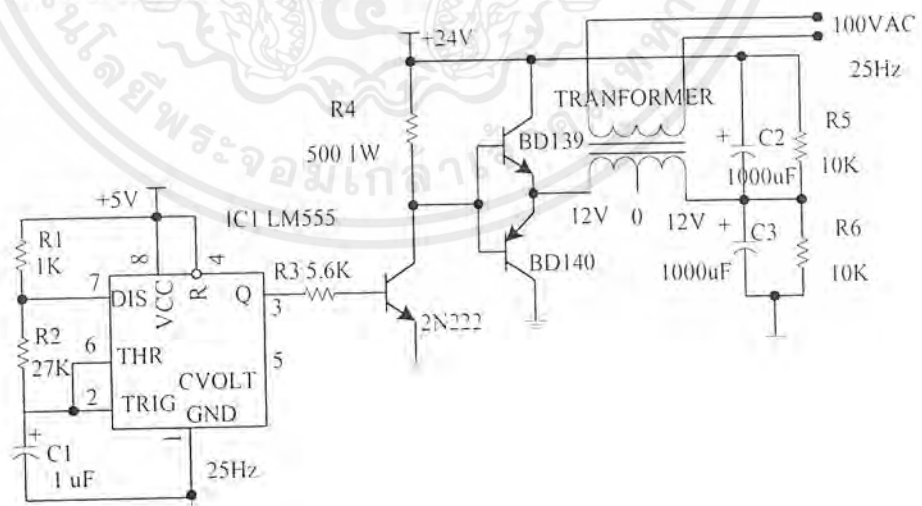
วงจรส่วนจ่ายไฟเลี้ยง แบ่งได้เป็น 4 ส่วน

1. ส่วนสร้างกระแสไฟตรง 12, 24 โวลท์ และ 5 โวลท์ ซึ่งจะใช้เรกูเลเตอร์ในการสร้างไฟตรง 24 V ให้แก่คู่สายภายใน และไฟตรง 5 V ใช้สำหรับไอซีในวงจรต่าง ๆ
2. ส่วนสร้างสัญญาณไฟสลับ 90 โวลต์พีค (90 Vp) ความถี่ 25 Hz เพื่อนำไปใช้เป็นสัญญาณกระตุ้น จากรูป ไอซี 555 จะสร้างสัญญาณที่มีความถี่

$$f = 1.44 / (1k + 2 * 27k) * 1 * 10^{-6}$$

$$= 26.18 \text{ Hz}$$

ซึ่งสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับนี้ จะไปขับ (DRIVE) ทรานซิสเตอร์ 2 ตัว คือ TIP31C และ TIC32C ให้เกิดสัญญาณเอซี 12 V ความถี่ประมาณ 25 Hz กรอบหม้อแปลงด้านอินพุท (primary) ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดสัญญาณเอซี ด้านเอาต์พุท (secondary) ของหม้อแปลงมีค่าประมาณ 100 V ความถี่ประมาณ 25 Hz ซึ่งจะนำไปใช้ในการสร้างสัญญาณกระตุ้น



รูปที่ 3.13 วงจรสร้างสัญญาณไฟสลับ 100 โวลท์ 25 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.9 ส่วนควบคุมระบบ (CONTROL CIRCUIT SECTION)

ส่วนนี้เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมและประมวลผลการทำงานของชุดสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติทั้งหมด ในส่วนนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C31 และหน่วยความจำ

- ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C31 ทำหน้าที่ควบคุมลำดับการทำงานของระบบ เป็นตระกูลเดียวกับ MCS-51 ประมวลผลกลางขนาด 8 บิต สามารถอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ 64 กิโลไบต์และสามารถอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ 64 กิโลไบต์ 80C31 จะมีหน่วยความจำแบบ RAM ภายในจำนวน 128 ไบต์ คือตำแหน่ง 00H – 7FH
- หน่วยความจำจะใช้ 2 ประเภท คือ หน่วยความจำโปรแกรม (ROM) และหน่วยความจำข้อมูล (RAM)

- โครงสร้างใหญ่ๆของ 8031 ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆคือ

ส่วนที่ 1 คือ CPU (Central Processing Unit) หรือตัวประมวลผลส่วนนี้จะมีส่วนสร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆเรียกว่าวงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ (Interrupt Control) และส่วนควบคุมวัด (Bus Control) ก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณควบคุมจากส่วน CPU นี้จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่ง (Instruction) ตามที่มีการกำหนดไว้และสัญญาณที่เราสร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรถ่ายสัญญาณ เพื่อให้อุปกรณ์ในส่วนนี้ทำงานประสานกัน (Synchronize) อย่างถูกต้อง

ใน CPU นี้ยังประกอบด้วยส่วนย่อยอีกส่วนหนึ่งที่เรียกว่า ส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเช่น การบวก,ลบ,คูณหรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์หรือหน่วยความจำที่ต้องการ

ส่วนที่ 2 คือ หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำหรือแอดเดรส (Address) เสียก่อนการเอาข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียน (Write) ข้อมูลและการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำจะเรียกว่าการอ่าน (Read) ข้อมูลซึ่งแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลได้เพียงค่าเดียวเท่านั้นในไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปรวมทั้ง 8031 นั้นข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะมีค่าได้เพียง 8 หลักของเลขฐาน 2 (8 บิตเท่ากับ 1 ไบต์) ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยที่จะเก็บข้อมูลได้ขึ้นกับไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละเบอร์ การติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่มคือ

1.แอดเดรสหรือค่าตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำใน 8031 จะติดต่อกับหน่วยความจำประเภท Program Memory ได้สูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง ดังนั้นการอ้างอิงแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของหน่วยความจำที่จะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น ( $2^{16}$  เท่ากับ  $64*1024 = 65536$ )

2. ข้อมูลที่จะอ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในข้อ 1

3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล

สัญญาณเหล่านี้จะถูกรวบรวมภายใน 8031 สร้างมาจากวงจรถอดรหัสของคำสั่งที่ 8031 อ่านจาก หน่วยความจำ Program Memory เข้าไปทำงานนั่นเอง

ส่วนที่ 3 อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก 8031 ทำให้ 8031 ติดต่อกับภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้แก่ 4 I/O Port, Timer 1, Serial Port การทำงานของแต่ละส่วนมีดังนี้

1. 4 I/O Port คำว่าพอร์ทหมายถึงจุดที่ติดต่อกับส่วนที่อยู่ภายนอก 4 I/O Port ของ 8031 เป็นที่ใช้สำหรับรับ-ส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิทัลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 พอร์ทมีทั้งหมด 4 พอร์ท โดยแต่ละพอร์ทจะรับ-ส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ท P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ทจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้ เช่น พอร์ท P0 และ P2 จะใช้สำหรับการส่งค่าตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อและพอร์ท P0 จะใช้รับส่งข้อมูลเมื่อติดต่อกับหน่วยความจำได้ด้วย แต่สิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน แต่จะใช้วิธีทำงานตามลำดับโดยควบคุมจากส่วนควบคุม (Control) ที่ถอดรหัสมากจากแต่ละคำสั่งที่ให้คอมพิวเตอร์ทำงานนั่นเองและสัญญาณทั้งหมดจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกา

2. Timer 0 และ Timer 1 เป็นวงจรรับที่สามารถกำหนดให้ทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก 8031 หรือจำนวนไซเคิลของสัญญาณนาฬิกาภายใน 8031 ก็ได้ค่าจากการนับจะถูกอ่านหรือตั้งค่าเริ่มต้นของการนับได้โดย CPU

3. Serial Port หรือพอร์ทอนุกรม CPU จะอ่านและเขียนข้อมูลกับ Serial Port เป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก 8031 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิตเพื่อให้ CPU อ่านไปใช้งานต่อไป

8031 มีพอร์ทให้ใช้งานได้หลายแบบทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆมากมาย การจะนำพอร์ทเหล่านี้ไปใช้งานได้จะต้องเขียน โปรแกรมขึ้นมาควบคุม

### หน่วยความจำของ 8031

- Program Memory เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปรหัสภาษาเครื่อง (Machine Language) ซึ่งต้องการให้ 8031 ทำงานเมื่อ 8031 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำประเภทนี้เข้าไปถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำแบบนี้จะต้องเป็นแบบ Read Only Memory (ROM) และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นรหัสภาษาเครื่องของ 8031 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ (หน่วยความจำแบบ ROM เป็นแบบ Non Volatile ซึ่งเมื่อปิดไฟแล้วข้อมูลก็ไม่มีการสูญหาย) การเขียนข้อมูลลงใน ROM จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในระหว่างการทำงานของ 8031 ผู้ใช้จะไม่สามารถใช้คำสั่งทำการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำแบบนี้ได้จำนวนตำแหน่งสูงสุดของหน่วยความจำแบบนี้ที่ 8031 จะใช้งานได้คือ 65536 ตำแหน่ง ค่าของตำแหน่ง (Address) จะเขียนเป็นเลขฐาน 16 ได้ตั้งแต่ 000H-FFFH
- Data Memory เป็นหน่วยความจำที่ 8031 จะใช้สำหรับพักเก็บข้อมูลแล้วเรียกใช้ใหม่ในระหว่างการทำงานของ 8031 การอ่านหรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำจะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ใน Program Memory หน่วยความจำแบบนี้เป็นประเภท Random Access Memory (RAM) ถ้ามีไฟเลี้ยงอยู่ข้อมูลที่เก็บไว้จะไม่สูญหาย แต่ถ้าปิดเครื่องหรือไม่จ่ายไฟให้แก่ RAM ก็จะไม่สูญหายไป

### โตะแกรมขาของ 8031 แบบ DIP

- 8031 ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่บรรจุอยู่ในวงจรแบบ Dual Inline Package (DIP) ซึ่งแต่ละข้างของ 8031 มีขาอยู่ข้างละ 20 ขารวมทั้งหมด 40 ขานั้นจะใช้งานกันต่างๆดังนี้
- Vcc ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟเลี้ยง +5 โวลต์เข้าไปเพื่อให้วงจรทำงานได้ ระดับโวลต์เตจของลอจิก 0 และ 1 ของ 8031 จึงต่อเข้ากับอุปกรณ์ลอจิกแบบ TTL ได้โดยตรง
- Vss ขา 20 เป็นขาที่ต่อกับกราวด์ (Ground) ของแหล่งจ่ายไฟการต่ออุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องมีกราวด์ของอุปกรณ์ต่อเข้าด้วยกัน
- Port 0 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิตอยู่ที่ขา 39-32 เริ่มจากบิต 0-บิต 7 ตามลำดับแต่ละขาจะเขียนว่า P0.0, P0.1, ..... P0.7 นั้น P0.7 หมายถึงบิต 7 ของพอร์ต 0 ซึ่งเป็นบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (Least Significant) พอร์ต 0 นี้ใช้สำหรับการรับ-ส่งตำแหน่งและข้อมูลกับหน่วยความจำหรือใช้เป็นพอร์ตรับ-ส่งข้อมูลก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ท 0 จะใช้งานหลายอย่างดังนี้

- ใช้สำหรับส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่อด้วยตำแหน่งหน่วยความจำสูงสุดที่ติดต่อก็คือ 64 Kbyte จึงมีค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 16 บิตของเลขฐาน 2 ค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตล่างจะถูกส่งออกไปทางพอร์ท 0 และ 8 บิตบนจะถูกส่งออกไปทางพอร์ท 2
- ใช้รับ-ส่งข้อมูลกับ Data Memory หรือใช้รับข้อมูลจาก Program Memory
- ใช้รับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ทโดยตรง ในกรณีที่ไม่มีการใช้หน่วยความจำของ Program Memory หรือ Data Memory ภายนอก

Port 1 เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต คือขา 1-8 ใช้สัญญาณลักษณะเรียงกันเป็น P1.0,P1.1จนถึง P1.7 พอร์ทนี้ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหน้าที่เดียวเท่านั้น ข้อมูลที่ส่งออกมาทางพอร์ท 1 จะถูก Latch ไว้แล้วส่งออกไปทางแต่ละขา ก่อนที่จะอ่านข้อมูลเข้าไปทางพอร์ท 1

Port 2 เป็นพอร์ทขนานขนาด 8 บิต คือขา P2.7 (บิต 0 ถึง บิต 7 ของพอร์ท 2) ลักษณะโครงสร้างจะเหมือนกับพอร์ท 0 แตกต่างกันตรงที่ในพอร์ท 2 นั้นภาค Driver จะใช้งานเพียง 2 ลักษณะคือ

1. ใช้ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่ ค่าตำแหน่งนี้เป็น 8 บิตบนของค่าตำแหน่ง
2. ใช้เป็นพอร์ทรับและส่งข้อมูลกับภายนอก

Port 3 คือขา P3.0ถึง P3.7 หรือขา 10-17 ตามลำดับแต่ละบิตของพอร์ท 3 จะมีฟังก์ชันดังนี้

P3.0/RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1/TXD (Serial Output Port) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2/INT0 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3/INT1 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4/T0 (Timer/Counter 0 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยังวงจร Timer/Counter 0 ทำหน้าที่นับจำนวนไซเคิลของสัญญาณ T0 นี้หรือสัญญาณนาฬิกาก็ได้

P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยังวงจร Timer/Counter 0 ทำหน้าที่นับจำนวนไซเคิลของสัญญาณ T1 นี้หรือสัญญาณนาฬิกาก็ได้

P3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8031

P3.7/RD (External Data Memory) ขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 9 คือ ขา RST เป็นขา RESET ซึ่งจะใช้ทำการรีเซ็ตการทำงานของ 8031 โดยเมื่อป้อนสัญญาณที่มีสถานะลอจิก 1 เข้าไปจะเป็นการรีเซ็ตการทำงานของ 8031 และเมื่อสัญญาณมีสถานะเป็นลอจิก 0 ก็จะออกจากการรีเซ็ต 8031

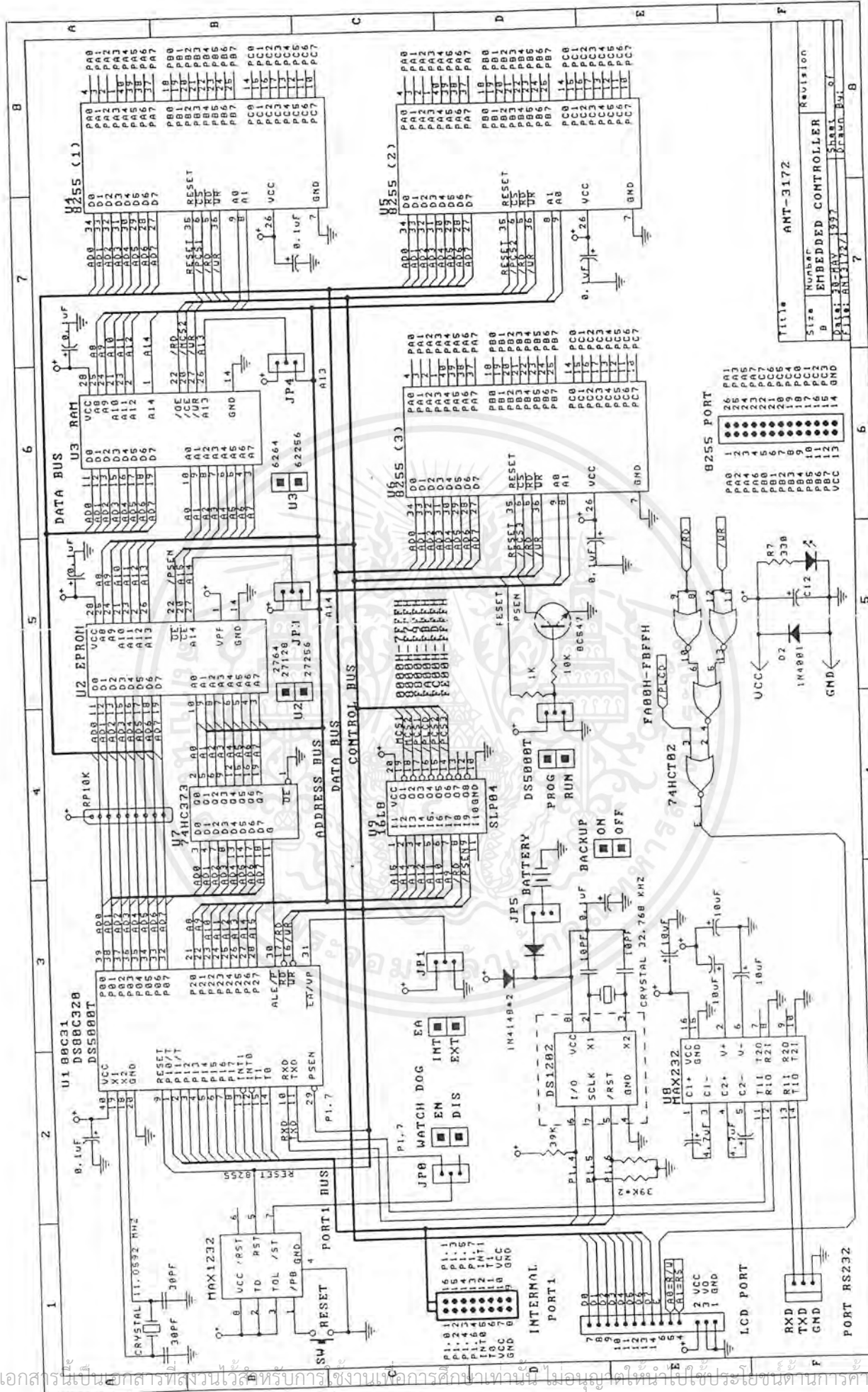
ขา 30 ALE (Address Latch Enable) เป็นสัญญาณเอาต์พุตใช้เป็นสัญญาณควบคุมการแลตช์ (Latch) สัญญาณแอดเดรสที่ออกมาจากพอร์ท 0 เมื่อพอร์ท 0 ถูกใช้งานเป็นสัญญาณแอดเดรสและข้อมูลเพื่อกันออกมา ความถี่ของ ALE มีค่าเป็น  $1/16$  เท่าของสัญญาณนาฬิกาจากออสซิลเลเตอร์

ขา 29 คือ PSEN (Program Store Enable) ปกติขานี้จะให้ลอจิก 1 แต่จะส่งลอจิก 0 เมื่อต้องการอ่านคำสั่งที่จะนำไปทำงานมาจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก 8031 ในกรณีที่อ่านคำสั่งซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายใน 8031 แล้วสัญญาณนี้ไม่เปลี่ยนเป็นลอจิก 0

ขา 31 คือ EA (External Access) ขานี้เป็นขาอินพุตต่อเข้าไปยังวงจร Timing and Control

ขา 19 คือ XTAL1 ขานี้จะต่อเข้ากับขาของ Inverting Amplifier ซึ่งเป็นวงจรแบบป้อนกลับเฟสสัญญาณที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์

ขา 18 คือ XTAL2 ขานี้เป็นจุดเอาต์พุตของวงจรขยายแบบกลับเฟสสัญญาณที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ (อินพุตคือขา XTAL1)



Revision	Size	Number	Embedded Controller
1	B	ANT-3172	
2	B	ANT-3172	
3	B	ANT-3172	
4	B	ANT-3172	
5	B	ANT-3172	
6	B	ANT-3172	
7	B	ANT-3172	
8	B	ANT-3172	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดต่อบริเวณที่แสดงเครื่องหมายของเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 วงจรส่วนควบคุมระบบ



## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองของโครงงาน แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. การทดลองแยกแต่ละวงจร คือจะเป็นการทดสอบแต่ละวงจรว่าจะสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

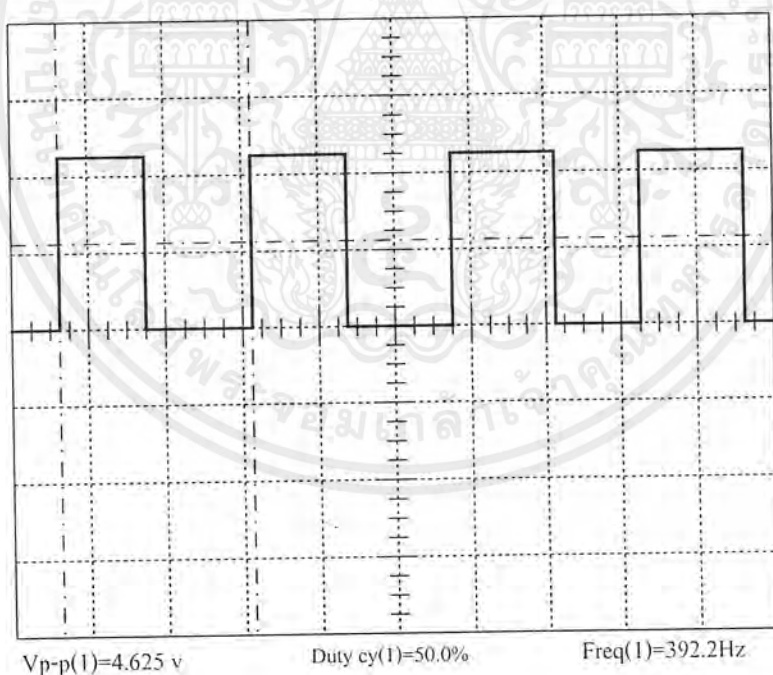
2. การทดลองโดยรวมทุกวงจรเข้าด้วยกันแล้วทำการควบคุมการทำงานโดยโปรแกรมภาษา Assembly ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ผลการทดลอง

4.1 ทดลองแยกแต่ละวงจร

4.1.1 การทดลองส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง

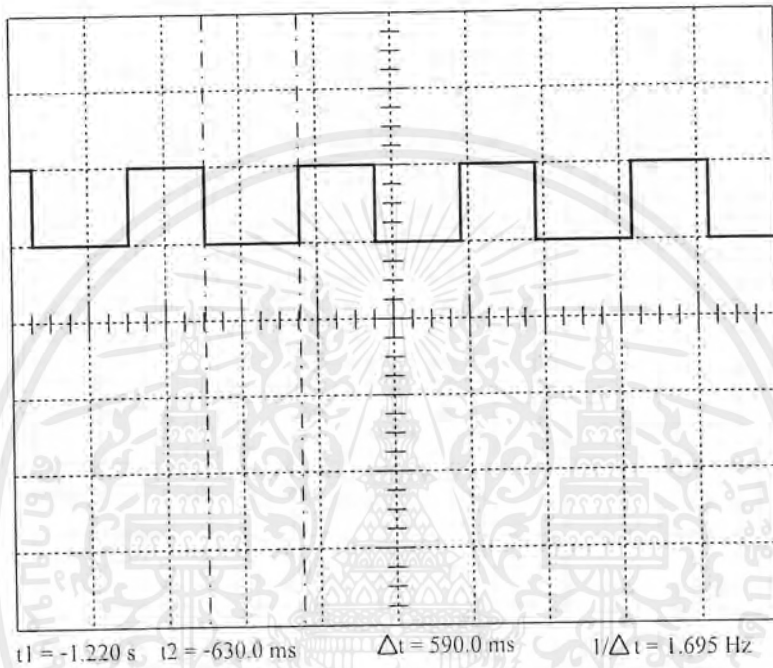
4.1.1.1 สัญญาณพร้อมกดเลขหมาย ( DIAL TONE ) ซึ่งสร้างมาจากไอซี 555 ซึ่งเป็นสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยม มีความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สัญญาณพร้อมกดเลขหมาย ( DIAL TONE )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

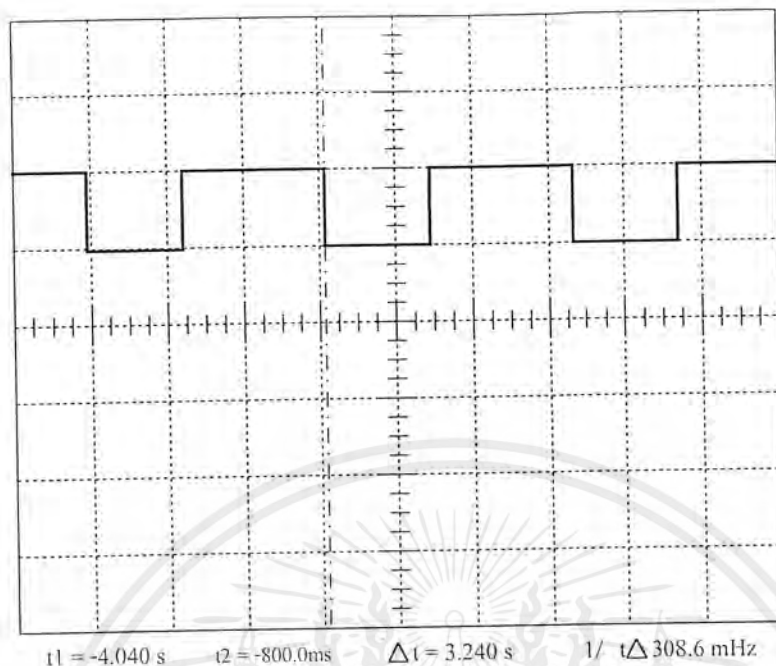
4.1.1.2 วัตสัญญาณไม่ว่าง (BUSY Tone) ซึ่งสร้างมาจากไอซี 556 มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ คิด 0.5 วินาทีดับ 0.5 วินาที ระดับสัญญาณ 5 VP-P ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

4.1.1.3 วัตสัญญาณเรียกกลับ (RINGBACK TONE) ซึ่งสร้างมาจากไอซี 556 มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ คิด 1 วินาทีดับ 3 วินาที ระดับสัญญาณ 5 VP-P ดังรูป 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



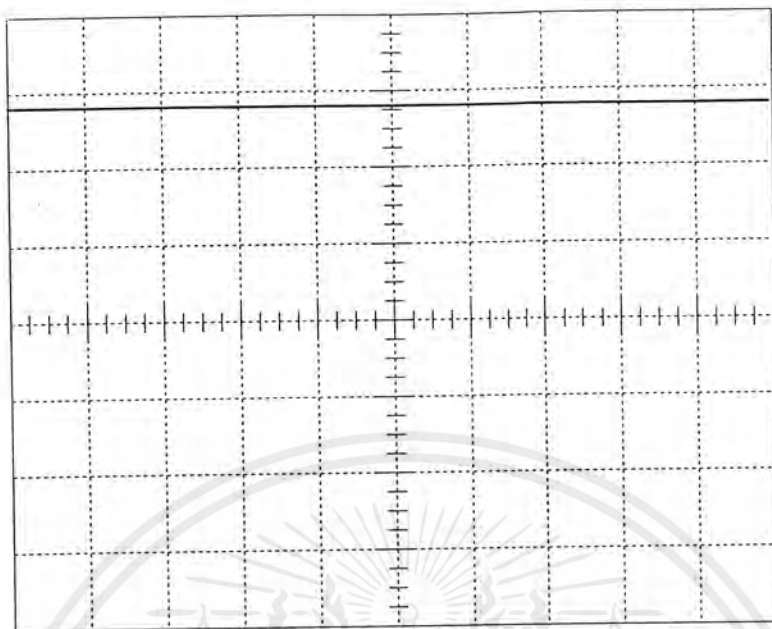
รูปที่ 4.3 สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone)

#### 4.1.2 การทดลองส่วนอินเตอร์เฟสกับคู่สายภายใน

4.1.2.1 วัดสัญญาณไฟ DC ที่คร่อมคู่สายภายในขณะที่วางหูอยู่ ซึ่งจะมีค่า 24 โวลต์ ดังรูปที่

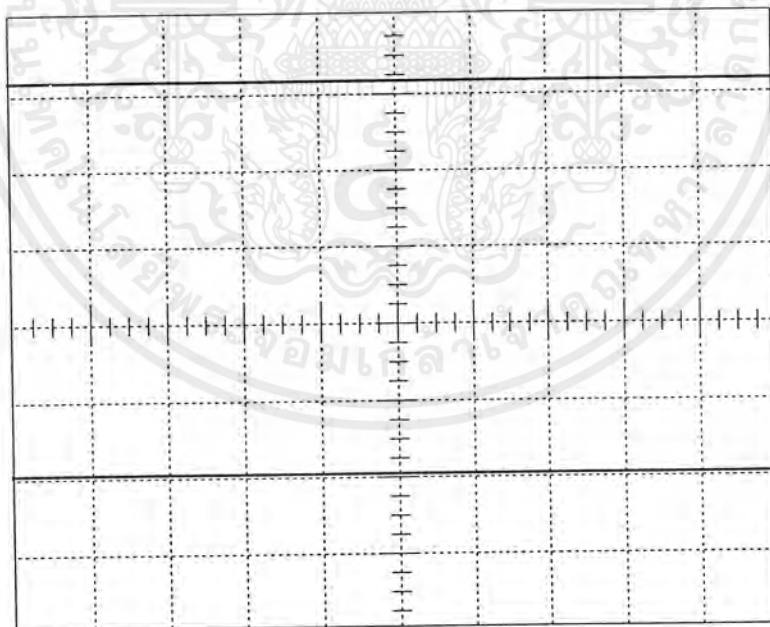
4.4

4.1.2.2 วัดสัญญาณไฟ DC ที่คร่อมคู่สายภายในขณะที่ยกหู ซึ่งจะมีค่าประมาณ 6 โวลต์ และวัดสัญญาณแสดงสถานะการยกหู-วางหูของคู่สายใน ซึ่งจะมีค่าเป็นลอจิก "0" เมื่อมีการยกหูขึ้น ดังรูปที่ 4.5



Vavg(1) = 24.27 V

รูปที่ 4.4 สัญญาณไฟตรงคร่อมคู่สายภายในขณะวางหู



Vavg(1) = 6.455 V

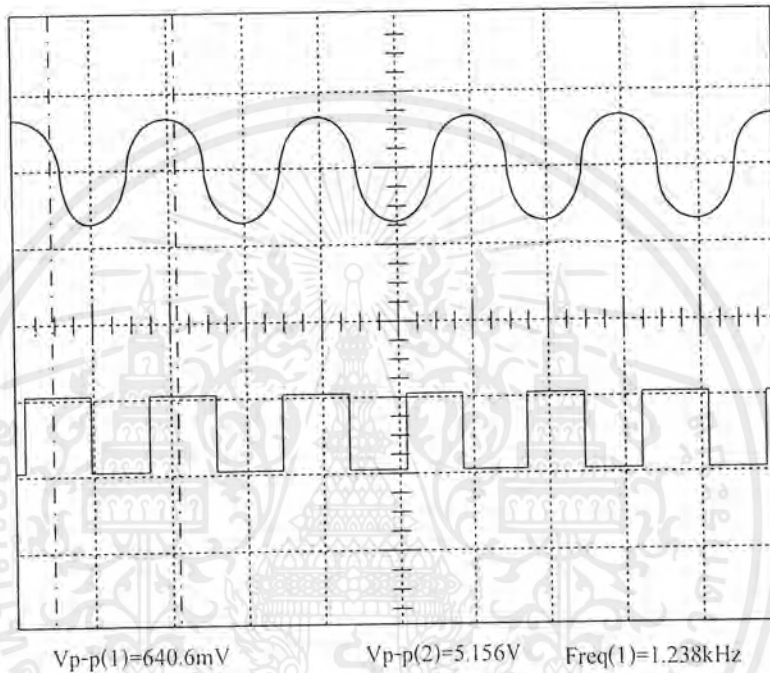
Vavg(2) = 187.9mV

รูปที่ 4.5 สัญญาณไฟตรงคร่อมคู่สายภายในขณะยกหูและสัญญาณแสดงสถานะการยกหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.3 การทดลองวงจรตอบรับอัตโนมัติ

ISD 1420 เป็นไอซีบันทึกเสียง หรือส่วนตอบรับของโทรศัพท์เมื่อมีสายนอกโทรเข้ามา ในการทดลองร่วมกับคู่สายโทรศัพท์นั้น จะทำการต่อเข้ากับอินพุทของทรานส์ฟอร์มเมอร์ของชุดตรวจจับความถี่โทรศัพท์ กับคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องต่อหลังจากยกหูโทรศัพท์แล้ว จากนั้นการทดลองการทำงานเหมือนการทดลองเฉพาะวงจรบันทึกเสียง



รูปที่ 4.6 สัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมที่บันทึกและเล่นกลับออกมาจากไอซี ISD1420

#### 4.2 การทดลองโดยรวมฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์เข้าด้วยกัน

##### 4.2.1 กรณีเครื่องโทรศัพท์ภายในต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายในด้วยกัน

การทดลองติดต่อกันในระหว่างคู่สายภายใน 8 คู่สาย สมมุติว่าเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 ต้องการติดต่อกับเครื่องหมายเลข 3 เริ่มทดลองโดยเครื่องโทรศัพท์ที่ 1 ยกหู ซึ่งเมื่อตรวจจับได้แล้วว่าเครื่องที่ 1 ยกหูจะสั่งให้ไมโครชิพตัดต่อสัญญาณให้กดเลขหมาย เครื่องที่ 1 จะได้รับสัญญาณให้กดเลขหมาย ซึ่งสัญญาณนี้จะมีค่าประมาณ 400 เฮิร์ตซ์ ระดับสัญญาณประมาณ 5 VP-P ดังติดต่อกันตลอด ความชัดเจนของสัญญาณเสียงดี แต่คุณภาพของเสียงจะไม่ได้มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนองค์กรโทรศัพท์แห่งประเทศไทย เมื่อเครื่องที่ 1 กดหมายเลขประจำเครื่องภายในที่ต้องการติดต่อโดยกดหมายเลขประจำเครื่องได้ทันที ส่วนนครหัสก็จะวิเคราะห์เลขหมายที่เรียกแล้วไปให้ซีพียูตรวจว่าเลขหมายที่เรียกนั้นว่างหรือเปล่า เมื่อเครื่องโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อว่างอยู่ก่อนทำการเรียกเครื่องที่ 1 ที่ทำการเรียกจะได้รับสัญญาณเรียกกลับ ( Ringback Tone ) ซึ่งมีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที ระดับสัญญาณประมาณ 5 VP-P ส่วนเครื่องที่ 3 นั้นซีพียูจะส่งให้ตัดต่อสัญญาณกระดิ่งให้ เมื่อเครื่องที่ 3 ยกหูโทรศัพท์ก็สามารถสนทนากันได้ แต่ถ้าเครื่องที่ 3 ใช้งานอยู่ซีพียูจะส่งให้เมตริกซ์ตัดต่อสัญญาณไม่ว่างให้

#### 4.2.2 กรณีเครื่องโทรศัพท์ภายในต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายนอก

การติดต่อจากคู่สายภายในไปยังคู่สายภายนอก โดยมีคู่สายนอก 2 คู่สาย และคู่สายภายใน 8 คู่สาย การใช้งานในการต่อคู่สายภายนอกจะต้องทำการกดรหัสผ่านก่อน คือให้กดหมายเลข "9" ถ้าสายนอกว่างอยู่หรือไม่มีคู่สายภายในเครื่องอื่นต่อกับคู่สายภายนอกอยู่ เครื่องที่ต้องการติดต่อกับภายนอกจะได้รับสัญญาณให้กดเลขหมาย แต่ถ้าคู่สายภายนอกมีการใช้งานอยู่ก่อนแล้วเครื่องที่ต้องการสายภายนอกจะได้รับสัญญาณไม่ว่าง การทดลองปรากฏว่าสามารถติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายนอกได้ และมีระดับความดังของเสียงชัดเจนดี ในกรณีที่สายภายนอกถูกใช้งานอยู่แล้ว เครื่องหมายเลขอื่นที่ต้องการติดต่อกับคู่สายภายนอก ภายหลังจากการกดหมายเลข "9" แล้วจะได้รับสัญญาณไม่ว่างทันที

#### 4.2.3 กรณีเครื่องโทรศัพท์สายนอกต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน

เมื่อทำการเรียกจากคู่สายภายนอกมายังคู่สายภายใน ผลปรากฏว่าเสียงตอบรับมีความชัดเจนดีพอสมควรจะได้ยินว่า "ที่นี่ภาคเทคนิคอุตสาหกรรมกรุณากรกดหมายเลขภายในที่ต้องการติดต่อ ถ้าไม่ทราบกรุณา กด 0" จากนั้นทำการกดหมายเลขภายในเช่น "1" ขณะที่กำลังรอติดต่อกับเครื่องที่ "1" จะได้ยินสัญญาณเรียกกลับ เมื่อเครื่องที่ "1" ทำการรับสายก็สามารถสนทนากันได้ ซึ่งสัญญาณเสียงมีความชัดเจนดีพอสมควร

#### 4.2.4 กรณีการทำงานขณะไฟฟ้าดับ

ในขณะที่ไฟฟ้าดับ คู่สายภายนอก 2 คู่สาย จะทำการต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน 2 เครื่องโดยต่อกับหมายเลข 1 และ 2 ตามลำดับ โดยการต่อรีเลย์ 2 หน้าสัมผัส ซึ่งหมายความว่า เวลาไฟฟ้าดับ เครื่องโทรศัพท์ภายในทุกเครื่องไม่สามารถทำงานได้ ยกเว้นเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 และ 2 เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุปและวิจารณ์

#### 5.1 คุณสมบัติของโครงการ

โครงการนี้ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นบอร์ดวงจร ส่วนต่าง ๆ ทำหน้าที่แตกต่างกัน ซอฟต์แวร์ (Software) เป็นโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี (Assembly) เขียนขึ้นเพื่อควบคุมการทำงานของโครงการนี้

##### 5.1.1 ฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย

- ส่วนอินเตอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (TRUNK – LINE INTERFACE CIRCUIT SECTION)
- ส่วนครอสพอยท์สวิตช์ (CROSS POINT SWITCH CIRCUIT SECTION)
- ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING DECODER CIRCUIT SECTION)
- ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTME (DTMF DECODER CIRCUIT SECTION)
- ส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง (TONE GENERATOR CIRCUIT SECTION)
- ส่วนอินเตอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์ภายใน (SUBSCRIBER LINE INTERFACE CIRCUIT SECTION : SLIC)
- ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION)
- ส่วนอินพุท/เอาต์พุทพอร์ท (I/O PORT SECTION)
- ส่วนแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง (POWER SUPPLY CIRCUIT SECTION)
- ส่วนควบคุมระบบ (CONTROL CIRCUIT SECTION #1)

##### 5.1.2 ซอฟต์แวร์

- โปรแกรมหลักควบคุมการทำงานของวงจรส่วนต่าง ๆ รับที่สัญญาณเข้ามาทำการประมวลผลและส่งสัญญาณไปยังวงจรที่เกี่ยวข้องให้ทำหน้าที่ตามที่ต้องการ
- โปรแกรมเชื่อมโยงระหว่างโปรแกรมทั้งสองดังกล่าวข้างต้น

จากการสร้างและการทดลองวงจรส่วนต่าง ๆ ของโครงการนี้ สามารถสรุปคุณสมบัติในการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ได้ดังนี้

5.1.3 ส่วนทำการเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างคู่สายโทรศัพท์ที่ภายนอกจากชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น 2 คู่สายเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ภายในของโครงการจำนวน 8 คู่สาย

5.1.4 ใช้สัญญาณเสียงอัตโนมัติเพื่อตอบรับการโทรเข้าจากคู่สายภายนอกเพื่อให้เกิด  
เลือกหมายเลขคู่สายภายใน 8 สาย ที่ต้องการติดต่อ

5.1.5 ใช้วงจรสร้างสัญญาณเสียงโทนต่างๆ เพื่อใช้ในงานชุมสายโทรศัพท์ที่สามารถ  
กำหนดช่วงเวลาของสัญญาณให้เหมาะสมได้ เช่น สัญญาณไม่ว่าง สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณ  
อนุญาตให้กดเลขหมาย

### 5.2.1 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในการทดสอบการทำงานของวงจรมีปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

5.2.1 ในวงจรสร้างสัญญาณกระแสสลับ 100 โวลต์เพื่อใช้เป็นสัญญาณกระดิ่ง ขณะ  
ทดสอบเกิดความเสียหายกับทรานซิสเตอร์ อาจเกิดจากกระแสเกินค่าที่ทรานซิสเตอร์จะทนได้

5.2.2 สัญญาณกระดิ่งที่เข้ามาที่คู่สายภายในในขณะที่มีการเรียกจากคู่สายนอกทำให้เกิด  
ความผิดพลาดของสถานะการยกหูและวางหูของคู่สายภายใน เป็นผลให้ส่วนควบคุมระบบทำงาน  
ผิดพลาด แก้ไขโดยการใช้ รีเลย์ตัดสัญญาณกระดิ่งออกจากวงจรส่วนตรวจสอบสถานะการยกหูวาง  
หูของคู่สายภายใน ในขณะที่มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา

### 5.3 ทางการพัฒนาโครงการ

5.3.1 สามารถพัฒนาให้มีการเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลและควบคุมการ  
ทำงานของระบบที่ใหญ่ขึ้น เช่น เพิ่มจำนวนคู่สายภายนอกหรือสายภายในการส่งพิมพ์ สถานะการ  
ทำงานต่าง ๆ ออกทางเครื่องพิมพ์

5.3.2 สามารถพัฒนาให้โปรแกรมมีความยืดหยุ่นมากกว่านี้ ซึ่งอาจจะออกแบบให้มีความ  
สะดวกในการใช้งานมากขึ้น เช่น การส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีการฝากข้อความใหม่มาแล้ว หรือ  
เตือนเมื่อมีการยกหูค้างไว้นานเกิน และสามารถพัฒนาให้คิดเงินค่าโทรศัพท์ได้

### 5.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ

5.4.1 ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจในการทำงานเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

5.4.2 เพื่อให้เป็นแนวทางให้นักศึกษารุ่นต่อไป ได้ศึกษาและพัฒนาระบบเครื่องชุมสาย  
โทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

5.4.3 ทำให้ได้รับประสบการณ์การทำงานร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมการทำงานของเครื่องชุดสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

```

PORTA-1    EQU    0F800H
PORTB-1    EQU    0F801H
PORTC-1    EQU    0F802H
CON-1      EQU    0F803H

```

```

;*****
;

```

```

PORTA-2    EQU    0FC00H
PORTB-2    EQU    0FC01H
PORTC-2    EQU    0FC02H
CON-2      EQU    0FC03H

```

```

;*****
;

```

```

PORTA-3    EQU    0FE00H
PORTB-3    EQU    0FE01H
PORTC-3    EQU    0FE02H
CON-3      EQU    0FE03H

```

```

;*****
;

```

```

P1A        EQU    7FH
P1B        EQU    7EH
P1C        EQU    7DH
P2B        EQU    7CH
P3C        EQU    7BH
SE2        EQU    P1.4
RE2        EQU    P1.5
SE1        EQU    P1.3
RE1        EQU    P1.7

```

```

be1        EQU    01h
be2        EQU    02h
be3        EQU    03h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bc4	EQU	04h
bc5	EQU	05h
bc6	EQU	06h
bc7	EQU	07h
cc0	EQU	08h
cc1	EQU	09h
cc2	EQU	0ah
cc3	EQU	0bh
cc4	EQU	0ch
cc5	EQU	0dh
cc6	EQU	0eh
cc7	EQU	0bh
de0	EQU	10h
de1	EQU	11h
de2	EQU	12h
de3	EQU	13h
de4	EQU	14h
de5	EQU	15h
de6	EQU	16h
de7	EQU	17h
ee0	EQU	18h
ee1	EQU	19h
ee2	EQU	1ah
ee3	EQU	1bh
ee4	EQU	1ch
ee5	EQU	1dh
ee6	EQU	1eh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ce7	EQU	1fh
fe0	EQU	20h
fe1	EQU	21h
fe2	EQU	22h
fe3	EQU	23h
fe4	EQU	24h
fe5	EQU	25h
fe6	EQU	26h
fe7	EQU	27h
ge0	EQU	28h
ge1	EQU	29h
ge2	EQU	2ah
ge3	EQU	2bh
ge4	EQU	2ch
ge5	EQU	2dh
ge6	EQU	2eh
ge7	EQU	2fh
he0	EQU	30h
he1	EQU	31h
he2	EQU	32h
he3	EQU	33h
he4	EQU	34h
he5	EQU	35h
he6	EQU	36h
he7	EQU	37h
ze0	EQU	38h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ze1	EQU	39h
ze2	EQU	3ah
ze3	EQU	3bh
ze4	EQU	3ch
ze5	EQU	3dh
ze	EQU	3eh
ze7	EQU	3fh

je0	EQU	40h
je1	EQU	41h
je2	EQU	42h
je3	EQU	43h
je4	EQU	44h
je5	EQU	45h
je6	EQU	46h
je7	EQU	47h

ke0	EQU	48h
ke1	EQU	49h
ke2	EQU	4ah
ke3	EQU	4bh
ke4	EQU	4ch
ke5	EQU	4dh
ke6	EQU	4eh
ke7	EQU	4fh

le0	EQU	50h
le1	EQU	51h
le2	EQU	52h
le3	EQU	53h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

le4	EQU	54h
le5	EQU	55h
le6	EQU	56h
le7	EQU	57h
me0	EQU	58h
me	EQU	59h
me2	EQU	5ah
me3	EQU	5bh
me4	EQU	5ch
me5	EQU	5dh
me6	EQU	5eh
me7	EQU	5fh
ne0	EQU	60h
ne1	EQU	61h
ne2	EQU	62h
ne3	EQU	63h
ne4	EQU	64h
ne5	EQU	65h
ne6	EQU	66h
ne7	EQU	67h
oe0	EQU	68h
oe1	EQU	69h
oe2	EQU	6ah
oe3	EQU	6bh
oe4	EQU	6ch
oe5	EQU	6dh
oe6	EQU	6eh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

oe7	EQU	6fh
pe0	EQU	70h
pe1	EQU	71h
pe2	EQU	72h
pe3	EQU	73h
pe4	EQU	74h
pe5	EQU	75h
pe6	EQU	76h
pe7	EQU	77h
qe0	EQU	78h
qe1	EQU	79h
qe2	EQU	7ah
qe3	EQU	7bh
qe4	EQU	7ch
qe5	EQU	7dh
qe6	EQU	7eh
qe7	EQU	7fh
bi	EQU	30H
ci	EQU	31H
di	EQU	32H
ei	EQU	33H
fi	EQU	34H
gi	EQU	35H
hi	EQU	36H
ii	EQU	37H
ji	EQU	38H
ki	EQU	39H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

li      EQU      3AH
mi      EQU      3BH
ni      EQU      3CH
oi      EQU      3DH
pi      EQU      3EH
qi      EQU      3FH

```

```

ye      EQU      40H
si      EQU      41H
xe      EQU      42H
ui      EQU      43H
vi      EQU      44H
wi      EQU      45H
xi      EQU      46H
yi      EQU      47H
zi      EQU      48H
zt      EQU      49H

```

```

;*****

```

```

org     0h
jmp     start
org     3h
jmp     int_int0
org     13h
jmp     int_int1
org     23h
jmp     int_serial

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

org          40h
start: call  init_8255
           cal  init_serial
           call nit_int0
           call init_int1
           setb ti
           jmp  system

```

```

init_8255:  mov  dptr,#CON_1
           mov  a,#80h
           mov  @dptr,a
           mov  dptr,#CON_2
           mov  a,#99h
           movx @dptr,a
           mov  dptr,#CON_3
           mov  a,#92h
           movx @dptr,a
           ret

```

```

init_serial:
           setb ea
           setb es

           mov  scon,#52h
           mov  a,pcon
           clr  acc.7
           mov  pcon,a
           setb ren
           mov  tmod,#20h
           mov  th1,#0fdh
           setb tr1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ret
```

```
init_int0:
```

```
setb    ea
setb    it0
setb    ex0
ret
```

```
init_int1:
```

```
setb    ea
setb    ex1
ret
```

```
send:
```

```
clr     ea
mov     sbuf,a
jnb     ti,$
clr     ti
setb    ea
ret
```

```
system:
```

```
clr     SE1
clr     SE2
clr     cc5    ;bit int0
setb    ex0
mov     dptr,#PORTB-1
mov     a,P1B
mov     a,#01h
mov     P1B,a
movx   @dptr,a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    dptr,#PORTB_2
mov    a,P2B
mov    a,#00h
mov    P2B,a
movx   @dptr,a
clr    RE1
setb   ee0
setb   ee1
setb   ee2
mov    dptr,#PORTB_1
mov    a,P1B
setb   acc.6
mov    P1B,a
movx   @dptr,a
mov    dptr,#PORTB_1
mov    a,P1B
clr    acc.0
mov    P1B,a
movx   @dptr,a
clr    be1
clr    ce7
clr    be6
clr    ce1
mov    a,zi    ;sub on_hook ext1
mov    a,#00h
mov    zi,a
jmp    main_1

sub:   jmp    sub_1    ;sub1 off hook
rot:   jmp    rot_2    ;sub1 on hook sub2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

rot_a:  jmp  rot_3      ;sub1 on hook sub3
rot_b:  jmp  rot_4      ;sub1 on hook sub4
rot_c:  jmp  rot_5      ;sub1 on hook sub5
rot_d:  jmp  rot_6      ;sub1 on hook sub6
rot_e:  jmp  rot_7      ;sub1 on hook sub7
rot_f:  jmp  rot_8      ;sub1 on hook sub8
rot_g:  jmp  line_1    ;sub1 on hook line1
rot_h:  jmp  line_2    ;sub1 on hook line2
tot_a:  jmp  tot_2      ;sub1 on_hook when talked sub2
tot_b:  jmp  tot_3      ;sub1 on hook from sub3
tot_c:  jmp  tot_4      ;sub1 on hook from sub4
tot_d:  jmp  tot_5      ;sub1 on hook from sub5
tot_e:  jmp  tot_6      ;sub1 on hook from sub6
tot_f:  jmp  tot_7      ;sub1 on hook from sub7
tot_g:  jmp  tot_8      ;sub1 on hook from sub8
main_1: clr  be4
        clr  be5
        mov  a,#'A'
        call send
        mov  dptr,#PORTA_2 ;check sub1
        movx a,@dptr
        jnb  acc.0,sub
        mov  a,hi
        jb   acc.0,rot
        jb   acc.1,rot_a
        jb   acc.2,rot_b
        jb   acc.3,rot_c
        jb   acc.4,rot_d
        jb   acc.5,rot_e
        jb   acc.6,rot_f

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    jb    acc.7,rot_g
    mov   a,ii
    jb    acc.0,rot_h
    mov   a,#'-'
    call  send
    jb    oe0,tot_a
    jb    oe1,tot_b
    jb    oe2,tot_c
    jb    oe3,tot_d
    jb    oe4,tot_e
    jb    oe5,tot_f
    jb    oe6,tot_g
    mov   a,yc
    jb    acc.0,zai_a
    jb    acc.1,zai_b
    mov   a,zi
    jb    acc.0,zai_z
    jmp   main_2      ;error

zai_a:    jmp     zai_1      ;sub1 on_hook sub2 when sub2 call
zai_b:    jmp     zai_2      ;sub1      3      3
zai_z:    jmp     zai_ext1   ;sub1 on_hook ext1 at ext1 call
jmp       main_2
DDD:     mov     dptr,#PORTA_2
         movx   a,@dptr
         jnb    acc.0,code_a
         call   ds1_dial1
         call   dtmf1_x0
         call   std

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    ee0
setb    ex0
setb    ex0
jmp     main_1

sut_b:  jmp    sut_2      ;sub1 off_hook sub2
sut_c:  jmp    sut_3      ;sub1 off_hook sub3
sut_d:  jmp    sut_ext1   ;sub1 off_hook ext1
sut_a:

clr     de0
jnb    fe0,sut_b        ;sub1 off_hook sub2
jnb    fe1,sut_c
jnb    fe7,sut_d
jmp    main_1          ;error
BB:    jmp    main_2
DD:    jmp    DDD
sub_1:
jnb    de0,sut_a
jnb    ee0,BB
clr    ee0
mov    dptr,#PORTB_1
mov    a,P1B
clr    acc.0
mov    P1B,a
movx   @dptr,a
call   ns1_dial1
call   ns1_x0
call   dtmf1_x0
call   std

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        clr     ex0
code_a:  mov     dptr,#PORTB_3
        movx   a,@dptr
        jnb   acc.0,DD    ;sub1 wait dtmf
        setb  ex0
        call  nec_toe1
        call  ds1_dial1
        jmp   ser_a
sub1_10a: call  del_code1
        jmp   busub1_sub
sub1_9a:  cjne  a,#09h,sub1_10a
        jmp   sub1_9
sub1_8a:  cjne  a,#08h,sub1_9a
        jmp   sub1_8
sub1_7a:  cjne  a,#07h,sub1_8a
        jmp   sub1_7
sub1_6a:  cjne  a,#06h,sub1_7a
        jmp   sub1_6
sub1_5a:  cjne  a,#05h,sub1_6a
        jmp   sub1_5
sub1_4a:  cjne  a,#04h,sub1_5a
        jmp   sub1_4
sub1_3a:  cjne  a,#03h,sub1_4a ;sub1 call sub4
        jmp   sub1_3

busub1_sub: call  ns1_busy1
        clr   ex0

code_b:  mov     dptr,#PORTA_2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

movx a,@dptr
jnb acc.0,code_b
call ds1_busy1
call s1_x0
call std
setb ee0
setb ex0

jmp main_1
ser_a:
mov dptr,#PORTA_3 ;sub1 key
movx a,@dptr
anl a,#0fh
cjne a,#02h,sub1_3a ;sub1 call sub3
call del_code1
mov dptr,#PORTA_2
movx a,@dptr
jnb acc.1,busub1_sub
call wen_a ;nec ringback1 or 2
call nec_bell2
setb de1 ;setb at when sub2 off_hook
setb ge0 ;setb at when sub2 off_hook form sub1
mov a,hi ;setb at sub1 on_hook when sub2 no off_hook
setb acc.0
mov hi,a
setb ex0
jmp main_1
ser_b:
jmp busub1_sub
sub1_3:
call del_code1
mov dptr,#PORTA_2
movx a,@dptr

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        jnb    acc.2,ser_b
        call   wen_a
        call   nec_bell3
        setb   de2      ;setb at when sub3 off_hook
        setb   he0
        mov    a,hi
        setb   acc.1
        mov    hi,a
        setb   ex0
        jmp    main_1

ser_c:   jmp    busub1_sub
sub1_4:  call   del_code1
        mov    dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb   acc.3,ser_c
        call   wen_a
        call   nec_bell4
        setb   de3      ;setb at when sub4 off_hook
        setb   ze0
        mov    a,hi
        setb   acc.2
        mov    hi,a
        setb   ex0
        jmp    main_1

ser_d:   jmp    busub1_sub
sub1_5:  calll  del_code1
        mov    dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

jnb    acc.4,ser_d
call   wen_a
call   nec_bell5
setb   de4
setb   je0      ; setb at when sub5 off_hook sub1
mov    a,hi
setb   acc.3
mov    hi,a
setb   ex0
jmp    main_1
ser_e: jmp    busub1_sub
sub1_6: call   del_code1
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.5,ser_e
call   wen_a
call   nec_bell6
setb   de5
setb   ke0      ; setb at when sub6 off_hook sub1

mov    a,hi
setb   acc.4
mov    hi,a
setb   ex0
jmp    main_1
ser_f: jmp    busub1_sub
sub1_7: call   del_code1
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.6,ser_f

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call wen_a
call nec_bell7
setb dc6
setb lc0      ;setb at when sub7 off_hook sub1
mov a,hi
setb acc.5
mov hi,a
setb ex0
jmp main_1
ser_g: jmp busub1_sub
sub1_8: call del_code1
mov dptr,#PORTA_2
movx a,@dptr
jnb acc.7,ser_g
call wen_a
call nec_bell8
setb dc7
setb me0      ;setb st when sub8 off_hook sub1
mov a,hi
setb acc.6
mov hi,a
setb ex0
jmp main_1
ser_i: jmp busub1_sub
ser_h: jb be1,ser_i
setb be1
call nec_data
call y1_x0
call std
setb SE2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    a,ii    ;setb when sub1 on_hook ext2
setb   acc.0
mov    ii,a
setb   ex0
jmp    main_1
sub1_9:
call   del_code1
jb     ce7,ser_h
setb   ce7
call   nec_data
call   y0_x0
call   std
setb   SE1
mov    a,hi    ;setb when sub1 on_hook ext1
setb   acc.7
mov    hi,a
setb   ex0
jmp    main_1
rot_2:
mov    a,hi
clr    acc.0    ;sub1 on_hook when sub2 no off_hook
mov    hi,a
clr    del
clr    ge0
call   del_bell2
code_j:
call   ds1_x0
call   del_a    ;clr bit06 or 09 ringback1 or 2

setb   ee0
jmp    main_1
rot_3:
mov    a,hi
clr    acc.1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    hi,a
clr    de2
clr    he0
call   del_bell3
jmp    code_j
rot_4: mov    a,hi
clr    acc.2
mov    hi,a
clr    de3
clr    ze0
call   del_bell4
jmp    code_j
rot_5: mov    a,hi
clr    acc.3 ;sub1 on_hook when sub5 no off_hook
mov    hi,a
clr    de4
clr    je0
call   del_bell5
jmp    code_j
rot_6: mov    a,hi
clr    acc.4
mov    hi,a
clr    de5
clr    kc0
call   del_bell6
jmp    code_j
rot_7: mov    a,hi
clr    acc.5
mov    hi,a
clr    de6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        clr     lc0
        call   del_bell7
        jmp    code_j
rot_8:  mov     a,hi
        clr     acc.6
        mov    hi,a
        clr     de7
        clr     me0
        call   del_bell8
        jmp    code_j
line_1: setb    RE1
        clr     SE1
        mov    a,hi ;sub1 on_hook from line1
        clr     acc.7
        mov    hi,a
        clr     ce7
        call   del_data
        call   y0_x0
        call   std
        clr     RE1
        setb    ce0
        setb    be4
        jmp    main_ext1
line_2: mov     a,ii
        clr     acc.0
        mov    ii,a
        clr     be1
        call   del_data
        call   y1_x0
        call   std

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        clr    SE2
        setb  ee0
        jmp  main_1

tot_2:  clr    oe0          ;sub1 on_hook when talked sub2
        call ds1_x0
        mov  dptr,#PORTA_2
        movx a,@dptr
        jb  acc.1,ser_j
        call ns1_busy1
        call s1_x1
        call std
        clr  ex0
ser_k:  mov  dptr,#PORTA_2
        movx a,@dptr
        jnb acc.1,ser_k
        call ds1_busy1
ser_j:  call s1_x1
        call std
        clr  pe0
        setb ee0
        setb ee1
        setb ex0
        jmp  main_1

tot_3:  clr    oe1          ; sub1 on_hook when talked sub3
        call ds1_x0
        mov  dptr,#PORTA_2
        movx a,@dptr
        jb  acc.2,ser_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        call    ns1_busy1
        clr    ex0
ser_m:  mov     dptr,#PORTA_2
        movx  a,@dptr
        jnb   acc.2,ser_m
        call  ds1_busy1
ser_l:  call   s1_x2
        call  std
        clr   qe0
        setb  ce0
        setb  ee2
        setb  ex0
        jmp   main_1
tot_4:  clr    oe2
        call  ds1_x0
        mov   dptr,#PORTA_2
        movx  a,@dptr
        jnb   acc.3,ser_n
        call  ns1_busy1
        clr   ex0
ser_o:  mov     dptr,#PORTA_2
        movx  a,@dptr
        jnb   acc.3,ser_o
        call  ds1_busy1
ser_n:  call   s1_x3
        call  std
        mov   a,bi
        clr   acc.0
        mov   bi,a
        setb  ce0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    ec3
setb    ex0
jmp     main_1
tot_5:  clr    oe3
        call  ds1_x0
        mov  dptr,#PORTA_2
        movx a,@dptr
        jb   acc.4,ser_p
        call ns1_busy1
        lr   ex0
ser_q:  mov  dptr,#PORTA_2
        movx a,@dptr
        jnb acc.4,ser_q
        call ds1_busy1
ser_p:  call s1_x4
        call std
        mov  a,ci
        clr  acc.0
        mov  ci,a
        setb ec0
        setb ec4
        etb  ex0
        jmp  main_1
tot_6:  clr    oe4
        call  ds1_x0
        mov  dptr,#PORTA_2
        movx a,@dptr
        jb   acc.5,ser_r
        call  ns1_busy1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lr    ex0

ser_s:    mov    dptr,#PORTA_2
          movx  a,@dptr
          jnb  acc.5,ser_s
          call ds1_busy1

ser_r:    call  s1_x5
          call  std
          mov  a,di
          clr  acc.0
          mov  di,a
          setb ee0
          setb ee5
          setb ex0
          jmp  main_1

tot_7:    clr  ee5
          call ds1_x0
          mov  dptr,#PORTA_2
          movx a,@dptr
          jb  acc.6,ser_t
          call ns1_busy1
          clr  ex0

ser_u:    mov  dptr,#PORTA_2
          movx a,@dptr
          jnb acc.6,ser_u
          call ds1_busy1

ser_t:    call  s1_x6
          call  std
          mov  a,ei
          clr  acc.0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    ei,a
setb   ee0
setb   ee6
etb    ex0
jmp    main_1
tot_8:
clr    oe6
call   ds1_x0
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.7,ser_v
call   ns1_busy1
clr    ex0
ser_w:
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.7,ser_w
call   ds1_busy1
ser_v:
call   s1_x7
call   std
mov    a,fi
clr    acc.0
mov    fi,a
setb   ee0
setb   ee7
setb   ex0
jmp    main_1
sut_2:
clr    fe0      ;sub1 off_hook sub2
mov    a,ji
clr    acc.0
mov    ji,a

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    del_bell1
call    del_b
call    ns2_x0
setb    71h
mov     a,ye
setb    acc.0
mov     ye,a
clr     cc0
jmp     main_1
sut_3:  clr     fe1
        mov     a,ki
        clr     acc.0
        mov     ki,a
        call    del_bell1
        call    del_d
        call    ns3_x0
        setb    qe1
        mov     a,ye
        setb    acc.1
        mov     ye,a
        clr     cc0
        jmp     main_1
sut_ext1:  clr     fe7
          call    del_bell1
          call    dy0_ringback2
          clr     c1
          call    ny0_x0
          mov     a,zi
          setb    acc.0
          mov     zi,a

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clr    cc0
jmp    main_1

zai_1:  mov    a,yc    ;sub1 on_hook sub2 when sub2 call
        clr    acc.0
        mov    ye,a
        call   ds2_x0
        call   ha_b
        clr    pe1
        setb   ee1
        setb   cc0
        jmp    main_1

zai_2:  mov    a,yc
        clr    acc.1
        mov    ye,a
        call   ds3_x0
        call   ha_c
        clr    qe1
        setb   ee2
        setb   ee0
        jmp    main_1

zai_ext1a:  call   delay2
            mov    dptr,#PORTB_3
            movx   a,@dptr
            jb     acc.2,zai_11
            call   dy0_busy2
            clr    ce7
            clr    SE1
            setb   ee0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    ex0
jmp     main_1
zai_ext1: mov    a,zi      ;sub1 on_hook ext1 at ext1 call
clr     acc.0
mov     zi,a
call    dy0_x0
call    ny0_busy2
mov     dptr,#PORTB_3
movx    a,@dptr
jnb     acc.2,zai_ext1a
zai_11:  call    nec_toe3
        call    dy0_busy2
setb    ce0
jmp     jus_k
sub_22:  jmp     sub_2      ;sub2 off_hook
mot_b:   jmp     mot_2b    ;sub2 on_hook sub1 at sub1 no talk
mot_c:   jmp     mot_2c    ;sub2 on_hook sub3 at sub3 no talk
mot_d:   jmp     mot_2d
mot_e:   jmp     mot_2e
mot_f:   jmp     mot_2f
mot_g:   jmp     mot_2g
mot_h:   jmp     mot_2h
mot_i:   jmp     mot_2i    ;sub2 on_hook ex1 at sub2 call
mot_j:   jmp     mot_2j    ;sub2 on_hook ex2
mot_k:   jmp     mot_1     ;sub2 on_hook sub1 at sub2 call
mot_l:   jmp     mot_3
mot_m:   jmp     mot_4
mot_n:   jmp     mot_5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mot_o:    jmp    mot_6
mot_p:    jmp    mot_7
mot_q:    jmp    mot_8
;*****
main_2:   mov    dptr,#PORTA_2 ;check sub2
          movx  a,@dptr
          jnb  acc.1,sub_22
          mov  a,ji
          jb  acc.0,mot_b
          jb  acc.1,mot_c
          jb  acc.2,mot_d
          jb  acc.3,mot_e
          jb  acc.4,mot_f
          jb  acc.5,mot_g
          jb  acc.6,mot_h
          jb  acc.7,mot_i
          mov  a,ii
          jb  acc.1,mot_j
          jb  pe1,mot_k
          jb  pe2,mot_l
          jb  pe3,mot_m
          jb  pe4,mot_n
          jb  pe5,mot_o
          jb  pe6,mot_p
          jb  pe7,mot_q
          jb  pe0,mot_a
          mov  a,si
          jb  acc.0,lot_a
          mov  a,zi
          jb  acc.1,lot_t

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        jmp    main_3        ;error

lot_a:   jmp    lot_3        ;sub2 on_hook sub3 at sub3 call

lot_t:   jmp    lot_ext1    ;sub2 on_hook ext1 at ext1 call

mot_a:   jmp    mot_9        ;sub2 on_hook sub1 at sub1 call

ral_b:   jmp    ral_2        ;sub2      3
ral_a:   jmp    ral_1        ;sub2 off_hook sub1
ral_t:   jmp    ral_ext1    ;sub2 off_hook ext1
ral_aa:  clr    del          ;clr bit 11 sub2 off_hook
        jb    ge0,ral_a    ;check bit when sub2 off_hook sub1
        jb    ge1,ral_b
        jb    ge7,ral_t
        jmp    main_1

kon:     mov    dptr,#PORTA_2
        movx  a,@dptr
        jnb  acc.1,kon_a
        call  del_data
        call  s1_dial1
        call  std
        call  s2_x1
        call  std
        call  dtmf1_x1
        call  std
        setb  ee1
        setb  ex0
        jmp  main_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sub_222:    jmp     main_3
sub_2:     jb     dal_aa ;sub2 off_hook
           jnb    ee1,sub_222
           clr    ee1 ;sub2 call
           call   nec_data
           call   s2_dial1
           call   std
           call   s2_x1
           call   std
           call   dtmf1_x1
           call   std
           clr    ex0
kon_a:    mov    dptr,#PORTB_3
           movx   a,@dptr
           jnb    acc.0,kon
           call   nec_toe1
           call   del_data
           call   s2_dial1
           call   std
           etb   ex0
           jmp    kon_b
sub2_10:   call   del_code2
           jmp    busub2_sub
sub2_a9:   cjne  a,#09h,sub2_10
           jmp    sub2_9
sub2_a8:   cjne  a,#08h,sub2_a9
           jmp    sub2_8
sub2_a7:   cjne  a,#07h,sub2_a8
           jmp    sub2_7
sub2_a6:   cjne  a,#06h,sub2_a7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        jmp     sub2_6
sub2_a5:  cjne   a,#05h,sub2_a6
        jmp     sub2_5
sub2_a4:  cjne   a,#04h,sub2_a5
        jmp     sub2_4
sub2_a3:  cjne   a,#03h,sub2_a4
        jmp     sub2_3      ;sub2 key sub3
kon_c:   jmp     busub2_sub
kon_b:   mov     dptr,#PORTA_3
        movx   a,@dptr
        anl   a,#0fh
        cjne   a,#01h,sub2_a3 ;sub2 key sub1
        mov   a,'#S'
        call  send
        call  del_code2
        mov   dptr,#PORTA_2
        movx  a,@dptr
        jnb   acc.0,kon_c
        call  nec_b
        call  nec_bell1
        setb  de0
        setb  fe0
        mov  a,ji
        setb  acc.0
        mov  ji,a
        setb  ex0
        jmp  main_1
kon_d:   jmp     busub2_sub
sub2_3:  call   del_code2      ;sub2 key sub3
        mov   dptr,#PORTA_2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

movx a,@dptr
jnb acc.2,kon_d
call nec_b
call nec_bell3
setb de2
setb he1
mov a,ji
setb acc.1
mov ji,a
setb ex0
jmp main_1
kon_e: jmp busub2_sub
sub2_4: call del_code2
mov dptr,#PORTA_2
movx a,@dptr
jnb acc.3,kon_e
call nec_b
call nec_bell4
setb de3
setb ze1
mov a,ji
setb acc.2
mov ji,a
setb ex0
jmp main_1
kon_f: jmp busub2_sub
sub2_5: call del_code2
mov dptr,#PORTA_2
movx a,@dptr
jnb acc.4,kon_f

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    nec_b
call    nec_bell5
setb    de4
setb    je1
mov     a,ji
setb    acc.3
mov     ji,a
setb    ex0
jmp     main_1
kon_gg: jmp     busub2_sub
sub2_6: call    del_code2
        mov     dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb    acc.5,kon_gg
        call   nec_b
        call   nec_bell6
        setb   de5
        setb   ke1
        mov   a,ji
        setb   acc.4
        mov   ji,a
        setb   ex0
        jmp   main_1
kon_h:  jmp     busub2_sub
sub2_7: call    del_code2
        mov     dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb    acc.6,kon_h
        call   nec_b
        call   nec_bell7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    de6
setb    le1
mov     a,ji
setb    acc.5
mov     ji,a
setb    ex0
jmp     main_1
kon_i:  jmp     busub2_sub
sub2_8: call    del_code2
mov     dptr,#PORTA_2
movx    a,@dptr
jnb     acc.7,kon_i
call    nec_b
call    nec_bell8
setb    de7
setb    me1
mov     a,ji
setb    acc.6
mov     ji,a
setb    ex0
jmp     main_1

kon_k:  jmp     busub2_sub
kon_j:  jb     be1,kon_k
setb    be1
call    nec_data
call    y1_x1
call    std
setb    SE2
mov     a.ii

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sub2_9:
    setb    acc.1
    mov     ii,a
    setb    ex0
    jmp     main_1
    call    del_code2
    jnb     ce7,kon_j
    setb    ce7
    call    nec_data
    call    y0_x1
    call    std
    setb    SE1
    mov     a,ji
    setb    acc.7
    mov     ji,a
    setb    ex0
    jmp     main_1

ral_1:
    clr     ge0
    mov     a,hi
    clr     acc.0
    mov     hi,a
    call    del_bell2
    call    del_a
    call    ns1_x1
    setb    oe0
    setb    pe0
    clr     ee1
    jmp     main_1

ral_2:
    clr     ge1
    mov     a,ki

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clr    acc.1
mov    ki,a
call   del_bell2
call   del_d
call   ns3_x1
setb   qe2
mov    a,si
setb   acc.0
mov    si,a
clr    ee1
jmp    main_1
ral_ext1:
clr    ge7    ;sub2 off_hook ext1
call   del_bell2
call   dy0_ringback2
clr    ce1
call   ny0_x1
mov    a,zi
setb   acc.1
mov    zi,a
clr    ee1
jmp    main_1
mot_2b:
mov    a,ji    ;sub2 on_hook sub1 at sub1 no talk
clr    acc.0
mov    ji,a
clr    de0
clr    fe0
call   del_bell1
jmp    del_c    ;jmp    main_1
mot_2c:
mov    a,ji
clr    acc.1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    ji,a
clr    de2
clr    he1
call   del_bell3
jmp    del_c
mot_2d: mov    a,ji
clr    acc.2
mov    ji,a
clr    de3
clr    ze1
call   del_bell4
jmp    del_c
mot_2e: mov    a,ji          :sub2 on_hook sub5 at sub5 no talk
clr    acc.3
mov    ji,a
clr    de4
clr    je1
call   del_bell5
jmp    del_c
mot_2f: call   send
mov    a,ji
clr    acc.4
mov    ji,a
clr    de5
clr    ke1
call   del_bell6
jmp    del_c
mot_2g: mov    a,ji
clr    acc.5
mov    ji,a

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        clr    de6
        clr    le1
        call   del_bell7
        jmp    del_c
mot_2h:  mov    a,ji          ;sub2 on_hook sub8 at sub8 no talk
        clr    acc.6
        mov    ji,a
        clr    de7
        clr    me1
        call   del_bell8
        jmp    del_c
mot_2i:  setb   RE1
        clr    SE1
        mov    a,ji          ;sub2 on_hook ex1 at sub2 call
        clr    acc.7
        mov    ji,a
        clr    ce7
        call   del_data
        call   y0_x1
        call   std
        clr    RE1
        setb   ee1
        etb    be4
        jmp    main_ext1
mot_2j:  mov    a,ii
        clr    acc.1
        mov    ii,a
        clr    be1
        call   del_data
        call   y1_x1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    std
clr     SE2
setb   ee1
jmp    main_1
mot_1:  clr     pe1           ;sub2 on_hook sub1 at sub2 call
        call   ds2_x1
        mov    dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb   acc.0,kon_1
        call  ns2_busy1
        clr   ex0
kon_m:  mov    dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb   acc.0,kon_m
        call  ds2_busy1
kon_l:  call  ds2_x0
        mov    a,ye
        clr   acc.0
        mov    ye,a
        setb  ee1
        setb  ee0
        setb  ex0
        jmp   main_1
mot_3:  clr     pe2
        call  ds2_x1
        mov    dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb   acc.2,kon_n
        call  ns2_busy1
        clr   ex0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

kon_o:   mov    dptr,#PORTA_2
         movx  a,@dptr
         jnb  acc.2,kon_o
         call ds2_busy1

kon_n:   call  ds2_x2
         mov  a,xc
         clr  acc.0
         mov  xe,a
         setb ee1
         setb ee2
         setb ex0
         jmp  main_1

mot_4:   clr  pe3
         call ds2_x1
         mov  dptr,#PORTA_2
         movx a,@dptr
         jnb  acc.3,kon_p
         call ns2_busy1
         clr  ex0

kon_q:   mov  dptr,#PORTA_2
         movx a,@dptr
         jnb  acc.3,kon_q
         call ds2_busy1

kon_p:   call  ds2_x3
         mov  a,ui
         clr  acc.0
         mov  ui,a
         setb ee1
         setb ee3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb  ex0
jmp   main_3
mot_5: mov  a,#'0'
      call  send
      clr   pe4
      call  ds2_x1
      mov  dptr,#PORTA_2
      movx a,@dptr
      jb   acc.4,kon_r
      call ns2_busy1
      clr  ex0
kon_s: mov  dptr,#PORTA_2
      movx a,@dptr
      jnb  acc.4,kon_s
      call ds2_busy1
kon_r: call  ds2_x4
      mov  a,vi
      clr  acc.0
      mov  vi,a
      setb ee1
      setb ee4
      setb ex0
      jmp  main_1
mot_6: clr  pe5
      call ds2_x1
      mov  dptr,#PORTA_2
      movx a,@dptr
      jb   acc.5,kon_t
      call ns2_busy1
      clr  ex0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

kon_u:    mov    dptr,#PORTA_2
          movx  a,@dptr
          jnb  acc.5,kon_u
          call ds2_busy1

kon_t:    call  ds2_x5
          mov  a,wi
          clr  acc.0
          mov  wi,a
          setb ee1
          setb ee5
          setb ex0
          jmp  main_1

mot_7:    clr  pe6
          call ds2_x1
          mov  dptr,#PORTA_2
          movx a,@dptr
          jnb  acc.6,kon_v
          call ns2_busy1
          clr  ex0

kon_w:    mov  dptr,#PORTA_2
          movx a,@dptr
          jnb  acc.6,kon_w
          call ds2_busy1

kon_v:    call  ds2_x6
          mov  a,xi
          clr  acc.0
          mov  xi,a
          setb ee1
          setb ee6
          setb ex0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                jmp    main_1
mot_8:                          clr    pc7
                                call   ds2_x1
                                mov    dptr,#PORTA_2
                                movx  a,@dptr
                                jb    acc.7,kon_x
                                call   ns2_busy1
                                clr    ex0

kon_y:                          mov    dptr,#PORTA_2
                                movx  a,@dptr
                                jnb   acc.7,kon_y
                                call   ds2_busy1
kon_x:                          call   ds2_x7
                                mov    a,yi
                                clr    acc.0
                                mov    yi,a
                                setb  ee1
                                setb  ee7
                                etb   ex0
                                jmp    main_1

mot_9:                          clr    pc0
                                call   ds1_x1
                                call   ha_a
                                clr    oe0
                                setb  ee0
                                setb  ee1
                                jmp    main_1

lot_3:                          mov    a,si
                                clr    acc.0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    si,a
call   ds3_x1
call   ha_c
clr    qc2
setb   ee2
setb   ee1
jmp    main_1

```

```

lot_ext1a:    call   delay2
              mov    dptr,#PORTB_3
              movx   a,@dptr
              jnb   acc.2,lot11
              call   dy0_busy2
              clr    ce7
              clr    SE1
              setb   ee1
              setb   ex0
              jmp    main_1
lot_ext1:    mov    a,zi    ;sub2 on_hook ext1 at ext1 call
              clr    acc.1
              mov    zi,a
              call   dy0_x1
              call   ny0_busy2
              mov    dptr,#PORTB_3
              movx   a,@dptr
              jnb   acc.2,lot_ext1a
lot11:      call   nec_toe3
              call   dy0_busy2
              setb   ee1
              jmp    jus_k

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sub_33:    jmp     sub_3    ;sub3 off_hook
kot_a:    jmp     kot_1    ;sub3 on_hook sub1 at sub1 call
kot_b:    jmp     kot_2    ;sub3 on_hook sub2 at sub2 call
vot_dd:   jmp     vot_d    ;sub3 on_hook sub1 at sub1 no talk
vot_ee:   jmp     vot_e
vot_ff:   jmp     vot_f
vot_gg:   jmp     vot_g
vot_hh:   jmp     vot_h    ;sub3 on_hook sub6 at sub6 no talk
vot_ii:   jmp     vot_i
vot_jj:   jmp     vot_j
vot_kk:   jmp     vot_k    ;sub3 on_hook ext1 at sub3 call
vot_ka:   jmp     vot_1    ;sub3 on_hook sub1 at sub3 call
vot_la:   jmp     vot_2

```

\*\*\*\*\*

```

main_3:   mov     dptr,#PORTA_2    ;check sub3
          movx  a,@dptr
          jnb  acc.2,sub_33
          jb   qc0,kot_a
          mov  a,xc
          jb  acc.0,kot_b
          mov  a,ki
          jb  acc.0,vot_dd
          jb  acc.1,vot_ee
          jb  acc.2,vot_ff
          jb  acc.3,vot_gg
          jb  acc.4,vot_hh
          jb  acc.5,vot_ii
          jb  acc.6,vot_jj
          jb  acc.7,vot_kk

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        jb     qe1,vot_ka
        jb     qe2,vot_la
        jb     qe3,vot_m
        jb     qe4,vot_n
        jb     qe5,vot_o
        jb     qe6,vot_p
        jb     qe7,vot_q
        mov   a,ii
        jb     acc.2,vot_r
        jmp   main_4
vot_m:  jmp   vot_4      ;sub3 on_hook sub4 at sub3 call
vot_n:  jmp   vot_5
vot_o:  jmp   vot_6
vot_p:  jmp   vot_7
vot_q:  jmp   vot_8      ;sub3 on_hook sub8 at sub3 call
vot_r:  jmp   vot_9      ;sub3 on_hook ext2

        jmp   kat_2      ;sub3 off_hook sub2
kat_b:
        jmp   kat_1      ;sub3 off_hook sub1
kat_a:
kat_aa: clr   de2        ;clr bit 12 sub3 off_hook
        jb     he0;kat_a
        jb     he1,kat_b
        jmp   main_1

vot_a:  mov   dptr,#PORTA_2
        movx  a,@dptr
        jnb  acc.2,vot_aa
        call ds3_x2
        call ds3_dial1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        call    dtmf1_x2
        call    std
        setb   ee2
        setb   ex0
        jmp    main_1
sub_333:  jmp    main_4
sub_3:   jb     de2,kat_aa    ;sub3 off_hook
        jnb   ee2,sub_333
        clr   ee2        ;sub3 call
        call  ns3_dial1
        call  ns3_x2
        call  dtmf1_x2
        call  std
        clr   ex0
vot_aa:  mov    dptr,#PORTB_3
        movx  a,@dptr
        jnb  acc.0,vot_a
        setb  ex0
        call  nec_toe1
        call  ds3_dial1
        mov  dptr,#PORTA_3
        movx  a,@dptr
        anl  a,#0fh
        cjne a,#01h,sub3_2a
        jmp  sub3_1
sub3_2a:  cjne  a,#02h,sub3_4a
        jmp  sub3_2
sub3_4a:  cjne  a,#04h,sub3_5a
        jmp  sub3_4
sub3_5a:  cjne  a,#05h,sub3_6a

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        jmp     sub3_5
sub3_6a:  cjne   a,#06h,sub3_7a
        jmp     sub3_6
sub3_7a:  cjne   a,#07h,sub3_8a
        jmp     sub3_7
sub3_8a:  cjne   a,#08h,sub3_9a
        jmp     sub3_8
sub3_9a:  cjne   a,#09h,sub3_10
        jmp     sub3_9
sub3_10:  jmp     busub3_sub
vot_b:    jmp     busub3_sub
sub3_1:   mov     a,#'F'
        call  send
        call  del_code3
        mov   dptr,#PORTA_2 ;sub3 key sub1
        movx  a,@dptr
        jnb  acc.0,vot_b
        call  nec_c
        call  nec_bell1
        setb de0
        setb fe1
        mov  a,ki
        setb acc.0
        mov  ki,a
        setb ex0
        jmp  main_1
vot_c:    jmp     busub3_sub
sub3_2:   call  del_code3
        mov   dptr,#PORTA_2
        movx  a,@dptr

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

jnb    acc.1,vot_c
call   nec_c
call   nec_bell2
setb   del
setb   gel
mov    a,ki
setb   acc.1
mov    ki,a
setb   ex0
jmp    main_1
vot_cl: jmp    busub3_sub
sub3_4: call   del_code3
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.3,vot_cl
call   nec_c
call   nec_bell4
setb   de3
setb   ze2
mov    a,ki
setb   acc.2
mov    ki,a
setb   ex0
jmp    main_1
vot_cm: jmp    busub3_sub
sub3_5: call   del_code3
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.4,vot_cm
call   nec_c

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        call    nec_bell5
        setb   de4
        setb   je2
        mov    a,ki
        setb   acc.3
        mov    ki,a
        setb   ex0
        jmp    main_1
vot_cn: jmp    busub3_sub
sub3_6: call    del_code3
        mov    dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb   acc.5,vot_cn
        call   nec_c
        call   nec_bell6
        setb   de5
        setb   kc2
        mov    a,ki
        setb   acc.4
        mov    ki,a
        setb   ex0
        jmp    main_1
vot_co: jmp    busub3_sub
sub3_7: call    del_code3
        mov    dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb   acc.6,vot_co
        call   nec_c
        call   nec_bell7
        setb   de6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    le2
mov     a,ki
setb    acc.5
mov     ki,a
setb    cx0
jmp     main_1
vot_cp: jmp     busub3_sub
sub3_8: call    del_code3
        mov     dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb    acc.7,vot_cp
        call   nec_c
        call   nec_bell8
        setb   de7
        setb   me2
        mov    a,ki
        setb   acc.6
        mov    ki,a
        setb   cx0
        jmp    main_1
sub3_9: call    del_code3
        jb     ce7,vot_cqy
        setb   ce7
        call   nec_data
        call   y0_x2
        call   std
        setb   SE1
        mov    a,ki
        setb   acc.7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    ki,a
setb   ex0
jmp    main_1
vot_cs: jmp    busub3_sub
vot_cqy: jnb    be1,vot_cs
setb   be1
call   nec_data
call   y1_x2
call   std
setb   SE2
mov    a,ii
setb   acc.2
mov    ii,a
setb   ex0
jmp    main_1
vot_d: mov    a,ki
clr    acc.0
mov    ki,a
clr    de0
clr    fe1
call   del_bell1
call   ds3_x2
call   del_d
setb   ee2
jmp    main_1
vot_e: mov    a,ki
clr    acc.1
mov    ki,a
clr    de1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clr    ge1
call   del_bell2
call   ds3_x2
call   del_d
setb   ee2
jmp    main_1
vot_f: mov    a,ki
clr    acc.2
mov    ki,a
clr    de3
clr    ze2
call   del_bell4
call   ds3_x2
call   del_d
setb   ee2
jmp    main_1
vot_g: mov    a,ki
clr    acc.3
mov    ki,a
clr    de4
clr    je2
call   del_bell5
call   ds3_x2
call   del_d
setb   ee2
jmp    main_1
vot_h: mov    a,ki
clr    acc.4
mov    ki,a
clr    de5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clr    ke2
call   del_bell6
call   ds3_x2
call   del_d
setb   ee2
jmp    main_1
vot_i: mov    a,ki
clr    acc.5
mov    ki,a
clr    de6
clr    le2
call   del_bell7
call   ds3_x2
call   del_d
setb   ee2
jmp    main_1
vot_j: mov    a,ki ;sub3 on_hook sub8 at sub8 no talk
clr    acc.6
mov    ki,a
clr    de7
clr    mc2
call   del_bell8
call   ds3_x2
call   del_d
setb   ee2
jmp    main_1
vot_k: setb   RE1 ;sub3 on_hook ext1 at sub3 call
clr    SE1
mov    a,ki
clr    acc.7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    ki,a
clr    ce7
call   del_data
call   y0_x2
call   std
clr    RE1
setb   ce2
etb    be4
jmp    main_ext1
vot_9: mov    a,ii
clr    acc.2
mov    ii,a
clr    be1
call   del_data
call   y1_x2
call   std
clr    SE2
setb   ce2
jmp    main_1
vot_1: clr    qe1      ;sub3 on_hook sub1 at sub3 call
call   ds3_x2
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.0,note_a
call   ns3_busy1
clr    ex0
note_aa: mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.0,note_aa
call   ds3_busy1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

note_a:    call   ds3_x0
           mov    a, ye
           clr    acc.1
           mov    ye, a
           setb   ee0
           setb   ee2
           setb   ex0
           jmp    main_1

vot_2:    clr    qe2
           call   ds3_x2
           mov    dptr, #PORTA_2
           movx   a, @dptr
           jb     acc.1, note_b
           call   ns3_busy1
           clr    ex0

note_bb:   mov    dptr, #PORTA_2
           movx   a, @dptr
           jnb   acc.1, note_bb
           call   ds3_busy1

note_b:    call   ds3_x1
           mov    a, si
           clr    acc.0
           mov    si, a
           setb   ee1
           setb   ee2
           setb   ex0
           jmp    main_1

vot_4:    clr    qe3
           call   ds3_x2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.3,note_c
call   ns3_busy1
clr    ex0
note_cc: mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.3,note_cc
call   ds3_busy1
note_c: call   ds3_x3
mov    a,ui
clr    acc.l
mov    ui,a
setb   ee3
setb   ee2
setb   ex0
jmp    main_1
vot_5: clr    qe4
call   ds3_x2
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.4,note_d
call   ns3_busy1
clr    ex0

note_dd: mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.4,note_dd
call   ds3_busy1
note_d: call   ds3_x4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    a,vi
clr    acc.1
mov    vi,a
setb   ee4
setb   ee2
setb   ex0

jmp    main_1
vot_6: clr    qe5          ;sub3 on_hook sub6 at sub3 call
call   ds3_x2
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.5,note_e
call   ns3_busy1
clr    ex0
note_ee: mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.5,note_ee
call   ds3_busy1
note_e: call   ds3_x5
mov    a,wi
clr    acc.1
mov    wi,a
setb   ee5
setb   ee2
setb   ex0

jmp    main_1
vot_7: clr    qe6
call   ds3_x2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jb     acc.6,note_f
call   ns3_busy1
clr    ex0

note_ff: mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.6,note_ff
call   ds3_busy1
note_f: call   ds3_x6
mov    a,xi
clr    acc.1
mov    xi,a
setb   ee6
setb   cc2
setb   ex0
jmp    main_1
vot_8: clr    qe7
call   ds3_x2
mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jb     acc.7,note_h
call   ns3_busy1
clr    ex0

note_hh: mov    dptr,#PORTA_2
movx   a,@dptr
jnb    acc.7,note_hh
call   ds3_busy1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

note_h:   call    ds3_x7
          mov     a,yi
          clr     acc.1
          mov     yi,a
          setb    ee7
          setb    ee2
          setb    ex0
          jmp     main_1

```

```

kat_1:   clr     he0
          mov     a,hi
          clr     acc.1
          mov     hi,a
          call    del_bell3
          call    del_a
          call    ns1_x2
          setb    oe1
          setb    qe0
          clr     ee2
          jmp     main_1

```

```

kat_2:   clr     he1
          mov     a,ji
          clr     acc.1
          mov     ji,a
          call    del_bell3
          call    del_b
          call    ns2_x2
          setb    pe2
          mov     a,xe
          setb    acc.0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    xe,a
clr    ee2
jmp    main_1

```

```

kot_1:  clr    qc0
        call  ds1_x2
        call  ha_a
        clr    oe1
        setb  ee0
        setb  ee2
        jmp    main_1

```

```

kot_2:  mov    a,xc
        clr    acc.0
        mov    xe,a
        call  ds2_x2
        call  ha_b
        clr    pe2
        setb  ee1
        setb  ee2
        jmp    main_1

```

```

sub_44:  jmp    ub_4    ;sub4 off_hook
bat_a:   jmp    bat_1    ;sub4 on_hook sub1 at sub1 call
bat_b:   jmp    bat_2    ;sub4 on_hook sub2 at sub2 call
bat_c:   jmp    bat_3

```

```

;*****
;

```

```

main_4:  mov    dptr,#PORTA_2
        movx  a,@dptr

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

jnb    acc.3,sub_44
mov    a,bi
jb     acc.0,bat_a
mov    a,ui
jb     acc.0,bat_b
jb     acc.1,bat_c
jmp    main_5
bet_a: jmp    bet_1      ;sub4 off_hook sub1
bet_b: jmp    bet_2      ;sub4 off_hook sub2
bet_c: jmp    bet_3
bet_aa: clr   de3       ;clr bit 13 when sub4 off_hook
        jb     ze0,bet_a
        jb     ze1,bet_b
        jb     ze2,bet_c
        jmp    main_1
sub_4:  jb     de3,bet_aa
        jmp    main_1
bet_1:  clr   ze0
        mov    a,hi
        clr   acc.2
        mov    a,hi
        call  del_bell4
        call  del_a
        call  ns1_x3
        setb  oe2
        mov    a,bi
        setb  acc.0
        mov    bi,a
        clr   ee3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        jmp     main_1
bet_2:  clr     ze1      ;sub4 off_hook sub2
        mov     a,ji
        clr     acc.2
        mov     ji,a
        call    del_bell4
        call    del_b
        call    ns2_x3
        setb    pe3
        mov     a,ui
        setb    acc.0
        mov     ui,a
        clr     ee3
        jmp     main_1
bet_3:  clr     ze2      ;sub4 off_hook sub3
        mov     a,ki
        clr     acc.2
        mov     ki,a
        call    del_bell4
        call    del_d
        call    ns3_x3
        setb    qe3
        mov     a,ui
        setb    acc.1
        mov     ui,a
        clr     ee3
        jmp     main_1

bet_1:  mov     a,bi
        clr     acc.0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    bi,a
call   ds1_x3
call   ha_a
clr    oe2
setb   ee0
setb   ee3
jmp    main_1
bat_2: mov    a,ui           ;sub4 on_hook sub2 at sub2 call
clr    acc.0
mov    ui,a
call   ds2_x3
call   ha_b
clr    pe3
setb   ee1
setb   ee3
jmp    main_1
bat_3: call   send
mov    a,ui
clr    acc.1
mov    ui,a
call   ds3_x3
call   ha_c
clr    qe3
setb   ee2
setb   ee3
jmp    main_1

sub_55: jmp    sub_5         ;sub5 off_hook
pet_a:  jmp    pet_1         ;sub5 on_hook sub1 at sub1 call

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pet_b:    jmp    pet_2          ;sub5 on_hook sub2 at sub2 call
pet_c:    jmp    pet_3

```

```

;*****

```

```

main_5:   mov    dptr,#PORTA_2
          movx  a,@dptr
          jnb  acc.4,sub_55
          mov  a,ci
          jb  acc.0,pet_a
          mov  a,vi
          jb  acc.0,pet_b
          jb  acc.1,pet_c
          jmp  main_6

pat_a:    jmp  pat_1          ;sub5 off_hook sub1
pat_b:    jmp  pat_2          ;sub5 off_hook sub2
pat_c:    jmp  pat_3
pat_aa:   clr  de4          ;clr bit 14 sub5 off_hook
          jb  je0,pat_a
          jb  je1,pat_b
          jb  je2,pat_c
          jmp  main_1

sub_5:    call  send
          jb  de4,pat_aa
          jmp  main_1

pat_1:    clr  je0          ;sub5 off_hook sub1
          mov  a,hi
          clr  acc.3
          mov  hi,a

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    del_bell5
call    del_a
call    ns1_x4
setb    oe3
mov     a,ci
setb    acc.0
mov     ci,a
clr     ee4
jmp     main_1
pat_2:  clr     je1      ;sub5 off_hook sub2
mov     a,ji
clr     acc.3
mov     ji,a
call    del_bell5
call    del_b
call    ns2_x4
setb    pe4
mov     a,vi
setb    acc.0
mov     vi,a
clr     ee4
jmp     main_1
pat_3:  clr     je2
mov     a,ki
clr     acc.3
mov     ki,a
call    del_bell5
call    del_d
call    ns3_x4
setb    qe4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    a,vi
setb   acc.1
mov    vi,a
clr    ee4
jmp    main_1

```

```

pet_1:  mov    a,ci      ;sub5 on_hook when talked sub1

```

```

clr    acc.0
mov    ci,a
call   ds1_x4
call   ha_a
clr    oe3
setb   ee0
setb   ee4
jmp    main_1

```

```

pet_2:  mov    a,vi      ;sub5 on_hook sub2 at sub2 call

```

```

clr    acc.0
mov    vi,a
call   ds2_x4
call   ha_b
clr    pe4
setb   ee1
setb   ee4
jmp    main_1

```

```

pet_3:

```

```

mov    a,vi
clr    acc.1
mov    vi,a
call   ds3_x4
call   ha_c
clr    qe4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    ee2
setb    ee4
jmp     main_1

sub_66:  jmp     sub_6      ;sub6 off_hook
cit_a:   jmp     cit_1      ;sub6 on_hook sub1 at sub1 call
cit_b:   jmp     cit_2      ;sub6 on_hook sub2 at sub2 call
cit_c:   jmp     cit_3

;*****
main_6:  mov     dptr,#PORTA_2
movx    a,@dptr
jnb     acc.5,sub_66
mov     a,di
jb      acc.0,cit_a
mov     a,wi
jb      acc.0,cit_b
jb      acc.1,cit_c
jmp     main_7
cat_a:   jmp     cat_1      ;sub6 off_hook sub1
cat_b:   jmp     cat_2
cat_c:   jmp     cat_3      ;sub6 off_hook sub3
cat_aa:  clr     de5          ;clr bit sub6 off_hook
         jb      ke0,cat_a
         jb      ke1,cat_b
         jb      ke2,cat_c
         jmp     main_1
sub_6:   jb      de5,cat_aa
         jmp     main_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

cat_1:    clr     ke0          ;sub6 off_hook sub1
          mov     a,hi
          clr     acc.4
          mov     hi,a
          call    del_bell6
          call    del_a
          call    ns1_x5
          setb    oe4
          mov     a,di
          setb    acc.0
          mov     di,a
          clr     ee5
          jmp     main_1
cat_2:    call    send
          clr     ke1          ;sub6 off_hook sub2
          mov     a,ji
          clr     acc.4
          mov     ji,a
          call    del_bell6
          call    del_b
          call    ns2_x5
          setb    pe5
          mov     a,wi
          setb    acc.0
          mov     wi,a
          clr     ee5
          jmp     main_1
cat_3:    clr     ke2
          mov     a,ki
          clr     acc.4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    ki,a
call   del_bell6
call   del_d
call   ns3_x5
setb   qe5
mov    a,wi
setb   acc.1
mov    wi,a
clr    ee5
jmp    main_1

cit_1: mov    a,di
      clr    acc.0
      mov    di,a
      call   ds1_x5
      call   ha_a
      clr    oe4
      setb   ee0
      setb   ee5
      jmp    main_1

cit_2: mov    a,wi ;sub6 on_hook sub2 at sub2 call
      clr    acc.0
      mov    wi,a
      call   ds2_x5
      call   ha_b
      clr    pe5
      setb   ee1
      setb   ee5
      jmp    main_1

cit_3: mov    a,wi

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clr    acc.1
mov    wi,a
call   ds3_x5
call   ha_c
clr    qe5
setb   ee2
setb   ee5
jmp    main_1

sub_77:    jmp    sub_7        ;sub7 off_hook

eit_a:    jmp    eit_1        ;sub7 on_hook sub1 at sub1 call
eit_b:    jmp    eit_2        ;sub7 on_hook sub2 at sub2 call
eit_c:    jmp    eit_3

;*****
main_7:   mov    dptr,#PORT_A
          movx   a,@dptr
          jnb   acc.6,sub_77
          mov   a,ei
          jb   acc.0,eit_a
          mov   a,xi
          jb   acc.0,eit_b
          jb   acc.1,eit_c   ;conti
          jmp   main_8

eet_a:    jmp    eet_1        ;sub7 off_hook sub1
eet_b:    jmp    eet_2
eet_c:    jmp    eet_3

eet_aa:   clr    de6        ;clr bit sub7 off_hook

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        jnb     le0,cet_a
        jnb     le1,cet_b
        jnb     le2,cet_c
        jmp     main_1
sub_7:  jnb     de6,cet_aa    ;sub7 off_hook
        jmp     main_1      ;error
cet_1:  clr     lc0          ;clr bit sub7 off_hook sub1
        mov    a,hi
        clr    acc.5
        mov    hi,a
        call   del_bell7
        call   del_a
        call   ns1_x6
        setb   oc5
        mov    a,ei
        setb   acc.0
        mov    ei,a
        clr    ee6
        jmp    main_1
cet_2:  clr     del        ;sub7 off_hook sub2
        mov    a,ji
        clr    acc.5
        mov    ji,a
        call   del_bell7
        call   del_b
        call   ns2_x6
        setb   pe6
        mov    a,xi
        setb   acc.0
        mov    xi,a

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        clr    ee6
        jmp    main_1
eet_3:  clr    le2
        mov    a,ki
        clr    acc.5
        mov    ki,a
        call   del_bell7
        call   del_d
        call   ns3_x6
        setb   qe6
        mov    a,xi
        setb   acc.1
        mov    xi,a
        clr    ee6
        jmp    main_1
eit_1:  mov    a,ei    ;sub7 on_hook sub1 at sub1 call
        clr    acc.0
        mov    ei,a
        call   ds1_x6
        call   ha_a
        clr    oe5
        setb   ee0
        setb   ee6
        jmp    main_1
eit_2:  mov    a,xi
        clr    acc.0    ;sub7 on_hook sub2 at sub2 call
        mov    xi,a
        call   ds2_x6
        call   ha_b
        clr    pe6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    ee1
setb    ee6
jmp     main_1
eit_3:  mov    a,xi
        clr    acc.1
        mov    xi,a
        call   ds3_x6
        call   ha_c
        clr    qe6
        setb   ee2
        setb   ee6
        jmp    main_1
sub_88: jmp    sub_8      ;sub8 off_hook
fit_a:  jmp    fit_1      ;sub8 on_hook sub1 at sub1 call
fit_b:  jmp    fit_2      ;      2      2
fit_c:  jmp    fit_3
;*****
main_8: mov    dptr,#PORTA_2
        movx   a,@dptr
        jnb   acc.7,sub_88
        mov   a,fi
        jb   acc.0,fit_a
        mov   a,yi
        jb   acc.0,fit_b
        jb   acc.1,fit_c
        jmp   main_ext1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

fat_a:    jmp    fat_1        ;sub8 off_hook sub1
fat_b:    jmp    fat_2
fat_c:    jmp    fat_3
fat_aa:   clr    de7
          jnb    me0,fat_a
          jnb    me1,fat_b
          jnb    me2,fat_c
          jmp    main_1

sub_8:    mov    a,#'8'
          call   send
          jnb    de7,fat_aa    ;sub8 off_hook
          jmp    main_ext1
fat_1:    clr    me0        ;sub8 off_hook sub1
          mov    a,hi
          clr    acc.6
          mov    hi,a
          call   del_bell8
          call   del_a
          call   ns1_x7
          setb   oe6
          mov    a,fi
          setb   acc.0
          mov    fi,a
          clr    ee7
          jmp    main_1

fat_2:    clr    me1        ;sub8 off_hook sub2
          mov    a,ji
          clr    acc.6
          mov    ji,a

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    del_bell8
call    del_b
call    ns2_x7
setb    pe7
mov     a,yi
setb    acc.0
mov     yi,a
clr     ee7
jmp     main_1
fat_3:  clr     me2
mov     a,ki
clr     acc.6
mov     ki,a
call    del_bell8
call    del_d
call    ns3_x7
setb    qe7
mov     a,yi
setb    acc.1
mov     yi,a
clr     ee7
jmp     main_1

fit_1:  mov     a,fi                ;sub8 on_hook sub1 at sub1 call
clr     acc.0
mov     fi,a
call    ds1_x7
call    ha_a
clr     oe6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    ce0
setb    ce7
jmp     main_1
fit_2:  mov     a,yi      ;sub8 on_hook sub2 at sub2 call
        clr     acc.0
        mov     yi,a
        call    ds2_x7
        call    ha_b
        clr     pe7
        setb    ce1
        setb    ce7
        jmp     main_1
fit_3:  mov     a,yi
        clr     acc.1
        mov     yi,a
        call    ds3_x7
        call    ha_c
        clr     qe7
        setb    ce2
        setb    ce7
        jmp     main_1

;***** ext1
;

jus_bb:  cjne   a,#20h,jus_cc
        jmp    jus_b      ;ext1 call sub2

jus:     jmp    main_1
main_ext1: jnb   ce5,jus
        setb   SE1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    ex0
        setb    ca
setb    RE1
clr     ce5
call    ny0_auto1
call    nec_pay1
clr     RE1
jb      be4,jus_11a

jus_a:  setb    SE1
        mov     dptr,#PORTB_3
movx    a,@dptr
jnb     acc.2,jus_a
call    nec_toe3
call    del_pay1
call    dy0_auto1

jus_k:  mov     dptr,#PORTA_3
movx    a,@dptr
anl     a,#0f0h
cjne    a,#10h,jus_bb
call    del_toe3
mov     dptr,#PORTA_2
movx    a,@dptr
jnb     acc.0,jus_i
jmp     jus_ii

jus_11a: clr    be4
        setb    ex0
        jmp     main_1

jus_i:  jmp     day

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

jus_ii:   jnb    ce1,jus_i
          setb   ce1
          mov    a,#'@'
          call   send
          call   ny0_ringback2
          call   nec_bell1
          setb   de0
          setb   fe7
          setb   ce7    ;status y0
          jmp    main_1
jus_1:   jmp    day
jus_b:   call   del_toe3
          mov    dptr,#PORTA_2
          movx   a,@dptr
          jnb   acc.1,jus_1
          jnb   ce1,jus_1
          setb   ce1
          call   ny0_ringback2
          call   nec_bell2
          setb   de1
          setb   ge7
          setb   ce7
          jmp    main_1

```

```

;*****
;

```

```

nec_data:  mov    dptr,#PORTB_1
           mov    a,P1B

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb acc.1
mov P1B,a
movx @dptr,a
ret
del_data:  mov dptr,#PORTB_1
           mov a,P1B
           clr acc.1
           mov P1B,a
           movx @dptr,a
           ret
std:       mov dptr,#PORTB_1
           mov a,P1B
           setb acc.2
           mov P1B,a
           movx @dptr,a
           mov a,P1B
           clr acc.2
           mov P1B,a
           movx @dptr,a
           ret
y0_autol: mov dptr,#PORTC_1
           mov a,P1C
           mov a,#0ch
           mov P1C,a
           movx @dptr,a
           ret
nec_pay1:  mov dptr,#PORTC_3
           mov a,P3C
           setb acc.6
           mov P3C,a

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

movx @dptr,a
ret
del_pay1:  mov  dptr,#PORTC_3
           mov  a,P3C
           clr  acc.6
           mov  P3C,a
           movx @dptr,a
           ret
y1_auto2:  mov  dptr,#PORTC_1
           mov  a,P1C
           mov  a,#0Fh
           mov  P1C,a
           movx @dptr,a
           ret
nec_pay2:  mov  dptr,#PORTC_3
           mov  a,P3C
           setb acc.7
           mov  P3C,a
           movx @dptr,a
           ret
del_pay2:  mov  dptr,#PORTC_3
           mov  a,P3C
           clr  acc.7
           mov  P3C,a
           movx @dptr,a
           ret
ny0_auto1: call  nec_data
           call  y0_auto1
           call  std
           ret

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

dy0_auto1:   call   del_data
             call   y0_auto1
             call   std
             ret

ny1_auto2:   call   nec_data
             call   y1_auto2
             call   std
             ret

dy1_auto2:   call   del_data
             call   y1_auto2
             call   std
             ret

nec_bell1:   mov    dptr,#PORTB_2
             mov    a,P2B
             setb   acc.0
             mov    P2B,a
             movx   @dptr,a
             ret

del_bell1:   mov    dptr,#PORTB_2
             mov    a,P2B
             clr    acc.0
             mov    P2B,a
             movx   @dptr,a
             ret

nec_bell2:   mov    dptr,#PORTB_2
             mov    a,P2B

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setb    acc.1
mov     P2B,a
movx   @dptr,a
ret

del_bell2:  mov     dptr,#PORTB_2
            mov     a,P2B
            clr     acc.1
            mov     P2B,a
            movx   @dptr,a
            ret

nec_bell3:  mov     dptr,#PORTB_2
            mov     a,P2B
            setb   acc.2
            mov     P2B,a
            movx   @dptr,a
            ret

del_bell3:  mov     dptr,#PORTB_2
            mov     a,P2B
            clr     acc.2
            mov     P2B,a
            movx   @dptr,a
            ret

nec_bell4:  mov     dptr,#PORTB_2
            mov     a,P2B
            setb   acc.3
            mov     P2B,a
            movx   @dptr,a
            ret

del_bell4:  mov     dptr,#PORTB_2
            mov     a,P2B

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        clr    acc.3
        mov    P2B,a
        movx   @dptr,a
        ret

nec_bell5:  mov    dptr,#PORTB_2
           mov    a,P2B
           setb   acc.4
           mov    P2B,a
           movx   @dptr,a
           ret

del_bell5:  mov    dptr,#PORTB_2
           mov    a,P2B
           clr    acc.4
           mov    P2B,a
           movx   @dptr,a
           ret

nec_bell6:  mov    dptr,#PORTB_2
           mov    a,P2B
           setb   acc.5
           mov    P2B,a
           movx   @dptr,a
           ret

del_bell6:  mov    dptr,#PORTB_2
           mov    a,P2B
           clr    acc.5
           mov    P2B,a
           movx   @dptr,a
           ret

nec_bell7:  mov    dptr,#PORTB_2
           mov    a,P2B

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        setb    acc.6
        mov     P2B,a
        movx   @dptr,a
        ret
del_bell7:  mov     dptr,#PORTB_2
           mov     a,P2B
           clr     acc.6
           mov     P2B,a
           movx   @dptr,a
           ret
nec_bell8:  mov     dptr,#PORTB_2
           mov     a,P2B
           setb   acc.7
           mov     P2B,a
           movx   @dptr,a
           ret
del_bell8:  mov     dptr,#PORTB_2
           mov     a,P2B
           clr     acc.7
           mov     P2B,a
           movx   @dptr,a
           ret
dtmf1_x0:  mov     dptr,#PORTC_1
           mov     a,P1C
           mov     a,#20h
           mov     PIC,a
           movx   @dptr,a
           ret
dtmf1_x1:  mov     dptr,#PORTC_1
           mov     a,P1C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov a,#21h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s1_x0: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#40h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s1_x1: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#41h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s1_x2: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#42h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s1_x3: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#43h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s1_x4: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    mov a,#44h
    mov PIC,a
    movx @dptr,a
    ret
s1_x5:  mov dptr,#PORTC_1
        mov a,P1C
        mov a,#45h
        mov PIC,a
        movx @dptr,a
        ret
s1_x6:  mov dptr,#PORTC_1
        mov a,P1C
        mov a,#48h
        mov PIC,a
        movx @dptr,a
        ret
s1_x7:  mov dptr,#PORTC_1
        mov a,P1C
        mov a,#49h
        mov PIC,a
        movx @dptr,a
        ret
s1_dial1:  mov dptr,#PORTC_1
            mov a,P1C
            mov a,#4Bh
            mov PIC,a
            movx @dptr,a
            ret
s1_buyl1:  mov dptr,#PORTC_1
            mov a,P1C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    mov  a,#4Ah
    mov  P1C,a
    movx @dptr,a
    ret

s1_ringback1: mov  dptr,#PORTC_1
    mov  a,P1C
    mov  a,#4Ch
    mov  P1C,a
    movx @dptr,a
    ret

s1_ringback2: mov  dptr,#PORTC_1
    mov  a,P1C
    mov  a,#47h
    mov  P1C,a
    movx @dptr,a
    ret

nec_toe1:   mov  dptr,#PORTC_3
    mov  a,P3C
    setb acc.0
    mov  P3C,a
    movx @dptr,a
    ret

del_toe1:   mov  dptr,#PORTC_3
    mov  a,P3C
    clr  acc.0
    mov  P3C,a
    movx @dptr,a
    ret

nec_toe2:   mov  dptr,#PORTC_3
    mov  a,P3C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    setb acc.1
    mov  P3C,a
    movx @dptr,a
    ret
del_toe2:  mov  dptr,#PORTC_3
           mov  a,P3C
           clr  acc.1
           mov  P3C,a
           movx @dptr,a
           ret
nec_toe3:  mov  dptr,#PORTC_3
           mov  a,P3C
           setb acc.2
           mov  P3C,a
           movx @dptr,a
           ret
del_toe3:  mov  dptr,#PORTC_3
           mov  a,P3C
           clr  acc.2
           mov  P3C,a
           movx @dptr,a
           ret
nec_toe4:  mov  dptr,#PORTC_3
           mov  a,P3C
           setb acc.3
           mov  P3C,a
           movx @dptr,a
           ret
del_toe4:  mov  dptr,#PORTC_3
           mov  a,P3C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        clr    acc.3
        mov    P3C,a
        movx  @dptr,a
        ret

y0_x0: mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,P1C
        mov    a,#00h
        mov    P1C,a
        movx  @dptr,a
        ret

y1_x0: mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,P1C
        mov    a,#10h
        mov    P1C,a
        movx  @dptr,a
        ret

ns1_diall: call   nec_data    ;nec s1_diall
        call   s1_diall
        call   std
        ret

ds1_diall: call   del_data
        call   s1_diall
        call   std
        ret

ns1_busy1: call   nec_data
        call   s1_busy1
        call   std
        ret

ds1_busy1: call   del_data

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        call    s1_busy1
        call    std
        ret
ns1_ringback1: call    nec_data
        call    s1_ringback1
        call    std
        ret
dsl_ringback1: call    del_data
        call    s1_ringback1
        call    std
        ret
ns1_x0:    call    nec_data    ;nec s1_x0
        call    s1_x0
        call    std
        ret
dsl_x0:    call    del_data
        call    s1_x0
        call    std
        ret
ns1_x1:    call    nec_data
        call    s1_x1
        call    std
        ret
dsl_x1:    call    del_data
        call    s1_x1
        call    std
        ret
ns1_x2:    call    nec_data
        call    s1_x2
        call    std

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ret
ds1_x2:    call    del_data
           call    s1_x2
           call    std
           ret
ns1_x3:    call    nec_data
           call    s1_x3
           call    std
           ret
ds1_x3:    call    del_data
           call    s1_x3
           call    std
           ret
ns1_x4:    call    nec_data
           call    s1_x4
           call    std
           ret
ds1_x4:    call    del_data
           call    s1_x4
           call    std
           ret
ns1_x5:    call    nec_data
           call    s1_x5
           call    std
           ret
ds1_x5:    call    del_data
           call    s1_x5
           call    std
           ret
ns1_x6:    call    nec_data

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        call    s1_x6
        call    std
        ret
ds1_x6:    call    del_data
        call    s1_x6
        call    std
        ret
ns1_x7:    call    nec_data
        call    s1_x7
        call    std
        ret
ds1_x7:    call    del_data
        call    s1_x7
        call    std
        ret
;*****
s2_x0:    mov     dptr,#PORTC_1
        mov     a,P1C
        mov     a,#50h
        mov     P1C,a
        movx   @dptr,a
        ret
s2_x1:    mov     dptr,#PORTC_1
        mov     a,P1C
        mov     a,#51h
        mov     P1C,a
        movx   @dptr,a
        ret
s2_x2:    mov     dptr,#PORTC_1
        mov     a,P1C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov a,#52h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s2_x3: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#53h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s2_x4: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#54h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s2_x5: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#55h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s2_x6: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#58h
mov P1C,a
movx @dptr,a
ret
s2_x7: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov a,#59h
mov PIC,a
movx @dptr,a
ret
s2_ringback1: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#5ch
mov PIC,a
movx @dptr,a
ret
s2_ringback2: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#57h
mov PIC,a
movx @dptr,a
ret
s2_dial1: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#5bh
mov PIC,a
movx @dptr,a
ret
s2_busy1: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C
mov a,#5ah
mov PIC,a
movx @dptr,a
ret
y0_x1: mov dptr,#PORTC_1
mov a,P1C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        mov    a,#01h
        mov    PIC,a
        movx   @dptr,a
        ret
y1_x1:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,P1C
        mov    a,#11h
        mov    PIC,a
        movx   @dptr,a
        ret
ns2_x0: call    nec_data
        call    s2_x0
        call    std
        ret
ds2_x0: call    del_data
        call    s2_x0
        call    std
        ret
ns2_x1: call    nec_data
        call    s2_x1
        call    std
        ret
ds2_x1: call    del_data
        call    s2_x1
        call    std
        ret
ns2_x2: call    nec_data
        call    s2_x2
        call    std
        ret

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ds2_x2:    call    del_data
           call    s2_x2
           call    std
           ret

ns2_x3:    call    nec_data
           call    s2_x3
           call    std
           ret

ds2_x3:    call    del_data
           call    s2_x3
           call    std
           ret

ns2_x4:    call    nec_data
           call    s2_x4
           call    std
           ret

ds2_x4:    call    del_data
           call    s2_x4
           call    std
           ret

ns2_x5:    call    nec_data
           call    s2_x5
           call    std
           ret

ds2_x5:    call    del_data
           call    s2_x5
           call    std
           ret

ns2_x6:    call    nec_data
           call    s2_x6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        call    std
        ret
ds2_x6:  call    del_data
        call    s2_x6
        call    std
        ret
ns2_x7:  call    nec_data
        call    s2_x7
        call    std
        ret
ds2_x7:  call    del_data
        call    s2_x7
        call    std
        ret
ns2_ringback1: call    nec_data
        call    s2_ringback1
        call    std
        ret
ds2_ringback1: call    del_data
        call    s2_ringback1
        call    std
        ret
ns2_ringback2: call    nec_data
        call    s2_ringback2
        call    std
        ret
ds2_ringback2: call    del_data
        call    s2_ringback2
        call    std
        ret

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ns2_busy1:  call    nec_data
            call    s2_busy1
            call    std
            ret

```

```

ds2_busy1:  call    del_data
            call    s2_busy1
            call    std
            ret

```

```

;*****
;

```

```

s3_x0:      mov    dptr,#PORTC_1
            mov    a,P1C
            mov    a,#60h
            mov    P1C,a
            movx  @dptr,a
            ret

```

```

s3_x1:      mov    dptr,#PORTC_1
            mov    a,P1C
            mov    a,#61h
            mov    P1C,a
            movx  @dptr,a
            ret

```

```

s3_x2:      mov    dptr,#PORTC_1
            mov    a,P1C
            mov    a,#62h
            mov    P1C,a
            movx  @dptr,a
            ret

```

```

s3_x3:      mov    dptr,#PORTC_1
            mov    a,P1C
            mov    a,#63h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov    PIC,a
movx   @dptr,a
ret
s3_x4:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,P1C
        mov    a,#64h
        mov    PIC,a
        movx   @dptr,a
        ret
s3_x5:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,P1C
        mov    a,#65h
        mov    PIC,a
        movx   @dptr,a
        ret
s3_x6:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,P1C
        mov    a,#68h
        mov    PIC,a
        movx   @dptr,a
        ret
s3_x7:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,P1C
        mov    a,#69h
        mov    PIC,a
        movx   @dptr,a
        ret
s3_dial1:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,P1C
        mov    a,#6bh

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        mov    PIC,a
        movx  @dptr,a
        ret

s3_busy1:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,PIC
        mov    a,#6ah
        mov    PIC,a
        movx  @dptr,a
        ret

s3_ringback1:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,PIC
        mov    a,#6ch
        mov    PIC,a
        movx  @dptr,a
        ret

s3_ringback2:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,PIC
        mov    a,#67h
        mov    PIC,a
        movx  @dptr,a
        ret

dumfl_x2:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,PIC
        mov    a,#22h
        mov    PIC,a
        movx  @dptr,a
        ret

y0_x2:  mov    dptr,#PORTC_1
        mov    a,PIC
        mov    a,#02h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov PIC,a
movx @dptr,a
ret
y1_x2: mov dptr,#PORTC_1
mov a,PIC
mov a,#12h
mov PIC,a
movx @dptr,a
ret
ns3_x0: call nec_data
call s3_x0
call std
ret
ds3_x0: call del_data
call s3_x0
call std
ret
ns3_x1: call nec_data
call s3_x1
call std
ret
ds3_x1: call del_data
call s3_x1
call std
ret
ns3_x2: call nec_data
call s3_x2
call std
ret
ds3_x2: call del_data

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

call    s3_x2
call    std
ret
ns3_x3: call    nec_data
call    s3_x3
call    std
ret
ds3_x3: call    del_data
call    s3_x3
call    std
ret
ns3_x4: call    nec_data
call    s3_x4
call    std
ret
ds3_x4: call    del_data
call    s3_x4
call    std
ret
ns3_x5: call    nec_data
call    s3_x5
call    std
ret
ds3_x5: call    del_data
call    s3_x5
call    std
ret
ns3_x6: call    nec_data
call    s3_x6
call    std

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ret
ds3_x6:    call    del_data
          call    s3_x6
          call    std
          ret

ns3_x7:    call    nec_data
          call    s3_x7
          call    std
          ret
ds3_x7:    call    del_data
          call    s3_x7
          call    std
          ret
ns3_dial1: call    nec_data
          call    s3_dial1
          call    std
          ret
ds3_dial1: call    del_data
          call    s3_dial1
          call    std
          ret

ns3_busy1: call    nec_data
          call    s3_busy1
          call    std
          ret

ds3_busy1: call    del_data
          call    s3_busy1
          call    std
          ret

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ns3_ringback1: call    nec_data
                call    s3_ringback1
                call    std
                ret

ds3_ringback1: call    del_data
                call    s3_ringback1
                call    std
                ret

ns3_ringback2: call    nec_data
                call    s3_ringback2
                call    std
                ret

ds3_ringback2: call    del_data
                call    s3_ringback2
                call    std
                ret

;*****
y0_busy2:      mov    dptr,#PORTC_1
                mov    a,P1C
                mov    a,#0dh
                mov    P1C,a
                movx   @dptr,a
                ret

ny0_busy2:     call    nec_data
                call    y0_busy2
                call    std
                ret

dy0_busy2:     call    del_data
                call    y0_busy2
                call    std

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ret

y0_ringback2: mov  dptr,#PORTC_1
               mov  a,P1C
               mov  a,#07h
               mov  P1C,a
               movx @dptr,a
               ret

ny0_ringback2: call nec_data
               call y0_ringback2
               call std
               ret
dy0_ringback2: call del_data
               call y0_ringback2
               call std
               ret
ny0_x0: call  nec_data
          call y0_x0
          call std
          ret
dy0_x0: call  del_data
          call y0_x0
          call std
          ret
ny0_x1: call  nec_data
          call y0_x1
          call std
          ret
dy0_x1: call  del_data

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    call y0_x1
    call std
    ret

delay1: mov  r0,#09h
d11:    mov  r1,#00h
d12:    mov  r2,#00h
        djnz r2,$
        djnz r1,d12
        djnz r0,d11

    ret

delay2: mov  r0,#05h
d13:    mov  r1,#00h
d14:    mov  dptr,#PORTB_3
        movx a,@dptr
        jb  acc.2,d113
        mov  r2,#00h
        djnz r2,$
        djnz r1,d14
        djnz r0,d13

d113:

    ret

day:   call ny0_busy2
        call delay1
        call dy0_busy2
        clr  SE1
        clr  ce7
        jmp  main_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

*****
del_code1:  mov    dptr,#PORTC_3  ;del toe1 and dtmf1_x0
            mov    a,P3C
            clr    acc.0
            mov    P3C,a
            movx   @dptr,a
            call  del_data
            call  dtmf1_x0
            call  std
            ret
del_a:      clr    be6
            call  ds1_ringback1
            ret
ha_a:      clr    ex0
            mov   dptr,#PORTA_2  ;sub1 off_hook but sub on_hook
            movx  a,@dptr
            jb    acc.0,ha_1a
            call  ns1_busy1
ha_2a:     mov   dptr,#PORTA_2
            movx  a,@dptr
            jnb   acc.0,ha_2a
            call  ds1_busy1
ha_1a:     call  ds1_x0
            setb  ex0
            ret
wen_a1:    jmp   busub1_sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

wen_a:    jb     bc6,wen_a1    ;check ringback1 is bit1 go to 2

          setb   bc6
          call  ns1_ringback1
          ret

```

```

;*****
;

```

```

del_b:    clr     bc6
          call  ds2_ringback1
          ret

ha_b:     clr     ex0
          call  send
          mov  dptr,#PORTA_2    ;check sub2 call sub
          movx a,@dptr
          jb   acc.1,ha_15bb
          call ns2_busy1

ha_bb:    mov  dptr,#PORTA_2
          movx a,@dptr
          jnb acc.1,ha_bb
          call del_data
          call s2_busy1
          call std

ha_15bb:  call  ds2_x1
          setb ex0
          ret

busub2_sub:  clr     ex0
          call  ns2_busy1

busub1:     mov  dptr,#PORTA_2
          movx a,@dptr

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

jnb    acc.1,bus1
call   ds2_busy1
call   ds2_x1
setb   ee1
      setb   ex0
jmp    main_1

del_code2:  call   del_toe1
           call   del_data
           call   dtmf1_x1
           call   std
           ret

nec_b:     jb    be6,busub2_sub ;problem
           setb   be6
           call   ns2_ringback1
           ret

del_c:     call   ds1_x1
           clr    be6
           call   ds2_ringback1
           setb   ee1
           jmp    main_1

;***** code sub3
del_d:     clr    be6
           call   ds3_ringback1
           ret

ha_c:     mov    dptr,#PORTA_2
           movx  a,@dptr
           jb    acc.2,ha_cc
           call   ns3_busy1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ha_1c:
    mov     dptr,#PORTA_2
    movx   a,@dptr
    jnb    acc.2,ha_1c
    call   ds3_busy1
ha_cc:   call   ds3_x2
        ret

busub3_sub:  clr     ex0
            call   ns3_busy1
            call   ha_1c
            setb   ee2
            setb   ex0
            jmp    main_1
nec_c:      jnb    be6,busub3_sub ;problem
            setb   be6
            call   ns3_ringback1
            ret

del_code3:  call   del_toe1
            call   del_data
            call   dtmf1_x2
            call   std
            ret

end_system: jmp    $

int_serial: push   acc
            push   psw
            jnb   ti,transmit

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

receiv:    mov  a,sbuf
           clr  ri
           jmp  endse

transmit:  mov  sbuf,a
           clr  ti

endse:     pop  psw
           pop  acc
           reti

```

```

int_int0:  push acc
           push psw

           clr  ex1
           setb ce5
           mov  a,#'h'
           call send
           setb ex1
           clr  ex0
           pop  psw
           pop  acc
           reti

```

```

int_int1:  push  acc
           push  psw
           setb  0E
           clr   ex1
           pop   psw
           pop   acc
           reti
           end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# DATA SHEET

# 80C51-L / 80C31-L

## CMOS SINGLE-CHIP 8 BIT 3V-MICROCONTROLLER

- 80C51-L - CMOS SINGLE-CHIP 8-BIT MICROCONTROLLER with factory mask-programmable ROM
- 80C31-L - CMOS SINGLE-CHIP 8-BIT CONTROL-ORIENTED CPU with RAM and I/O
- 80C51-L/C31-L: 0 TO 6 MHz, VCC = 2.7V TO 6V

### FEATURES

- POWER CONTROL MODES
- 128 x 8 BIT RAM
- 32 PROGRAMMABLE I/O LINES
- TWO 16-BIT TIMER/COUNTERS
- 64K DATA MEMORY SPACE
- FULLY STATIC DESIGN
- HIGH PERFORMANCE SAJI VI CMOS PROCESS
- BOOLEAN PROCESSOR
- 5 INTERRUPT SOURCES
- PROGRAMMABLE SERIAL PORT
- 64K DATA MEMORY SPACE
- TEMPERATURE RANGE: 0 TO 70°C

### DESCRIPTION

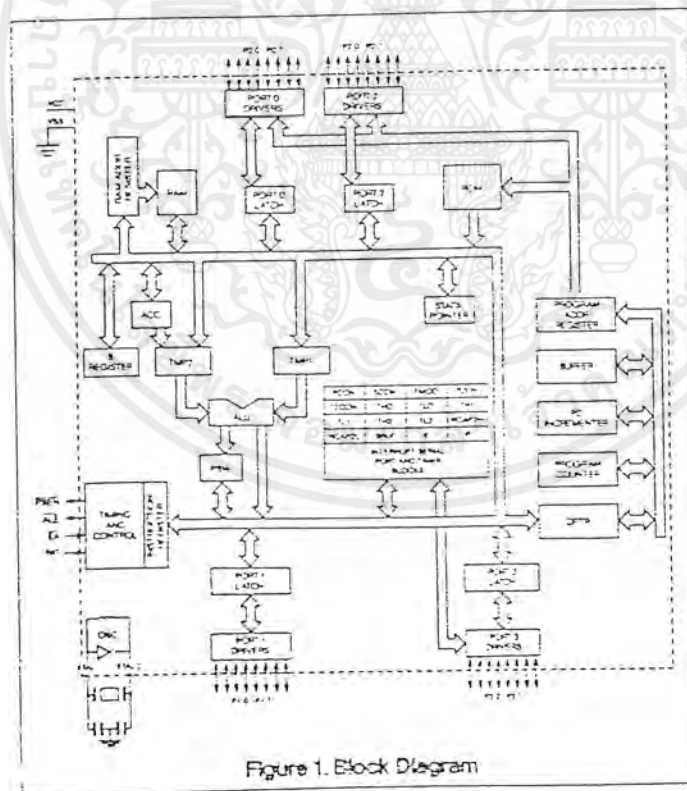


Figure 1. Block Diagram

MHS's 80C51 and 80C31 are high performance CMOS versions of the 8051/8031 NMOS single chip 8 bit  $\mu$ C and is manufactured using a self-aligned silicon gate CMOS process (SAJI VI).

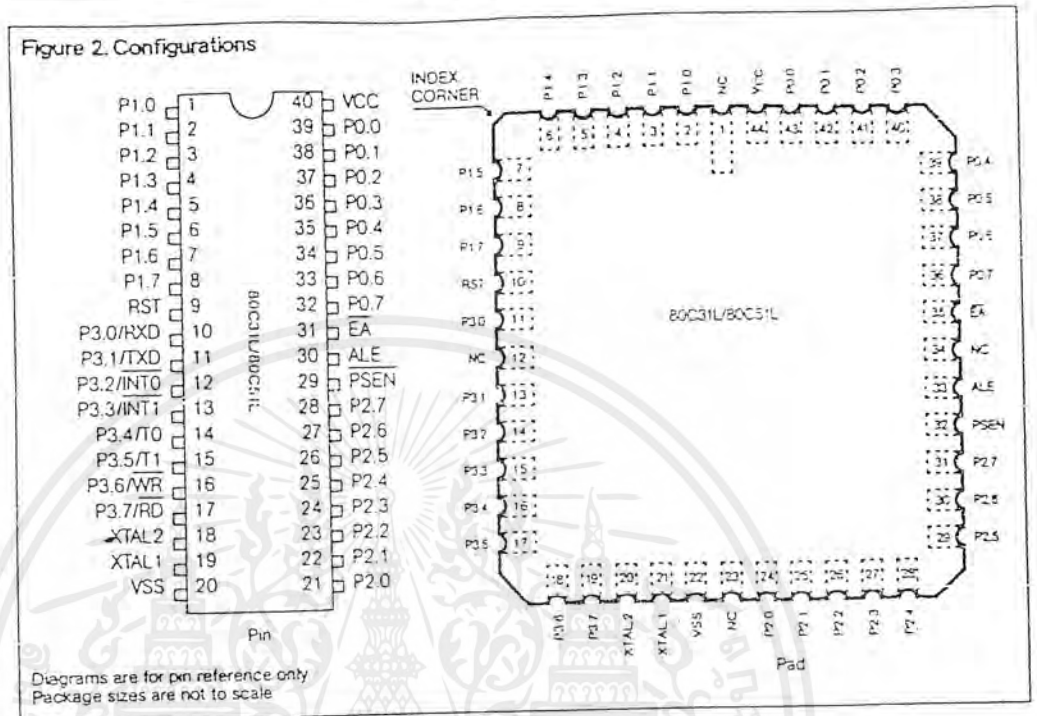
The fully static design of the MHS 80C51/80C31 allows to reduce system power consumption by bringing the clock frequency down to any value, even DC, without loss of data.

The 80C51 retains all the features of the 8051: 4K bytes of ROM; 128 bytes of RAM; 32 I/O lines; two 16 bit timers; a 5-source 2-level interrupt structure; a full duplex serial port; and on-chip oscillator and clock circuits.

In addition, the 80C51 has two software-selectable modes of reduced activity for further reduction in power consumption. In the Idle Mode the CPU is frozen while the RAM, the timers, the serial port, and the interrupt system continue to function. In the Power Down Mode the RAM is saved and all other functions are inoperative.

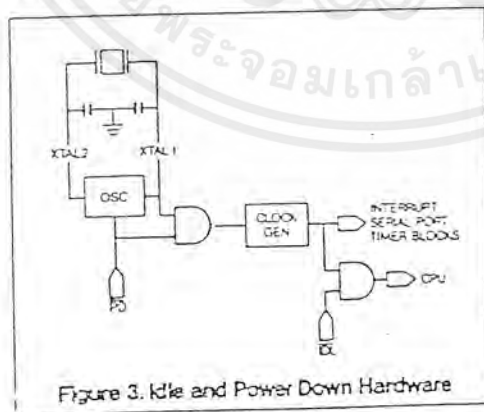
The 80C31 is identical to the 80C51 except that it has no on-chip ROM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นนอกเหนือจากนี้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**IDLE AND POWER DOWN OPERATION**

Figure 3 shows the internal Idle and Power Down clock configuration. As illustrated, Power Down operation stops the oscillator. Idle mode operation allows the interrupt, serial port, and timer blocks to continue to function while the clock to the CPU is gated off. These special modes are activated by software via the Special Function Register, its hardware address is 67H. PCON is not bit addressable.



PCON Power Control Register (MSB) (LSB)

SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL
------	---	---	---	-----	-----	----	-----

Symbol	Position	Name and Function
SMOD	PCON.7	Double Baud rate bit. When set to a 1, the baud rate is doubled when the serial port is being used in either modes 1, 2 or 3.
-	PCON.6	(Reserved)
-	PCON.5	(Reserved)
-	PCON.4	(Reserved)
GF1	PCON.3	General-purpose flag bit.
GF0	PCON.2	General-purpose flag bit.
PD	PCON.1	Power Down bit. Setting this bit activates power down operation.
IDL	PCON.0	Idle mode bit. Setting this bit activates idle mode operation.

If 1's are written to PD and IDL at the same time, PD takes precedence. The reset value of PCON is (0XXX0000).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 80C51-L/80C31-L

Table 1. Status of the external pins during Idle and Power Down modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Port Data	Port Data	Port Data	Port Data
Idle	External	1	1	Floating	Port Data	Address	Port Data
Power Down	Internal	0	0	Port Data	Port Data	Port Data	Port Data
Power Down	External	0	0	Floating	Port Data	Port Data	Port Data

**IDLE MODE**

The instruction that sets PCON.0 is the last instruction executed before the Idle mode is activated. Once in the Idle mode the CPU status is preserved in its entirety: the Stack Pointer, Program Counter, Program Status Word, Accumulator, RAM, and all other registers maintain their data during Idle. Table 1 describes the status of the external pins during Idle mode.

There are two ways to terminate the Idle mode. Activation of any enabled interrupt will cause PCON.0 to be cleared by hardware, terminating Idle mode. The interrupt is serviced, and following RETI, the next instruction to be executed will be the one following the instruction that wrote a 1 to PCON.0.

The flag bits GF0 and GF1 may be used to determine whether the interrupt was received during normal execution or during the Idle mode. For example, the instruction that writes to PCON.0 can also set or clear one or both flag bits. When Idle mode is terminated by an enabled interrupt, the service routine can examine the status of the flag bits.

The second way of terminating the Idle mode is with a hardware reset. Since the oscillator is still running, the hardware reset needs to be active for only 2 machine cycles (24 oscillator periods) to complete the reset operation.

**POWER DOWN MODE**

The instruction that sets PCON.1 is the last executed prior to entering power down. Once in power down, the oscillator is stopped. The contents of the on-chip RAM and the Special Function Register is saved during power down mode. A hardware reset is the only way of exiting the power down mode. The hardware reset initiates the Special Function Register (see Table 1).

In the Power Down mode, VCC may be lowered to minimize circuit power consumption. Care must be taken to ensure the voltage is not reduced until the power down mode is entered, and that the voltage is restored before the hardware reset is applied which frees the oscillator. Reset should not be released until the oscillator has restarted and stabilized.

Table 1 describes the status of the external pins while in the power down mode. It should be noted that if the power down mode is activated while in external program memory, the port data that is held in the Special Function Register P2 is restored to Port 3, if the data is a 1, the port pin is held high during the power down mode by the strong pullup, T1, shown in Figure 4.

**STOP CLOCK MODE**

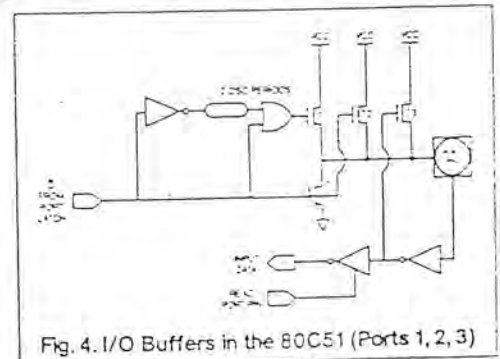
Due to static design, the MHS 80C31/C51 clock speed can be reduced until 0 MHz without any data loss in memory or registers. This mode allows step by step utilization, and permits to reduce system power consumption by bringing the clock frequency down to any value. At 0 MHz, the power consumption is the same as in the Power Down Mode.

**80C51 I/O PORTS**

The I/O port drive of the 80C51 is similar to the 8051. The I/O buffers for Ports 1, 2, and 3 are implemented as shown in figure 4.

When the port latch contains a 0, all pFETs in figure 4 are off while the nFET is turned on. When the port latch makes a 0-to-1 transition, the nFET turns off. The strong pullup pFET, T1, turns on for two oscillator periods, pulling the output high very rapidly. As the output line is drawn high, pFET T3 turns on through the inverter to supply the IOH source current. This inverter and T3 form a latch which holds the 1 and is supported by T2. When Port 2 is used as an address port, for access to external program or data memory, any address bit that contains a 1 will have his strong pullup turned on for the entire duration of the external memory access.

When an I/O pin on Ports 1, 2, or 3 is used as an input, the user should be aware that the external circuit must sink current during the logical 1-to-0 transition. The maximum sink current is specified as ITL under the D.C. Specifications. When the input goes below approximately 2V, T3 turns off to save ICC current. Note, when returning to a logical 1, T2 is the only internal pullup that is on. This will result in a slow rise time if the user's circuit does not force the input line high.

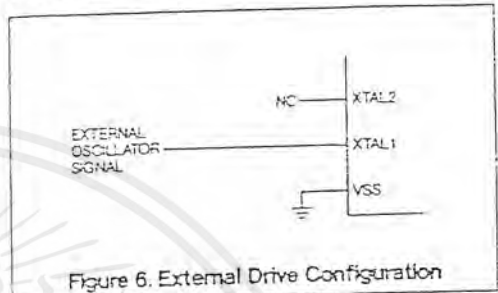
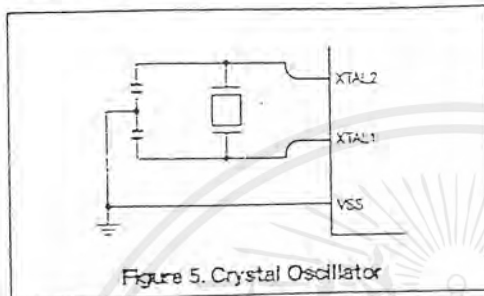


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### OSCILLATOR CHARACTERISTICS

XTAL1 and XTAL2 are the input and output respectively of an inverting amplifier which is configured for use as an on-chip oscillator, as shown in figure 5. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL1 should be driven while XTAL2 is left

unconnected as shown in figure 6. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum high and low times specified on the Data Sheet must be observed.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 80C51 PIN DESCRIPTIONS

**VSS**

Circuit ground potential.

**VCC**

Supply voltage during normal, Idle, and Power Down operation.

**Port 0**

Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. Port 0 pins that have 1's written to them float, and in that state can be used as high-impedance inputs.

Port 0 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external Program and Data Memory. In this application it uses strong internal pullups when emitting 1's. Port 0 also outputs the code bytes during program verification in the 80C51. External pullups are required during program verification. Port 0 can sink eight LS TTL inputs.

**Port 1**

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 1 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I<sub>OL</sub> on the data sheet) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during program verification. In the 80C51, Port 1 can sink/source three LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without external pullups.

**Port 2**

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 2 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I<sub>OL</sub> on the data sheet) because of the internal pullups. Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external Program Memory and during accesses to external Data Memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1's. During accesses to external Data Memory that uses 8-bit addresses (MOVX @ Ri), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

It also receives the high-order address bits and control signals during program verification in the 80C51. Port 2 can sink/source three LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without external pullups.

**Port 3**

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 3 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I<sub>OL</sub> on the data sheet) because of the pullups. It also serves the functions of various special features of the MCS-51 Family, as listed below.

**Port Pin****Alternate Function**

P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (Timer 0 external input)
P3.5	T1 (Timer 1 external input)
P3.6	WR (external Data Memory write strobe)
P3.7	RD (external Data Memory read strobe)

Port 3 can sink/source three LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without external pullups.

**RST**

A high level on this for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. An internal pull-down resistor permits Power-On reset using only a capacitor connected to VCC.

**ALE**

Address Latch Enable output for latching the low byte of the address during accesses to external memory. ALE is activated as though for this purpose at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency except during an external data memory access at which time one ALE pulse is skipped. ALE can sink/source 8 LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without an external pullup.

**PSEN**

Program Store Enable output is the read strobe to external Program Memory. PSEN is activated twice each machine cycle during fetches from external Program Memory. (However, when executing out of external Program Memory, two activations of PSEN are skipped during each access to external Data Memory.) PSEN is not activated during fetches from internal Program Memory. PSEN can sink/source 8 LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without an external pullup.

**EA**

When EA is held high, the CPU executes out of internal Program Memory (unless the Program Counter exceeds 0FFFH). When EA is held low, the CPU executes only out of external Program Memory. EA must not be floated.

**XTAL1**

Input to the inverting amplifier that forms the oscillator. Receives the external oscillator signal when an external oscillator is used.

**XTAL2**

Output of the inverting amplifier that forms the oscillator, and input to the internal clock generator. This pin should be floated when an external oscillator is used.

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS\***

Ambient Temperature Under Bias:	
Commercial .....	0°C to 70°C
Industrial .....	-40°C to 85°C
Storage Temperature .....	-65°C to +150°C
Voltage on VCC to VSS .....	-0.5V to +7V
Voltage on Any Pin to VSS .....	-0.5V to VCC + 0.5V
Power Dissipation .....	1W*

\*This value is based on the maximum allowable die temperature and the thermal resistance of the package.

**\*NOTICE:**

Stresses at or above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions may affect device reliability.

**DC CHARACTERISTICS**

TA = -40°C to 85°C; VCC = 2.7V to 6V; VSS = 0V; F = 0 to 6 MHz

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Test Conditions
VIL	Input Low Voltage	-0.5	0.2VCC -0.1	V	
VIH	Input High Voltage (Except XTALs and RST)	0.2VCC -0.9	VCC +0.5	V	
VIH1	Input High Voltage to RST for Reset	0.7VCC	VCC +0.5	V	
VIH2	Input High Voltage To XTAL 1	0.7VCC	VCC +0.5	V	
VPD	Power Down Voltage To VCC in PD Mode	2.0	6.0	V	
VOL	Output Low Voltage (Ports 1, 2, 3)		0.45	V	IOL = 1.6mA (note 1)
VOL1	Output Low Voltage Port 0, ALE, PSEN		0.45	V	IOL = 3.2mA (note 1)
VOH	Output High Voltage Ports 1, 2, 3	0.9VCC		V	IOH = -10μA
		2.4		V	IOH = -60μA VCC = 5V ± 10%
VOH1	Output High Voltage (Port 0 in External in External Bus Mode), ALE, PSEN	0.9VCC		V	IOH = -40μA
		2.4		V	IOH = -400μA VCC = 5V ± 10%
IIL	Logical 0 Input Current Ports 1, 2, 3		-50	μA	Vin = 0.45V
IIL1	Input Leakage Current		± 10	μA	0.45 < Vin < VCC
ITL	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 2, 3)		-500	μA	Vin = 2.0V
ICCPD	Power Supply Current (Power Down Mode)	50	10	μA	VCC = 2.0V to 5.5V (note 2)
RRST	RST Pulldown Resistor	50	150	kΩ	
CIO	Capacitance of I/O Buffer		10	pF	fC = 1MHz; TA = 25°C

**Note 1:**

Capacitive loading on Ports 0 and 2 may cause spurious noise pulses to be superimposed on the VOLs of ALE and Ports 1 and 3. The noise is due to external bus capacitance discharging into the Port 0 and Port 2 pins when these pins make 1-to-0

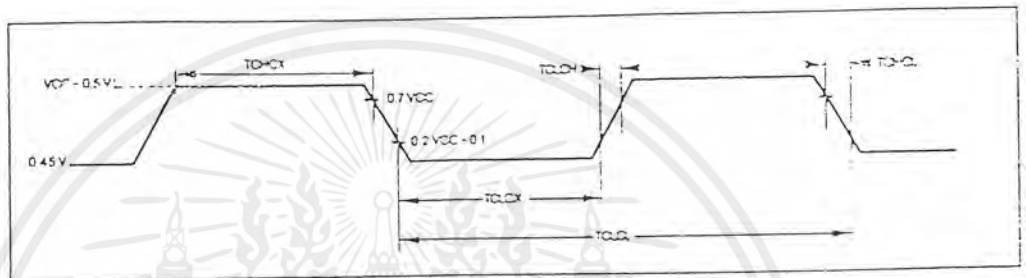
transitions during bus operations. In the worst cases (capacitive loading 100 pF), the noise pulse on the ALE line may exceed 0.45V with maxi VOL peak 0.5V. A Schmitt Trigger use is not necessary.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 80C51-L/80C31-L

## EXTERNAL CLOCK DRIVE CHARACTERISTICS (XTAL 1)

Symbol	Parameter	Variable Clock f <sub>req</sub> = 0 to 6 MHz		Unit
		Min	Max	
TCLCL	Oscillator Period	166		ns
TCHCX	High Time	20		ns
TCLCX	Low Time	20		ns
TCLCH	Rise Time		20	ns
TCHCL	Fall Time		20	ns



## AC CHARACTERISTICS

(T<sub>A</sub> = -40°C to 85°C, V<sub>CC</sub> = 2.7V to 6V, V<sub>SS</sub> = 0V)

(Load Capacitance for Port 0, ALE, and PSEN = 100pf, Load Capacitance for All Other Outputs = 60pf)

## EXTERNAL PROGRAM MEMORY CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
TLHLL	ALE Pulse Width	2TCLCL - 40		ns
TAVLL	Address Valid to ALE	TCLCL - 55		ns
TLLAX	Address Hold After ALE	TCLCL - 35		ns
TLLIV	ALE to Valid Instr In		4TCLCL - 170	ns
TLLPL	ALE to PSEN	TCLCL - 25		ns
TPLPH	PSEN Pulse Width	3TCLCL - 35		ns
TPLIV	PSEN to Valid Instr In		3TCLCL - 220	ns
TPXIX	Input Instr Hold After PSEN	0		ns
TPXIZ	Input Instr Float After PSEN		TCLCL - 20	ns
TPXAV	PSEN to Address Valid	TCLCL - 8		ns
TAVIV	Address to Valid Instr In		5TCLCL - 220	ns
TPLAZ	PSEN Low to Address Float		0	ns

See next page for External Data Memory Characteristics.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## EXTERNAL DATA MEMORY CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
TRLRH	RD Pulse Width	6TCLCL - 100		ns
TWLWH	WR Pulse Width	6TCLCL - 100		ns
TLLAX	Data Address Hold After ALE	TCLCL - 35		ns
TRLDV	RD to Valid Data In		5TCLCL - 165	ns
TRHDX	Data Hold After RD	0		ns
TRHDZ	Data Float After RD		2TCLCL - 70	ns
TLLDV	ALE to Valid Data In		8TCLCL - 150	ns
TAVDV	Address to Valid Data In		9TCLCL - 165	ns
TLLWL	ALE to WR or RD	3TCLCL - 50	3TCLCL - 50	ns
TAVWL	Address to WR or RD	4TCLCL - 130		ns
TOVWX	Data Valid to WR Transition	TCLCL - 60		ns
TOVWH	Data Setup to WR High	7TCLCL - 150		ns
TWHOX	Data Hold After WR	TCLCL - 50		ns
TRLAZ	RD Low to Address Float		0	ns
TWHLH	RD or WR High to ALE High	TCLCL - 40	TCLCL - 40	ns

## MAXIMUM ICC (mA)

Freq. VCC	Operating (Note 3)			Idle (Note 4)		
	2.7V	5V	6V	2.7V	5V	6V
1 MHz	0.8 mA	1.5 mA	1.8 mA	400 $\mu$ A	800 $\mu$ A	1 mA
6 MHz	4 mA	8 mA	10 mA	1.2 mA	3.5 mA	3.6 mA

## Note 2:

Power Down ICC is measured with all output pins disconnected: EA = Port 0 = VCC, XTAL2 N.C., RST = VSS

## Note 3:

ICC is measured with all output pins disconnected, XTAL1 driven with TCLCH, TCHCL = 5 ns,  $V_{IL} = V_{SS} - 0.5V$ ;  $V_{IH} = V_{CC} - 0.5V$ , XTAL2 N.C., EA = RST = Port 0 = VCC. ICC would be slightly higher if a crystal oscillator is used.

## Note 4:

Idle ICC is measured with all output pins disconnected, XTAL1 driven TCLCH, TCHCL = 5 ns,  $V_{IL} = V_{SS} - 0.5V$ ,  $V_{IH} = V_{CC} - 0.5V$ , XTAL2 N.C., Port 0 = VCC, EA = RST = VSS

## EXPLANATION OF THE AC SYMBOLS

Each timing symbol has 5 characters. The first character is always a 'T' (stands for time). The other characters, depending on their positions, stand for the name of a signal or the logical status of that signal. The following is a list all the characters and what they stand for.

## EXAMPLE:

TAVLL = Time for Address Valid to ALE low  
TLLPL = Time for ALE low to PSEN low

A: Address.  
C: Clock.  
D: Input data.  
H: Logic level HIGH.  
I: Instruction (program memory contents).  
L: Logic level LOW, or ALE.  
P: PSEN.

Q: Output data.  
R: READ signal.  
T: Time.  
V: Valid.  
W: WRITE signal.  
X: No longer a valid logic level.  
Z: Float.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

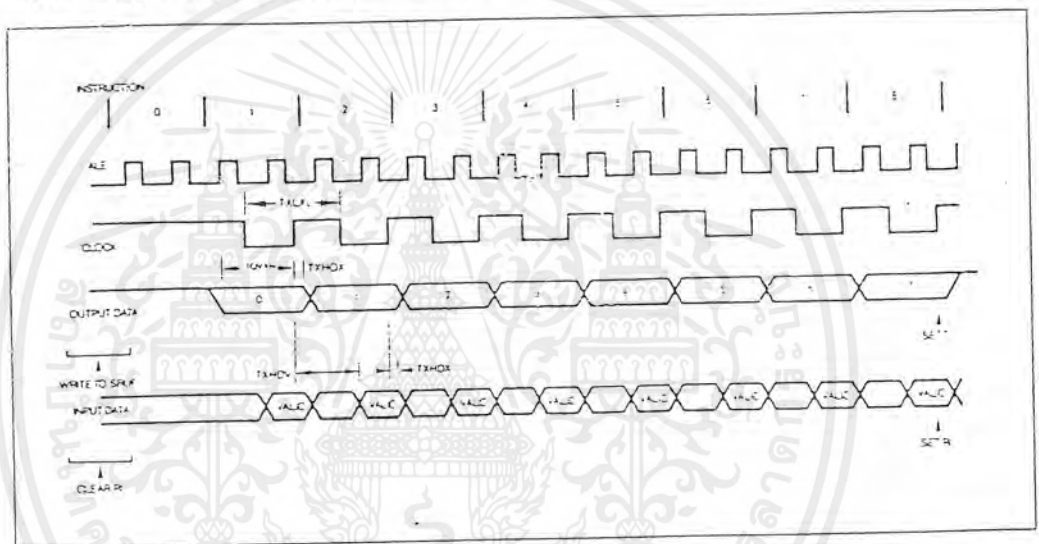
## SERIAL PORT TIMING - SHIFT REGISTER MODE

### A.C. CHARACTERISTICS:

( $T_A = 0^\circ\text{C}$  to  $70^\circ\text{C}$ ;  $V_{SS} = 0\text{V}$ ;  $V_{CC} = 2.7\text{V}$  to  $6\text{V}$ ; Load Capacitance =  $80\text{ pF}$ )

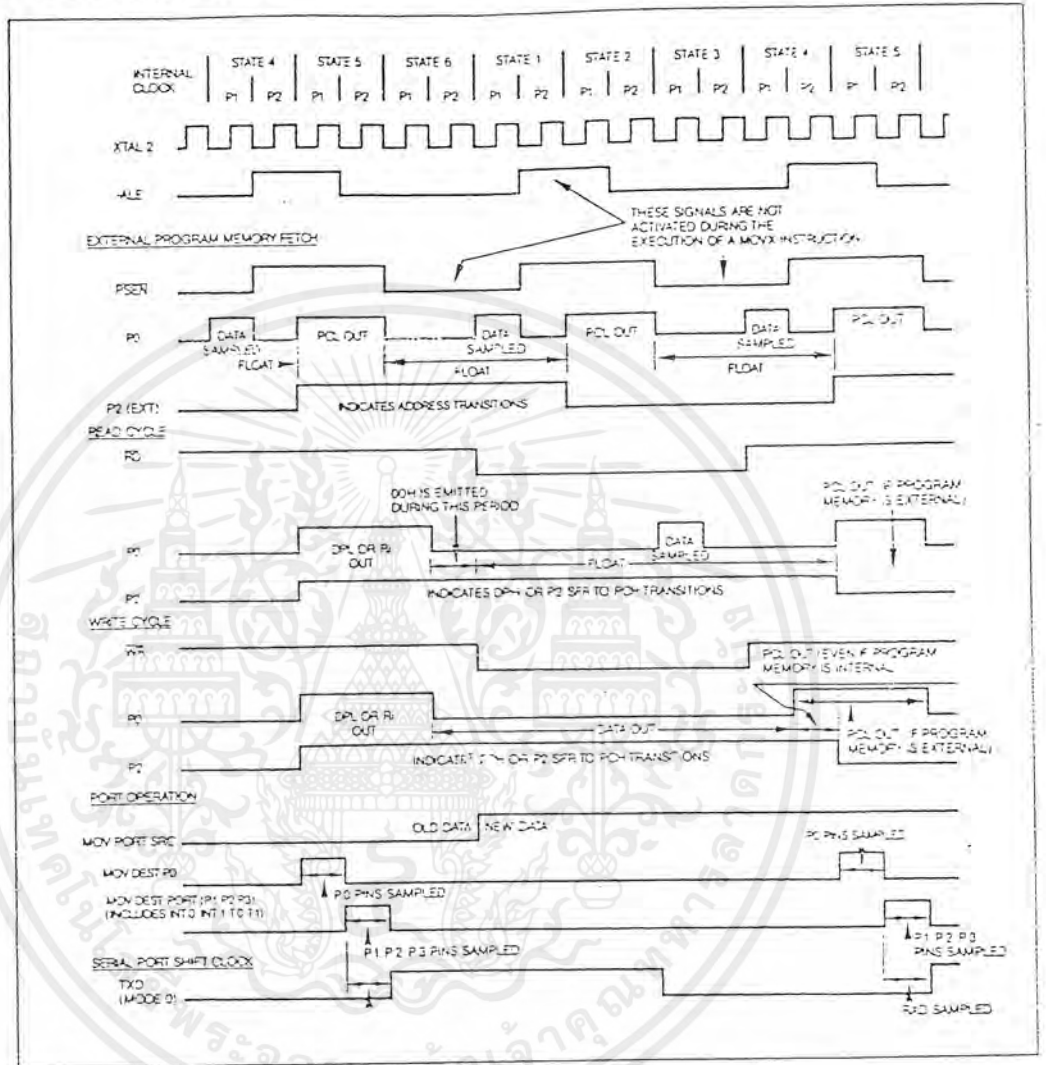
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
TXLXL	Serial Port Clock Cycle Time	$1/2\text{TCLCL}$		$\mu\text{S}$
TQVXH	Output Data Setup to Clock Rising Edge	$10\text{TCLCL}-133$		ns
TXHQX	Output Data Hold After Clock Rising Edge	$2\text{TCLCL}-117$		ns
TXHDX	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		ns
TXHDV	Clock Rising Edge to Input Data Valid		$10\text{TCLCL}-133$	ns

### SHIFT REGISTER TIMING WAVEFORMS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLOCK WAVEFORMS



This diagram indicates when signals are clocked internally. The time it takes the signals to propagate to the pins, however, ranges from 25 to 125 ns. This propagation delay is dependent on variables such as temperature and pin loading. Propagation also varies from output to output and component. Typically though ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  fully loaded) RD and WR propagation delays are approximately 50 ns. The other signals are typically 55 ns. Propagation delays are incorporated in the AC specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

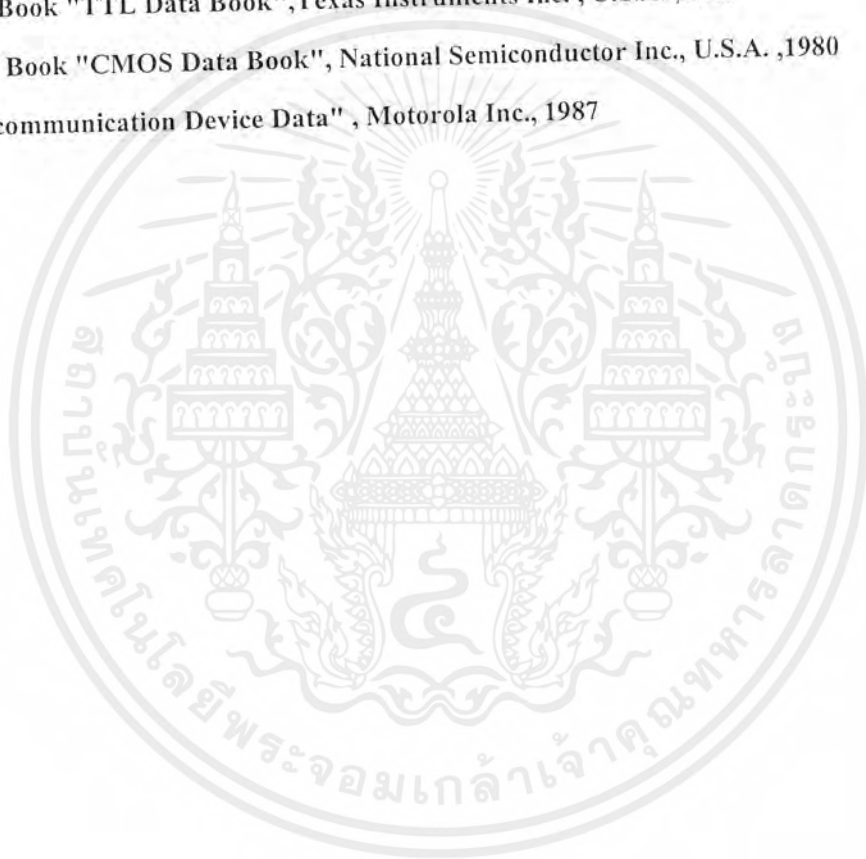
โครงการนี้คงไม่อาจเสร็จลุล่วงได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจาก  
หลายๆฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้โครงการนี้เสร็จลงได้ก็คือ  
ผศ. วิชัย สุรพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา  
ซึ่งต้องขอขอบคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่  
เคารพรักรยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ  
เอาใจใส่เสมอมา ในทุกๆด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และ  
ขอกราบขอบพระคุณมา ณ. ที่นี้

ผู้จัดทำ

## บรรณานุกรม

1. ผศ. สุชิน จำจด, "วิศวกรรมโทรศัพท", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. น.ต.รัชชัย เตือนฉวี, "เทคโนโลยีโทรศัพท", ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2531
3. สุนทร วิฑูสูรพจน์, "การโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี", บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2533
4. Hand Book "TTL Data Book", Texas Instruments Inc. , U.S.A. ,1981
5. Hand Book "CMOS Data Book", National Semiconductor Inc., U.S.A. ,1980
6. "Telecommunication Device Data" , Motorola Inc., 1987



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้