

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ
(Private Automatic Branch Exchange)

โดย

นายคงสวัสดิ์ ลอรัตนเรืองกิต	34101043
นายธนชัย กันยะกาญจน์	34103132
นายธีระ อินจำปา	34103162
นายประภาส หล้าเพชร	34104204
นางสาวลักขณา พงษ์คำพันธ์	34105295

อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. ทวีล พิงมา

ปริญญาานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ประจำปีการศึกษา 2537

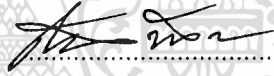
ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

นายคงสวัสดิ์	ลอรันตน์เรืองกิต	34101043
นายธนชัย	กัญญะกาญจน์	34103132
นายธีระ	อินจำปา	34103162
นายประภาส	หล้าเพชร	34104204
นางสาวลักขณา	พงษ์คำพันธ์	34105295



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ถวิล พึ่งมา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ

ABSTRACT

บทที่ 1 บทนำ

1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประเภทของชุมสายโทรศัพท์	2
1.4 ความหมายของ PABX	3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ PABX	5
2.2 การจัดหน่วยความจำของ 8051	8
2.2.1 หน่วยความจำโปรแกรม	8
2.2.2 หน่วยความจำข้อมูล	9
2.2.3 สถาปัตยกรรมของ 8051	9
2.3 การเก็บสถานะสัญญาณ-การติดต่อกับ หน่วยประมวลผลกลาง	11
2.3.1 8255 PPI	11
2.3.2 สัญญาณต่างๆของ 8255	12
2.3.3 การต่อ 8255 กับ CPU	13
2.3.4 การใช้งาน 8255 ในโหมด 0	13
2.4 ส่วนตรวจสอบการกดหมายเลข	15
2.4.1 โครงสร้างของ MT-8870	16
2.5 ส่วนเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง	22
2.5.1 โครงสร้างของ 4051	22

บทที่ 3 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

3.1 หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์	25
3.2 ส่วนควบคุม	28
3.3 ส่วนวงจรประจำเครื่องคู่สายภายใน	33
3.4 ส่วนวงจรประจำเครื่องคู่สายภายนอก	37
3.5 ส่วนสร้างสัญญาณของโทรศัพท์	40

3.6 ส่วนตรวจสอบสัญญาณไม่ว่าง	42
3.7 ส่วนเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง	44
บทที่ 4 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์	
4.1 อธิบายโพลซาร์ทโปรแกรมให้บริการหลัก	47
4.2 อธิบายโพลซาร์ทโปรแกรมให้บริการการยกแฮนด์เซท	48
4.3 อธิบายโพลซาร์ทโปรแกรมให้บริการการกดหมายเลข หรืออินเทอร์เน็ต 1	49
4.4 อธิบายโพลซาร์ทโปรแกรมให้บริการสายนอก (โทรเข้ามา)	51
4.5 อธิบายโพลซาร์ทโปรแกรมให้บริการการต่อออกสายนอก	52
4.6 อธิบายโพลซาร์ทโปรแกรมให้บริการการติดต่อภายใน	53
4.7 อธิบายโพลซาร์ทโปรแกรมให้บริการการวางแฮนด์เซท	54
4.8 อธิบายโพลซาร์ทโปรแกรมให้บริการการวางแฮนด์เซท สำหรับฟังก์ชันพิเศษ	56
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	
5.1 การทดลองอินเทอร์เน็ต 0	57
5.2 การทดลองอินเทอร์เน็ต 1	59
5.3 การส่งสัญญาณควบคุมการส่งสัญญาณเสียงโทรศัพท์ต่างๆ	60
5.4 การเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง	65
5.5 การทดลองทางซอฟต์แวร์	66
บทที่ 6 บทสรุป ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการพัฒนาต่อ	69
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก Specification of PABX	
ภาคผนวก ข ขีดความสามารถของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ PABX	
ภาคผนวก ค วิธีการใช้งานเครื่องชุมสายโทรศัพท์ PABX อย่างละเอียด	
ภาคผนวก ง การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051	
กิตติกรรมประกาศ	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ
(PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE)

โดย

นายคงสวัสดิ์ ลอรัตนเรืองภิต

นายธนชัย กันยะภาณุจัน

นายธีระ อินจำปา

นายประภาส หล้าเพชร

นางสาวลักขณา พงษ์คำพันธ์

อาจารย์ ถวิล พึ่งมา อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

ในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ซึ่งเป็นชุมสายขนาด 3 คู่สายภายนอก ขยายออกเป็น 12 คู่สายภายใน โดยได้นำเอาชิพไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเบอร์ 8031 มาเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยได้แสดงให้เห็นถึงการติดต่อกันได้ทั้งระหว่างคู่สายภายในด้วยกันเอง และระหว่างคู่สายภายในกับคู่สายภายนอก ยิ่งไปกว่านั้นยังมีการให้บริการฟังก์พิเศษใช้เหมือนกับระบบ PABX โดยทั่วไป

ABSTRACT

Inside this thesis, we presented out the interested topic as private Automatic Branch Exchange particularly concerning on Branch Exchange that have 3 C.O.- lines and was expanded to be 12 subscriber lines. We fixed microprocessor 8031 as Micro Controller to process all the operations. We included how the connection among those 12 subscriber lines, and between those 3 C.O.- lines and 12 subscriber lines. Moreover it still provide the ordinary special functions as general PABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

การติดต่อสื่อสารในปัจจุบันนี้ ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันมากขึ้นมีความต้องการในการใช้บริการทางการติดต่อสื่อสารเพิ่มมากยิ่งขึ้นในอนาคตเพราะฉะนั้นการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีทางการติดต่อสื่อสารจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะรองรับการเพิ่มปริมาณการสื่อสารที่จะเกิดขึ้น

แต่เดิมในการติดต่อสื่อสารในระบบโทรศัพท์ระหว่างภายในกับภายนอกนั้น จะแยกระบบอุปกรณ์การติดต่อระหว่างภายในกับภายนอกออกจากกัน เช่น มีโทรศัพท์ติดต่อกับชุมสายภายนอกได้ 2-4 คู่สาย และมีการใช้อินเตอร์คอม (Intercom) สำหรับการติดต่อกับภายใน ซึ่งจะเห็นว่าเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงได้มีการพัฒนาโดยจัดทำเป็นระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) ขึ้น ซึ่งเป็นชุมสายขนาดเล็กสามารถควบคุมได้โดยใช้พนักงานควบคุมเพียงคนเดียว (Operator) แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาชุมสายขึ้นโดยไม่ต้องมีพนักงานติดต่อให้ ทำให้สะดวกรวดเร็วในการติดต่อ

ในการพัฒนาทางด้านอุปกรณ์การสื่อสารอย่างหนึ่งก็คือ การพัฒนาทางด้านระบบชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการพัฒนาจากยุคของชุมสายโทรศัพท์ระบบ ครอสบาร์ (Cross Bar) ซึ่งเป็นยุคเริ่มต้นของระบบชุมสายโทรศัพท์ มาจนถึงปัจจุบันนี้ ได้มีการพัฒนาจนเป็นระบบชุมสายแบบ ISDN (Integrated Service Digital Network) ซึ่งสามารถรวมการให้บริการต่างๆ แบบ ดิจิตอลไว้ในโครงข่ายเดียวกันได้ ทำให้ความสามารถของระบบเพิ่มขึ้นอย่างมาก

ชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางแบบอัตโนมัติ หรือ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ก็เป็นอุปกรณ์ภายในสำนักงานชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ภายในชุมสายได้เป็นอย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์

สำหรับโครงการนี้ได้เสนอระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางแบบอัตโนมัติ ที่มีการควบคุมการทำงานของระบบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8031 โดยขยายคู่สายจากองค์การโทรศัพท์ 3 คู่สายภายนอกขยายเป็น 12 คู่สายภายในและใช้ IC เบอร์ CD 4051 ซึ่งเป็นอนาล็อกมัลติเพล็กซ์/ดีมัลติเพล็กซ์สวิทช์ ทำหน้าที่ในการติดต่อช่องสัญญาณเสียง (Speech path) เครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้นนี้ ยังคงมีคุณสมบัติของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่ขยายตามห้องตลาด คือ มีการโอนสาย การพักสาย การรับสายแทนกัน เป็นต้น เหมาะสำหรับห้างร้าน บริษัท เอกสารเป็นเอกสารที่ส่งวันเวสสำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือตามหอพักขนาดเล็กที่ต้องอาศัยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์ในการติดต่อ ยิ่งไปกว่านั้น ในโครงการนี้สามารถพัฒนาให้มีฟังก์ชันการใช้งานมากขึ้น โดยการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมเข้าไปเท่านั้น เช่น การประชุมร่วม 3 คู่สาย การจองหมายเลข การทวนเลขหมาย เป็นต้น

เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ได้เสนอโครงการชุมสายโทรศัพท์นี้ขึ้นมาเพราะ ต้องการนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประกอบกับการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม นำมาประยุกต์คิดค้นเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตปัจจุบัน ทั้งยังเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีทางการสื่อสารอีกด้วย

1.3 ประเภทของชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทแรกเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) และชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ(PABX) ประเภทที่สองเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange) และชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) หมายถึง ชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ชุมสายแบบนี้มีขนาดตั้งแต่ เป็นร้อยๆ เลขหมายจนถึงหมื่นเลขหมาย หรือมากกว่านั้น

ตู้โทรศัพท์สาขา PABX เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีลักษณะคล้ายกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น แต่การใช้งานใช้ติดต่อกันภายในสำนักงานโดยไม่ต้องผ่านชุมสายท้องถิ่น ตู้สาขาจะเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ให้บริการพิเศษ (Facilities) แก่หมายเลขภายใน (Extension) ได้หลายอย่าง ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับว่าตู้สาขานั้นๆ จะมีขีดความสามารถเป็นอย่างไร การบริการพิเศษดังกล่าว ได้แก่ การโอนสายให้กันระหว่างผู้ใช้ภายในชุมสาย, การประชุมร่วม, การรับสายแทนกัน, การพักสายด้วยเสียงดนตรี เป็นต้น

นอกจากนี้ ในกรณีที่ตู้สาขาทำการเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ก็จะทำให้ผู้ใช้โทรศัพท์ภายในชุมสาย สามารถต่อออกไปยังภายนอกได้ โดยผ่านชุมสายท้องถิ่น และในทางตรงกันข้าม ผู้ใช้โทรศัพท์จากภายนอกชุมสาย ก็สามารถจะติดต่อเข้ามายังผู้ใช้โทรศัพท์ภายในชุมสายได้ โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นและตู้สาขาตามลำดับ

ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่าน หมายถึง ชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเลขหมายโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง แต่จะให้บริการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นกับชุมสายท้องถิ่นด้วยกัน การเรียกระหว่างโทรศัพท์ สองเลขหมายอาจเรียกผ่านไปยังชุมสายต่อผ่านหลายๆ ชุมสายก็ได้ ชุมสายต่อผ่านยังแบ่งออกเป็น สองแบบคือ ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange) ซึ่งเป็นชุมสายที่ใช้

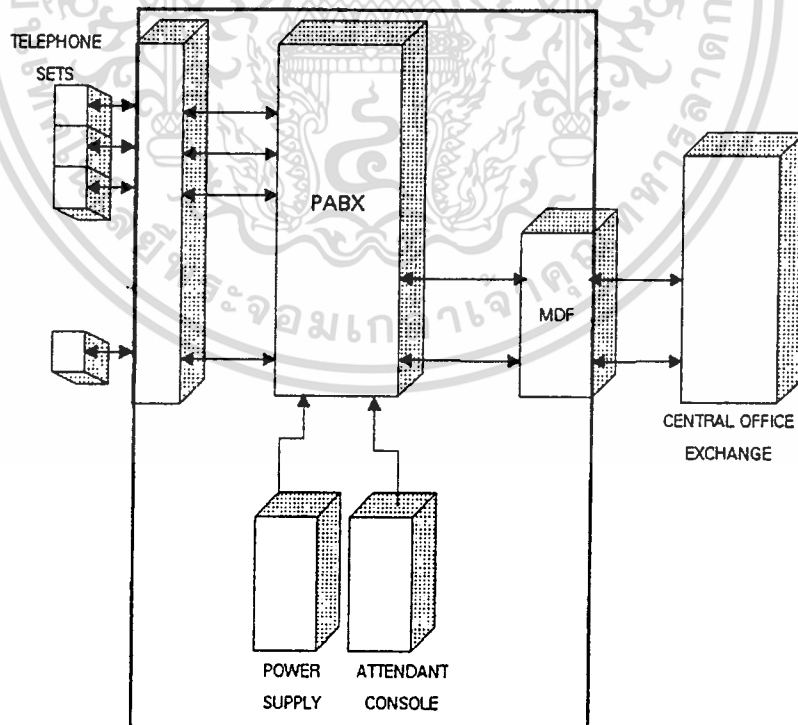
ต่อผ่านภายใน Local Network หนึ่งๆเท่านั้น และ ขุมสายต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange) ซึ่งเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้ต่อผ่านไปยัง Local Network อื่นๆ

1.4 ความหมายของ PABX

PABX ย่อมาจากคำว่า " Private Automatic Branch Exchange " มีหน้าที่ให้บริการติดต่อกับโทรศัพท์ภายในที่ต่ออยู่กับระบบและยังสามารถให้บริการต่อไปยังชุมสายภายนอกขององค์การโทรศัพท์ได้อีกด้วย

ระบบ PABX มีส่วนประกอบพื้นฐานดังนี้

1. ส่วนอุปกรณ์ PABX หลัก (PABX Main Equipment)
2. ส่วนควบคุมและแสดงผล (Attendant Console)
3. ส่วนต่อหลัก (Main Distribution Frame : MDF)
4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)
5. เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Sets)



รูปที่ 1.1 แสดงระบบของ PABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาในปฏิญญาฉบับนี้ได้แยกหัวข้อไว้เป็นบทๆ ดังนี้

บทที่ 1 เป็นการกล่าวถึงที่มาแนวความคิด วัตถุประสงค์ของโครงการและแนะนำให้รู้จักกับระบบและประเภทของชุมสายโทรศัพท์อย่างคร่าวๆ

บทที่ 2 เป็นหลักการและทฤษฎีในการเลือกเอาอุปกรณ์มาใช้งาน โดยในส่วนควบคุมการทำงานของระบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8031 เป็น CPU ส่วนเก็บสถานะของอินพุต/เอาพุตของอุปกรณ์โทรศัพท์ใช้ 8255 PPI (1 ตัวมี 3 พอร์ตๆ ละ 8 บิต) ส่วนตรวจสอบการกดหมายเลขใช้ IC เบอร์ MT 8870 เป็นตัวถอดรหัสการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์ ส่วนการเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง (Speech path) เลือก IC เบอร์ CD 4051 เป็นสวิตช์ตัดต่อ (มี 8 ช่องสัญญาณ)

บทที่ 3 กล่าวถึงหลักในการออกแบบฮาร์ดแวร์ วงจรของระบบชุมสายโทรศัพท์ฯ ในส่วนต่างๆ ดังนี้คือ ส่วนควบคุม (CPU) ส่วนวงจรประจำเครื่องคู่สายภายใน ส่วนตัดต่อช่องสัญญาณเสียง ส่วนวงจรประจำเครื่องคู่สายภายนอก ส่วนสร้างสัญญาณเสียงโทรศัพท์ ส่วนตรวจสอบสัญญาณไม่ว่าจะ โดยมีการอธิบายการทำงานในส่วนต่างๆ พร้อมทั้งมีบล็อกไดอะแกรมประกอบเพื่อให้เข้าใจง่าย

บทที่ 4 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ เป็นหัวใจของระบบชุมสายโทรศัพท์ฯ ที่พัฒนาขึ้น คือ ส่วนของโปรแกรมควบคุมระบบทั้งหมด โดยจะอธิบายโปรแกรมที่ทำงานในส่วนต่างๆ พร้อมทั้งแสดงโฟลชาร์ท (Flow chart) เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ

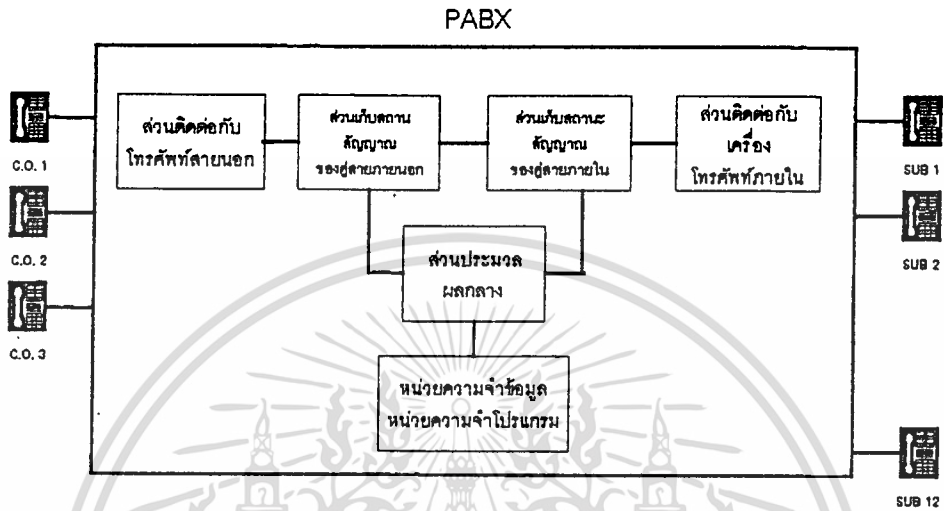
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และผลการทดลอง

บทที่ 6 บทสรุป ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการพัฒนาต่อ

ภาคผนวก แสดงขีดความสามารถของระบบชุมสายโทรศัพท์ และวิธีใช้งานเครื่องชุมสายโทรศัพท์อย่างละเอียด

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี



รูปที่ 2.1 แสดงระบบของ PABX

จากรูปที่ 2.1 ที่แสดงให้เห็นระบบของ PABX ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ ส่วนประมวลผลกลางหรือซีพียู ส่วนติดต่อกับคู่สายภายในและคู่สายภายนอก ส่วนเก็บสถานะของสัญญา และหน่วยความจำข้อมูล หน่วยความจำโปรแกรม โดยแต่ละส่วนจะได้อธิบายเป็นหัวข้อๆ ไป

2.1 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ (ซีพียู)

การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ PABX ที่พัฒนาขึ้น ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งได้เลือกใช้เบอร์ 8031 เนื่องจากมีคุณสมบัติดังนี้

- 1.สามารถนำเอาข้อมูลมา AND, OR หรือทำ Complement แบบทีละ 8 บิต และ 1 บิต
- 2.สามารถใช้กับหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งที่จะให้ MCS 51 ทำงาน ได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- 3.สามารถต่อกับหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- 4.ใน 8051 และ 8751 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจำนวน 4 กิโลไบต์ (ใน 8052 และ 8752 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม 8 กิโลไบต์) อยู่ภายในวงจรทำให้ไม่ต้องต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในวงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

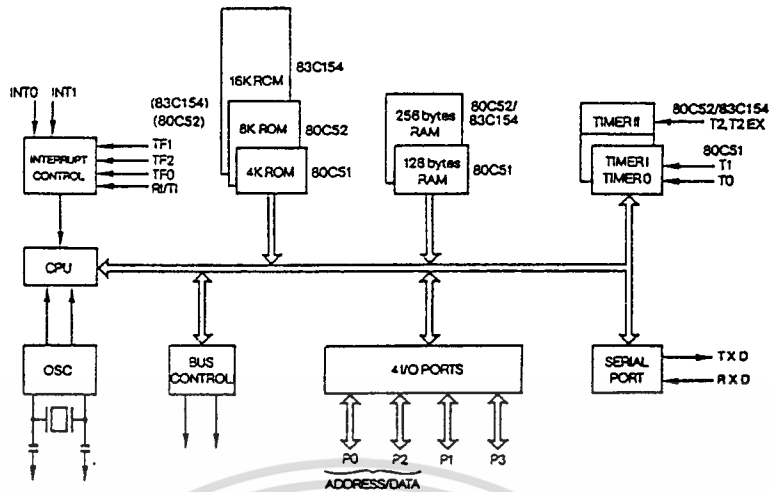
5. มีฟอร์แมตขนานจำนวน 32 บิต สำหรับข้อมูลเข้าและออกที่ข้อมูลแต่ละบิตเป็นอิสระต่อกัน
6. มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด (8052 มี 3 ชุด) ที่ทำงานในโหมดต่างๆ ได้ถึง 4 โหมด
7. มี Universal Asynchronous Receiver Transmitter(UART สำหรับรับ-ส่งข้อมูลอนุกรม (Serial แบบ Full duplex) ที่สามารถเลือกรูปแบบได้ 4 แบบ
8. มีแหล่งกำเนิดสัญญาณขอขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม (Interrupt Request Signal) 6 แหล่งซึ่งสามารถกระโดดไปทำงานตอบสนองการขัดจังหวะได้ต่าง ๆ กัน 5 ตำแหน่ง
9. สามารถเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมดของ Idle และ Power Down ซึ่งจะประหยัดการใช้ไฟในการทำงาน

Device	ROMless Version	EPROM Version	ROM Bytes	RAM Bytes	8-BIT I/O Ports	16-BIT Timer/Counters	Programmable Counter Array (PCA)	UART	Serial Expansion Port (SEP)	Global Serial Channel (GSC)	DMA Channels	A/D Channels	Interrupt Sources/Vectors	Power Down and Idle Modes
8051	8031	—	4K	128	4	2		✓					6/5	
8051AH	8031AH	8751H 8751BH	4K	128	4	2		✓					6/5	
8052AH	8032AH	8752BH	8K	256	4	3		✓					8/6	
80C51BH	80C31BH	87C51	4K	128	4	2		✓					6/5	✓
80C52	80C32	—	8K	256	4	3		✓					8/6	✓
83C51FA	80C51FA	87C51FA	8K	256	4	3	✓	✓					14/7	✓
83C51FB	80C51FA	87C51FB	16K	256	4	3	✓	✓					14/7	✓
83C152JA	80C152JA	—	1K	256	5	2		✓		✓	2		19/11	✓
—	80C152JB	—	—	256	7	2		✓		✓	2		19/11	✓
83C152JC	80C152JC	—	8K	256	5	2		✓		✓	2		19/11	✓
—	80C152JD	—	—	256	7	2		✓		✓	2		19/11	✓
83C452	80C452	87C452P	8K	256	5	2		✓					9/8	✓

ตารางที่ 2.1 ตารางของไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51

โครงสร้างของ 8051

ภายใน 8051 จะประกอบด้วย GATE ต่าง ๆ ซึ่ง GATE เหล่านี้จะถูกนำออกมาออกแบบให้มีหน้าที่ต่าง ๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder), วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock Signal Generator) โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังไดอะแกรมในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ไดอะแกรมโครงสร้างของ 8051

เนื่องจากลักษณะของ 8051 เป็นคอมพิวเตอร์จึงประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

ส่วนที่ 1 คือ CPU (Central Processing Unit) หรือตัวประมวลผล ส่วนนี้จะมีส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกจากตัว 8051 ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ (Interrupt Control) และส่วนควบคุมบัส (Bus Control) ก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วยการสร้างสัญญาณควบคุมจากส่วน CPU ในส่วนนี้ยังมีอีกตัวคือ (Arithmetic Logic Unit) หรือ AUL ส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเช่น บวก ลบ คูณ หาร ข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์

ส่วนที่ 2 คือ หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจัดจำข้อมูล จะมีแอสแตรส (Address) แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำการนำเอาข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียน (Write) และการนำเอาข้อมูลออกมาจากหน่วยความจำเรียกว่าการอ่าน (Read) ไม่ใคร่โปรเซสเซอร์ทุกๆไป รวมทั้ง 8051 ข้อมูลแต่ละตำแหน่งจะมีค่าได้เพียง 8 หลักของเลขฐานสอง (8 บิตเท่ากับ 1 ไบท์) การติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่มคือ

1. แอสแตรสหรือค่าตำแหน่งที่ต้องการติดต่อใน 8051 จะติดต่อกับหน่วยความจำประเภท Program Memory หรือ Data Memory ได้สูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง
2. ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำที่ตำแหน่งในข้อ 1
3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

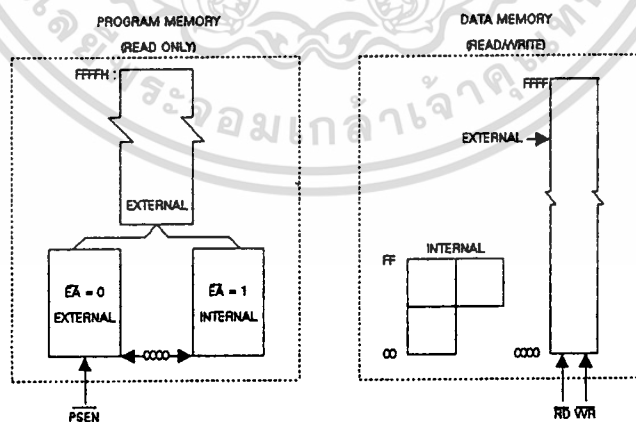
ส่วนที่ 3 คือ อุปกรณ์อินพุตและเอาพุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก 8051 ทำให้ 8051 ติดต่อกับภายนอกได้

2.2 การจัดหน่วยความจำของ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามลักษณะการใช้งานคือ

2.2.1 หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory)

เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปรหัสภาษาเครื่อง เมื่อ 8051 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำประเภทนี้เข้าไปถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้นๆ หน่วยความจำประเภทนี้ต้องเป็นแบบ Read Only Memory (ROM) การเขียนข้อมูลลงไปบน ROM จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ในระหว่างการทำงานผู้ใช้จะไม่สามารถใช้คำสั่งเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำแบบนี้ได้ จำนวนตำแหน่งสูงสุดของหน่วยความจำนี้ที่ 8051 จะใช้งานได้คือ 65536 ตำแหน่ง ค่าของตำแหน่งจะเขียนเป็นเลขฐาน 16 ได้ตั้งแต่ 0000H ถึง FFFFH หน่วยความจำ ตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH จำนวน 4 กิโลไบต์ นั้นผู้ใช้จะเลือกได้ว่าเป็นตำแหน่งของ ROM ที่อยู่ภายในหรือภายนอก 8051 ถ้าต้องการให้ 8051 ทำงานตามคำสั่งที่เก็บไว้ใน ROM ภายในก็ให้ป้อนสัญญาณลอจิก High (1) ที่ขา EA ของ 8051 แต่ถ้าต้องการให้ทำงานในโปรแกรมที่เก็บไว้ใน ROM ภายนอก ก็ให้ต่อลอจิก Low (0) ที่ขา \overline{EA} ส่วนหน่วยความจำที่ตำแหน่ง 1FFFH ถึง FFFFH จะต้องต่ออยู่ภายนอกเสมอ



รูปที่ 2.3 แผนภูมิหน่วยความจำของ 8051

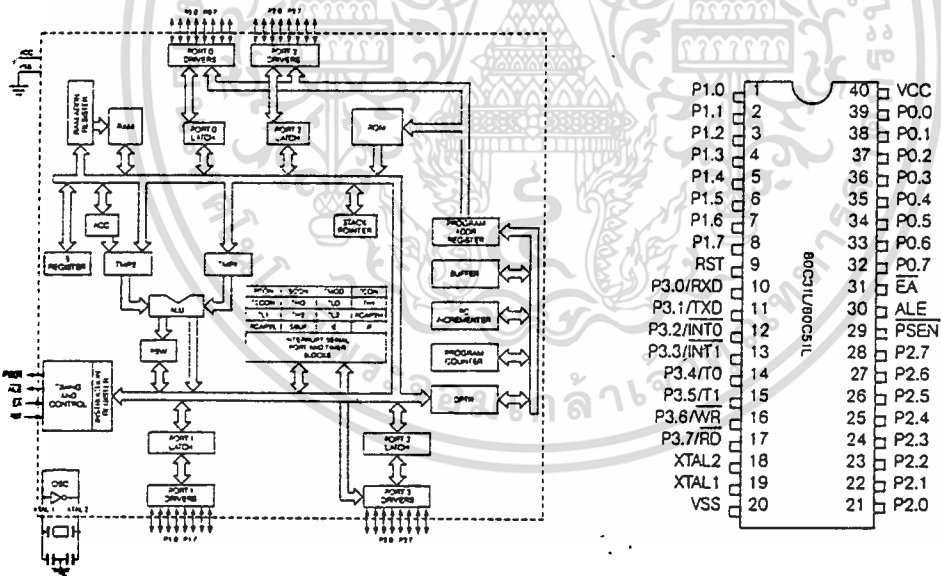


2.2.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

เป็นหน่วยความจำที่ 8051 ใช้สำหรับพัก เก็บข้อมูล แล้วเรียกมาใช้ใหม่ในระหว่างการทำงานการอ่านหรือเขียนจะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ใน Program Memory หน่วยความจำแบบนี้ เป็นประเภท Random Access Memory (RAM) หน่วยความจำแบบ Data Memory ของ 8051 จะมี อยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งอยู่ภายใน 8051 จำนวน 128 ไบท์ ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH และอีกชุดหนึ่งจะต่อ อยู่ภายนอกของวงจรรวม 8051 มีได้สูงสุด 65536 ไบท์ (64 กิโลไบท์) อยู่ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH ดังแสดงในรูปที่ 2.3

2.2.3 สถาปัตยกรรมของ 8051

สถาปัตยกรรมภายในของ 8051 จะอธิบายถึงส่วนย่อย ๆ ภายในเพียงชิปเดียว และ สัญญาณภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขา (Pin) ที่มีอยู่ 40 ขาดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051 รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมขาของ 8051 แบบ DIP

8051 ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่บรรจุอยู่ในวงจรรวมแบบ Dual Inline Package (DIP) ซึ่งแต่ละข้างจะมีขาอยู่ 20 ขา รวมทั้งหมด 40 ขานั้นจะใช้งานต่าง ๆ กันดังนี้

1.Vcc ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟเลี้ยง +5 โวลต์เข้าไปเพื่อให่วงจรรวมทำงานได้ระดับ โวลต์เตจของลอจิก 0 และ 1 ของ 8051 จึงต่อเข้ากับอุปกรณ์แบบ TTL ได้โดยตรง

2.Vss ขา 20 เป็นขาที่ต้องต่อกับกราวด์ (Ground) ของแหล่งจ่ายไฟ

3.Port 0 เป็นพอร์ทขนานแบบ 8 บิต อยู่ที่ขา 39 ถึงขา 32 เริ่มจากบิต 0 ถึงบิต 7 ตามลำดับในรูปที่ 2.5 ซึ่งบิต 7 จะเป็นบิตที่มีนัยสำคัญสูงสุด และบิต 0 จะเป็นที่มีนัยสำคัญต่ำที่สุด พอร์ท 0 นี้จะใช้สำหรับทั้งการรับและการส่งตำแหน่งและข้อมูลกับหน่วยความจำ

4.Port 1 เป็นพอร์ทขนานขนาด 8 บิต ในรูปที่ 2.5 คือขา P1.0 ถึง P1.7 (ขา 1-8) พอร์ท 1 นี้จะเป็นตัวรับ-ส่งข้อมูลเท่านั้นข้อมูลที่ส่งออกมาจะถูก Latch แล้วส่งออกไปทางแต่ละขาในเบอร์ 8052 ขา P1.0 และ P1.7 จะใช้เป็น T2 และ T2EX

5.Port 2 เป็นแบบขนาน 8 bit คือขา P2.0 ถึง P2.7 ดังรูป 2.5 ใช้ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่อกับตำแหน่งนี้เป็น 8 bit บนของค่าตำแหน่งและใช้สำหรับรับส่งข้อมูลกับภายนอก เมื่อใช้เป็นพอร์ทอินพุทก็สามารถทำได้ด้วยการต่อสัญญาณภายนอกเข้ามาโดยตรง ถ้าสัญญาณภายนอกเป็นศูนย์ (0) ก็จะมีกระแสไหลออก (source current) ในการที่ใช้พอร์ทนี้เป็นพอร์ทรับข้อมูลเข้าจะต้องเขียน 1 ไปยังแต่ละบิตเสียก่อน

6.Port 3 คือขาP3.0-P3.7 หรือขา 10-17 พอร์ทนี้แต่ละบิตจะใช้เป็นคำสั่งในการควบคุมการทำงานแต่ละบิตของพอร์ท 3 จะมีฟังก์ชันดังนี้

P3.0/RXD (SERIAL INPUT PORT) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1/TXD (SERIAL OUTPUT PORT) เป็นขาที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2/ $\overline{\text{INT0}}$ (EXTERNAL INTERRUPT) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3/ $\overline{\text{INT1}}$ (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4/T0 (Timer/Counter 0 External Input)เป็นขารับสัญญาณเข้าไปยัง Timer/Counter 1 ที่ทำหน้าที่นับจำนวนไซเคิลของสัญญาณ T0 นี้หรือสัญญาณนาฬิกาก็ได้

P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) เป็นขารับสัญญาณเข้าไปยัง Timer/Counter 1 ซึ่งมีการทำงานเหมือนกับ T0

P3.6/ $\overline{\text{WR}}$ (External Data Memory Write Strobe) เป็นขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก 8051

P3.7/ $\overline{\text{RD}}$ (External Data Memory Read Strobe) เป็นขาควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

7.RST ขารีเซ็ตขานี้จะใช้ทำการรีเซ็ตการทำงานของ 8051 ที่ขา RST ภายใน 8051จะมีตัวต้านทานต่อระหว่างขานี้กับกราวด์ ถ้าบิตอนขานี้ที่สถานะลอจิก 1 จะเป็นการรีเซ็ตการทำงาน ดังนั้นจึงสามารถต่อตัวเก็บประจุภายนอกระหว่างขา RST กับไฟเลี้ยง +5 โวลท์เพื่อให้เกิดการรีเซ็ตเมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้แก่ 8051 ซึ่งเรียกว่า Power on reset การรีเซ็ตทำให้ค่าในรีจิสเตอร์ต่าง ๆ

เปลี่ยนไปเป็นค่าหนึ่งดังในตาราง

เอกสารประกอบการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ALE (Address Latch Enable) ขานี้จะส่งสัญญาณที่มีความถี่ 1/6 เท่าของสัญญาณนาฬิกาจากออสซิลเลเตอร์ สัญญาณนี้จะใช้บอกกับอุปกรณ์ภายนอก 8051 ว่าขณะนี้สัญญาณนี้ Active (เป็นลอจิก 1) จะมีการส่งข้อมูลที่เป็น 8 บิตล่างของตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก ที่ต้องการติดต่อออกไปทางพอร์ท 0 อุปกรณ์ภายนอกจะใช้สัญญาณนี้ในการ Latch ข้อมูลไว้เพราะพอร์ท 0 จะส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำออกมาเพียงชั่วขณะเท่านั้น ซึ่งในเวลาต่อมาพอร์ท 0 จะใช้รับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอก

9. $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Store Enable) ขานี้ปกติจะให้ลอจิก 1 แต่จะส่งลอจิก 0 เมื่อต้องการอ่านคำสั่ง (Fetch Instruction) ที่จะนำไปทำงานมาจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก

10. $\overline{\text{EA}}$ (External Access) ขานี้เป็นอินพุตที่ต่อเข้าไปยังวงจร Timing and Control เพื่อควบคุมการสร้างสัญญาณ PSEN ถ้าป้อนลอจิก 0 ไปที่ขา $\overline{\text{EA}}$ แสดงว่าโปรแกรมในตำแหน่ง 0000H-FFFFH ที่ต้องการทำงานถูกเก็บไว้ภายนอกจะต้องสร้างสัญญาณ $\overline{\text{PSEN}}$ ออกไปยังภายนอกเพื่อทำการ FETCH คำสั่งในการทำงาน แต่ถ้า $\overline{\text{EA}}$ เป็น logic 1 จะหมายความว่าโปรแกรมในตำแหน่ง 0000H-FFFFH ถูกเก็บไว้ใน 8051

11. XTAL 1 ขานี้จะต่อเข้ากับขาของ Inverting Amplifier (วงจรขยายแบบป้อนกลับสัญญาณ) ที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์และถ้าต้องการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานของ 8051 ก็ให้ป้อนสัญญาณเข้ามาที่จุดนี้ แต่ถ้าต้องการใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ภายในก็ให้ต่อ Crystal หรือเซรามิคเรโซเนเตอร์และคาปาซิเตอร์ ซึ่งค่าคาปาซิเตอร์ควรมีค่าประมาณ 20 PF

12. XTAL 2 ขานี้เป็นจุดเข้าพุทของวงจรขยายแบบกลับเฟสสัญญาณที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ และถ้าจะใช้สัญญาณนาฬิกาที่สร้างมาจากภายนอก ให้ปล่อยขานี้ลอยไว้แล้วป้อนสัญญาณนาฬิกาเข้าที่ขา XTAL 1 เท่านั้น

2.3 การเก็บสถานะสัญญาณ-การติดต่อกับหน่วยประมวลผลกลาง

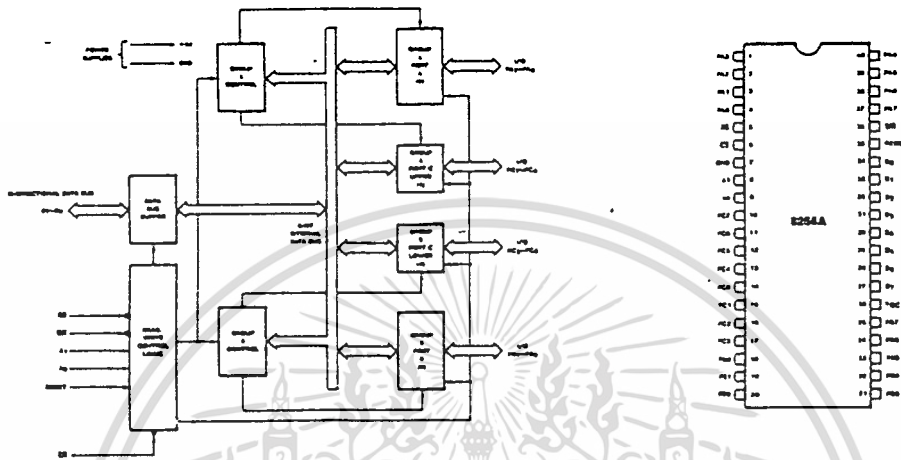
ใช้ 8255 PPI เป็นพอร์ทอินพุท/เอาพุท ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

2.3.1 8255 PPI (Programmable Peripheral Interface)

เป็น LSI ขนาด 40 ขา ทำหน้าที่อินเทอร์เฟสระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์ 8255 ถูกออกแบบมาใช้งานกับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 บล็อกไดอะแกรมของ 8255 แสดงดังรูปที่ 2.6 ซึ่งมีส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก 4 กลุ่มคือ PA0-PA7, PB0-PB7, PC0-PC3, PC4-PC7 กลุ่มของสัญญาณควบคุมมี 2 กลุ่มคือ Group A Control และ Group B Control ซึ่งเป็นสัญญาณควบคุม

การทำงานของทั้ง 3 พอร์ท Data Bus Buffer และ Read / Write Control Logic ใช้สำหรับติดต่อ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับไมโครโปรเซสเซอร์ทางบัสข้อมูล และสัญญาณควบคุมการอ่านและเขียนข้อมูลกับรีจิสเตอร์ที่อยู่ภายใน 8255



รูปที่ 2.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255

2.3.2 สัญญาณต่าง ๆ ของ 8255

หน้าที่ของแต่ละขาของ 8255 มีดังนี้

1. D0-D7 เป็นขาข้อมูลที่ใช้ต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์
2. CS (Chip Select Input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 0 ซีพียู สามารถติดต่อกับ 8255 ได้
3. RD (Read Input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิกเป็น 0 พร้อมกับ CS 8255 จะส่งข้อมูลออกมาทางบัสข้อมูล
4. WR (Write Input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิกเป็น 0 พร้อมกับ CS ข้อมูลที่อยู่บนบัสของระบบ จะถูกเขียนลงไปใน 8255
5. A0-A7 (Address Input) ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งรีจิสเตอร์ภายใน 8255 ที่ซีพียูต้องการติดต่อ
6. Reset เมื่อขานี้มีลอจิกเป็น 1 แล้ว 8255 จะอยู่ในช่วงรีเซ็ต พอร์ตทุกพอร์ตจะอยู่ในโหมดของอินพุทพอร์ต
7. PA0-PA7 เป็นพอร์ตข้อมูลที่ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก
8. PB0-PB7 เป็นพอร์ตข้อมูลที่ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก
9. PC0-PC7 เป็นพอร์ตข้อมูลที่ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การต่อ 8255 กับ ซีพียู

การต่อ 8255 กับซีพียูนั้น 8255 เป็นอุปกรณ์อินพุทเอาต์พุท ซึ่งเหมือนกับอุปกรณ์ภายนอกชนิดอื่น ๆ ขา A0 และ A1 จะต่อโดยตรงกับขา A0, A1 ของซีพียู ขา CS ของ 8255 จะต่ออยู่กับภาคถอดรหัสของแอดเดรส ดังตารางจะแสดงการต่อพอร์ทต่าง ๆ

ตารางที่ 2.2 แสดงการต่อพอร์ทต่าง ๆ

A1	A0	RD	WR	CS	
					Input operation (READ)
0	0	0	1	0	Port A Data Bus
0	1	0	1	0	Port B Data Bus
1	0	0	1	0	Port C Data bus
					Output operation (WRITE)
0	0	1	0	0	Data bus Port A
0	1	1	0	0	Data Bus Port B
1	0	1	0	0	Data Bus Port C
1	1	1	0	0	Data Bus Control
					Disable function
X	X	X	X	1	Data Bus 3-Strate
1	1	0	1	0	Illegal condition
X	X	1	1	0	Data Bus 3-Strate

การทำงานของพอร์ท A, B, C จะกำหนดโดยข้อมูลที่ส่งไปยังพอร์ทควบคุม โดยแต่ละบิตจะแสดงความหมายดังรูปที่ 2. ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานได้ 3 โหมด

2.3.4 การใช้งาน 8255 ในโหมด 0

การทำงานของ 8255 ในโหมด 0 จะเป็นพอร์ทอินพุท หรือเอาต์พุทแบบธรรมดา สามารถกำหนดให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 ได้โดยส่ง Control Word ไปยังพอร์ทควบคุม มีค่าดังนี้

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	0	0

สามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
D7 = 0 คือ กำหนดให้ข้อมูลเป็น Control Word
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D6, D5 = 0 คือ กำหนดให้พอร์ท A ใน 8255 ทำงานในโหมด 0

D4 = 0 คือ กำหนดให้พอร์ท A เป็นเอาต์พุท

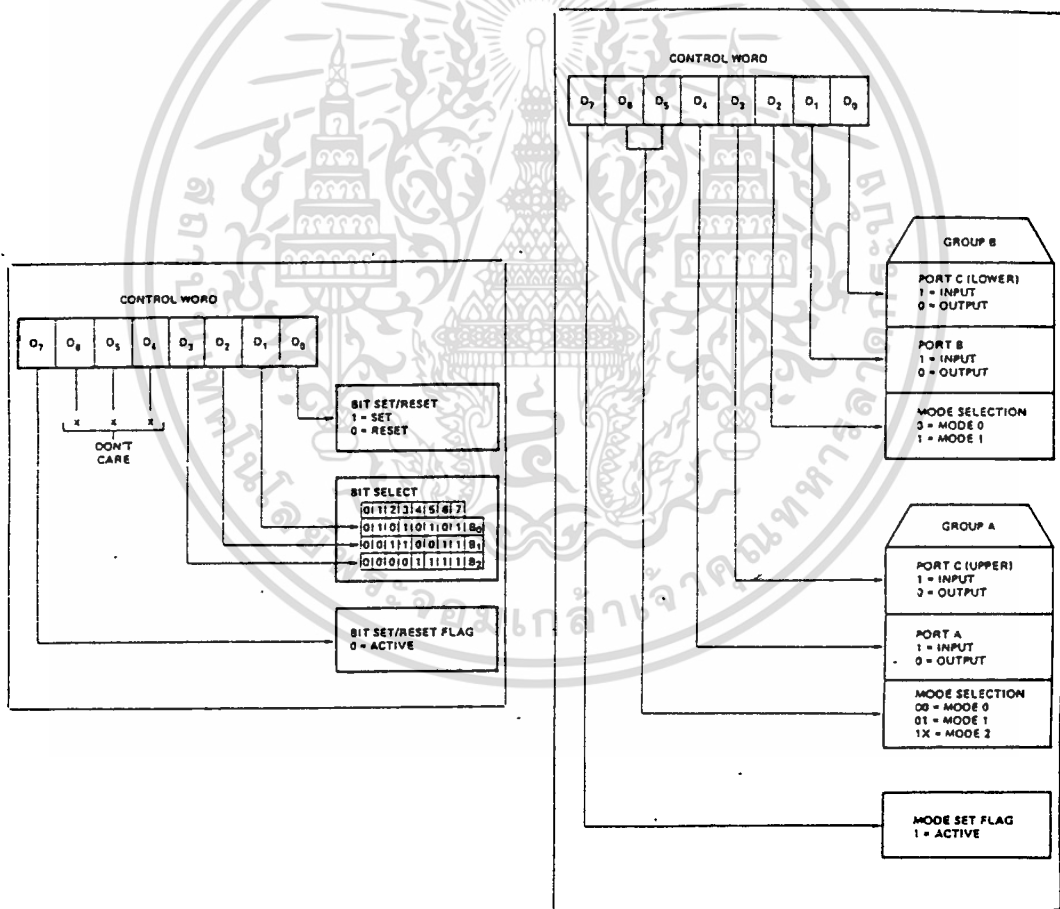
D3 = 0 คือ กำหนดให้ 4 บิตบนของพอร์ท C เป็นเอาต์พุท

D2 = 0 คือ กำหนดพอร์ท B ทำงานในโหมด 0

D1 = 0 คือ กำหนดพอร์ท B เป็นเอาต์พุท

D0 = 0 คือ กำหนด 4 บิตล่างของพอร์ท C เป็นเอาต์พุท

จาก Control Word ที่ส่งออกไปจะกำหนดให้พอร์ท A, B, C เป็นเอาต์พุทพอร์ททั้งหมด ซึ่งสามารถต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ทั้งหมด 24 บิต



รูปที่ 2.7 แสดง Control Word ของ 8255

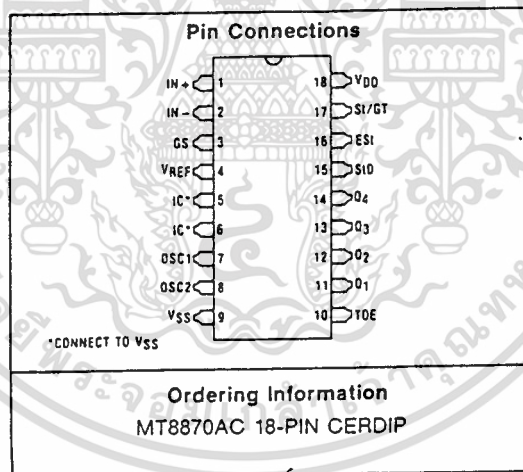
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ส่วนตรวจสอบการกดหมายเลข (DTMF Decoder)

ส่วนนี้ ทำหน้าที่ในการตรวจสอบหมายเลขจากการกด แล้วแสดงค่าของตัวเลขเป็นเลขแบบ BCD และตรวจสอบคาบเวลาที่ถูกต้องของสัญญาณที่เกิดจากการกดตัวเลขทำให้เกิดสัญญาณที่มีคาบเวลาไม่ถูกต้อง วงจรถอดรหัสภายในก็ไม่ทำงาน ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบการกดหมายเลขได้ ส่วนทำหน้าที่โดยใช้ IC DTMF MT8870

IC MT8870 DTMF RECEIVER

MT 8870 เป็นไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (Integrated DTMF Receiver) ซึ่งหมายถึงการแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด TONE หรือ DTMF) ให้เป็นตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่งใช้ไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองชนิดสี่บิตในยุคก่อนการออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์มักใช้ไอซีจําพวกเฟสล็อกคูล์ซึ่งเกิดปัญหามากเช่น เรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจรรขนาดของวงจรถ้าใหญ่เพราะใช้ไอซีจำนวนมาก



รูปที่ 2.8 แสดงรายละเอียดของ MT8870

คุณสมบัติไอซี MT8870

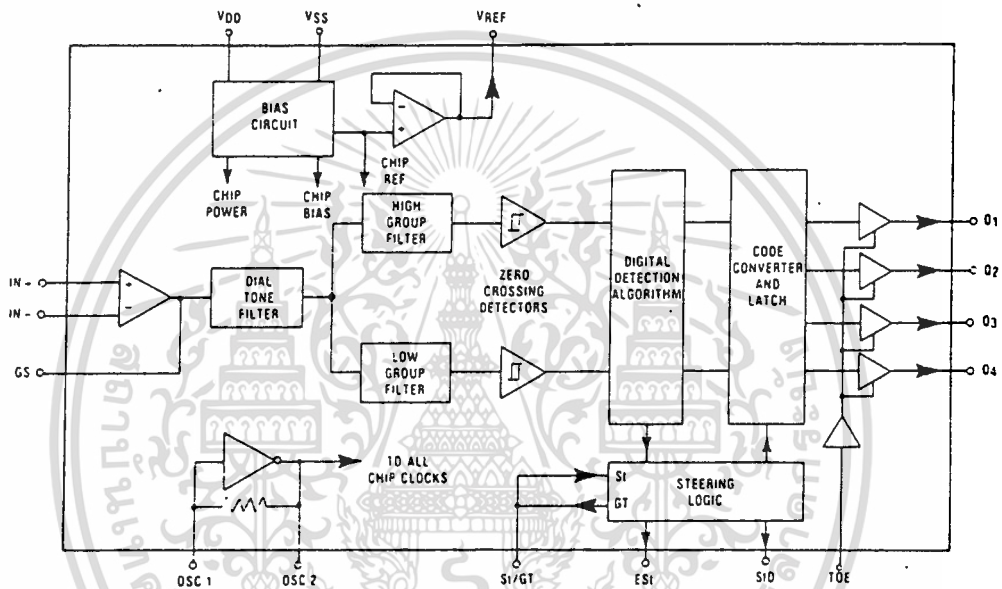
1. เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Receiver)
2. กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
3. สามารถตั้งอัตราขยายในตัวไอซีได้
4. สามารถปรับการ์ดไทม์ (guard time) ได้
5. เป็นไอซีคุณภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำ MT8870 ไปใช้งาน

1. นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล
2. เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
3. ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
4. ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดเล็ก (PABX)
5. ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป

2.4.1 โครงสร้างของ MT 8870



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในของ MT 8870

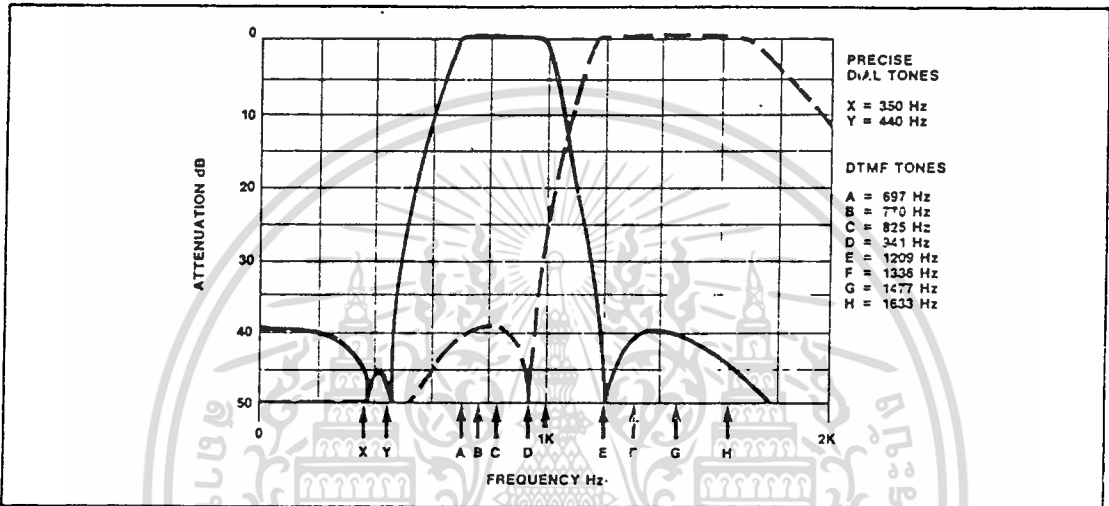
โครงสร้างภายในของ MT 8870 ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO2-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงหรือต่ำส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง -16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิตและเช็คช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุตเป็นวงจรเลข 3 สถานะ การทำงานภายใน MT 8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

1. ภาคกรองความถี่ (FILTER SECTION)
2. ภาคถอดรหัส (DECODER SECTION)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (STEERING CIRCUIT)
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (DIFFERENTIAL INPUT)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (OSCILLATOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนสิทธิ์ในเอกสารที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่คือ ช่วงความถี่สูง และ ช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (SIX ORDER SWITCHED CAPACITOR BAND PASS FILTER) ซึ่งแถบความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่ 2.10 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรกรองรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (EARLY STEERING) ก็จะมีแอกทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้นแสดงดังตารางที่ 2.3 ในหน้าถัดไป

ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปให้ที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าไร ตั้งได้โดยต่อ RC จากภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็น "high" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามาจากรูปที่ เมื่อขา EST เป็น "high" ทำให้ V_c สูง ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

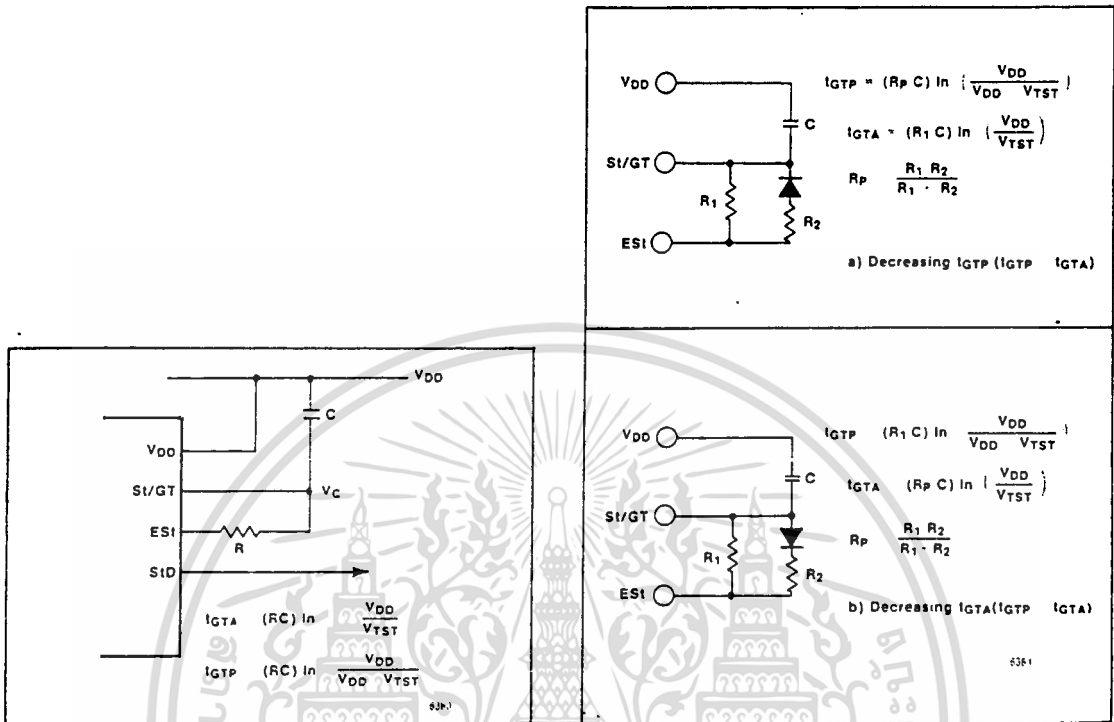
ขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดันสูงขึ้นจนถึงค่าเทรตไฮลด์วงจรถดถอยสจึงจะถดถอยส ออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิตรายละเอียดดูจากแผนภูมิเวลาหรือ Timing Diagram ในรูปที่ 2.11

F _{low}	F _{high}	KEY	TOE	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
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

L = LOGIC LOW, H = LOGIC HIGH, Z = HIGH IMPEDANCE

ตารางที่ 2.3 แสดงตารางการถดถอยส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย และแสดงเวลากำหนด(GUARD TIME)

สำหรับค่าคาร์ดใหม่ หมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เรารั้งไว้ จึงจะได้การยอมรับสัญญาณความถี่นั้นถูกต้องหรือพูดได้ว่าเวลาที่เรารั้งไว้โดย RC คือคาร์ดใหม่นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเข้าหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ สัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็ จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและการคำนวณเวลาได้จากรูปที่ 2.11

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT 8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่อวงจรภายนอกเข้าไป ดังรูปที่ 2.24 ซึ่งแสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุท โดยสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างทางด้านอินพุทอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

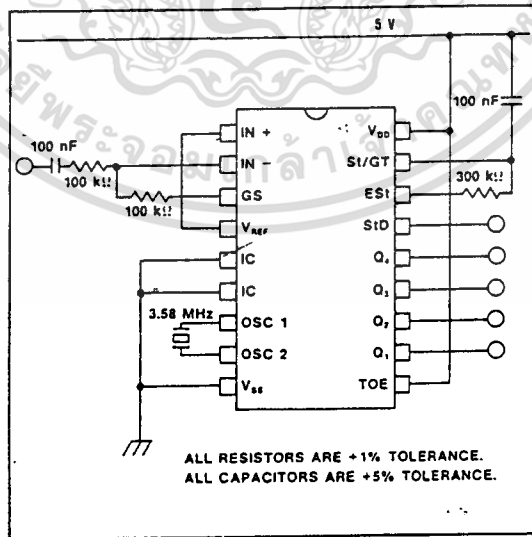
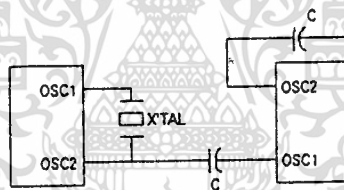
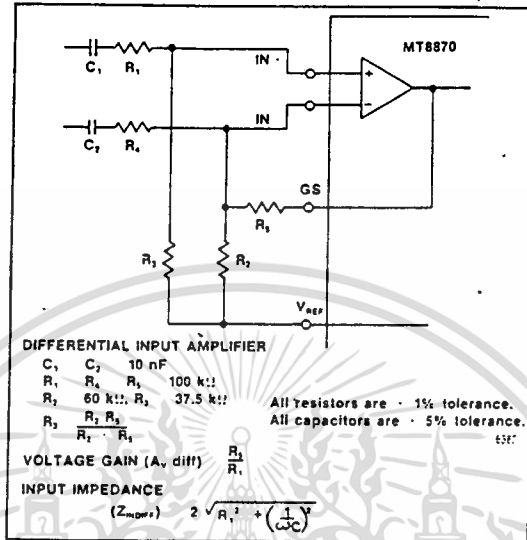
$$\text{อัตราขยาย (Avidiff)} = R_s/R_I$$

$$\text{อินพุทอิมพีแดนซ์ (Zindiff)} = 2(R_I) \parallel 2 + (1/WC) \parallel 2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

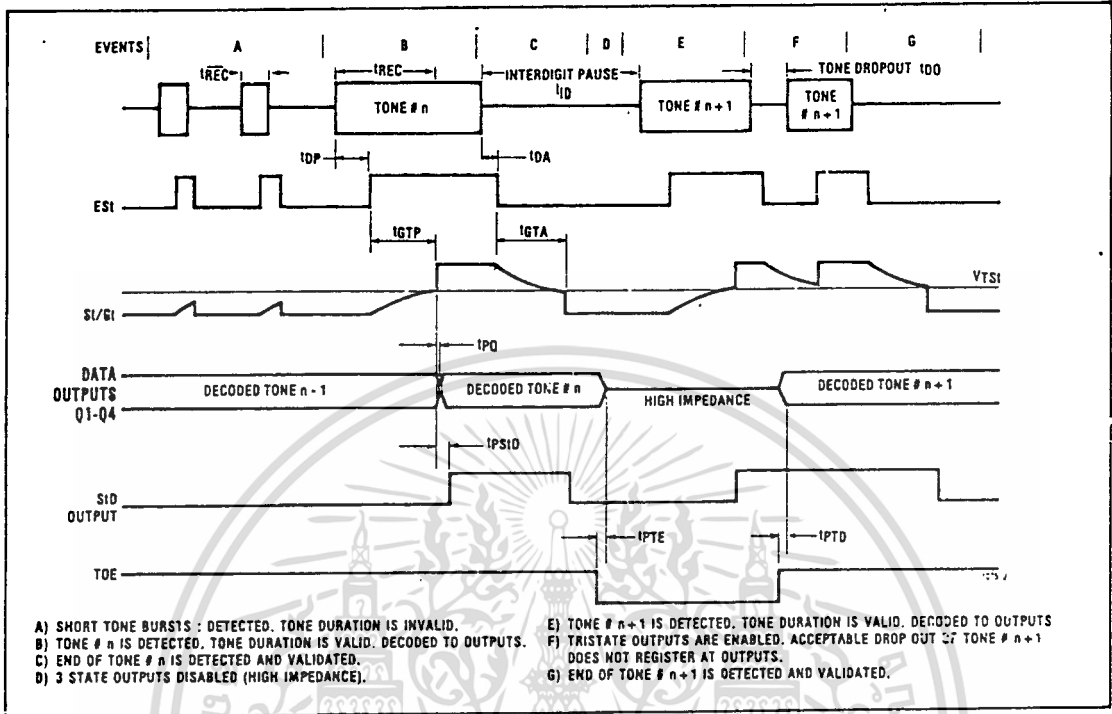
ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายในเพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท การต่อวงจรผลิตความถี่ และการต่อวงจรใช้งานเบื้องต้นของวงจร MT 8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรม (Timing Diagram)

อธิบายขั้นตอนการทำงาน

- A - ตรวจพบความถี่เข้ามาแต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอ้าท์พุทไม่เปลี่ยน
- B - ความถี่ #n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและ latch ไว้ที่เอ้าท์พุท
- C - จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้อง เอ้าท์พุทยังคง latch อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่
- D - เอ้าท์พุทเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์
- E - ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบคาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและ latch ไว้
- F - ความถี่ #n+1 หายไปช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอ้าท์พุทยังคง latch อยู่
- G - จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้องเอ้าท์พุทยัง latch จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

อธิบายคำศัพท์

V_{in} : สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา

Est เป็น EARLY STEERING OUTPUT ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง มีอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

St/Gt : STEERING INPUT / GUARD TIMIT OUTPUT สำหรับต่อกับ RC ภายนอก

Q1-Q4 : BCD OUTPUT ขนาด 4 บิต

StD : DELAYED STEERING OUTPUT ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไปมีคาบเวลาตาม
ที่กำหนดเพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

TOE : TONE OUTPUT ENABLE(INPUT) ใช้ควบคุม Q1 -Q4 ให้เป็นไฮอิมที่แดนซ์

tREC : คาบเวลานานที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง

tREC : คาบเวลาที่สั้นที่สุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง

tID : เวลาสั้นสุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ

tDO : เวลานานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

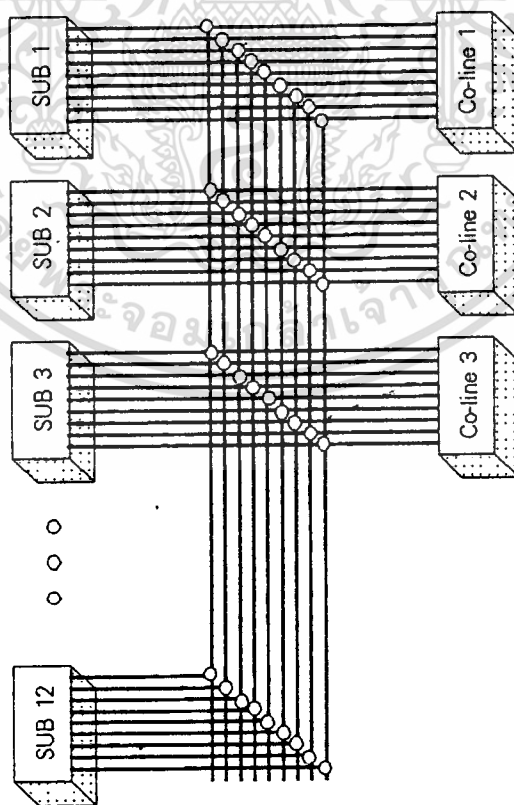
tDP : เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

tDA : เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

tGTP : การ์ดไหม้ของการปรากฏความถี่ DTMF

tGTA : การ์ดไหม้ของการหายไปของความถี่ DTMF

2.5 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง (Speech paths)



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของสัญญาณเสียง

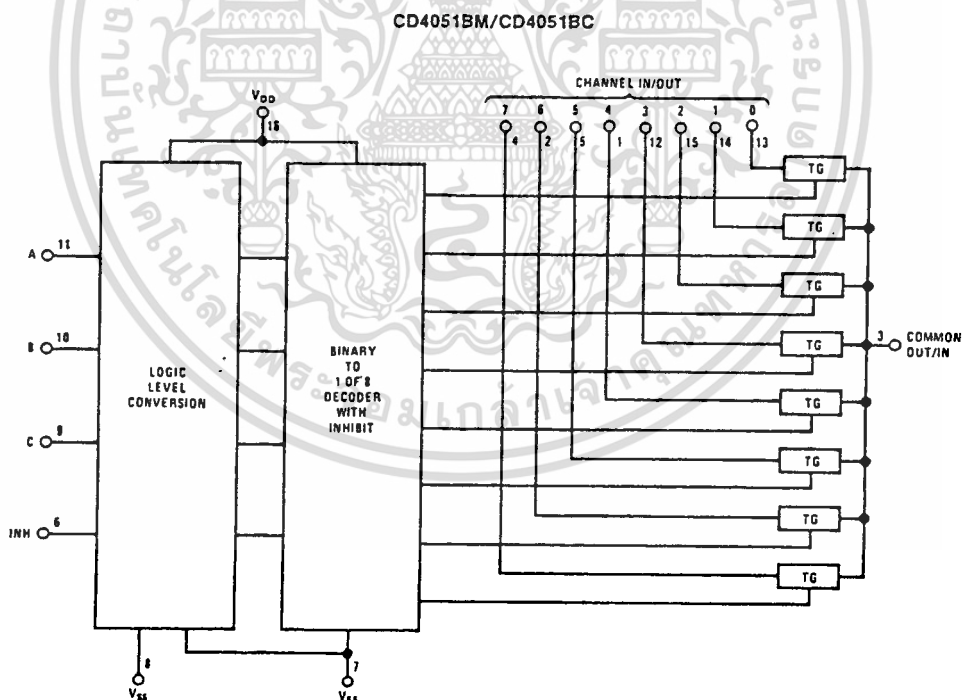
เอกสาร 2.5.1 โครงสร้างของ CD 4051 ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 โครงสร้างของ CD 4051

ซึ่งไอซีตัวนี้ เป็นอนาล็อกมัลติเพลกซ์เซอร์/ดีมัลติเพลกซ์เซอร์ ซึ่งอนาล็อกสวิตช์จะถูกควบคุมแบบดิจิทัลโดยมีอิมพีแดนซ์ต่ำขณะ "on" และมีกระแสรั่วไหลต่ำมากขณะ "off" การควบคุมสัญญาณอนาล็อกขนาด 3-15 v ควบคุมได้ ตัวอย่างเช่น $V_{DD} = 5v$, $V_{SS} = 10v$ และ $V_{EE} = 5V$ วงจรมัลติเพลกซ์จะมีการแพร่กระจายของพลังงานอย่างต่ำภายใน เมื่อมีช่วงโวลต์เตจของ V_{DD} - V_{SS} และ V_{DD} - V_{EE} เต็มที่โดยช่วงโวลต์เตจนี้ไม่ขึ้นกับสถานะทางโลจิกของสัญญาณควบคุมเมื่อสัญญาณทางโลจิกเป็น "1" เกิดที่ inhibit input terminal และ ทุกchannel เป็น "off"

CD 4051 มีโครงสร้างเป็นแบบ single 8 channel multiplexer มีเลขไบนารี 3 หลักเป็นอินพุตเข้ามาควบคุมได้แก่ A,B,C และ inhibit input ซึ่งสัญญาณไบนารี 3 หลักนี้จะเป็นตัวเลือก 1-8 channel เพื่อทำการเชื่อมอินพุตกับเอาต์พุตที่แชนแนลนั้นๆ แสดง ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงบล็อกไดอะแกรมและสถานะทางโลจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT STATES				"ON" CHANNELS		
INHIBIT	C	B	A	CD4051B	CD4052B	CD4053B
0	0	0	0	0	0X, 0Y	cx, bx, ax
0	0	0	1	1	1X, 1Y	cx, bx, ay
0	0	1	0	2	2X, 2Y	cx, by, ax
0	0	1	1	3	3X, 3Y	cx, by, ay
0	1	0	0	4		cy, bx, ax
0	1	0	1	5		cy, bx, ay
0	1	1	0	6		cy, by, ax
0	1	1	1	7		cy, by, ay
1	*	*	*	NONE	NONE	NONE

*Don't Care condition.

ตารางที่ 2.4 แสดงสถานะการเข้ารหัส



รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะการต่อของ 4051 แต่ละตัว

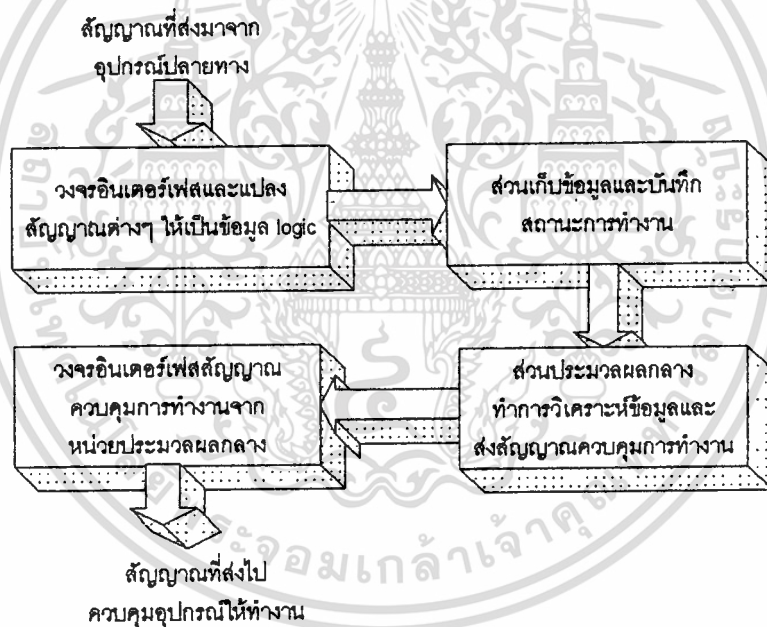
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

3.1 หลักการออกแบบระบบฮาร์ดแวร์

PABX ที่ได้วิจัยและพัฒนาขึ้นมา จัดอยู่ในประเภทชุมสายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Exchange) โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ การส่งและรับข้อมูลผ่านพอร์ทอินพุท/เอาพุท โดยมีวงจรถัดต่อ (interface) มาใช้เพื่อแปลงสถานะต่างๆ ให้เป็นระดับสัญญาณทางตรรกะ (logic) แล้วส่งเข้าพอร์ทเก็บข้อมูลบันทึกสถานะการทำงาน เพื่อส่งให้ส่วนประมวลผลกลางให้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและส่งสัญญาณควบคุมการทำงานทั้งหมดผ่านวงจรรีโมตเฟส ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 Block Diagram การออกแบบระบบ PABX

ในส่วนรายละเอียดของ PABX ที่พัฒนาขึ้นจะมีขนาด (capacity) ที่สามารถให้บริการกับสายนอกจากองค์การโทรศัพท์ที่ได้ 3 คู่สาย และให้บริการกับโทรศัพท์คู่สายภายในได้ 12 คู่สาย ซึ่งจะมีบริการพิเศษต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ติดต่อกับคู่สายภายใน
- โทรออกภายนอก
- โอนสายภายใน

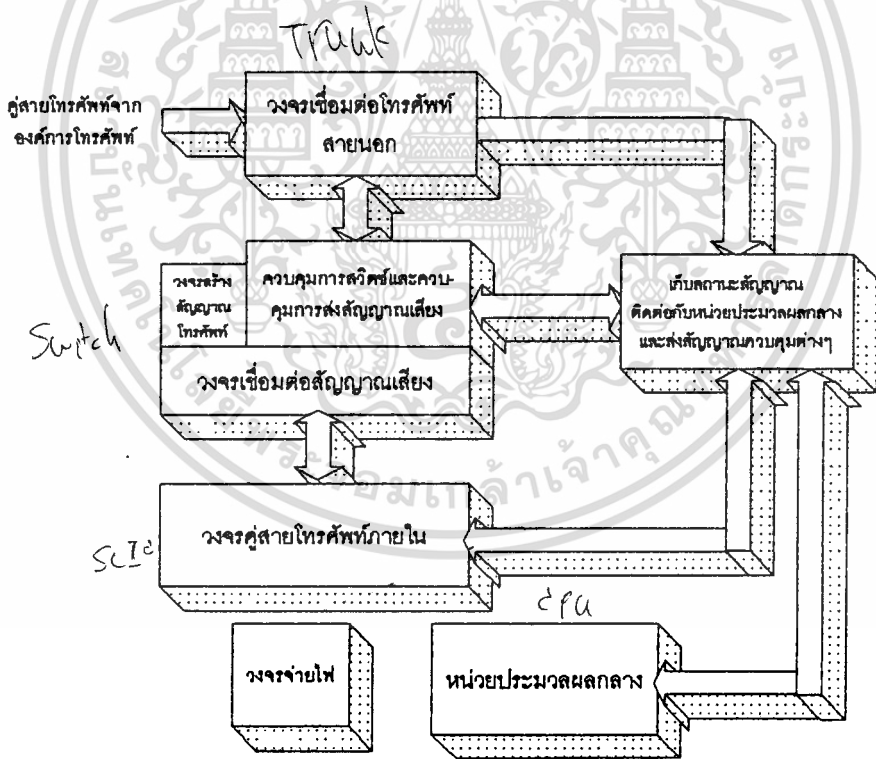
-ประชุมรวม 3 คู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พักสายเพื่อไปสนทนากับคู่สายอื่น
- ต่อสายตรงเมื่อไฟดับ

การกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์

- 1.การกดหมายเลขของคู่สายภายใน (หมายเลข 21-32) เพื่อที่จะทำการติดต่อระหว่างคู่สายภายในของ PABX โดยจะมีการนำหมายเลขมาตรวจสอบ ถ้าหมายเลขที่กดเป็นหมายเลขของคู่สายภายในโปรแกรมย่อยการบริการการติดต่อภายในก็จะให้บริการในส่วนนี้
- 2.การกดหมายเลข 0 เพื่อตัดออกสายนอก ถ้าหมายเลขที่กดเริ่มแรกเป็นเลข 0 โปรแกรมย่อยให้บริการการเรียกออกสายนอก จะทำการ เชื่อมต่อคู่สายภายนอกให้ (ซึ่งมี 3 คู่สาย) เข้ากับคู่สายภายในที่กด 0 ก็จะสามารถทำการติดต่อกับภายนอกได้
- 3.การกดคีย์ "#","*" สำหรับใช้บริการฟังก์ชันพิเศษ เมื่อมีการตรวจสอบการกดคีย์เหล่านี้ โปรแกรมย่อยให้บริการฟังก์ชันพิเศษก็จะให้บริการ โดยถ้าเป็นคีย์ "#" จะใช้สำหรับการประชุมร่วมสามคู่สายถ้าเป็นคีย์ "*" จะใช้สำหรับการโอนสาย



รูปที่ 3.2 Block Diagram โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ PABX

เนื่องจาก PABX ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ถูกออกแบบให้เป็นลักษณะชุมสายแบบ SPC (stored program control) ซึ่งลักษณะการทำงานของระบบ (การให้บริการทั่วไป/การให้บริการพิเศษ) ทั้งเอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมดจะเป็นไปตามซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้น ดังรูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างเครื่องชุมสายโทรศัพท์ PABX ที่ได้พัฒนาขึ้นโดยแบ่งออกเป็นสองส่วนประกอบหลักๆ 2 ส่วนคือ

1. ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware)

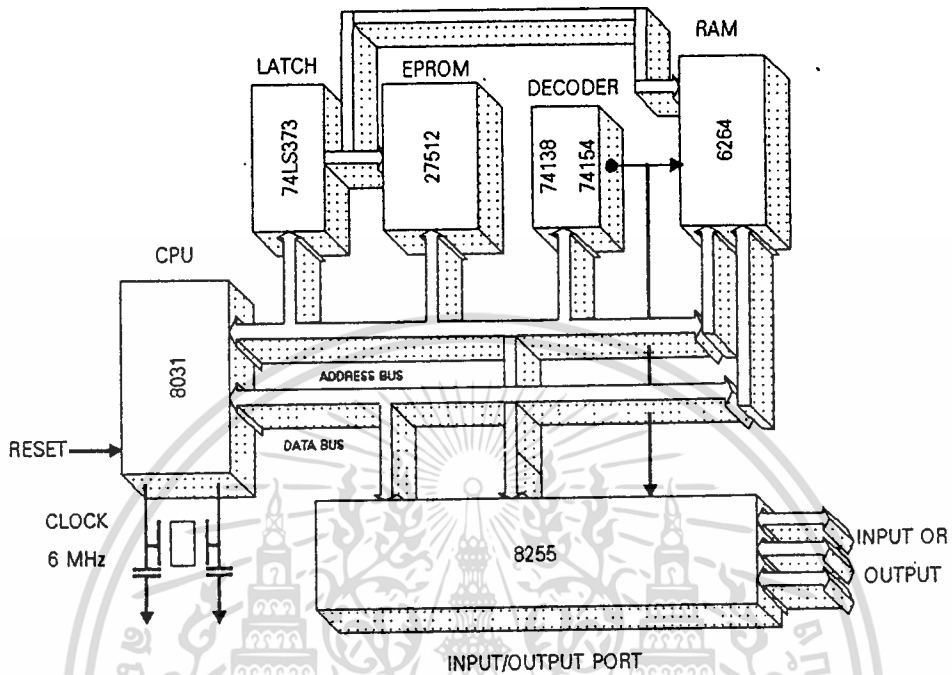
ส่วนของฮาร์ดแวร์ที่แสดงในบล็อกไดอะแกรม เป็นระบบ PABX ที่ได้ทำขึ้น ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้คือ ส่วนวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์สายนอก ส่วนควบคุมการสวิตช์และควบคุมการส่งสัญญาณเสียงโทรศัพท์ ส่วนวงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง ส่วนวงจรสร้างสัญญาณเสียงโทรศัพท์ ส่วนวงจรโทรศัพท์คู่สายภายใน ส่วนเก็บสถานะสัญญาณ/ติดต่อกับหน่วยประมวลผลกลางและส่งสัญญาณควบคุมต่างๆ ส่วนหน่วยประมวลผลกลาง ส่วนวงจรจ่ายไฟ โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดในส่วนต่างๆ เหล่านี้ตอนต่อไป

2. ซอฟต์แวร์ (Software)

ส่วนของซอฟต์แวร์เป็นโปรแกรมที่เขียนควบคุมการทำงานของระบบ PABX ไม่ว่าจะเป็นการให้บริการต่างๆ ไป เช่น การยกหู การวางหู การต่อออกสายนอก เป็นต้น ตลอดจนการให้บริการพิเศษต่างๆ เช่น การพักสาย การโอนสาย การประชุมร่วม 3 คู่สาย โดยโปรแกรมที่เขียนนี้จะถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำแบบ EPROM ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมการทำงานให้ระบบ PABX มีความยืดหยุ่น ความสามารถเพิ่มขึ้นได้ง่าย

ต่อไปนี้จะเป็นการกล่าวถึงส่วนต่างๆ ของฮาร์ดแวร์ของระบบ PABX

3.2 ส่วนควบคุม



รูปที่ 3.3 Block Diagram ของส่วนควบคุมและเก็บสถานะของข้อมูล

CPU (8031) จะทำงานตามโปรแกรม (Run Program) จากหน่วยความจำภายนอก (EPROM) ซึ่งมีขนาด 64 kByte (IC 27512) ซึ่งบรรจุโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ PABX ไว้ทั้งหมด CPU จะทำการเลือกหน่วยความจำภายนอกได้จะต้องต่อขา EA (ขา 31) ของ 8031 ลงกราวด์ก่อน การอ่านโปรแกรมจาก หน่วยความจำภายนอกได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 2 (2.3.5) เมื่อ CPU อ่านคำสั่ง (Fetch) จากโปรแกรมภายนอกแล้ว ต่อมาก็จะเป็นการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก (RAM) มีขนาด 4 kByte ได้เขียนวิธีการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอกไว้แล้วในบทที่ 2 (2.3.5) แล้วนำมาประมวลผล เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลกับ พอร์ต 8255 โดยมีตัวดีโค้ดเดอร์ (74LS138 และ 74LS154) 2 ตัวเป็นตัวเลือกพอร์ต 8255 ที่จะทำการติดต่อในแต่ละครั้ง โดย 74154 จะเลือกติดต่อระหว่างหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (RAM) กับ 8255 แต่ละตัวจากทั้งหมด 8 ตัว ซึ่ง IC 8255 แต่ละตัวจะมี address และหน้าที่ดังต่อไปนี้

8255 ตัวที่	Address	หน้าที่
1	81xx	output port
2	82xx	output port
3	83xx	output port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8255 ตัวที่	Address	หน้าที่
4	84xx	output port
5	85xx	input port
6	86xx	input/output port
7	87xx	input/output port
8	88xx	output port

8255 ตัวที่ 1-4

จะทำหน้าที่เป็นเอาต์พุตพอร์ท พอร์ทเหล่านี้จะทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณควบคุม ต่างๆ คือ สัญญาณควบคุมสัญญาณให้หมุน (Dial Tone Control: DAC) สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone control: BSC) สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone Control: RBC) และสัญญาณเรียก (Ringing Tone Control: RGC) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณติดต่อช่องสัญญาณเสียง (Speech path) ให้กับโทรศัพท์แต่ละเครื่องด้วย

แต่ละบิตของ 8255 ตัวที่ 1-4 จะมีหน้าที่และสถานะเริ่มต้นดังต่อไปนี้

7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0
RGC	BSC	RBC	DAC	INH	C	B	A

สามารถอธิบายแต่ละบิตได้ดังนี้

A, B, C, INH เป็นสัญญาณควบคุมการเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง โดยสามารถเลือกช่องสัญญาณเสียงได้ 8 ช่องสัญญาณโดยใช้เลขไบนารี 3 บิตควบคุม (A, B, C) ส่วนบิต INH มีสถานะเป็น 1 จะทำให้ทุกๆ ช่องสัญญาณมีสถานะเป็น "OFF" คือ จะไม่สนใจอินพุตที่เข้ามาเลย

DAC (dial tone control) เป็นสัญญาณควบคุมการส่งสัญญาณให้หมุนกับโทรศัพท์ คู่สายภายใน active ที่ "0"

RBC (ring back tone control) เป็นสัญญาณควบคุมการส่งสัญญาณเรียกกลับให้กับคู่สายภายใน active ที่ "0"

BSC (busy tone control) เป็นสัญญาณควบคุมการส่งสัญญาณไม่ว่างให้กับคู่สายภายใน active ที่ "0"

RGC (ringing tone control) เป็นสัญญาณควบคุมการส่งสัญญาณเรียกให้คู่สายภายใน active ที่ "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8255 ตัวที่ 5

เป็นพอร์ทอินพุทใช้สำหรับรับสถานะการยก-วางแฮนด์เซ็ทของเครื่องโทรศัพท์ภายในทั้ง 12 เครื่อง (STN1-STN12) และเก็บสถานะการกดปุ่มหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ภายในทั้ง 12 เครื่อง (STK1-STK12) นั้นด้วย แต่ละพอร์ทเก็บค่าต่างๆ ดังนี้

	7	6	5	4	3	2	1	0
PORT A	STN8	STN7	STN6	STN5	STN4	STN3	STN2	STN1
PORT B	STK8	STK7	STK6	STK5	STK4	STK3	STK2	STK1
PORT C	STK12	STK11	STK10	STK9	STN12	STN11	STN10	STN9

ถ้า STN = "1" หมายความว่า คู่สายนั้นๆ มีการยกแฮนด์เซ็ท

STN = "0" หมายความว่า คู่สายนั้นๆ วางแฮนด์เซ็ท

STK = "1" หมายความว่า มีการกดปุ่มเกิดขึ้นที่คู่สายนั้นๆ

STK = "0" หมายความว่า ไม่มีการกดปุ่มเกิดขึ้นที่คู่สายนั้นๆ

8255 ตัวที่ 6

เป็นทั้งพอร์ทอินพุทและพอร์ทเอาต์พุท ใช้สำหรับส่งสัญญาณควบคุมการส่งเสียงดนตรี (MSC1-MSC12) ให้แต่ละคู่สายเมื่อมีการขอใช้ฟังก์ชันพิเศษ ใช้ตรวจสอบสัญญาณ TOE ที่ได้จากโทรศัพท์ที่มีการกดหมายเลข (TOE1-TOE8) เป็นพอร์ทอินพุทสำหรับรับสถานะการเรียกเข้าของสายนอกทั้ง 3 สาย (CO STN1 - CO STN3) สถานะเริ่มต้น

	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT A	TOE8	TOE7	TOE6	TOE5	TOE4	TOE3	TOE2	TOE1
	1	1	1	1	1	1	1	1
PORT B	MSC8	MSC7	MSC6	MSC5	MSC4	MSC3	MSC2	MSC1
		1	1	1	1	1	1	1
PORT C	COSTN3	COSTN2	COSTN1	MSC12	MSC11	MSC10	MSC9	

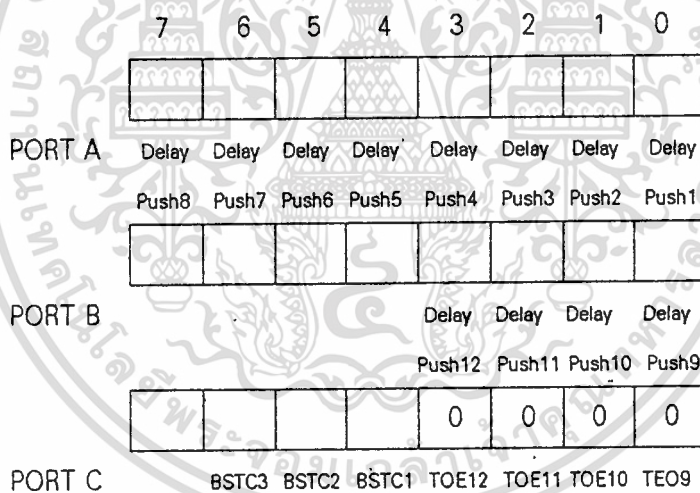
พอร์ท A ใช้เก็บบิตควบคุมการอนุญาตค่าไบนารีจากการกดตัวเลขที่ DTMF ตรวจสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าของเครื่องโทรศัพท์ที่ 1-8 ปกติมีค่าเป็น 0 เมื่อ CPU ต้องการอ่านค่าจากการกดปุ่มหมายเลขของไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์เครื่องใดก็ส่ง TOE เบอร์นั้นๆ ไปให้ พอร์ต B และพอร์ต C ล้างเก็บบิตควบคุมการส่ง สัญญาณเสียงดนตรีให้แก่โทรศัพท์ทั้ง 12 เครื่อง ซึ่งบิตนี้จะเกี่ยวข้องกับการขอใช้ฟังก์ชันพิเศษทุก อย่าง โดยปกติมีค่าเป็น 1 เมื่อต้องการส่งเสียงดนตรีก็ส่ง 0 ออกไป ส่วนพอร์ต C บน (บิตที่ 4-6) เป็นอินพุทพอร์ตไว้เก็บสถานะการโทรเข้ามาจากสายนอก ซึ่งเมื่อมีการโทรเข้ามาจากสายนอกแล้ว บิตนี้จะเป็น 1 และพร้อมกันนี้จะมีสัญญาณอินเทอร์รัพส่งไปบอก CPU ว่าตอนนี้มีสายนอกโทรเข้า มาแล้ว ให้ CPU กระโดดไปยังโปรแกรมย่อยให้บริการแก่สายนอกที่โทรศัพท์มานั้น

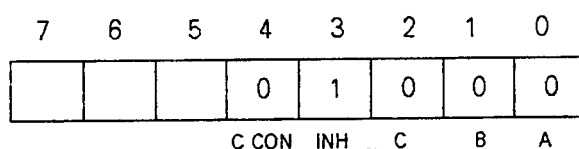
8255 ตัวที่ 7

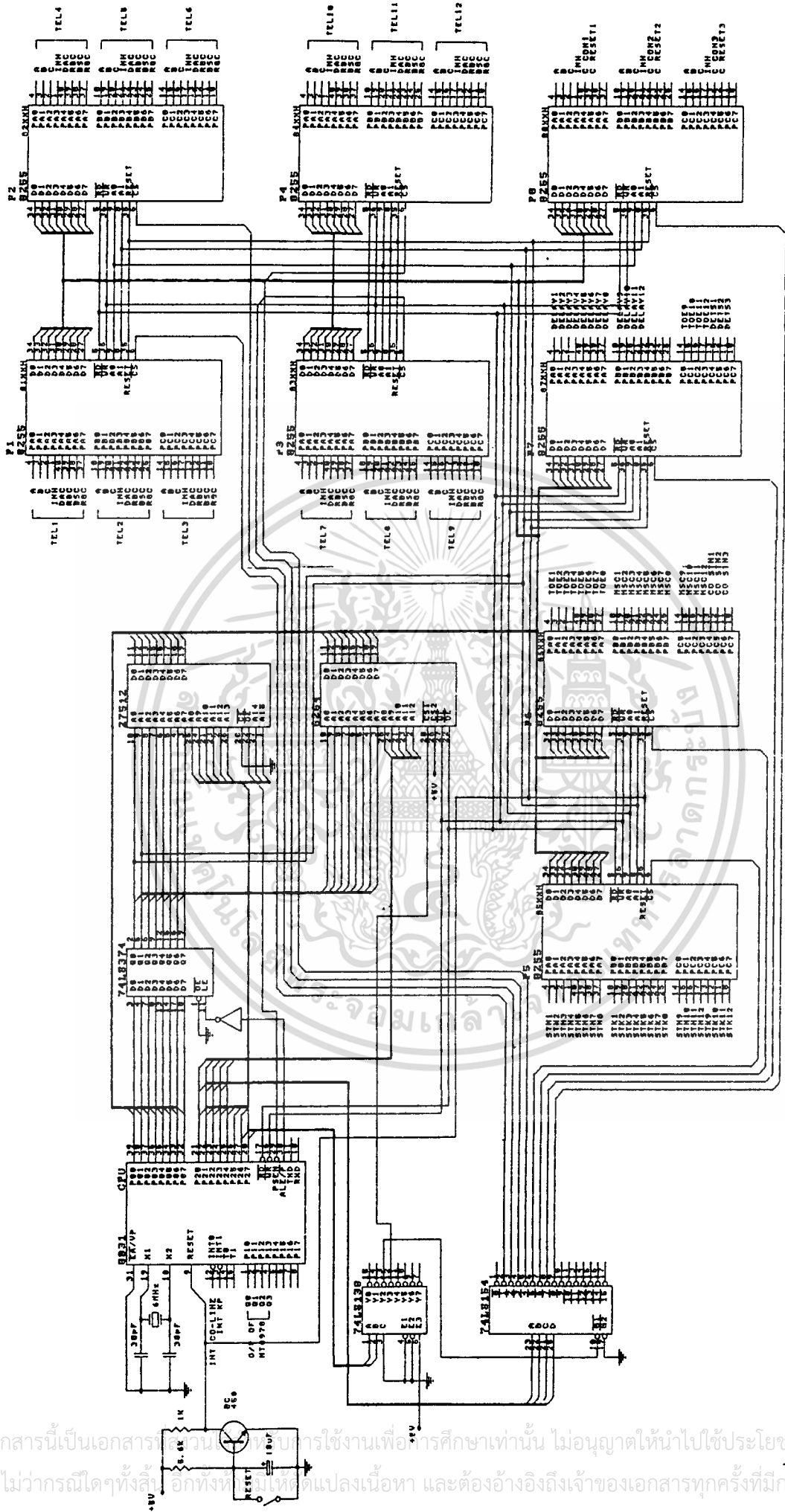
เป็นทั้งอินพุทและเอาพุทพอร์ต โดยพอร์ต A และพอร์ต B ใช้เป็นอินพุทเก็บค่าดีเลย์การ กดปุ่มหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในทั้ง 12 เครื่อง หากใช้เวลากดหมายเลขแต่ละ ตัวนานเกิน 8 วินาที เครื่องชุมสายจะส่งสัญญาณไม่ว่างไปให้ทันที ส่วนพอร์ต C บนนั้นใช้เก็บ สถานะสัญญาณควบคุมสัญญาณไม่ว่าง ในกรณีที่สายนอกโทรเข้ามาแล้ววางหูจะใช้เมื่อเรียกใช้ ฟังก์ชันพิเศษของคู่สายภายในกับสายนอกที่โทรเข้ามา



8255 ตัวที่ 8

ทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาท์พุทให้กับโทรศัพท์สายนอก 3 คู่สายโดยแต่ละบิตมีหน้าที่ดังนี้ คือ ใช้ส่งสัญญาณควบคุมการติดต่อของสัญญาณเสียงให้คู่สายภายนอก (A,B,C,INH) ให้ติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายในได้ และยังมีบิตควบคุมการเชื่อมต่อโทรศัพท์สายภายนอกเข้ากับช่อง สัญญาณเสียง (C CON1- C CON3) ด้วย แต่ละบิตของทุกพอร์ตแสดงให้เห็นดังนี้



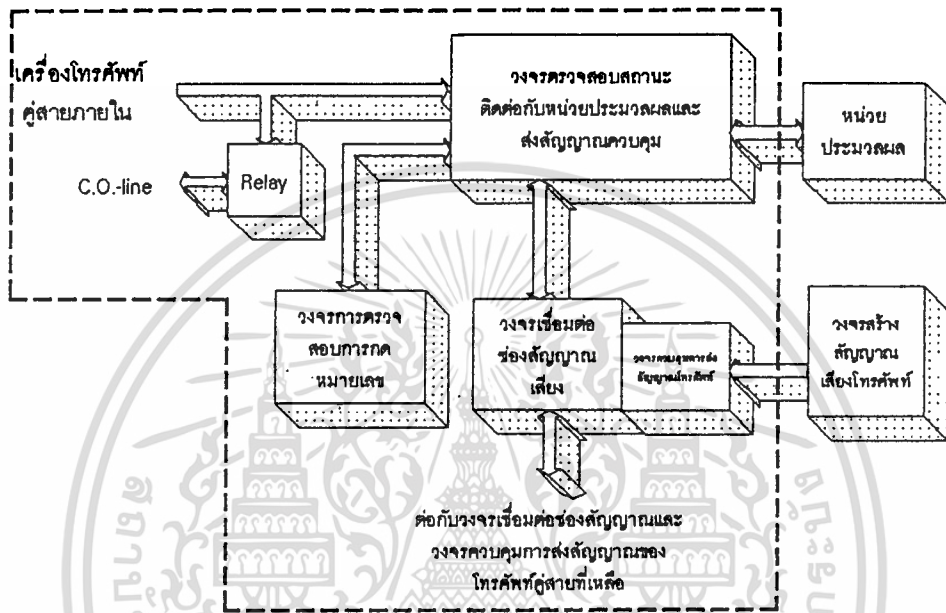


รูปที่ 3.4 วงจรส่วนประมวลผลกลาง

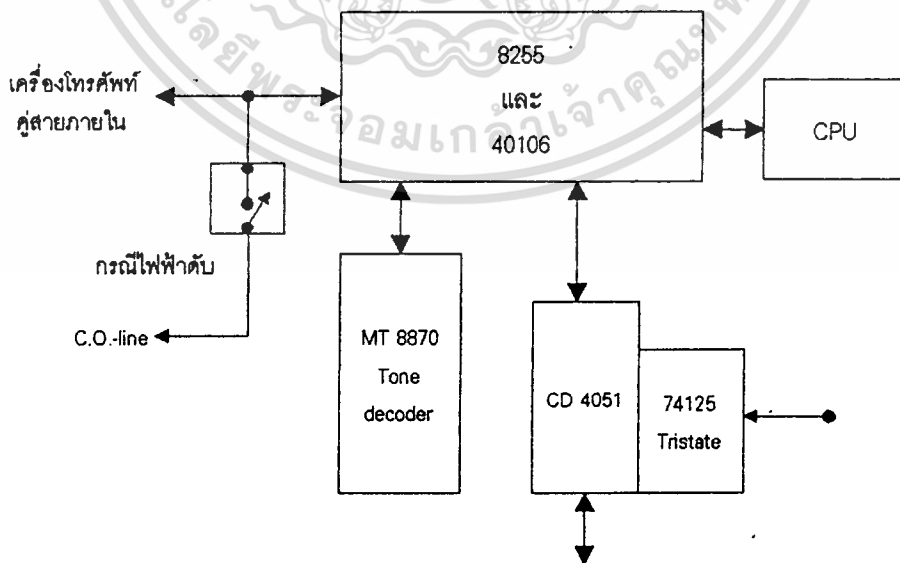
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ดาวน์โหลดมาฟรีๆ เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากต้องการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนวงจรประจำเครื่องคู่สายภายใน

รูปที่ 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรคู่สายโทรศัพท์ภายใน ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ วงจรตรวจสอบสถานะ/ติดต่อกับหน่วยประมวลผลและส่งสัญญาณควบคุม วงจรตรวจสอบการกดหมายเลขโทรศัพท์ วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง วงจรควบคุมการส่งสัญญาณโทรศัพท์ และรีเลย์ ซึ่งจะได้อธิบายหน้าที่และการทำงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.5 Block Diagram วงจรคู่สายโทรศัพท์ภายใน



รูปที่ 3.6 ส่วนประกอบของวงจรคู่สายโทรศัพท์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะโดยทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วงจรตรวจสอบสถานะ/ติดต่อกับหน่วยประมวลผลและส่งสัญญาณควบคุม

หน้าที่และการทำงาน

รับและเปลี่ยนสถานะการยก-วางแฮนด์เซ็ทออกมาเป็นค่าลอจิก (STN)

โดย ถ้า STN = "1" หมายถึง มีการยกแฮนด์เซ็ทเกิดขึ้น

STN = "0" หมายถึง ไม่มีการยกแฮนด์เซ็ทรับหรือวางแฮนด์เซ็ท

ในส่วนนี้จะใช้ IC 40106 ทำการเปลี่ยนการยก-วางหูโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณลอจิก และมี LED เป็นตัวแสดงผลของการยกหูโทรศัพท์เครื่องนั้นๆ ด้วย รูปที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบของวงจร และรูปที่ 3.7 แสดงวงจรประจำเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายใน (Subscriber line circuit)

2. วงจรตรวจสอบการกดหมายเลข

หน้าที่และการทำงาน

ในการตรวจสอบการกดหมายเลขนี้ ใช้ IC MT 8870 ซึ่งเป็น dual tone multi-frequency (DTMF) รายละเอียดของการทำงาน IC เบอร์นี้กล่าวไว้ในบทที่ 2 (2.5) จะทำการแปลงความถี่จากการกดหมายเลขมาเป็นสัญญาณทางลอจิก ซึ่งเอาพุทจะเป็นเลขไบนารี 3 บิต แล้วส่งไปให้ CPU ประมวลผล มีค่าลอจิกซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ STK เป็นตัวบอกสถานะการกดปุ่มโทรศัพท์

โดย ถ้า STK = "1" หมายถึง มีการกดปุ่มหมายเลข

STK = "0" หมายถึง ไม่มีการกดปุ่มหมายเลข

Logic INT1 ใช้เป็นตัวอินเทอร์รัพท์ CPU ให้เข้าไปทำงานในโปรแกรมย่อยบริการการกดหมายเลข

3. ส่วนเชื่อมต่อของสัญญาณเสียง

หน้าที่และการทำงาน

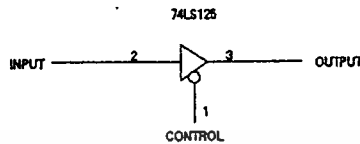
การพูดคุยกันของคุณสนทนาจะอาศัย IC เบอร์ 4051 ซึ่งเป็น analog multiplex/demultiplex มี 8 ช่องสัญญาณ ใช้อินพุทควบคุมเป็นไบนารี 3 บิต คือ A,B,C ส่วน INH เป็นตัวทำให้การเลือกช่องสัญญาณทำงาน (ON) รายละเอียดของ IC 4051 อธิบายในบทที่ 2 แล้ว และคู่สนทนาที่จะคุยกันได้จะต้องได้ช่องสัญญาณเสียงเส้นเดียวกัน

4. ส่วนควบคุมการส่งสัญญาณเสียงโทรศัพท์

หน้าที่และการทำงาน

ทำหน้าที่ในการรับค่าลอจิก ที่ใช้ในการควบคุมการส่งสัญญาณเสียงโทรศัพท์ต่างๆ คือ สัญญาณให้หมุน สัญญาณเรียก สัญญาณไม่ว่าง สัญญาณเรียกกลับ มาใช้ในการปิดเปิดเกทให้สัญญาณโทรศัพท์เหล่านี้ผ่านไปถึงเครื่องโทรศัพท์ได้

ในส่วนนี้จะใช้ IC TRISTATE 74125 การทำงานของ 74125 นั้นเมื่อสัญญาณที่ป้อนทางอินพุตจะผ่านไอซีได้เมื่อขาควบคุมมีลอจิกเป็น 0 เท่านั้น แต่ถ้าขาควบคุมมีลอจิกเป็น 1 ที่ขาเอาท์พุทจะมีสถานะเป็นสถานะความต้านทานสูง ซึ่งจะไม่มีสัญญาณผ่านออกมาได้เลยดังรูปที่ 3.8

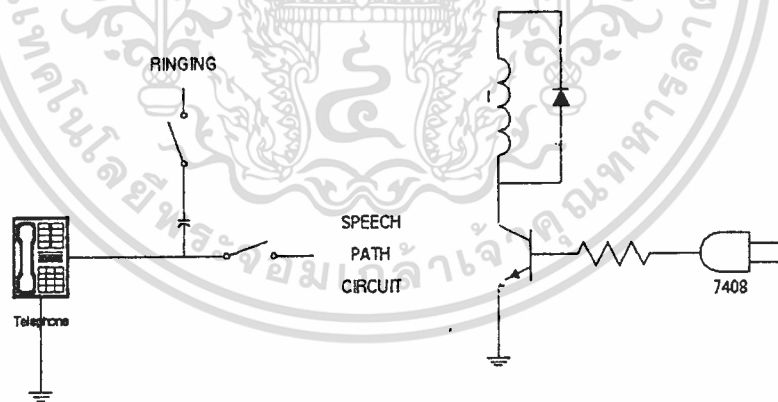


รูปที่ 3.8 แสดง IC 74LS125

ส่วนสัญญาณเรียก(Ringing tone) นั้นเนื่องจากเป็นสัญญาณที่มีความแรงประมาณ 100 V AC. จึงใช้รีเลย์ในการเชื่อมต่อ โดยการเชื่อมต่อเพื่อให้สัญญาณเรียกไปถึงเครื่องโทรศัพท์ได้ จะเกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไข 2 อย่างต่อไปนี้เป็นจริง คือ

- (1) เครื่องโทรศัพท์อยู่ในสถานะการวางแฮนด์เซ็ท
- (2) CPU ส่งสัญญาณบอกให้ส่งสัญญาณเรียก (ส่ง RGC มาให้)

ลักษณะของวงจรเป็นดังรูปที่ 3.9

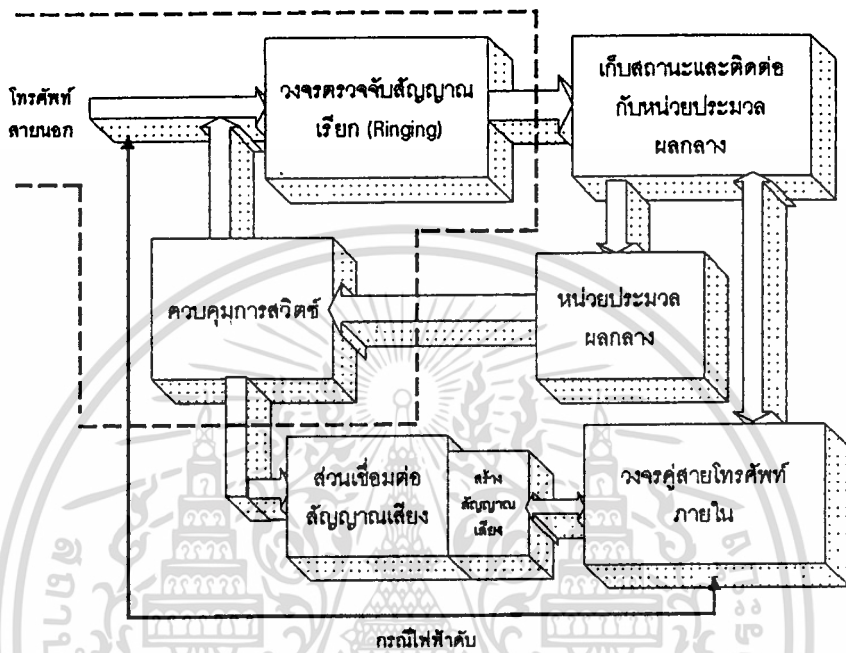


รูปที่ 3.9 แสดงการทำงานของรีเลย์ในการป้องกันช่องสัญญาณเสียง

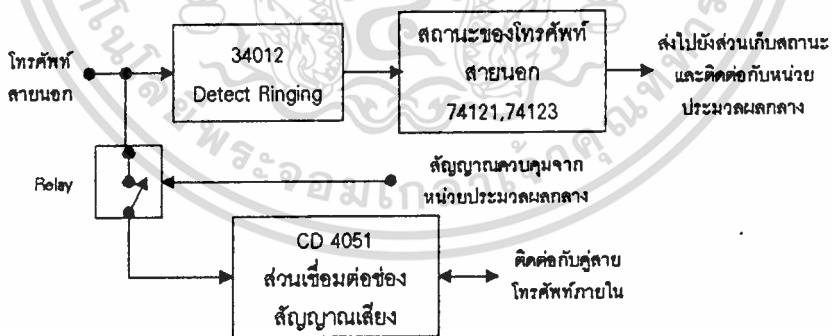
เมื่อรีเลย์ทำงานก็กะสวิตซ์ให้สัญญาณเรียกผ่าน เข้าสู่เครื่องโทรศัพท์ ในขณะที่เดียวกันก็จะสับสวิตซ์ให้ช่องสัญญาณเสียงที่เชื่อมต่ออยู่ขาดออกไป เพื่อเป็นการป้องกันสัญญาณเรียกซึ่งมีขนาด 100 V AC. เข้าไปทำลายส่วนของช่องสัญญาณเสียง

3.4 ส่วนวงจรประจำเครื่องคู่สายภายนอก

สำหรับส่วนนี้ จะเป็นส่วนติดต่อกับโทรศัพท์สายนอก (TOT line) มีส่วนประกอบดังบล็อกไดอะแกรมและ circuit diagram ดังรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11 ตามลำดับ



รูปที่ 3.10 Block Diagram การเชื่อมต่อโทรศัพท์สายนอก



รูปที่ 3.11 ส่วนประกอบของวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์สายนอก

วงจรประจำโทรศัพท์สายนอก จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing detector) วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง และวงจรควบคุมการสวิตช์และรีเลย์

1 ส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณเสียง

หน้าที่และการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีสัญญาณเรียก (Ringing) มาจากขุมสายท้องถิ่น IC 34012 จะทำหน้าที่ตรวจจับและแปลงจังหวะการดับ-ดับของสัญญาณเรียกให้เป็นพัลส์ตามจังหวะของสัญญาณที่เข้ามา แล้วส่งต่อไปให้ 74123 ทำการเปลี่ยนให้เป็นระดับลอจิกที่คงที่ โดยเอาพุทที่ออกมาจาก 74123 จะเป็น INTO และ CO-STN

74123 ซึ่งเป็น dual retriggerable multivibrator with clear ที่ stage แรกจะตั้งค่าไว้ประมาณ 5 วินาที ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$T_w = 0.29R_f C_{ext}(1+0.7/R_f)$$

โดยค่า $R_f = 82 \text{ k}\Omega$ และ $C_{ext} = 220 \mu\text{F}$

จะได้ค่า $T_w = 5.33$ วินาที นั่นคือ โลจิกที่ CO-STN จะมีค่าเป็น "1" ตลอดระยะเวลาที่มีสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้ามา และที่ stage 2 จะตั้งค่าไว้ประมาณ 1 ms ซึ่งจะใช้เป็นตัวอินเทอร์รัพ CPU (INTO) บอกให้ CPU รู้ว่าตอนนี้มีโทรศัพท์สายนอกโทรเข้ามา ให้ CPU กระโดดไปทำงานในโปรแกรมย่อยการให้บริการอินเทอร์รัพ 0 เอาพุทที่ได้จากแอนแกท จะมีลักษณะเป็นพัลส์เดียวลงจาก 1 เป็น 0 ประมาณ 0.5 ms วงจรแสดงดังรูปที่ 3.12

เมื่อ CPU ได้รับการอินเทอร์รัพจากโทรศัพท์สายนอกแล้ว จะตรวจดูว่าเป็นสายนอกที่เท่าใด โดยจะตรวจสอบได้จากสัญญาณ CO-STN เช่น ถ้า CO-STN1 เป็น "1" แสดงว่าเป็นโทรศัพท์สายนอกที่ 1 โทรเข้ามา

หลังจากนั้น CPU จะทำการส่งสัญญาณควบคุมสัญญาณเรียก (กระดิ่ง) ไปให้เครื่องโทรศัพท์ภายในที่ว่าง

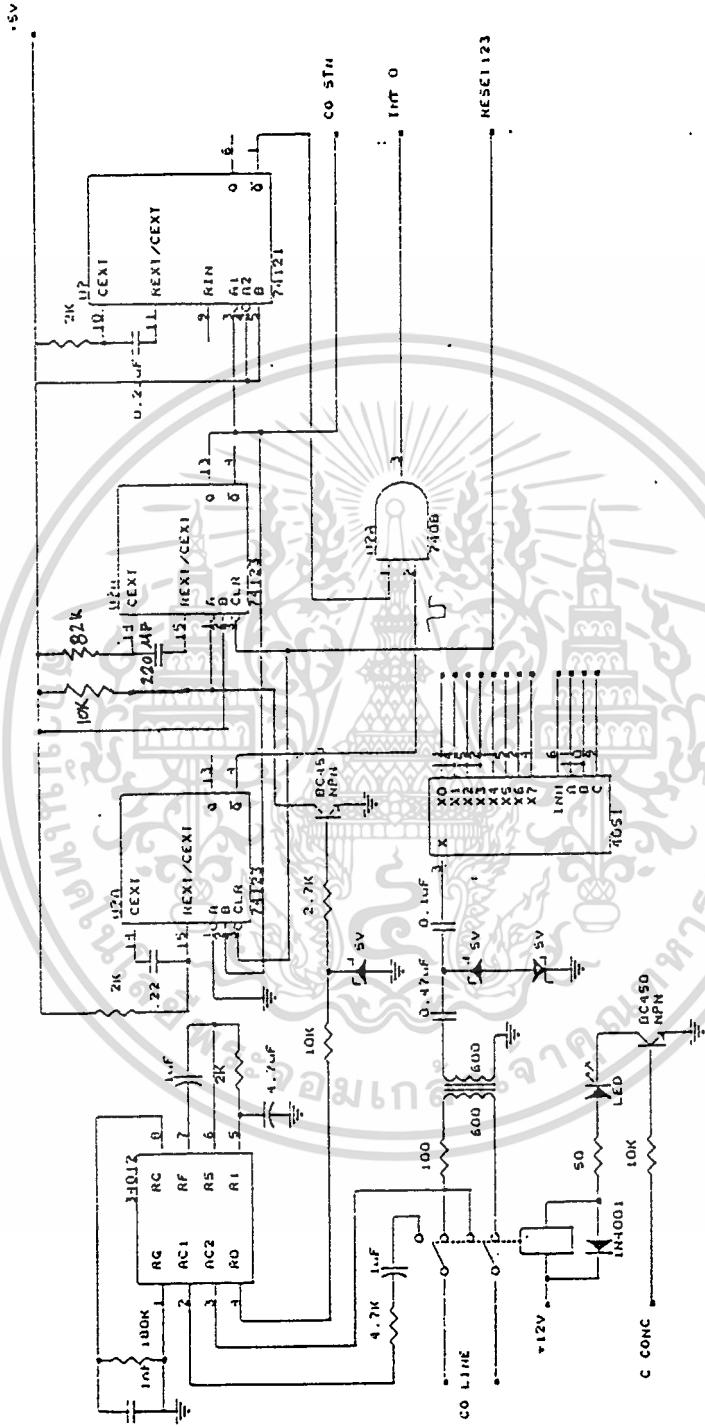
2. ส่วนวงจรเชื่อมต่อของสัญญาณเสียง

หน้าที่และการทำงาน ดูในหัวข้อ 3.3 (3)

3. ส่วนวงจรควบคุมการสวิตช์และรีเลย์

หน้าที่และการทำงาน

เมื่อ CPU หาเครื่องโทรศัพท์ที่ว่างได้และมีการส่งสัญญาณเรียกไปให้แล้ว เมื่อคู่สายภายในนั้นยกหูโทรศัพท์ขึ้นรับ CPU ก็ทำการส่งสัญญาณควบคุม C-CON เพื่อให้รีเลย์สวิตช์ให้โทรศัพท์สายนอกต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ภายในที่ยกหูรับนั้น โดยผ่านทรานส์ฟอเมอร์คัปปลิงที่มีค่า อิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม ซึ่งต่อไว้ให้เป็นโหลดเพื่อให้ขุมสายท้องถิ่นมองเสมือนว่า เครื่องโทรศัพท์ภายในยกหูรับแล้ว และจะทำการหยุดส่งสัญญาณเรียกนั้น ในที่สุดโทรศัพท์สายนอกก็จะสามารถต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ภายในได้สำเร็จ

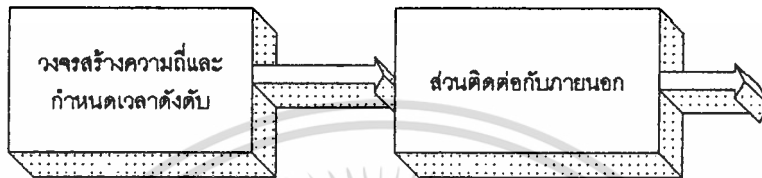


รูปที่ 3.12 วงจรประจำเครื่องคู่สายภายนอก

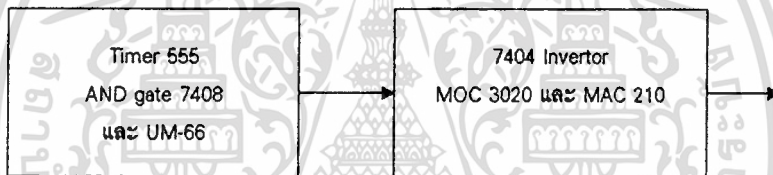
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ส่วนสร้างสัญญาณของโทรศัพท์

วงจรผลิตสัญญาณเราใช้วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบเรเตอร์ (ASTABLE MULTIVIBRATOR) ร่วมกับแอนเกจ เป็นตัวผลิตสัญญาณทั้งหมดลักษณะของสัญญาณต่างๆ ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมในการออกแบบการสร้างสัญญาณเสียงโทรศัพท์ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.14 และ 3.15



รูปที่ 3.13 Block Diagram ของวงจรสร้างสัญญาณเสียงโทรศัพท์



รูปที่ 3.14 ส่วนประกอบของวงจรสร้างสัญญาณเสียงโทรศัพท์

สัญญาณต่างๆ ที่สร้างขึ้นมีดังนี้ คือ

3.5.1 สัญญาณให้หมุน (DIAL TONE)

คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้โทรศัพท์ทราบว่า เครื่องชุมสายพร้อมแล้วที่จะให้ผู้โทรศัพท์ กดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อด้วย ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดังต่อไปนี้

แสดงการคำนวณส่วนจะสร้างโดย IC TIMER สร้างเป็นออสซิลเลเตอร์กำหนดสัญญาณที่มีความ 400Hz โดยความถี่ของสัญญาณคำนวณจาก

$$\begin{aligned}
 f &= 1.44 / (R1 + 2 * R2) * C \\
 &= 1.44 / (0.82 + (2 * 180)) * 1K * 0.01F \\
 &= 400 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE)

คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วยให้ทราบว่าไม่สามารถจะติดต่อได้ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดังและดับทุก ๆ 1 วินาที

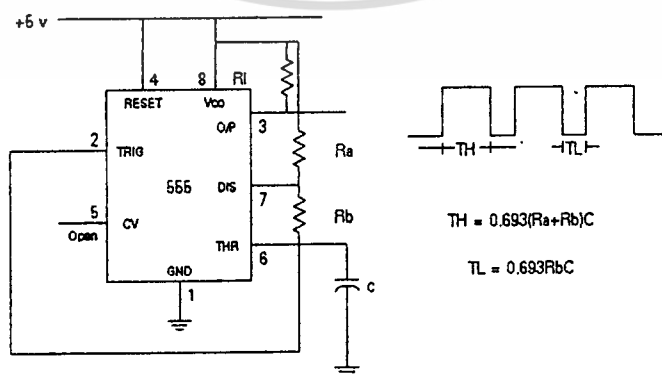
3.5.3 สัญญาณเรียกกลับ (RING BACK TONE)

คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อแล้วให้ทราบว่าสามารถติดต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อได้ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400Hz ดังประมาณ 1 วินาทีและดังประมาณ 3 วินาที

3.5.4 สัญญาณเรียก (RINGING) หรือสัญญาณกระดิ่ง

คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายใน ทำให้กระดิ่งโทรศัพท์ดังเพื่อแจ้งให้ทราบว่า มีผู้ต้องการติดต่อด้วยลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ที่มีขนาดแอมพลิจูด 100 โวลต์ ความถี่ 50 Hz ดังและดับเป็นช่วง ๆ เหมือนและพร้อมกันสัญญาณเรียกกลับ เนื่องจากสัญญาณกระดิ่งเป็นสัญญาณที่มีความแรงมาก เราจึงสร้างด้วยการส่งจังหวะการปิด-เปิดเกทของ timer 555 เข้ามายัง IC MOC 3020 ซึ่งเป็น Optically isolated triac drivers ที่ทำงานร่วมกับ IC MAC 210 ซึ่งเป็น Bidirectional triode thyristors โดยเอาพุทที่ออกมาจาก MAC 210 จะเป็นคลื่นไซน์ขนาดประมาณ 100 V และมีความถี่ประมาณ 50 Hz โดยมีจังหวะดัง 1 ดับ 4 วินาทีส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์

การคำนวณเวลาดัง-ดับมีวิธีการดังนี้



กรณีดัง 1 ดับ 1 วินาทีกำหนด $C = 22 \mu F$

$$TL : 1 = 0.693 * 22 \mu F * Rb$$

 $Rb = 65.6 k\Omega$
กรณีดัง 1 ดับ 4 วินาทีกำหนด $C = 22 \mu F$

$$TL : 1 = 0.693 * 22 \mu F * Rb$$

 $Rb = 65.6 k\Omega$

$$TH : 4 = 0.693 * (Ra + 65.6 k\Omega) * 22 \mu F$$

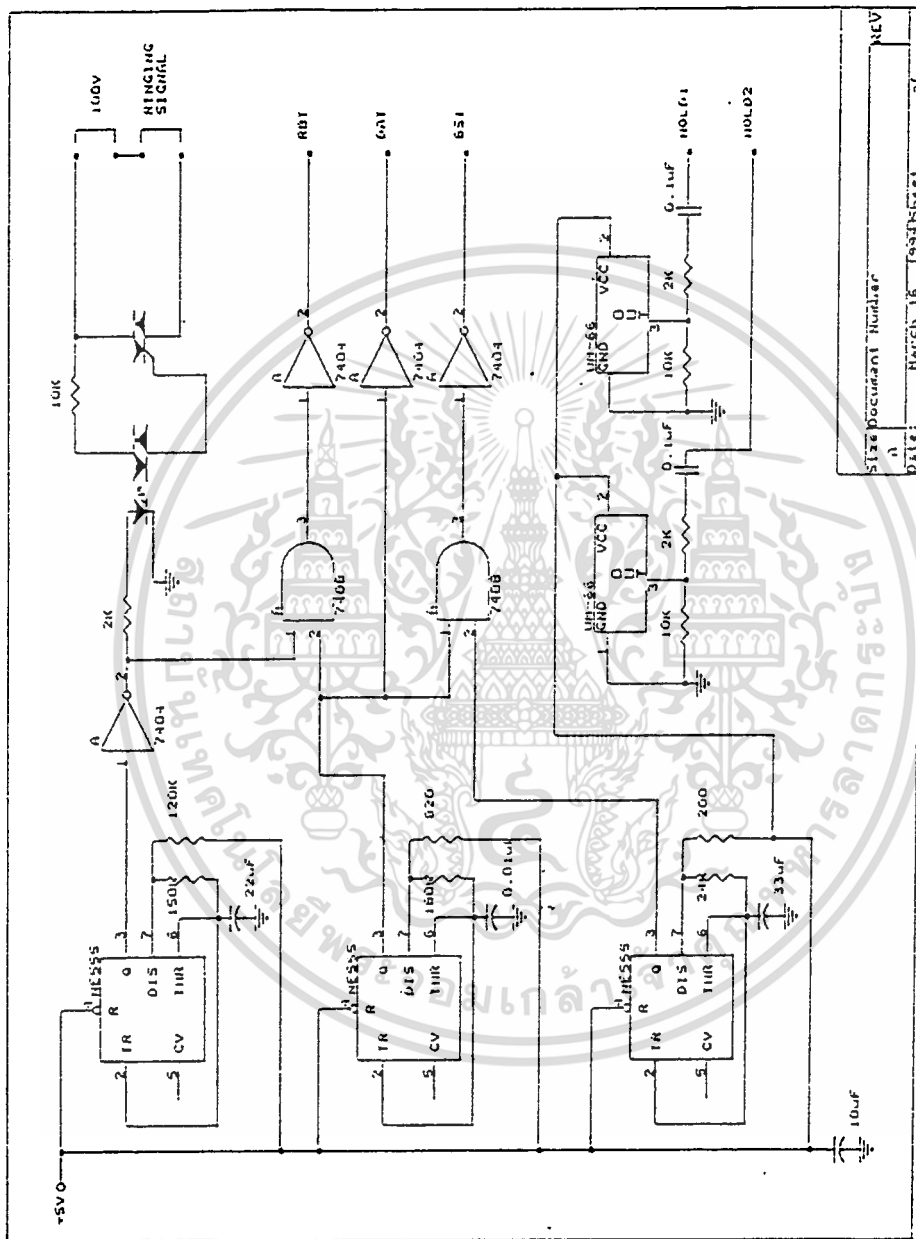
 $Ra = 196.76 k\Omega$
3.5.5 สัญญาณเสียงดนตรี

เป็นสัญญาณที่ใช้ในกรณีที่มีการขอใช้บริการฟังก์ชันพิเศษต่างๆ เช่น การพักสายด้วยเสียงดนตรี การพักสายเพื่อไปสนทนากับคู่สายอื่น การโอนสาย ฯลฯ ซึ่งจะต้องมีการขอใช้บริการ การพักสายด้วยเสียงดนตรีก่อนเสมอ ในส่วนนี้ได้ใช้ IC UM-66 ซึ่งเป็นไอซีสำเร็จรูปเป็นตัวผลิต สัญญาณเสียงดนตรีออกมา รูปที่ 3.15 แสดงวงจรของส่วนสร้างสัญญาณเสียงดนตรี

3.6 ส่วนตรวจจับสัญญาณไม่ว่างหน้าที่และการทำงาน

ใช้ในการตรวจสอบว่าคู่สายโทรศัพท์ภายนอกว่างหรือไม่ ในกรณีที่โทรเข้ามาแล้วมีการขอใช้ฟังก์ชันพิเศษของคู่สายใน ซึ่งจะมีการนำเอา Logic BSTC ไปใช้ในการประมวลผลด้วย สำหรับวงจรตรวจจับสัญญาณไม่ว่างนี้ จะใช้ IC เบอร์ LM 567 จำนวน 2 ตัว ซึ่งเป็น tone decoder โดยเอาที่พุทปกติของตัวที่ 1 มีสถานะเป็น "1" และถ้ามีสัญญาณไม่ว่างเข้ามาคือ สัญญาณความถี่ 400 Hz ดัง 1 ดับ 1 วินาทีจะทำให้เอาพุทของ 567 ตัวที่ 1 มีสถานะ 1 และ 0 สลับกันเมื่อคิดเป็นคาบความถี่จะได้ 0.5 Hz อยู่ตลอดเวลาขณะที่มีสัญญาณไม่ว่างเข้ามา นำเอาพุทที่ได้ไปต่อเข้ากับ อินพุทของ 567 ตัวที่ 2 ที่คำนวณให้ตรวจจับสัญญาณที่ 0.5 Hz ซึ่งเอาพุทสุดท้ายจะเป็น 0

วงจรนี้สามารถป้องกันความถี่ 400 Hz จากสัญญาณอย่างอื่น เช่น สัญญาณเรียกกลับ สัญญาณไดอัลโทน หรือแม้แต่เสียงคนพูดได้ เนื่องจากคาบเวลาของสัญญาณไม่ว่างจะแตกต่างกันกับสัญญาณอย่างอื่น

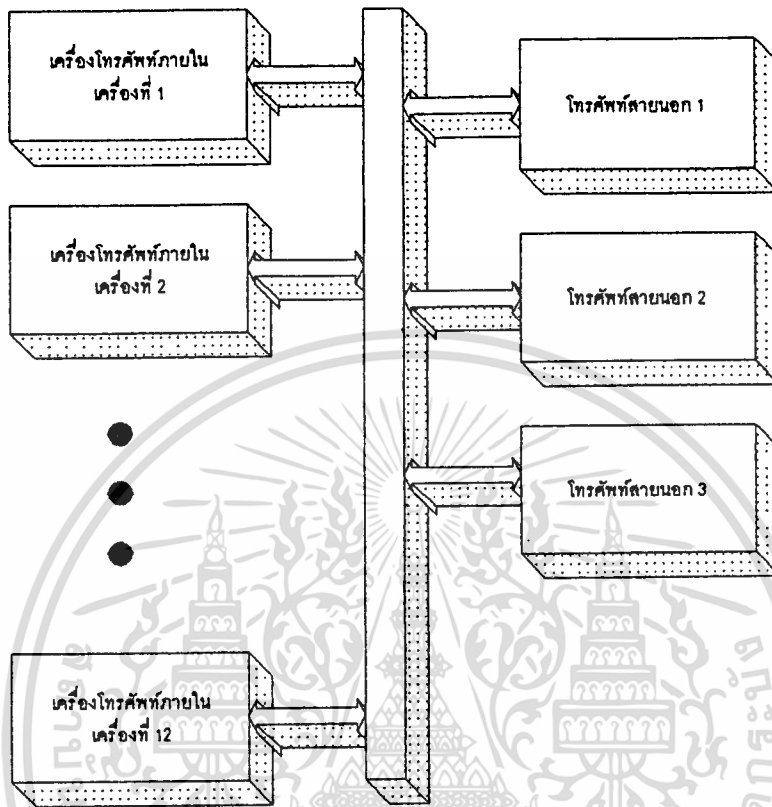


Size Document Number:
 File: March_16, 1997 Page 01

รูปที่ 3.15 วงจรสร้างสัญญาณเสียงโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

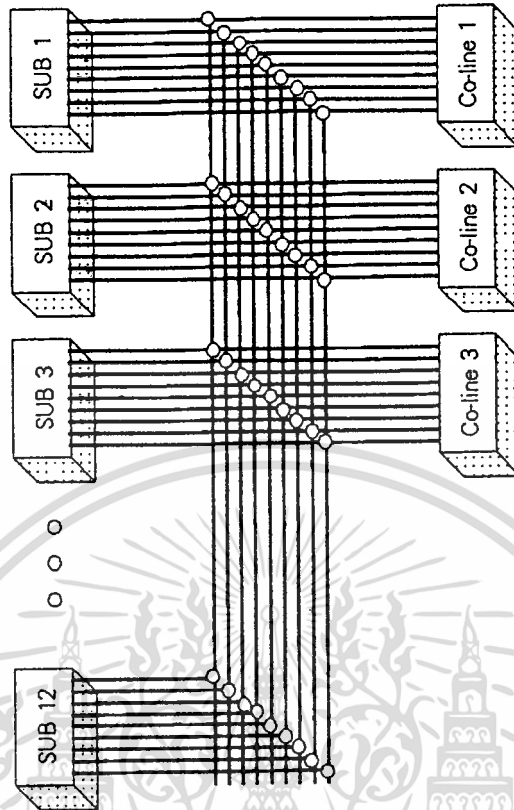
3.7 ส่วนเชื่อมต่อของสัญญาณเสียง



รูปที่ 3.16 Block Diagram การเชื่อมต่อของสัญญาณระหว่างเครื่องโทรศัพท์

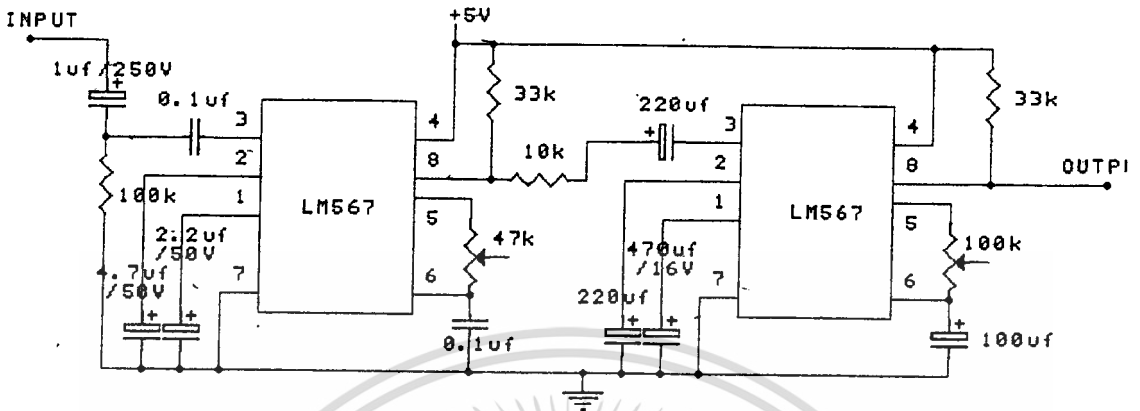
ส่วนนี้เป็นทางผ่านของสัญญาณเสียงโดยใช้ IC-CD4051 ซึ่งเป็น analog multiplex/demultiplex มาเป็น speech path โดยเลือกช่องสัญญาณเสียงได้ 8 ช่องสัญญาณด้วยการใช้เลขไบนารี 3 บิตเป็นตัวควบคุม และนอกจากนี้ยังมีบิต INH อีกบิตหนึ่งเป็นตัวควบคุมให้ช่องสัญญาณที่เลือกนั้นทำงาน(active) การใช้งาน IC 4051 อธิบายในบทที่ 2 (2.0) แล้วอย่างละเอียด

ลักษณะของการเชื่อมต่อ speech path ในแต่ละคู่สายภายในทุกคู่สายและกับสายนอกจะมีลักษณะเป็น Matrix switch คือ speech path เส้นที่ 1 จะต่อเข้ากันหมดสำหรับโทรศัพท์ทุกเครื่องรวมทั้งสายนอกด้วย speech path เส้นที่ 2 จะต่อเข้ากับเส้นที่ 2 ของโทรศัพท์ภายในทุกๆ เครื่องรวมทั้งสายนอกด้วยครบ 8 เส้นจึงมีลักษณะเป็นเมตริกซ์อย่างที่เห็นในรูปที่ 3.17 โดยรูปที่ 3.16 แสดง Block diagram การต่อของสัญญาณระหว่างเครื่องโทรศัพท์

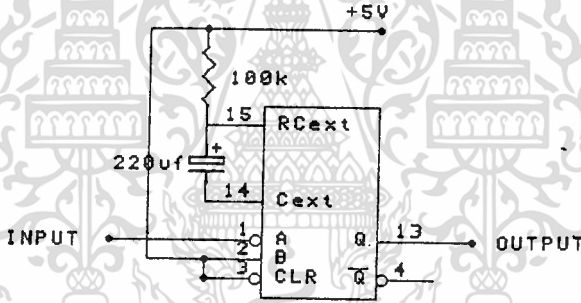


รูปที่ 3.17 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของสัญญาณเสียง

สำหรับในกรณีที่ไฟฟ้าดับ ส่วนเชื่อมต่อของสัญญาณเสียงนี้จะไม่ถูกใช้ เนื่องจากเมื่อไฟฟ้าดับเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในที่กำหนดไว้ 2 เครื่องจะถูกรีเลย์ตัดให้ต่อกับสายภายนอกทันที ทั้ง 2 สายนอก เมื่อมีการโทรเข้ามาหรือโทรออกในกรณีไฟฟ้าดับนี้ จะไม่เกี่ยวข้องกับระบบ PABX เลยเหมือนกับการต่อโทรศัพท์กันธรรมดา และเมื่อไฟฟ้าติดแล้วรีเลย์ก็จะตัดให้เครื่องโทรศัพท์ที่กำหนดไว้ นั้นให้อยู่ในสภาวะปกติของระบบ PABX ตามเดิม



รูปที่ 3.18 วงจรตรวจจับสัญญาณไม่ว่า



รูปที่ 3.19 วงจรหน่วงเวลาในการกดปุ่มหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

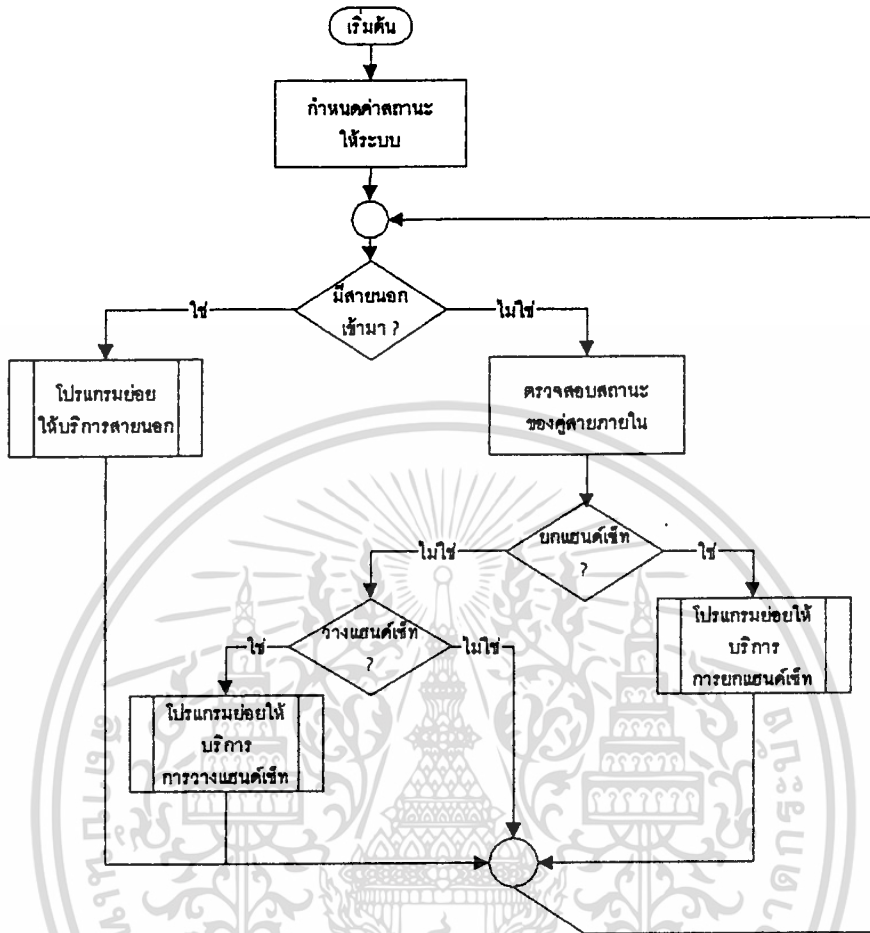
บทที่ 4

โครงสร้างทางซอฟต์แวร์

สำหรับโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อควบคุมการทำงานของระบบ PABX ที่พัฒนาขึ้นนี้ ใช้ภาษาแอสเซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 โดยโปรแกรมนี้ได้แยกเป็นโปรแกรมส่วนย่อยๆ เรียกว่า “Sub routine” เพื่อให้บริการผู้ใช้โทรศัพท์ซึ่งมีทั้งหมดอยู่ 12 เครื่อง ในการประมวลผลของซีซีพียู จะทำตามลำดับขั้นตอนเริ่มจาก โทรศัพท์เครื่องที่ 1 ไปจนครบ 12 เครื่อง แล้วกลับมายังเครื่องที่ 1 วนให้บริการไปเรื่อยๆ ในกรณีที่มีสายนอกโทรเข้ามายังชุมสาย PABX จะเกิดการอินเทอร์รัพท์ซีซีพียูให้ทำงาน ซึ่งในตอนนี้ก็จะมีโปรแกรมย่อยให้บริการแก่คู่สายนอกที่โทรเข้ามานั้น โดยจะได้อธิบายดังต่อไปนี้

4.1 อธิบายโฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการหลัก

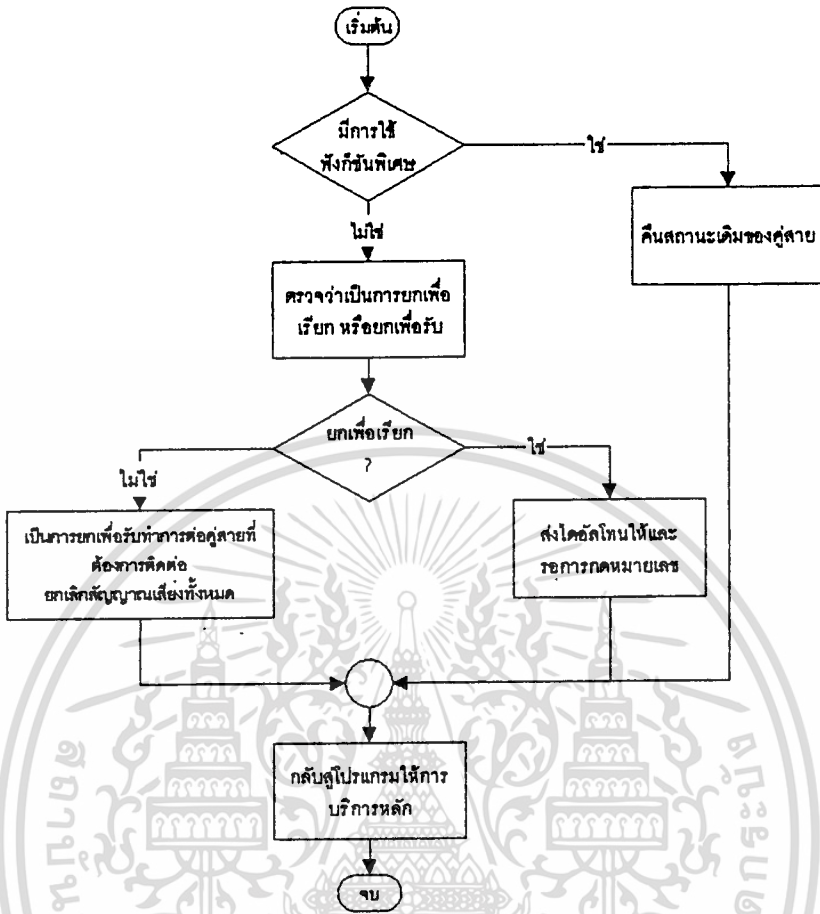
เมื่อเริ่มต้นระบบจะทำการกำหนดค่าสถานะเริ่มต้นของอุปกรณ์ทุกชนิดในระบบ PABX ก่อนจากนั้นจึงเริ่มตรวจสอบดูว่ามีสายนอกโทรเข้ามาหรือไม่ เนื่องจากการโทรเข้ามาจากสายนอก เรากำหนดให้มีลำดับความสำคัญสูงกว่า (เป็น INT0) ถ้ามีก็ไปให้บริการกับสายนอกนั้น แต่ถ้าไม่มีการโทรเข้ามาจากสายนอก ก็ตรวจสอบสถานะคู่สายโทรศัพท์ภายในทั้ง 12 เครื่องต่อไปว่า คู่สายภายในคู่สายใดยกหู ถ้ามีก็ไปให้บริการการยกหูแก่คู่สายภายในนั้นๆ แต่ถ้าไม่มีการยกหูก็แสดงว่าเป็นการวางหู ซึ่งอาจจะเป็นการวางหูเพราะยังไม่มีการใช้โทรศัพท์ หรือวางหูเนื่องจากได้สนทนากับคู่สายอื่นเสร็จแล้วหรืออาจจะเป็นการวางหูในกรณีขอใช้บริการฟังก์ชันพิเศษก็ได้ ซึ่งเป็นส่วนของโปรแกรมย่อยการวางหูที่จะต้องให้บริการ ดังรูปที่ 4.1 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการหลัก



รูปที่ 4.1 โฟลชาร์ทโปรแกรมการให้บริการหลัก.

4.2 อธิบายโฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการการยกแบนด์เซ็ท

เริ่มจากตรวจสอบสถานะการยกโทรศัพท์ว่า เป็นการยกเพื่อจะเรียกไปยังคู่สายอื่น หรือเป็นการยกเพื่อรับเนื่องจากมีคู่สายอื่นโทรมา ถ้าหากเป็นการยกเพื่อเรียก CPU ก็จะสั่งให้ส่งสัญญาณเรียกหรือไดอัลโทนไปให้ แล้วรอการกดหมายเลขจากคู่สายภายในที่ยกโทรศัพท์นั้น ในระหว่างที่รอ CPU ก็จะกลับเข้าไปทำงานตามปกติ แต่ถ้าไม่ใช่การยกเพื่อเรียก CPU ก็จะยกเลิกสัญญาณเสียงต่างๆ ที่ส่งไปคือ สัญญาณเรียกกลับสำหรับผู้เรียกและสัญญาณเสียงกระดิ่งสำหรับผู้รับ และขณะเดียวกันก็เชื่อมต่อของสัญญาณเสียงให้แก่คู่สนทนาทั้งสอง ดังรูปที่ 4.2

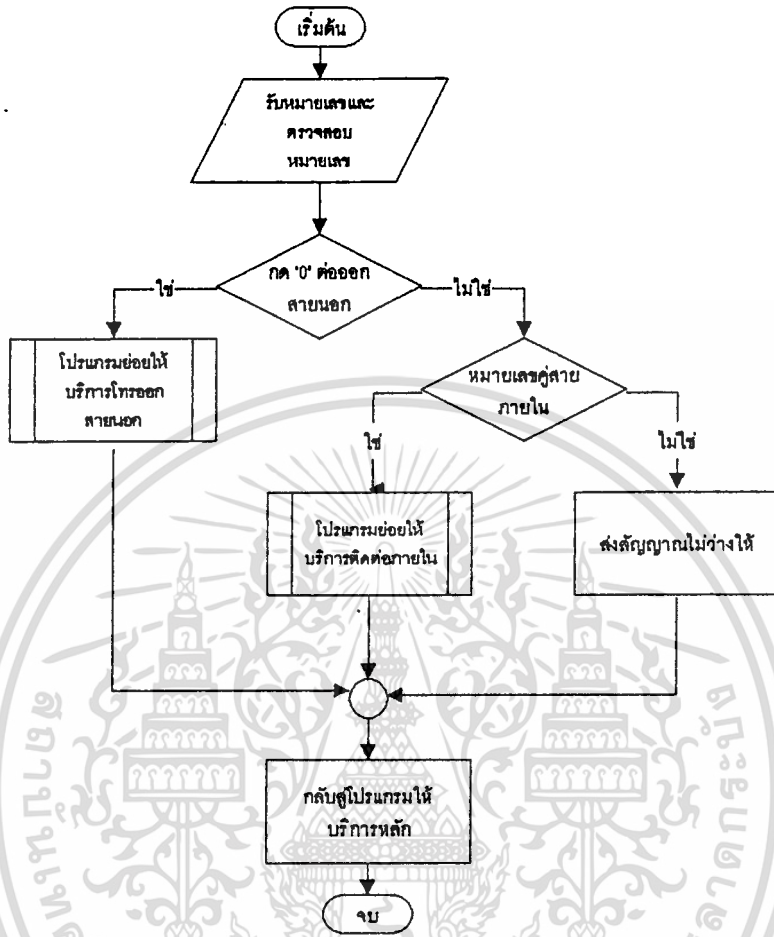


รูปที่ 4.2 โฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการการยกแอนด์เซ็ค

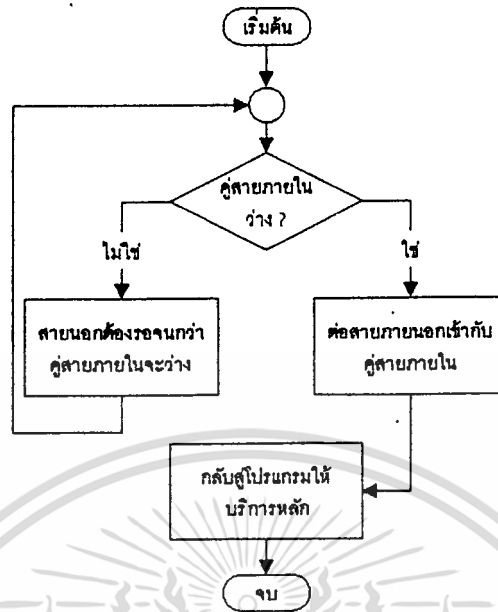
4.3 อธิบายโฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการการกดหมายเลขหรืออินเทอร์รัพ 1

หลังจากที่มีการยกหูเพื่อเรียกและมีการกดหมายเลขประจำเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในหรือเป็นการกดปุ่มอื่นๆ แล้ว CPU จะทำการรับหมายเลขมาตรวจสอบและประมวลผล โดยตรวจสอบก่อนว่าเลขที่กดเข้ามานั้นเป็น “ 0 ” หรือไม่ ถ้าใช่ก็ไปให้บริการการต่อออกสายนอก เนื่องจากในระบบ PABX นี้ได้กำหนดว่าถ้ากด “ 0 ” จะเป็นการให้บริการการต่อออกสายภายนอกส่วนหมายเลขประจำเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในทั้ง 12 เครื่องนั้นมีหมายเลขดังนี้คือ 21,22,...,32 ถ้าหากเลขที่กดเข้ามาไม่ใช่เลขประจำเครื่องโทรศัพท์ภายในCPUก็จะส่งสัญญาณไม่วางไปให้แต่ถ้าเป็นหมายเลขของโทรศัพท์ภายในก็จะไปให้บริการการติดต่อภายในกับคู่สายนั้นๆ แสดงดังรูปที่

4.3



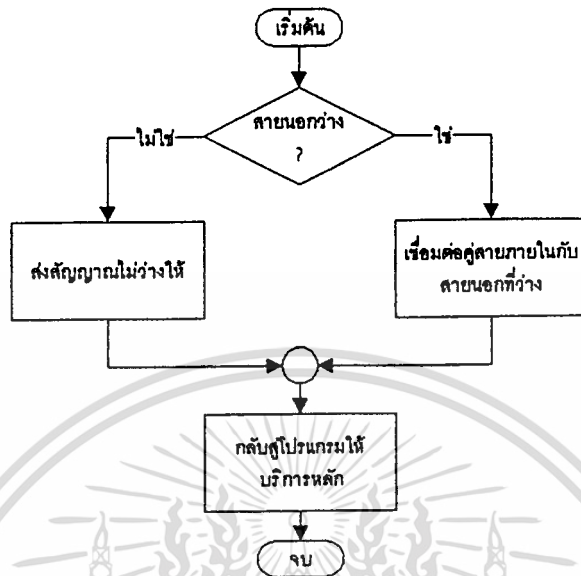
รูปที่ 4.3 โฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการการกดหมายเลข
หรืออินเทอร์เน็ต 1



รูปที่ 4.4 โฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการต่อสายนอกเข้าหรืออินเทอร์รัพท์ 0

4.4 อธิบายโฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการสายนอก (สายนอกโทรเข้ามา) หรืออินเทอร์รัพท์ 0

เมื่อมีการโทรเข้ามาจากสายนอกซึ่งมี 3 คู่สายจะมาเข้าเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายใน 3 เครื่องที่กำหนดไว้ให้มีรับสายนอกด้วย คือ เครื่องโทรศัพท์ภายในหมายเลข 21,22 และ 23 ถ้าเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในที่กำหนดให้ว่าง ก็จะมีสัญญาณกระดิ่งดังและเมื่อยกรับแล้ว CPU ก็ต่อช่องสัญญาณให้กับคู่สายภายนอกกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน ซึ่งคู่สายภายในนี้สามารถขอใช้บริการฟังก์ชันพิเศษได้ทุกอย่าง ตัวอย่างเช่น การโอนสาย ถ้าหากว่าสายนอกที่โทรเข้ามานั้นต้องการจะสนทนากับคู่สายภายในคนอื่นๆ รายละเอียดการโอนสายได้เขียนในภาคผนวก ค แล้ว

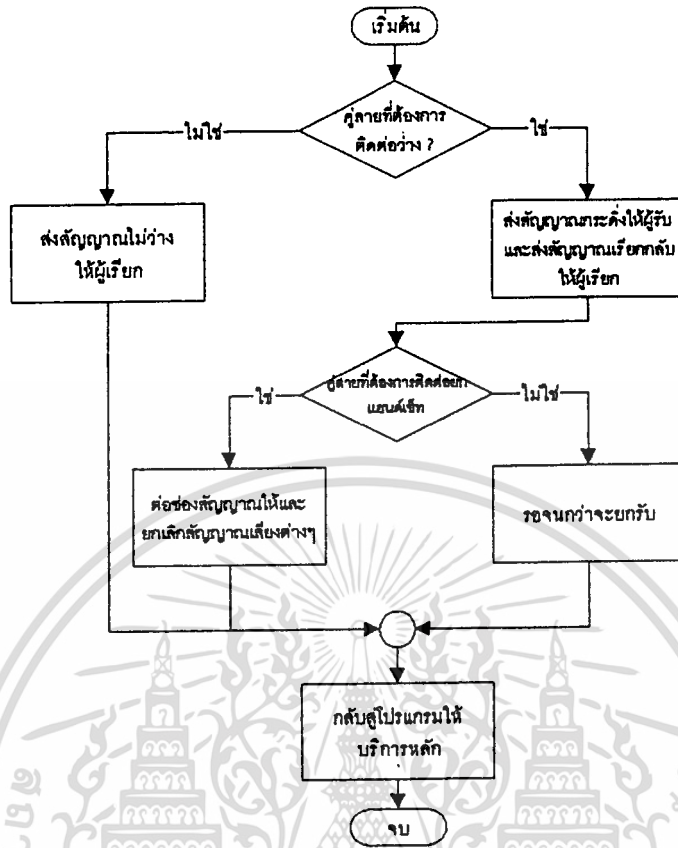


รูปที่ 4.5 โฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการการกด "0"

4.5 อธิบายโฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการการต่อออกสายนอก (กด "0")

เมื่อมีการกด "0" เพื่อขอใช้บริการการโทรออกสายนอก ถ้าหากสายนอกทั้ง 3 สายนั้น มีคู่สายว่าง CPU ก็จะตรวจหาสายนอกที่ว่าง แล้วเชื่อมต่อคู่สายภายนอกกับโทรศัพท์คู่สายภายใน หลังจากนั้นก็จะเป็นอันหมดหน้าที่ของระบบ PABX นี้ เราสามารถที่จะพัฒนา PABX ให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นได้สำหรับกรณีการกด "0" เพื่อต่อออกสายภายนอก ตัวอย่างเช่น ให้มีการคิดเวลาการโทรออกคิดค่าบริการในกรณีการต่อออกสายนอก แล้วสั่งให้เครื่องพิมพ์พิมพ์ข้อมูลการใช้งานออกมา ซึ่งก็เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อให้ระบบ PABX สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

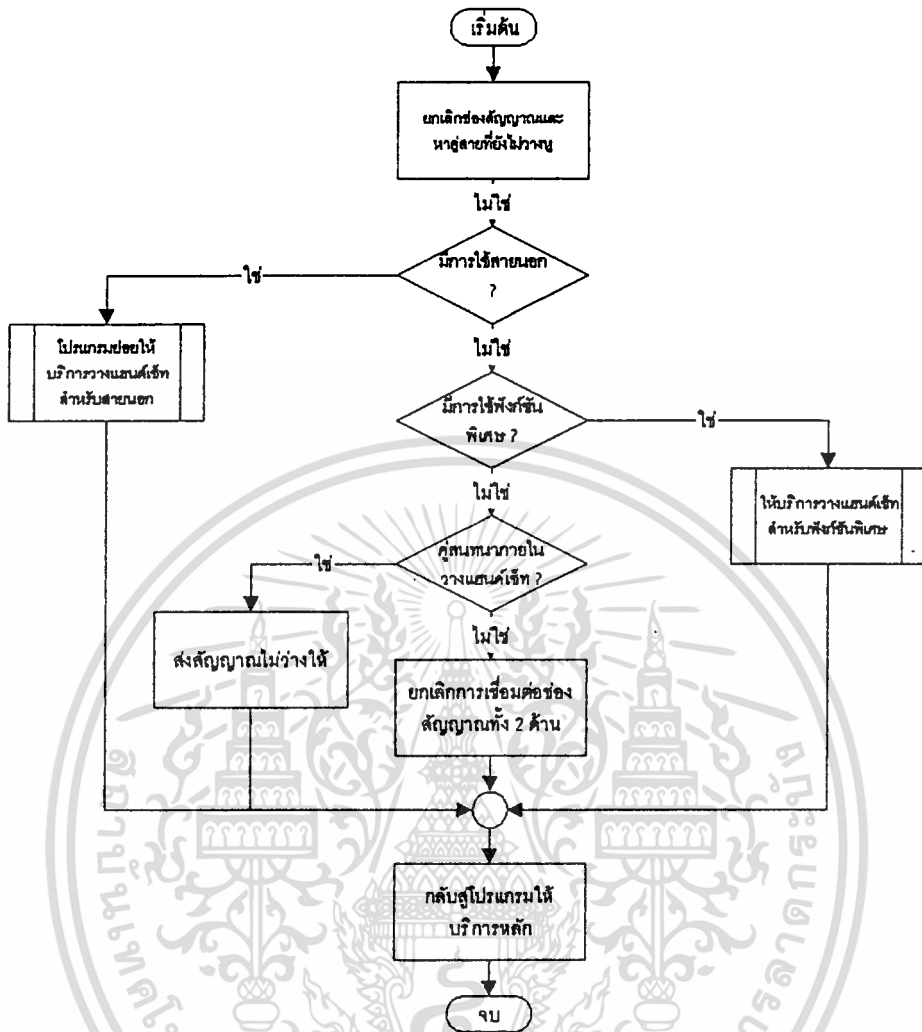
กรณีที่กด "0" แล้ว CPU ตรวจหาคู่สายที่ว่างแล้วไม่มีคู่สายว่างเลย CPU ก็จะสั่งให้ส่งสัญญาณไม่ว่างไปให้แก่คู่สายภายในที่กด 0 นั้น



รูปที่ 4.6 โฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการติดต่อภายใน

4.6.อธิบายโฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการการติดต่อภายใน

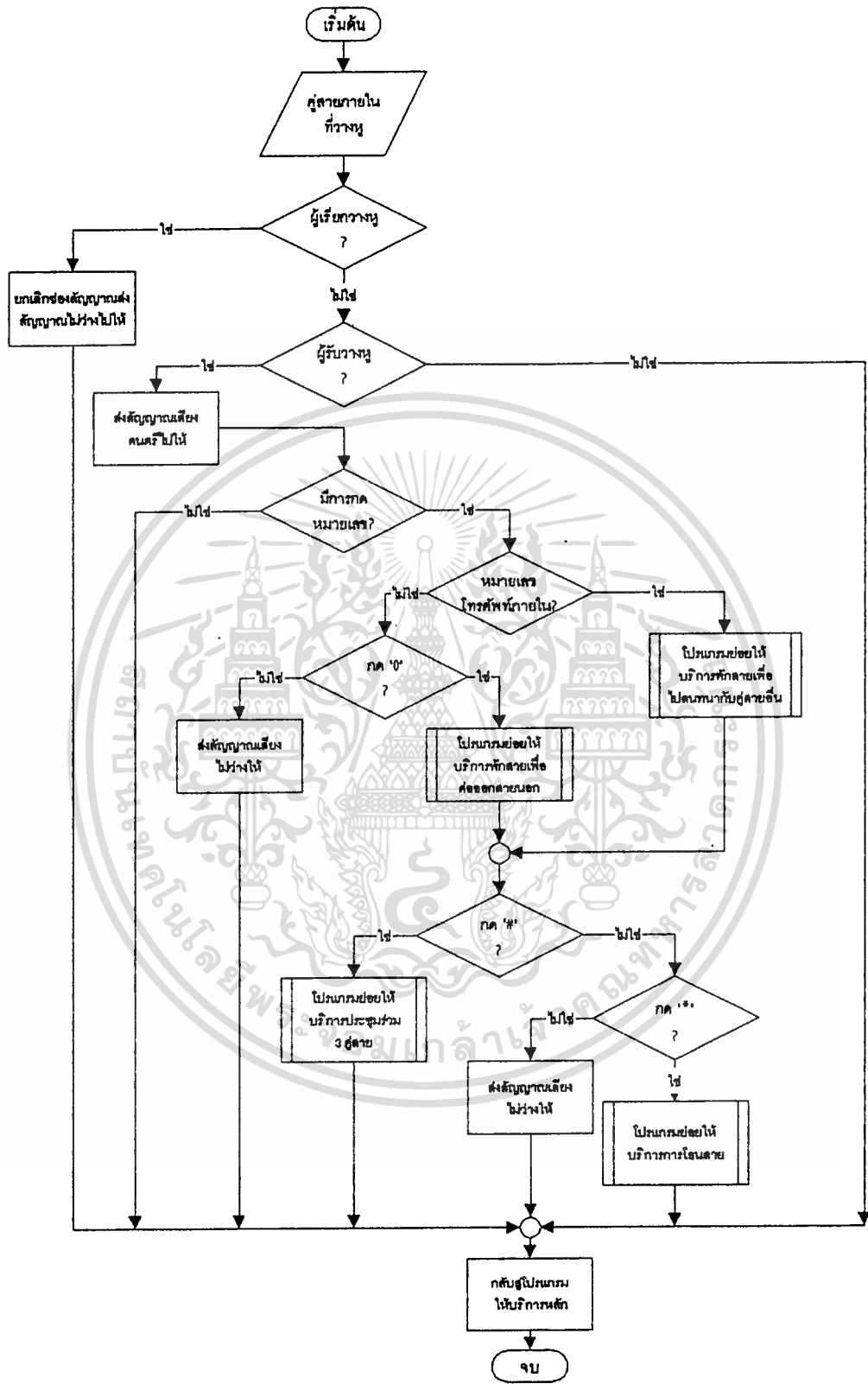
คู่สายภายในที่ต้องการติดต่อระหว่างคู่สายภายในด้วยกัน เมื่อ CPU ตรวจหมายเลขประจำเครื่องคู่สายโทรศัพท์ภายในที่ต้องการติดต่อนั้นๆ ว่าถูกต้องแล้ว CPU ก็จะตรวจสอบดูว่าหมายเลขคู่สายที่ต้องการติดต่อนั้นว่างหรือไม่ ถ้าไม่ว่างก็จะสั่งให้ส่งสัญญาณไม่ว่างไปให้ผู้เรียก แต่ถ้าคู่สายนั้นว่าง CPU ก็จะสั่งให้ส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียกและส่งสัญญาณกระดิ่งไปให้ผู้รับ แล้วรอคู่สายที่ต้องการติดต่อมายกหูโทรศัพท์รับ ถ้าหากมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นรับก็จะหยุดส่งสัญญาณต่างๆ แล้วต่อ SpeedPath ที่ว่างให้ระหว่างคู่สายทั้งสอง



รูปที่ 4.7 โฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการวางสายเน็ต

4.7 อธิบายโฟลชาร์ทโปรแกรมการให้บริการการวางสายเน็ต

เริ่มจากการยกเลิกช่องสัญญาณและหาคู่สนทนาที่ยังไม่วางหูโทรศัพท์ ตรวจสอบดูว่ามีการใช้สายนอกของคู่สายโทรศัพท์ภายในหรือไม่ ถ้ามีก็ให้บริการการวางหูสำหรับสายนอก ถ้าไม่ใช่ต่อมามาตรวจดูว่ามีการใช้บริการฟังก์ชันพิเศษหรือเปล่า ถ้ามีการใช้ฟังก์ชันพิเศษ CPU ก็จะกระโดดไปยังโปรแกรมย่อยให้บริการการวางสายเน็ตสำหรับฟังก์ชันพิเศษ ถ้าไม่ใช่ทั้งสองกรณีก็กล่าวมา CPU จะตรวจสอบต่อไปว่า คู่สนทนาภายในคนอื่นที่ยังไม่ยกหูโทรศัพท์ถ้ายังไม่วางก็ส่งสัญญาณไม่วางไปให้หากวางแล้วทั้งสองด้าน CPU ก็จะยกเลิกการเชื่อมต่อของสัญญาณของทั้งสองด้าน



รูปที่ 4.8 โฟลชาร์ทโปรแกรมให้บริการการวางแฮนด์เซตสำหรับฟังก์ชันพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 อธิบายโพลซาร์ทโปรแกรมให้บริการการวางแฮนด์เซทสำหรับฟังก์ชันพิเศษ

จากคู่มือภายในที่วางชุดตรวจว่า ถ้าผู้เรียกวางหูให้ยกเลิกของสัญญาณที่ติดต่อยู่ ส่งสัญญาณไม่วางไปให้ผู้รับและคืนค่าสถานะเดิมของคู่สาย เพราะในระบบ PABX นี้ได้กำหนดว่า เมื่อจะให้มีการขอใช้ฟังก์ชันพิเศษนั้น ผู้ที่จะขอใช้ได้จะเป็นผู้รับโทรศัพท์ (ผู้ถูกเรียก) เท่านั้น ผู้เรียกจะขอใช้ฟังก์ชันพิเศษไม่ได้

เมื่อตรวจแล้วพบว่า ผู้รับวางหูซึ่งการวางหูสำหรับฟังก์ชันพิเศษนั้น จะเป็นการกด "Hook SW" ค้างไว้เป็นเวลาประมาณ 0.8-1.2 วินาที จากนั้น CPU จะส่งสัญญาณเสียงดนตรีไปให้ทั้งสองฝ่าย ถ้าหากไม่มีการกดหมายเลขต่อ ก็แสดงว่าเป็นการใช้ฟังก์ชันพิเศษการพักสายด้วยเสียงดนตรี หากมีการกดปุ่มหมายเลขด้วย ถ้าเป็นหมายเลขของคู่สายภายในก็จะไปให้บริการการพักสายเพื่อไปสนทนากับคู่สายอื่น แต่ถ้าเป็นการกด "Hook SW" ตามด้วยหมายเลขคู่สายโทรศัพท์ภายในแล้วตามด้วยเครื่องหมาย "*" นั่นคือ ขอใช้บริการประชุมร่วมสามคู่สาย ถ้าไม่ใช่เครื่องหมาย "*" ตรวจดูว่าเป็นเครื่องหมาย "*" หรือไม่ ถ้าใช่ก็แสดงว่ามีการใช้บริการการโอนสาย CPU ก็ จะกระโดดไปโปรแกรมย่อยให้บริการแก่ฟังก์ชันพิเศษต่างๆ ที่ขอ

หมายเหตุ การขอใช้บริการฟังก์ชันพิเศษทุกแบบได้อธิบายแล้วในภาคผนวก ค

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

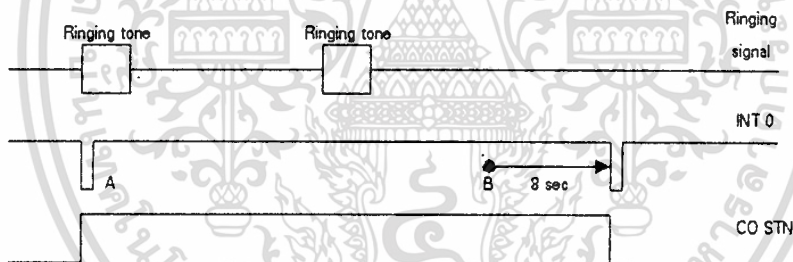
5.1 การทดลองอินเทอร์รัพ 0

สัญญาณอินเทอร์รัพ 0 เป็นสัญญาณที่เกิดขึ้นเมื่อมีคู่สายภายนอกโทรเข้ามายังภายในชุมสาย PABX ลักษณะของสัญญาณจะเป็นพัลส์ที่โลจิก 0 ซึ่งเกิดขึ้นได้ 3 กรณีคือ

1. เมื่อเริ่มมีสัญญาณเรียก (กระดิ่ง) มาจากชุมสายภายนอก
2. เมื่อมีคู่สายภายในแยกแสนด์เซทรับสายนอกที่เรียกเข้ามา ทำให้สัญญาณกระดิ่งหมดไป
3. เมื่อคู่สายภายนอกที่เรียกเข้ามาวางแสนด์เซท ก่อนที่คู่สายภายในจะยกรับ และทำให้สัญญาณกระดิ่งหมดไป

สำหรับข้อที่ 2 และ 3 นั้น สัญญาณอินเทอร์รัพจะเกิดขึ้นหลังจากที่วางแสนด์เซทไปแล้ว หรือหลังจากที่ยกหูโทรศัพท์รับประมาณ 8 วินาที (ขึ้นอยู่กับค่า time constance ที่ตั้งไว้)

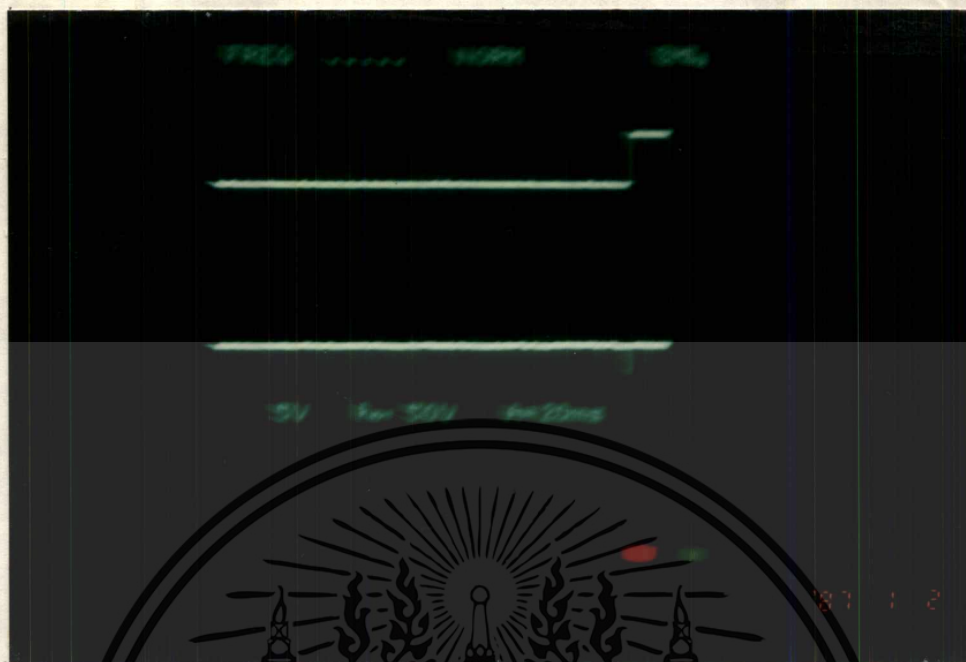
ลักษณะของสัญญาณเป็นดังรูปที่ 5.1



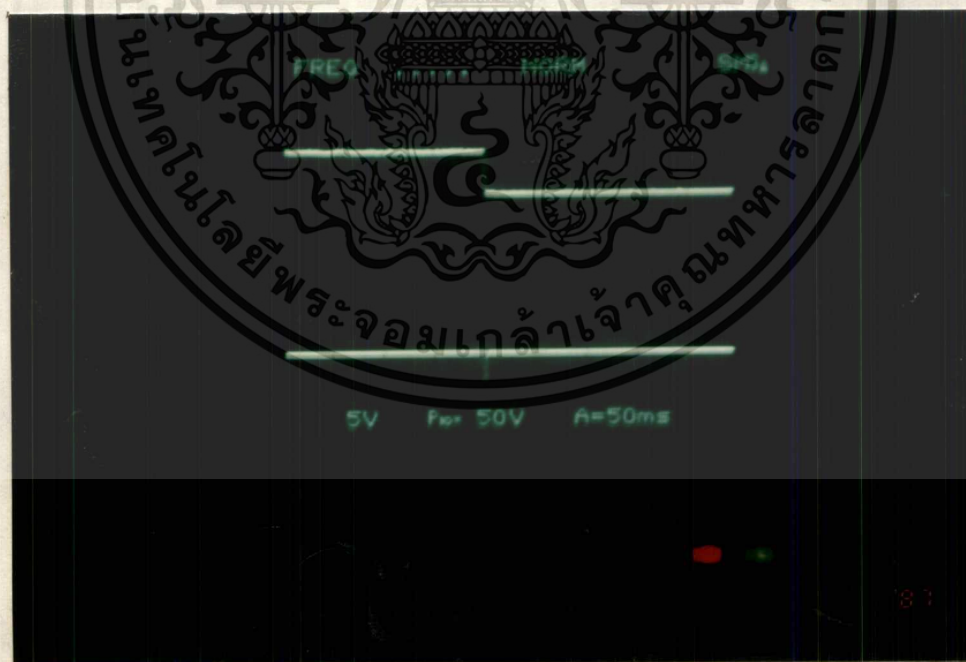
รูปที่ 5.1 แสดงไทม์มิงไดอะแกรมของสัญญาณอินเทอร์รัพ 0

ที่จุด A เป็นจุดเริ่มมีสัญญาณเรียกจากชุมสายภายนอกเข้ามา

ที่จุด B อาจเกิดเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่งใน 2 เหตุการณ์คือ คู่สายภายในแยกแสนด์เซทรับหรือ สายนอกวางหูโทรศัพท์ไป จะทำให้สัญญาณเรียกหายไปด้วย



รูปที่ 5.2 แสดงภาพถ่ายสัญญาณอินเทอร์รัพ 0
กับสัญญาณ CO STN (ช่วงเริ่มมีสัญญาณเรียกเข้ามา)

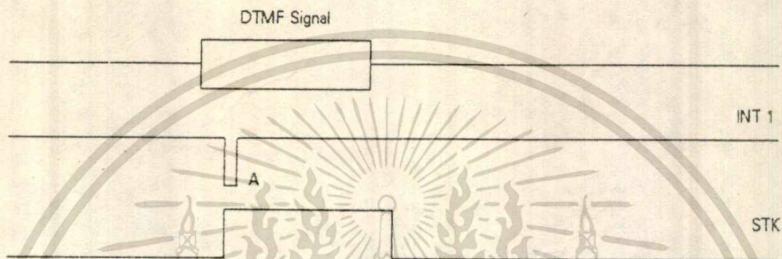


รูปที่ 5.3 แสดงภาพถ่ายสัญญาณอินเทอร์รัพ 0
กับสัญญาณ CO STN (ช่วงหมดสัญญาณเรียก)

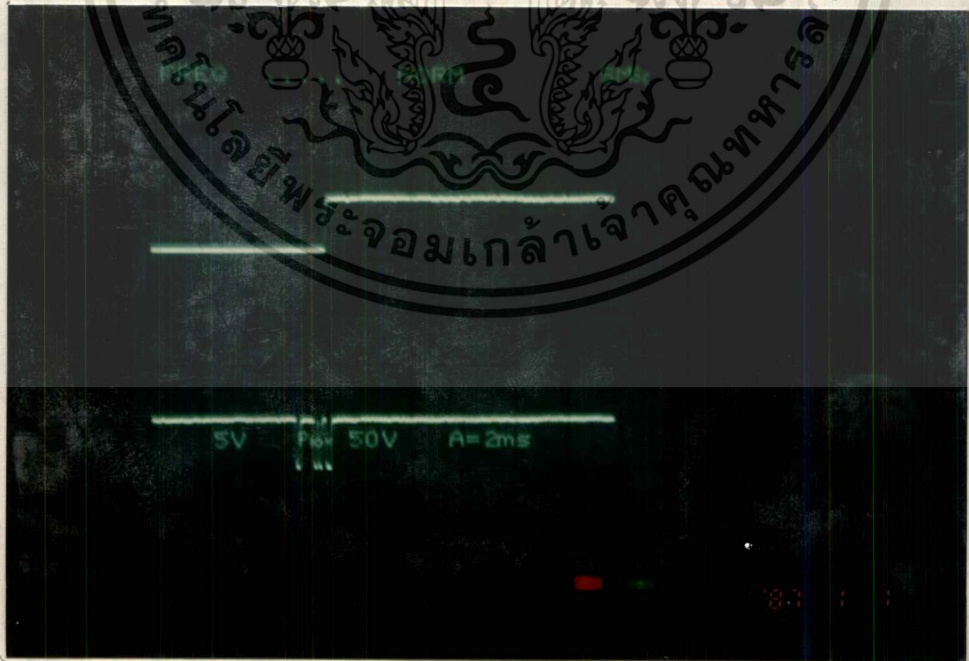
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การทดลองอินเทอร์รัพ 1

สัญญาณอินเทอร์รัพ 1 เป็นสัญญาณที่เกิดขึ้นเมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ บนแป้นโทรศัพท์ การกดปุ่มใดๆ จะทำให้เกิดอินเทอร์รัพ 1 เสมอ ดังแสดงในรูปที่ 5.4

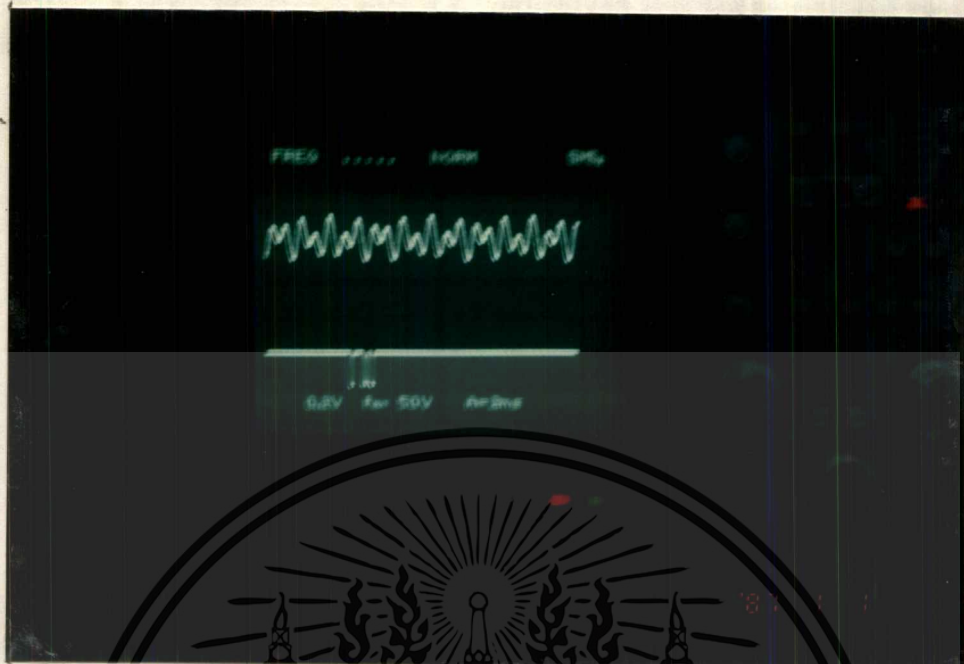


รูปที่ 5.4 แสดงไทม์มิงไดอะแกรมของสัญญาณอินเทอร์รัพ 1



รูปที่ 5.5 แสดงภาพถ่ายสัญญาณอินเทอร์รัพ 1 กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับสัญญาณ STK ที่ได้จากการทดลอง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 แสดงภาพถ่ายของสัญญาณอินเทอร์รัพ 1 กับ
สัญญาณที่ได้จากการกดปุ่มหมายเลข (DTMF)

5.3 การส่งสัญญาณควบคุมการส่งสัญญาณเสียงโทรศัพท์ต่างๆ

สัญญาณควบคุมที่ใช้ในระบบ PABX มีดังต่อไปนี้ คือ

1. สัญญาณควบคุมสัญญาณให้หมุน (Dial tone control) DAC ใช้ในการควบคุมการส่งสัญญาณให้กดปุ่มหมายเลข

2. สัญญาณควบคุมสัญญาณไม่ว่าง (Busy tone control) BSC ใช้ในการควบคุมการส่งสัญญาณไม่ว่าง

3. สัญญาณควบคุมสัญญาณตอบรับ (Ringback tone control) RBC ใช้ในการควบคุมการส่งสัญญาณเรียกกลับ

4. สัญญาณควบคุมสัญญาณเรียก (Ringing tone control) RGC ใช้ในการควบคุมการส่งสัญญาณเสียงกระดิ่ง

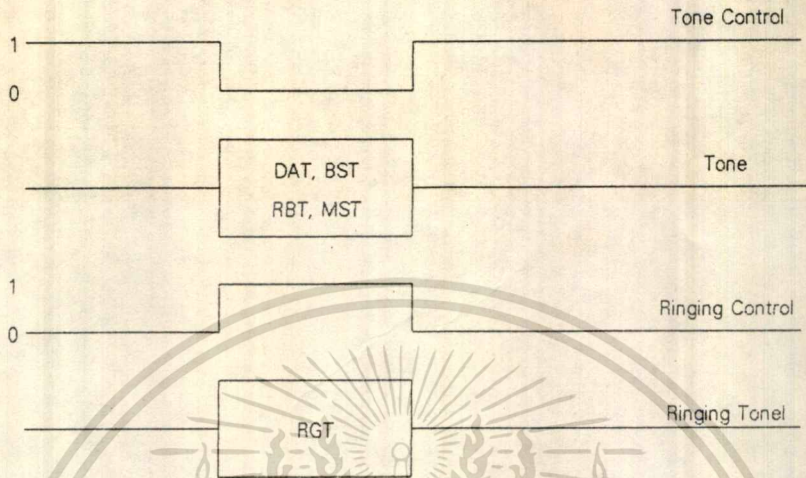
5. สัญญาณควบคุมสัญญาณดนตรี (Music control) MSC

การส่งสัญญาณในระบบ PABx นี้ รหัสที่ใช้ในการควบคุมการปิกเปิดเกตให้ทำงานตามสถานะทางโลจิก ดังต่อไปนี้

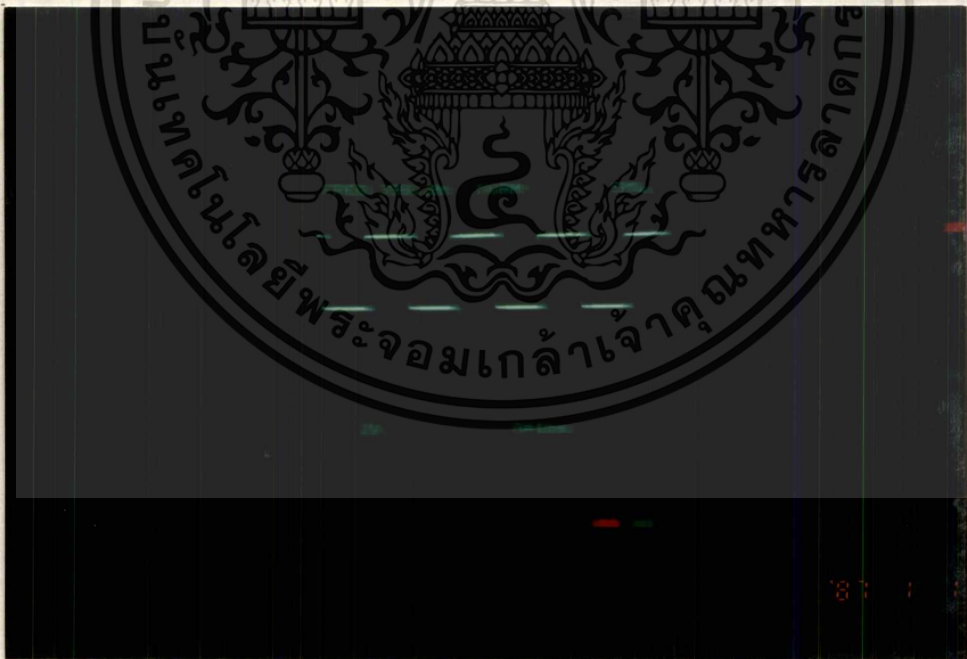
สำหรับสัญญาณควบคุม DAC BSC RBC และ MSC จะมีสถานะเป็น "1"

สำหรับสัญญาณควบคุม RGC จะมีสถานะเป็น "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้เพื่อการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

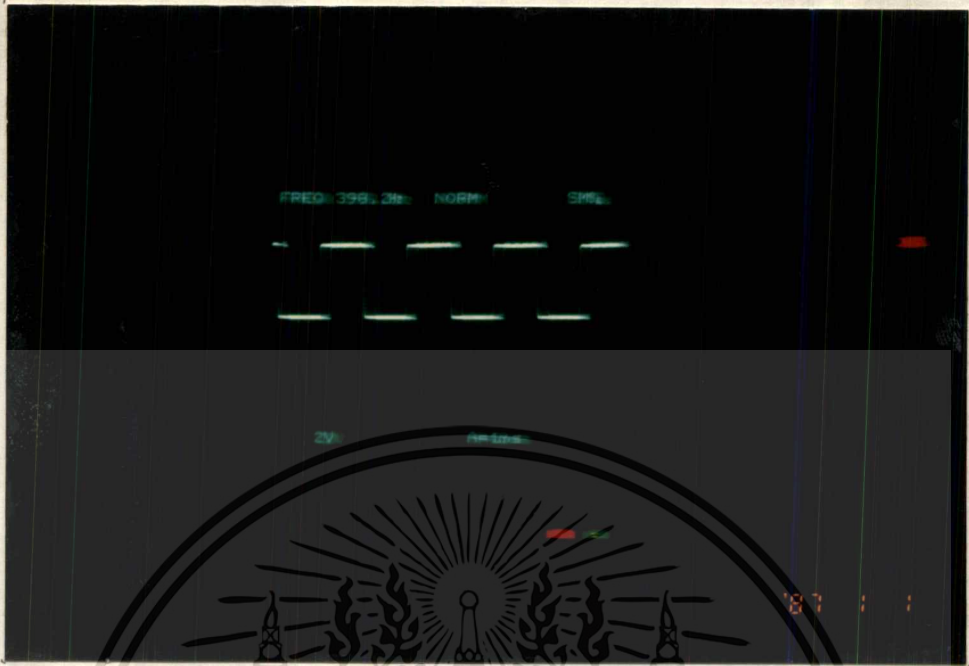


รูปที่ 5.7 แสดงโทมริงไดอะแกรมของสัญญาณต่างๆ

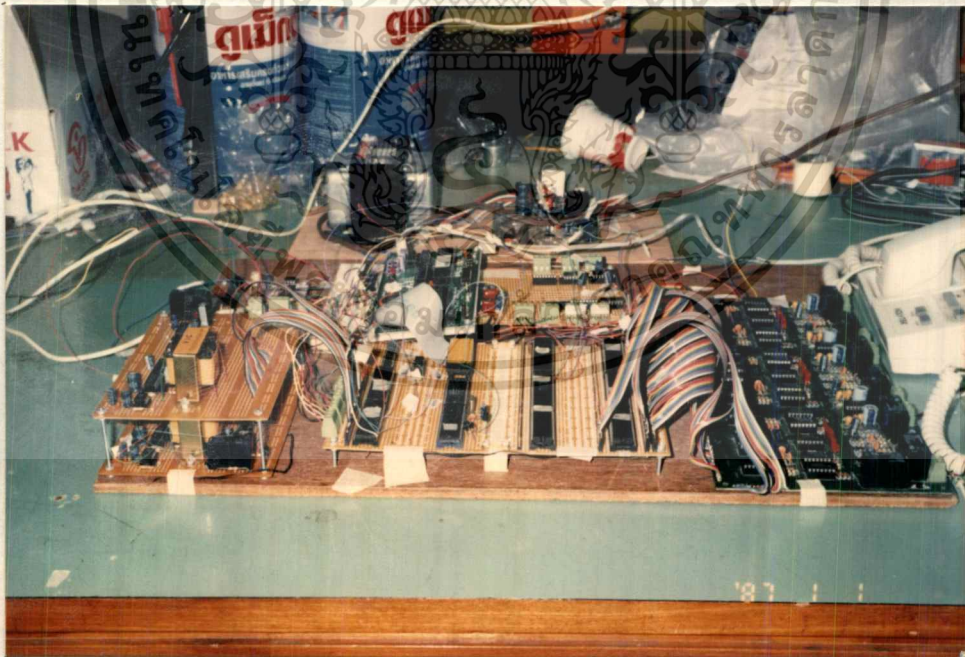


รูปที่ 5.8 แสดงภาพถ่ายสัญญาณให้หมุน (Dial tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

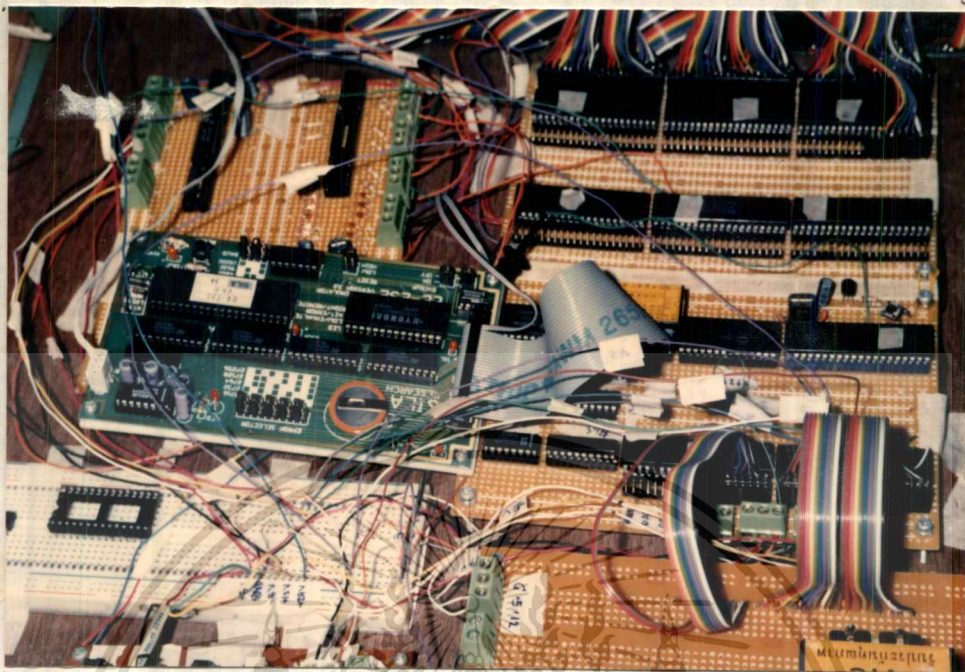


รูปที่ 5.9 แสดงภาพถ่ายสัญญาณไม่ว่าง (Busy tone)

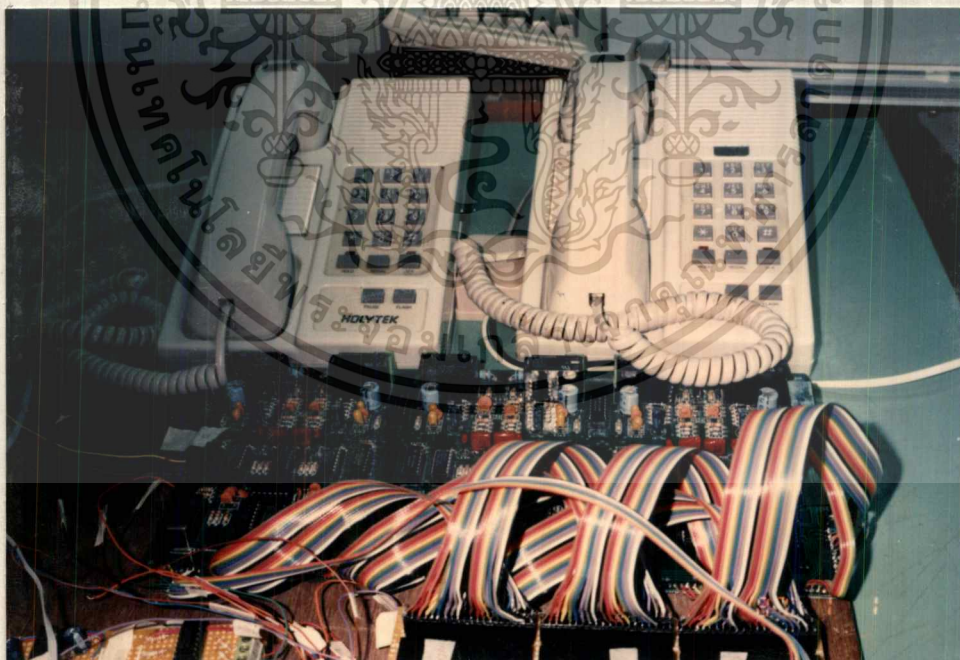


รูปที่ 5.10 ภาพแสดงระบบ PABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

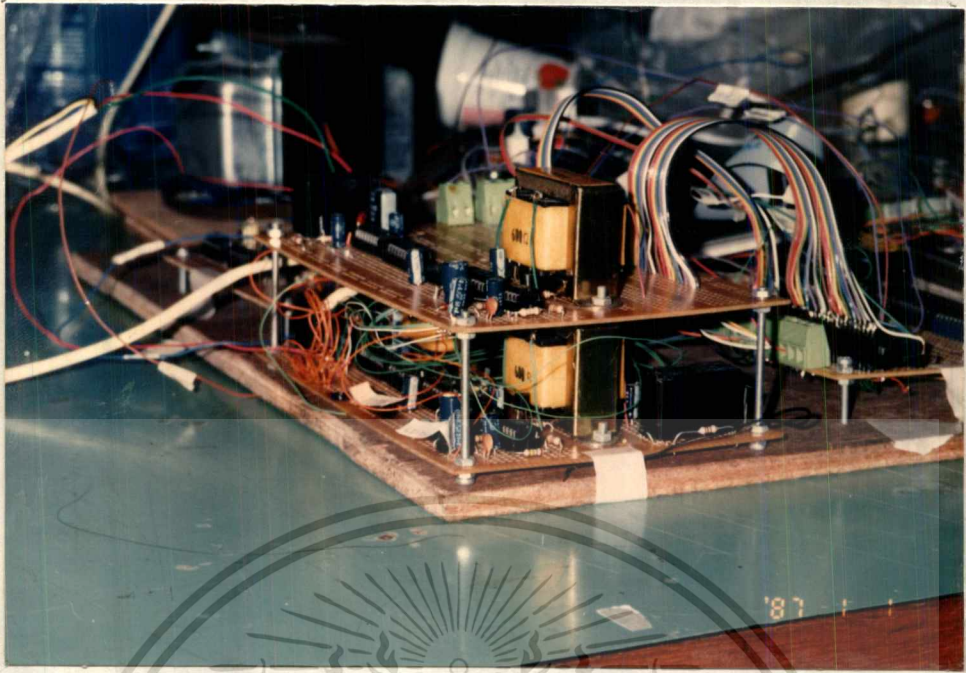


รูปที่ 5.11 ภาพแสดงส่วนของ CPU

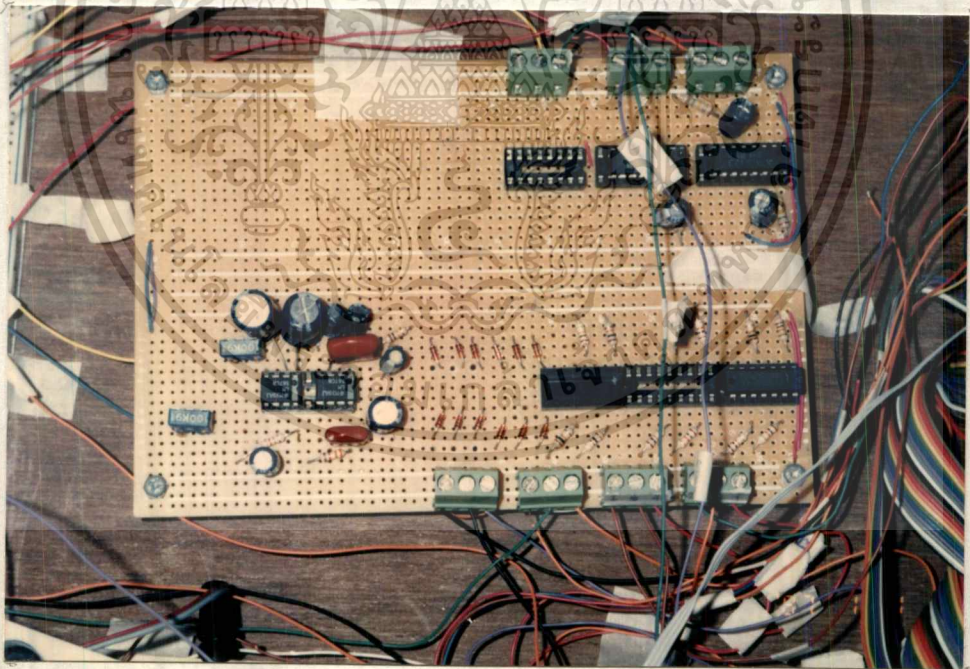


รูปที่ 5.12 ภาพแสดงส่วนคู่สายภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

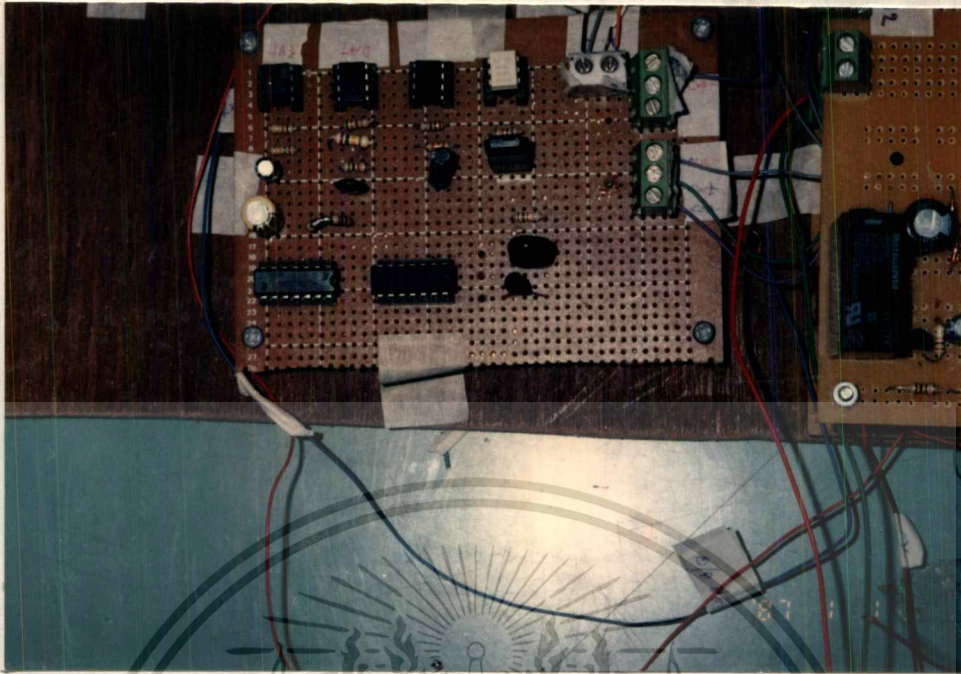


รูปที่ 5.13 ภาพแสดงส่วนคู่สายภายนอก



รูปที่ 5.14 ภาพแสดงส่วนตรวจจับสัญญาณไม่วาง
และวงจรดีเลย์การกดปุ่มหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.15 ภาพที่แสดงส่วนวงจรสร้างสัญญาณเสียงโทรศัพท์

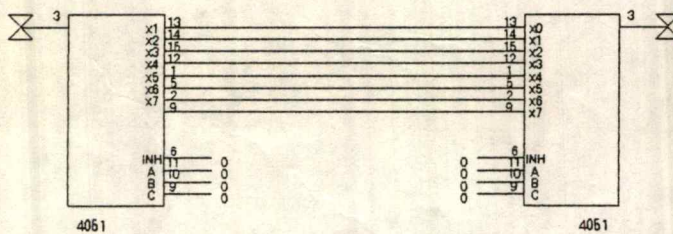
5.4 การเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง (CHANNEL CONNECTION)

การเชื่อมต่อช่องสัญญาณมีจุดประสงค์เพื่อให้มีการเชื่อมต่อระหว่างจุด 2 จุดเกิดขึ้น การเชื่อมต่อที่แบ่งออกเป็น

5.4.1 การต่อช่องสัญญาณของคู่สายภายในของ PABX

5.4.2 การต่อช่องสัญญาณของคู่สายภายในกับคู่สายภายนอก

การต่อช่องสัญญาณทั้งสองแบบนี้จะใช้ไอซี 4051 ซึ่งทำหน้าที่เป็น SPEECH PATH มาเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อช่องสัญญาณ การเชื่อมต่อช่องสัญญาณอย่างคร่าว ๆ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 แสดงการเชื่อมต่อช่องสัญญาณของทั้งสองคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นว่าเมื่อมีการป้อนลอจิกควบคุมเข้าที่ขา A,B,C,INH จะทำให้เกิดมีการเลือกช่องสัญญาณเกิดขึ้น เพราะฉะนั้นถ้าจะทำให้ทั้งสองฝั่งมีการเลือกช่องสัญญาณที่เหมือนกัน ก็จะทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันระหว่างสองฝั่งนั้น ซึ่งเป็นผลทำให้สามารถติดต่อกันได้

5.5 การทดลองซอฟต์แวร์

ในการทดลองโปรแกรมที่เขียนขึ้น ได้มีการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

1. เมื่อผู้เรียกยกหูเพื่อจะโทรจะได้ยินเสียงไดอัลโทน
2. เมื่อผู้เรียกกดหมายเลขของผู้ถูกเรียกแล้ว หากผู้ถูกเรียกว่าง ผู้เรียกก็จะได้ยินเสียงสัญญาณเรียกกลับ และผู้ถูกเรียกจะได้รับสัญญาณกระดิ่ง
3. เมื่อผู้เรียกกดหมายเลขของผู้ถูกเรียกแล้ว หากผู้ถูกเรียกไม่ว่างผู้เรียกก็จะได้ยินสัญญาณไม่ว่าง
4. เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูรับ และทำการสนทนากับผู้เรียก หากผู้ถูกเรียกกด HOOK SWITCH นานประมาณ 0.8 - 1.2 วินาที ก็จะได้รับเสียงดนตรีทั้งทางด้านผู้เรียกและผู้ถูกเรียก ซึ่งเป็นการพักสายด้วยเสียงดนตรี
5. จากขั้นตอนที่ 4 ผู้ถูกเรียกสามารถกดปุ่มโทรหาโทรศัพท์เครื่องที่ 3 ได้ เมื่อกดปุ่มบนหน้าปัดสัญญาณเสียงดนตรีจะหมดไปเฉพาะทางด้านผู้ถูกเรียก แต่ผู้เรียกยังคงได้รับสัญญาณเสียงดนตรีอยู่
6. จากขั้นตอนที่ 5 เมื่อโทรศัพท์เครื่องที่ 3 ได้ยินสัญญาณกระดิ่งและยกรับแล้ว ผู้ถูกเรียกก็สามารถกดปุ่ม * * * เพื่อโอนสายให้โทรศัพท์เครื่องที่ 3 สนทนากับผู้เรียกได้ โดยผู้ถูกเรียกจะได้ยินสัญญาณไม่ว่าง
7. จากขั้นตอนที่ 5 เมื่อโทรศัพท์เครื่องที่ 3 ได้ยินสัญญาณกระดิ่งและยกรับแล้ว ผู้ถูกเรียกก็สามารถกดปุ่ม # เพื่อทำการประชุมร่วมสามคนได้
8. จากขั้นตอนที่ 7 เมื่อประชุมร่วมสามคนแล้ว หากผู้เรียกวางหูก่อน ผู้ถูกเรียกจะเปลี่ยนสถานะเป็นผู้เรียก และโทรศัพท์เครื่องที่ 3 จะมีสถานะเป็นผู้ถูกเรียกแทน ซึ่งโทรศัพท์ที่ยังยกหูอยู่นี้สามารถคุยกันได้ตามปกติ
9. จากขั้นตอนที่ 7 เมื่อประชุมร่วมสามคนแล้ว หากผู้ถูกเรียกวางหูก่อน จะทำให้โทรศัพท์เครื่องที่ 3 ได้สัญญาณไม่ว่าง และผู้ถูกเรียกก็ยังสามารถคุยกับผู้เรียกได้ดังเดิม (โดยอาจต้องกด HOOK SWITCH จนกว่าจะออกจากฟังก์ชันการพักสายด้วยเสียงดนตรี)
10. จากขั้นตอนที่ 7 เมื่อประชุมร่วมสามคนแล้ว หากกดโทรศัพท์เครื่องที่ 3 วางหูก่อน จะทำให้มีการคืนสถานะเดิมให้กับผู้เรียกและผู้ถูกเรียกโดยผู้เรียกและผู้ถูกเรียกยังคงคุยกันได้ตามปกติ
11. จากขั้นตอนที่ 1 หากผู้เรียกกดปุ่ม 0 ก็จะสามารถโทรออกไปยังสายนอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. จากขั้นตอนที่ 4 หากผู้ถูกเรียกกดปุ่ม '0' ก็จะสามารถโทรออกไปยังสายนอกได้ โดย สัญญาณเสียงดนตรีของผู้ถูกเรียกจะหมดไป แต่ผู้เรียกยังคงได้สัญญาณดนตรีอยู่
13. จากขั้นตอนที่ 12 ผู้ถูกเรียกเมื่อคุยสนทนากับสายนอกแล้ว สามารถกดปุ่ม '*' เพื่อทำการ โอนสายให้ผู้เรียกคุยกับโทรศัพท์สายนอกได้
14. จากขั้นตอนที่ 12 ผู้ถูกเรียกเมื่อคุยสนทนากับสายนอกแล้วสามารถกดปุ่ม '#' เพื่อทำการ ประชุมร่วมสามคนกับสายนอกได้
15. เมื่อมีสายนอกโทรเข้า ในขณะที่เครื่องโทรศัพท์เครื่องที่ 1 วางก็จะทำการส่งสัญญาณกระดิ่งให้ กับโทรศัพท์เครื่องที่ 1
16. เมื่อมีสายนอกโทรเข้าในขณะที่ เครื่องโทรศัพท์เครื่องที่ 1 ไม่วาง ก็จะทำการส่งสัญญาณ กระดิ่งให้กับโทรศัพท์เครื่องที่ 2 แต่ถ้าโทรศัพท์เครื่องที่ 2 ไม่วาง ก็จะทำการส่งสัญญาณ กระดิ่งให้กับโทรศัพท์เครื่องที่ 3 แต่ถ้าหากโทรศัพท์เครื่องที่ 3 ไม่วาง CPU ก็จะทำการวนรอ จนกว่าเครื่องที่ 1 หรือ 2 หรือ 3 วาง ซึ่งก็จะส่งสัญญาณกระดิ่งให้
17. จากขั้นตอนที่ 15 หากโทรศัพท์เครื่องที่ 1 ยกรับ CPU ก็จะทำการต่อ SPEECH PATH กับสาย นอกให้ โดยสายนอกมีสถานะเป็นผู้เรียก และสายในมีสถานะเป็นผู้ถูกเรียก
18. จากขั้นตอนที่ 15 หากโทรศัพท์สายในเครื่องอื่นที่วางยกหูได้สัญญาณไดอัลทอน แล้วกด หมายเลขของโทรศัพท์เครื่องที่ 1 ก็จะเป็นการรับสายนอกแทนโทรศัพท์เครื่องที่ 1 ได้ โดยสาย นอกมีสถานะเป็นผู้เรียก และสายในที่กดหมายเลขไปหาโทรศัพท์เครื่องที่ 1 มีสถานะเป็นผู้ถูก เรียก
19. จากขั้นตอนที่ 15 หากสายนอกวางหูในขณะที่โทรศัพท์สายในไม่มีคนยกรับ ก็จะทำให้หยุดส่ง สัญญาณกระดิ่งให้โทรศัพท์สายในนั้น
20. เมื่อผู้เรียกโทรหาผู้ถูกเรียก แล้วผู้ถูกเรียกยกหูรับ CPU ก็จะทำการต่อ SPEECH PATH ให้ และ ถ้าผู้เรียกวางหู ผู้ถูกเรียกจะได้สัญญาณไม่วาง
21. เมื่อผู้เรียกโทรหาผู้ถูกเรียก ผู้ถูกเรียกจะได้รับสัญญาณกระดิ่งและผู้เรียกจะได้รับสัญญาณ เรียกกลับ หากผู้เรียกวางหูในขณะที่ผู้ถูกเรียกยังไม่ได้ยกหู จะทำให้ CPU ทำการหยุดส่ง สัญญาณกระดิ่งให้ผู้ถูกเรียก และหยุดส่งสัญญาณเรียกกลับให้ผู้เรียก
22. เมื่อผู้เรียกยกหูจะได้สัญญาณไดอัลทอน และถ้าหากผู้เรียกวางหูลง CPU ก็จะหยุดส่งสัญญาณ ไดอัลทอนให้ผู้เรียก
23. จากขั้นตอนที่ 15 เมื่อโทรศัพท์เครื่องที่ 1 ยกรับ และสนทนากับคู่สายภายนอก ถ้าต้องการ เข้าฟังก์ชันพิเศษให้โทรศัพท์เครื่องที่ 1 กด HOOK SWITCH นาน 0.8 - 1.2 วินาที จนกว่าจะได้

เอกสารนี้รับสัญญาณเสียงดนตรี ก็จะเป็นการเข้าฟังก์ชันพิเศษนั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. จากขั้นตอนที่ 23 เมื่อโทรศัพท์เครื่องที่ 1 ได้สัญญาณเสียงดนตรีแล้ว สามารถกดหาโทรศัพท์เครื่องที่ 3 (หรือเครื่องอื่น ๆ) ได้ เมื่อกดปุ่มสัญญาณเสียงดนตรีจะหมดไป หากสายในเครื่องที่ 3 วางก็จะได้รับสัญญาณเรียกกลับที่โทรศัพท์เครื่องที่ 1 และสัญญาณกระดิ่งที่ โทรศัพท์เครื่องที่ 3
25. จากขั้นตอนที่ 23 หากโทรศัพท์เครื่องที่ 3 ยกรับ โทรศัพท์เครื่องที่ 1 ก็สามารถกดปุ่ม ‘ * ’ เพื่อทำการโอนสายให้สายนอกคุยกับโทรศัพท์เครื่องที่ 3 ได้ โดยเครื่องที่ 1 จะได้รับสัญญาณไม่ว่าง
26. จากขั้นตอนที่ 23 หากโทรศัพท์เครื่องที่ 3 ยกรับ โทรศัพท์เครื่องที่ 1 ก็สามารถกดปุ่ม ‘ # ’ เพื่อทำการประชุมร่วมสามคนกับสายนอกได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุป ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการพัฒนาต่อ

จากทฤษฎีและหลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ ที่มีภรรณาเอาซอฟต์แวร์มาทำการควบคุมการทำงานของชุมสาย พบว่ามีความสะดวกมากในการที่จะกำหนดการทำงานต่างๆ ให้กับชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ โดยการเขียนโปรแกรมขึ้นควบคุมการทำงาน โปรแกรมที่เขียนขึ้นได้ใช้ภาษาแอสเซมบลีสำหรับ MCS-51 โดยเฉพาะเนื่องจากข้อดีของภาษาแอสเซมบลีคือ สามารถเข้าถึงรีจิสเตอร์ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วและง่าย มีความคล่องตัวสูงเหมาะสำหรับการที่จะนำไปใช้พัฒนาชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติต่อไปในอนาคต เพื่อให้มีฟังก์ชันการใช้งานมากขึ้น ซับซ้อนมากขึ้น และเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาโปรแกรมของระบบชุมสายปลายทางที่มีขนาดใหญ่ขึ้นต่อไปในอนาคต

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอ ชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ โดยนำคู่สายจากองค์การโทรศัพท์ 3 คู่สายภายนอก ขยายออกเป็น 12 คู่สายภายในซึ่งสามารถสนองต่อความต้องการแก่ผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์ภายในชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังมีคุณสมบัติของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่ขายตามท้องตลาด เพื่อให้บริการอย่างครบถ้วน เช่น การพักสายด้วยเสียงดนตรี การพักสายเพื่อไปสนทนากับคู่สายอื่น การโทรออกนอกชุมสาย การรับสายแทนกัน การโอนสาย หรือแม้แต่การประชุมร่วม 3 คู่สายก็สามารถให้บริการได้

สำหรับแนวทางในการพัฒนาต่อไปนั้น อาจจะเป็นการคิดเงินจากการให้บริการสายนอก (Billing) ของคู่สายภายใน โดยคิดเป็นเงินทั้งทางไกลและทางไกล, มีฟังก์ชันตั้งเวลาปลุก, การบันทึกการต่อออกสายนอกชุมสาย ฯ ของคู่สายภายใน, การใส่รหัสป้องกันการโทรออกสายนอก โดยไม่ได้รับอนุญาต ตลอดจนการใช้งานฟังก์ชันพิเศษอื่นๆ นอกจากที่ได้กล่าวมาแล้ว เช่น การจองคิวสายนอก (Queing) การทวนหมายเลข (Redial) เป็นต้น

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

Specification of PABX

Generation Discription

1. Capacity	:	Outgoing Trunk	:	3 Trunk
	:	Station	:	12 line
2. Control Method	:	Store Program Control (SPC)		
3. CPU System	:	Microcontroller	:	8031
4. Switching	:	Analog Multiplex/Demultiplex	:	8 Channel
	:	Non Blocking System		
5. Dialing System	:	Dial Tone Multi-Frequency (DTMF)		
6. Intercom Paths	:	Max	:	6 Paths
7. Display System	:	Subscriber Status	:	LED
	:	Co-Line Status	:	LED
	:	Power Status	:	LED
8. Power Failure System	:	Relay Directed to Station	:	No. 1-3
9. Power Supply System	:	Primary	:	A.C. 220 V/50 Hz
	:	Secondary : Station Supply	:	+24 V
	:		:	Circuit Voltage : ± 5 V ,+12 V
	:		:	Ringing Circuit : 100 V A.C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ขีดความสามารถของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX)

ขีดความสามารถของ PABX มีดังนี้

1. สามารถขยายคู่สายจาก 3 คู่สายขององค์การโทรศัพท์เป็น 12 คู่สายภายใน
2. เครื่องโทรศัพท์ภายในสามารถติดต่อกันได้โดยการกด หมายเลข 2 ตัวคือ 21,22,...,32 รวม 12 เครื่อง
3. ขณะที่คุยกันอยู่นั้นจะมีความเป็นส่วนตัว (Privacy) คือ เครื่องอื่นๆที่ไม่ใช่คู่สนทนาจะไม่สามารถดักฟังได้
4. สามารถต่อออกภายนอกได้โดยกดเลข "0" ก็จะได้ได้อัลโตนจากองค์การโทรศัพท์
5. ในกรณีไฟฟ้าดับ ระบบจะตัดต่อให้เครื่องโทรศัพท์คู่สายภายใน 2 เครื่องที่กำหนดไว้ให้ต่ออยู่กับคู่สายขององค์การโทรศัพท์โดยตรง 2 คู่สาย
6. สามารถพักสายด้วยเสียงดนตรีได้
7. สามารถพักสายเพื่อไปสนทนากับคู่สายอื่นได้
8. สามารถโอนสายระหว่างสายภายนอกที่โทรเข้ามากับคู่สายภายในได้
9. สามารถรับสายแทนกันได้ ในกรณีที่คู่สายที่ได้รับสัญญาณกระดิ่งไม่อยู่
10. สามารถประชุมร่วมสามคู่สายได้

ภาคผนวก ค

วิธีการใช้งานเครื่องชุมสายโทรศัพท์ PABX อย่างละเอียด

เครื่องโทรศัพท์ในระบบ PABX ใช้เลข 2 หลักเป็นหมายเลขในการบอกเบอร์ประจำเครื่องโทรศัพท์ตั้งแต่หมายเลข 21,22,23,...,32 รวม 12 เครื่องมีวิธีการใช้งานดังนี้

1. การติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ภายใน

1.1 ยกโทรศัพท์ฟังเสียงสัญญาณไดอัลโตนดังยาวต่อเนื่อง (Dial tone) ความถี่ประมาณ 400 เฮิรต ก่อนแล้วจึงกดหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการติดต่อ หมายเลข 21-32 ยกเว้นหมายเลขตัวเอง

1.2 ถ้าทางด้านสายปลายทางที่ต้องการติดต่อกับไม่ว่าง จะได้ยินเสียงสัญญาณไม่ว่างดัง 1.0 วินาที ดับ 1.0 วินาทีติดต่อกัน (Busy tone) ให้วางหูโทรศัพท์แล้วคาดคะเนเวลาว่าทางด้านปลายทางควรจะว่างแล้วจึงค่อยเริ่มโทรใหม่ตามข้อ 1.1

1.3 ถ้าทางด้านปลายทางว่าง จะได้ยินเสียงสัญญาณเรียกกลับดัง 1 วินาที ดับ 3 วินาทีติดต่อกัน ส่วนทางด้านปลายทางจะได้ยินเสียงกระดิ่งโดยมีจังหวะเดียวกัน รอปลายทางยกกรับ

1.4 เมื่อปลายทางรับก็สามารถพูดคุยกันได้ โดยที่โทรศัพท์หมายเลขอื่นที่ไม่ใช่คู่สนทนาจะไม่สามารถดักฟังได้



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการติดต่อกันระหว่างโทรศัพท์ภายใน

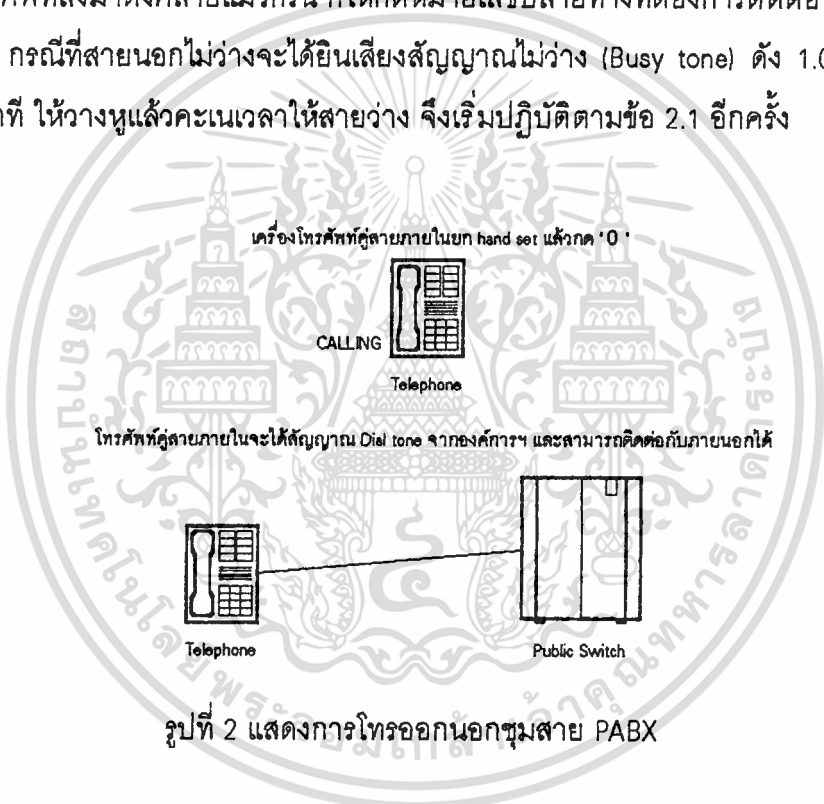
2. การต่อออกสายนอก (องค์การโทรศัพท์)

เครื่องโทรศัพท์ชุมสาย PABX จะต่อเข้ากับคู่สายขององค์การโทรศัพท์ไว้ 3 เลขหมาย โดยจะสามารถใช้งานพร้อมๆ กันได้ 3 คู่สาย ทั้งการโทรเข้ามาจากสายนอก และการโทรออกโดยที่ผู้อื่นไม่สามารถดักฟังได้ มีวิธีการใช้งานดังนี้

2.1 ยกหูโทรศัพท์ฟังเสียงสัญญาณดังยาวต่อเนื่อง (Dial tone) กดปุ่มเลข "0" แล้วคอยฟังเสียงสัญญาณ

2.2 ถ้าสายการติดต่อภายนอกว่าง จะได้ยินเสียงสัญญาณว่าง (สัญญาณไดอัลโทน) ที่องค์การโทรศัพท์ส่งมาดังคล้ายแมวกรน ก็ให้กดหมายเลขปลายทางที่ต้องการติดต่อได้

2.3 กรณีที่สายนอกไม่ว่างจะได้ยินเสียงสัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) ดัง 1.0 วินาที และดับ 1.0 วินาที ให้วางหูแล้วคะเนเวลาให้สายว่าง จึงเริ่มปฏิบัติตามข้อ 2.1 อีกครั้ง



3. การพักสายด้วยเสียงดนตรี (CALL FOR MUSIC)

เมื่อมีการสนทนากันอยู่แล้ว คู่สนทนาคนใดคนหนึ่งต้องการพักการสนทนาไว้ชั่วคราวเพื่อไปทำกิจธุระอย่างใดอย่างหนึ่งนั้น หรือเพื่อต้องการขอใช้ฟังก์ชันพิเศษอย่างอื่น เช่น การประชุมร่วม 3 คู่สาย การโอนสาย การพักสายเพื่อไปสนทนากับคู่สายอื่น จะต้องมีการขอใช้ฟังก์ชันพิเศษการพักสายด้วยเสียงดนตรีก่อนเสมอ ซึ่งมีวิธีใช้ดังนี้

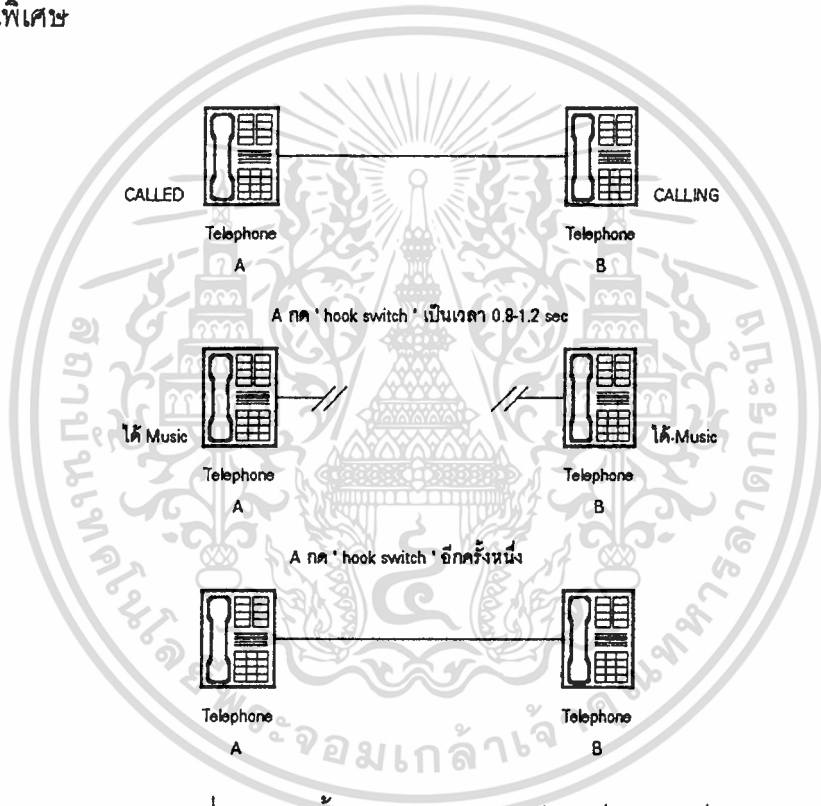
3.1 ผู้ที่จะขอใช้ฟังก์ชันพิเศษได้นั้น จะต้องเป็นผู้ถูกเรียก เช่น B โทรศัพท์เรียกไปยัง A นั่นคือ A เป็นคนถูกเรียก ดังนั้นผู้ที่จะขอใช้ฟังก์ชันพิเศษได้ก็คือ A

3.2 กด "HOOK SWITCH" ค้างไว้เป็นเวลาประมาณ 0.8-1.2 วินาที แล้วรอฟังว่ามีเสียงเอกดนตรีส่งมาให้หรือไม่ ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 หากยังไม่มีเสียงดนตรีส่งมาให้ทำ ข้อ 3.2 ซ้ำ เนื่องจากในการขอใช้บริการฟังก์ชันพิเศษนั้น จะมีจังหวะของ CPU ในการเข้าโปรแกรมย่อยให้บริการสำหรับฟังก์ชันพิเศษ ดังนั้นการกด HOOK SWITCH หลายๆ ครั้งเพื่อให้สามารถเข้าไปใช้บริการฟังก์ชันพิเศษได้ หรือการออกจากฟังก์ชันพิเศษ จึงเป็นเรื่องปกติ

3.4 เมื่อได้เสียงดนตรีแล้ว สามารถพักสายโทรศัพท์เพื่อไปทำกิจธุระชั่วคราวได้ โดยผู้เรียกซึ่งถือหูโทรศัพท์รออยู่จะได้ยินเสียงดนตรีไปเรื่อยๆ

3.5 เมื่อต้องการจะสนทนาต่อ ให้ทำการกด "HOOK SWITCH" อีกครั้ง จะเป็นการออกจากฟังก์ชันพิเศษ



รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการพักสายด้วยเสียงดนตรี

4. การพักสายเพื่อไปสนทนากับคู่สายอื่น (CALL HOLD)

ในขณะที่สนทนากันอยู่นั้น คู่สนทนาคนใดคนหนึ่งมีความต้องการจะคุยกับบุคคลที่ 3 โดยไม่ต้องการจะเลิกสนทนากับคู่สนทนาเดิม แต่ต้องการเพียงพักสายไว้ชั่วคราวเท่านั้น เมื่อหมดธุระกับบุคคลที่ 3 ก็สามารถกลับมาสนทนากับคู่สนทนาเดิมได้ตามปกติ ผู้ที่ต้องการขอใช้บริการฟังก์ชันพิเศษนี้ต้องปฏิบัติดังนี้

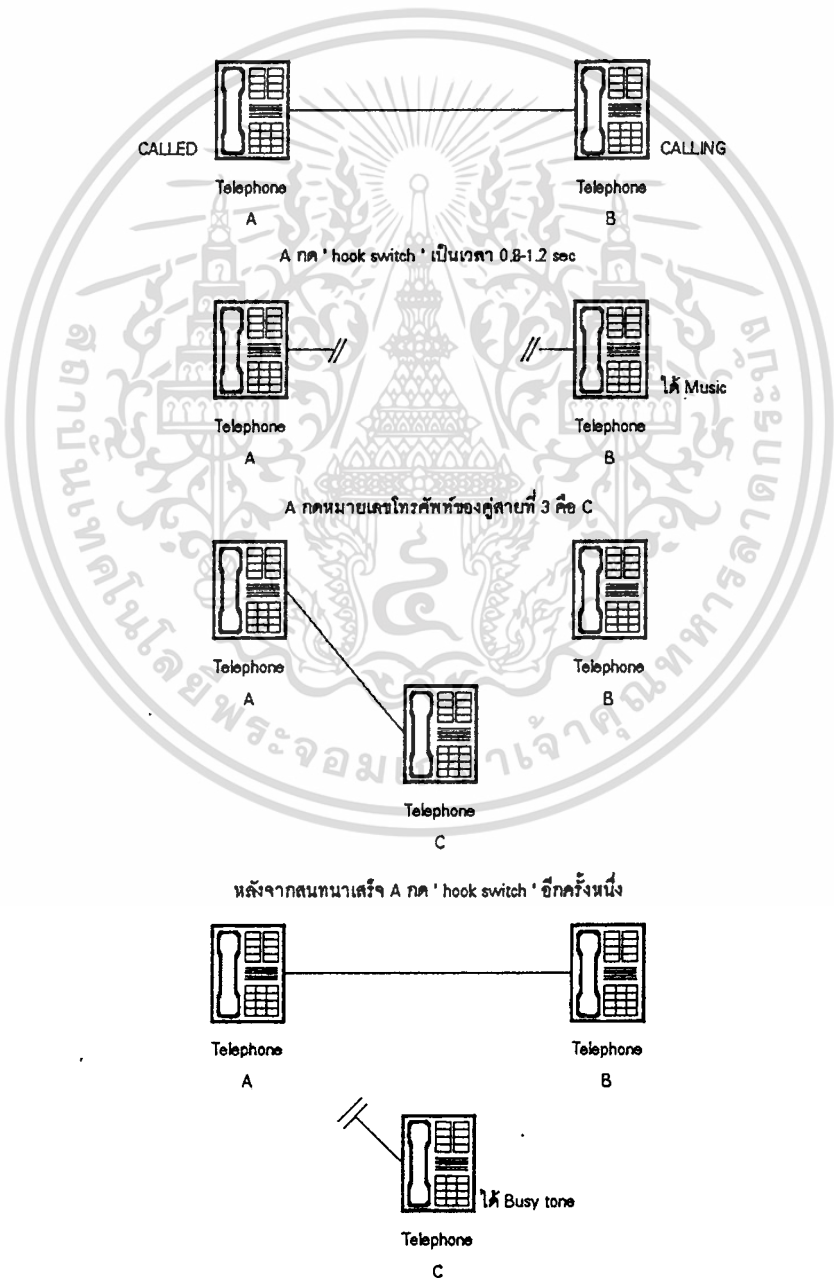
4.1 ขอใช้บริการฟังก์ชันพิเศษการพักสายด้วยเสียงดนตรี

4.2 เมื่อแต่ละฝ่ายได้ยินเสียงดนตรีแล้ว ผู้ที่ขอใช้บริการการพักสายเพื่อไปสนทนากับคู่

4.3 หากเครื่องโทรศัพท์ของบุคคลที่ 3 วาง ผู้ที่เรียกไปจะได้ยินสัญญาณเรียกกลับและอีกฝ่ายหนึ่ง (บุคคลที่ 3) จะได้ยินสัญญาณเสียงกระดิ่ง ผู้เรียกต้องรอให้บุคคลที่ 3 มายกหูโทรศัพท์ขึ้นรับ

4.4 เมื่อได้พูดคุยธุระกันเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องการกลับไปสนทนากับคู่สนทนาเดิม ให้กด "Hook Switch" เป็นเวลา 0.8-1.2 วินาที ก็สามารถจะสนทนากันได้เหมือนเดิม

4.5 กรณีที่โทรศัพท์ของบุคคลที่ 3 ไม่ว่าง ผู้เรียกไปจะได้ยินสัญญาณไม่ว่าง หากต้องการเลิกการติดต่อกับบุคคลที่ 3 ก็ให้กด "Hook Switch" ก็จะสามารถกลับไปสนทนากับคู่สนทนาเดิมได้ตามปกติ



รูปที่ 4 แสดงขั้นตอนการพักสายเพื่อไปสนทนากับคู่สายอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในหน่วยงานที่ขอซื้อเพื่อไปประกอบค่าใช้จ่ายไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การโอนสาย (TRANSFER CALL)

การโอนสายเพื่อให้คู่สนทนาอีกคนหนึ่งสามารถคุยกับบุคคลที่ 3 ได้ สำหรับระบบ PABX ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถโอนสายได้ในกรณีที่มีการโทรเข้ามาจากสายนอกเท่านั้น จะโอนสายกันระหว่างคู่สายภายในไม่ได้เนื่องจาก การทำงานส่วนนี้ไม่ได้เขียนโปรแกรมเอาไว้
วิธีการโอนสายทำได้ดังนี้

5.1 เมื่อมีการโทรเข้ามาจากสายนอก สายนอกจะมาเข้าที่เครื่องโทรศัพท์ที่เรากำหนดไว้ให้รับเฉพาะสายนอก คือ เครื่องโทรศัพท์หมายเลข 21 หมายเลข 22 และหมายเลข 23

5.2 เมื่อโทรศัพท์ 3 เครื่องๆใด เครื่องหนึ่ง มีเสียงกระดิ่งดังขึ้นมีการยกรับและได้พูดคุยกับสายนอกแล้วว่าการต่อเข้ากับโทรศัพท์หมายเลขอะไร

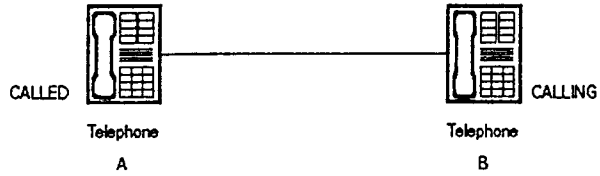
5.3 ให้ผู้ที่รับสายนอกขอใช้ฟังก์ชันพิเศษการหักสายด้วยเสียงดนตรีก่อน ทำตาม ข้อ 1 สัญญาณเสียงดนตรีจะถูกส่งไปยังสายนอกด้วย

5.4 เมื่อผู้ทำหน้าที่ในการโอนได้ยินเสียงดนตรีด้วยแล้ว ให้กดหมายเลขประจำของเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในที่สายนอกต้องการจะติดต่อด้วย

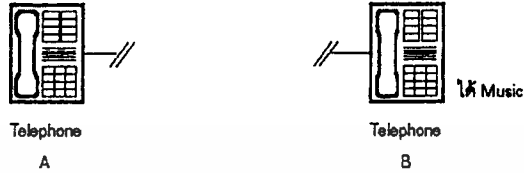
5.5 ผู้ที่เรียกไปจะได้ยินสัญญาณเรียกกลับหากโทรศัพท์คู่สายภายในนั้นว่าง และคู่สายภายในจะได้สัญญาณกระดิ่ง ให้ผู้เรียกรอคู่สายภายในมายกหูโทรศัพท์รับ

5.6 เมื่อคู่สายภายในยกหูโทรศัพท์ขึ้นรับ และผู้เรียกได้บอกกับคู่สายภายในนั้นแล้วว่า มีโทรศัพท์สายนอกต้องการติดต่อดู ให้ผู้เรียกนั้นกด “ * ” จะเป็นการตัดตัวเองออกจากการสนทนาและเป็นการเชื่อมต่อให้สายนอกกับคู่สายภายในนั้นสนทนากันได้

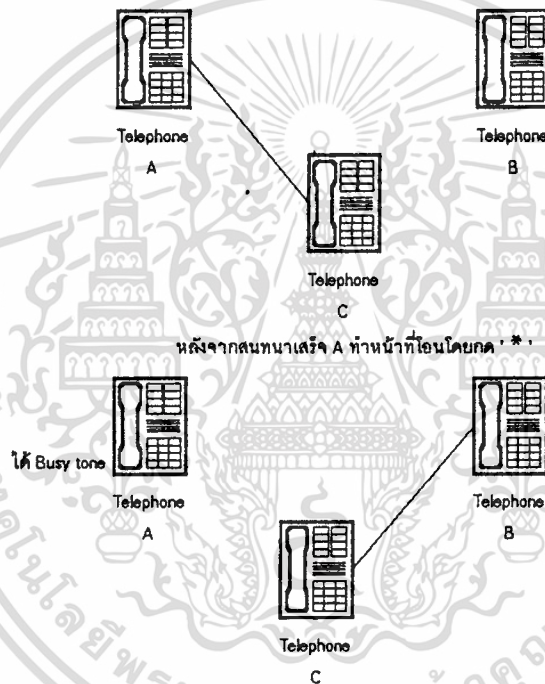
5.7 ในกรณีที่คู่สายภายในที่เรียกไปนั้นไม่ว่าง ผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณไม่ว่าง หากผู้เรียกต้องการยกเลิกการติดต่อกับคู่สายภายในนั้น ให้กด “HOOK SWITCH” เพื่อกลับไปสนทนากับสายนอกที่โทรเข้ามา



A กด ' hook switch ' เป็นเวลา 0.8-1.2 sec



A กดหมายเลขโทรศัพท์ของคู่สายที่ 3 คือ C



หลังจากสนทนาเสร็จ A ทำหน้าที่โอนโดยกด * *

รูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการโอนสาย

6. การรับสายแทนกัน (CALL PICK UP)

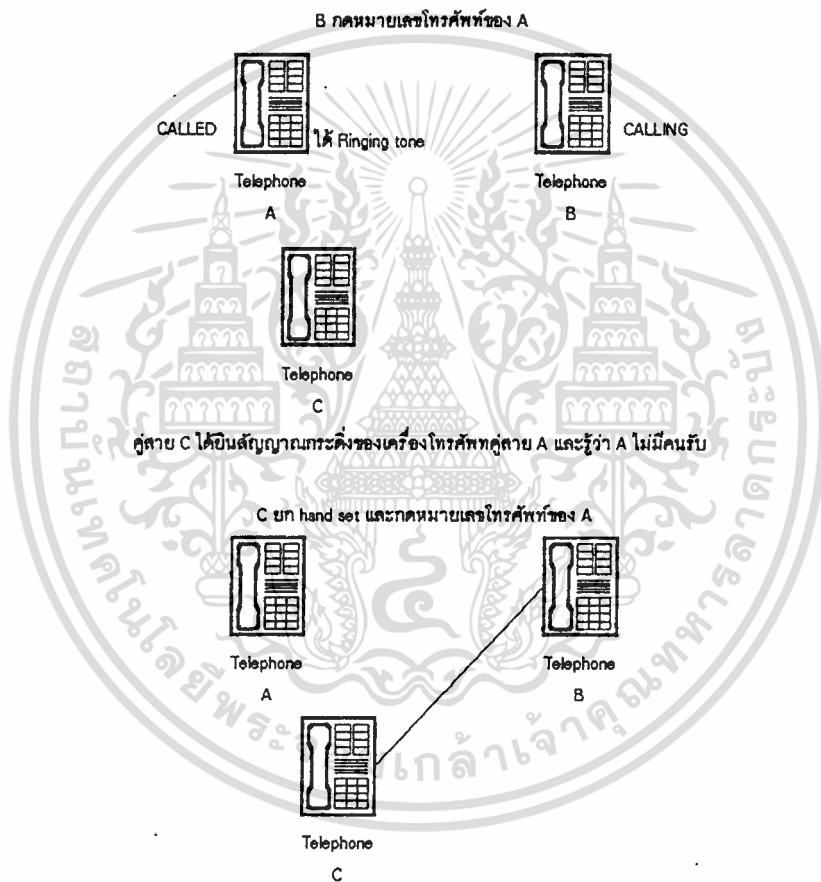
ในระบบ PABX ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ การรับสายแทนกันใช้ในกรณีการโทรเข้ามาจากสายนอกเท่านั้น ในการรับสายนอกปกติได้กำหนดเครื่องโทรศัพท์ที่ไว้ให้รับสายนอก 3 เครื่อง คือ เครื่องโทรศัพท์หมายเลขที่ 21 22 และ 23 ในการรับสายแทนกันนี้จะใช้ได้เมื่อโทรศัพท์คู่สายภายในใดๆ ได้ยินเสียงกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในที่ได้กำหนดไว้แล้ว เครื่องใดเครื่องหนึ่งหรือทั้งหมดแต่ไม่มีคนรับ เมื่อคู่สายภายในนั้นต้องการจะรับสายนอกที่โทรเข้ามาแทน สามารถปฏิบัติได้ตามวิธีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 คู่สายภายในที่ได้ยินเสียงกระดิ่ง เมื่อมีสายนอกโทรเข้ามาและต้องการจะรับแทน ให้ยกหูโทรศัพท์ขึ้นแล้วจะได้สัญญาณไดอัลโทน

6.2 จากนั้นกดหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ที่มีเสียงกระดิ่งนั้น แล้ว CPU จะตัดสายนอกให้กับโทรศัพท์ภายในทันที

6.3 เมื่อได้พูดคุยกันแล้ว หากต้องการจะโอนสายก็สามารถขอใช้บริการฟังก์ชันพิเศษการโอนสายได้ โดยปฏิบัติตามข้อ 5



รูปที่ 6 แสดงขั้นตอนการรับสายแทนกัน

7. การประชุมร่วม 3 คู่สาย (THREE WAYS CONFERENCE)

เมื่อมีการสนทนากันอยู่ก่อนแล้ว คู่สนทนาทั้งสองต้องการจะคุยกับบุคคลที่ 3 โดยที่ไม่ต้องให้มีการวางหูกับคู่สนทนาคนเดิม และต้องการจะพูดคุยกันได้ทั้งสามคน คู่สนทนาคนใดคนหนึ่งจะต้องขอใช้ฟังก์ชันพิเศษการประชุมร่วม 3 คู่สาย ซึ่งสามารถทำได้ดังขั้นตอนต่อไปนี้

7.1 ผู้ที่เป็นผู้รับ ต้องใช้ฟังก์ชันการพักสายด้วยเสียงดนตรีก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

7.2 เมื่อได้เสียงดนตรีทั้ง 2 ฝ่ายแล้ว ผู้ที่ขอใช้บริการนั้นให้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 กดหมายเลขโทรศัพท์ของคุณสนทนาบุคคลที่ 3

7.4 หากเครื่องโทรศัพท์ของคุณที่ 3 วาง ผู้เรียกไปจะได้ยินสัญญาณเรียกกลับและขณะเดียวกัน จะมีสัญญาณกระดิ่งส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ของคุณสนทนาบุคคลที่ 3 ให้รอจนกว่าจะมีคนมายกหูโทรศัพท์รับ

7.5 หากเครื่องโทรศัพท์ของคุณที่ 3 ไม่วาง จะได้ยินเสียงสัญญาณไม่ว่าง

7.5.1 รอจนกว่าสายจะว่าง โดยปฏิบัติตามตั้งแต่ข้อ 7.1 อีกครั้ง หรือ

7.5.2 ยกเลิกการติดต่อกับบุคคลที่ 3 นั้น

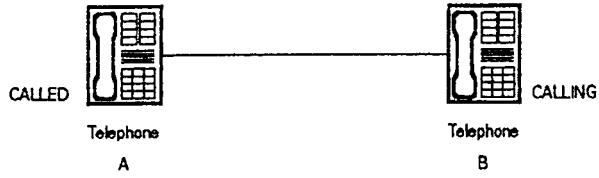
7.6 เมื่อคุณสนทนาบุคคลที่ 3 ยกหูโทรศัพท์รับ และได้มีการพูดคุยกันว่าจะมีการสนทนากัน 3 คู่สาย ให้ผู้ที่ขอใช้บริการฟังก์ชันพิเศษกดปุ่ม “#”

7.7 หลังจากที่คุณกดปุ่ม “#” แล้วระบบ PABX จะต่อช่องสัญญาณเสียงให้ทั้ง 3 คู่สาย ทำให้สามารถพูดคุยกันได้

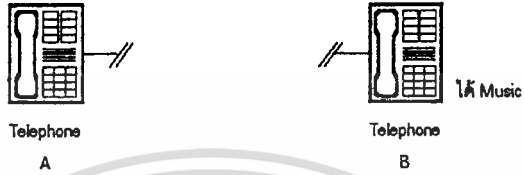
เมื่อต้องการจะยกเลิกการสนทนาสำหรับการประชุมร่วม 3 คู่สายก็สามารถทำได้โดยการวาง hand set ตามปกติ

หมายเหตุ กรณีที่คู่สายที่ 3 ที่เรียกไปแล้วไม่ว่างและต้องการจะยกเลิกการติดต่อกับบุคคลที่ 3 ให้ทำดังนี้

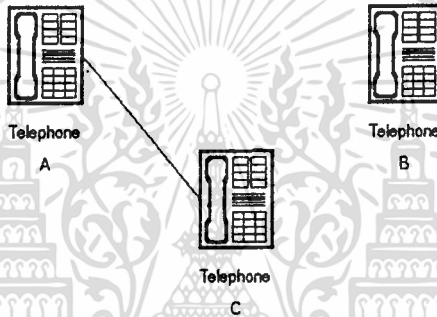
1. กด Hook Switch เป็นเวลาประมาณ 0.8-1.2 วินาที สัญญาณไม่ว่างที่ได้ยินจะหายไป
2. ถ้าสัญญาณไม่ว่างยังไม่หายไปให้ทำตามข้อ 1 อีกครั้ง
3. เมื่อไม่ได้ยินสัญญาณไม่ว่างแล้ว จะเป็นการกลับไปสู่การสนทนากับคู่สนทนาคนเดิม



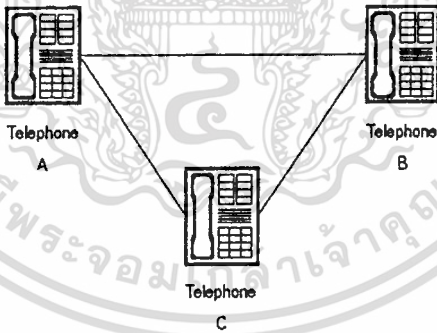
A กด 'hook switch' เป็นเวลา 0.8-1.2 sec



A กดหมายเลขโทรศัพท์ของคู่สายที่ 3 คือ C



หลังจากสนทนาเสร็จ A. กด '#' เพื่อประชุมร่วม 3 คู่สาย

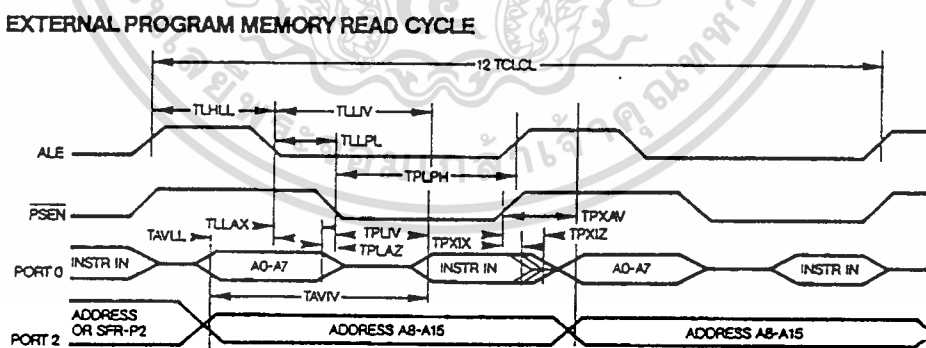


รูปที่ 7 แสดงขั้นตอนการประชุมร่วม 3 คู่สาย

ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 1 ให้ \overline{EA} จะเป็นการเลือก ROM ภายใน 8051 โดยที่วงจร Timing and Control จะสร้างสัญญาณไปยัง ROM ภายในให้ส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งจากตำแหน่งที่ถูกชี้ด้วยค่าตำแหน่งที่ส่งมาทางบัสหมายเลข 2 ข้อมูลจาก ROM จะถูกไปยังบัสหมายเลข 3 ที่เรียกว่า Internal Data Bus แล้วนำไปเก็บไว้ที่ Instruction Register (เป็นวงจร Latch) เพื่อส่งต่อไปให้กับวงจร Timing and Control ทำการถอดรหัสแล้วควบคุมการทำงานส่วนอื่น ๆ ต่อไป ในกรณีเลือก ROM ภายนอก 8051 โดยป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าไปที่ขา \overline{EA} จะทำให้วงจร Timing and Control ส่งสัญญาณไปยังพอร์ท 0 และพอร์ท 2 เพื่อส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนบัสหมายเลข 2 ออกไปชี้หน่วยความจำภายนอก จากนั้นจะอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับมาทางพอร์ท 0 ไปยัง Internal Data Bus แล้วไปเก็บที่ Instruction Register เพื่อทำงานต่อไปเหมือนกับการอ่านคำสั่งจาก ROM ภายในการทำงานในช่วงส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำไปยังหน่วยความจำแล้วอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับมาเก็บไว้ใน Instruction Register เรียกว่าเป็นช่วงการ Fetch (Fetch Cycle) ช่วงต่อไปจะเป็นช่วงทำงานตามคำสั่งเรียกว่า Execute Cycle

3. ไตรอะแกรมเวลาของการติดต่อกับหน่วยความจำ

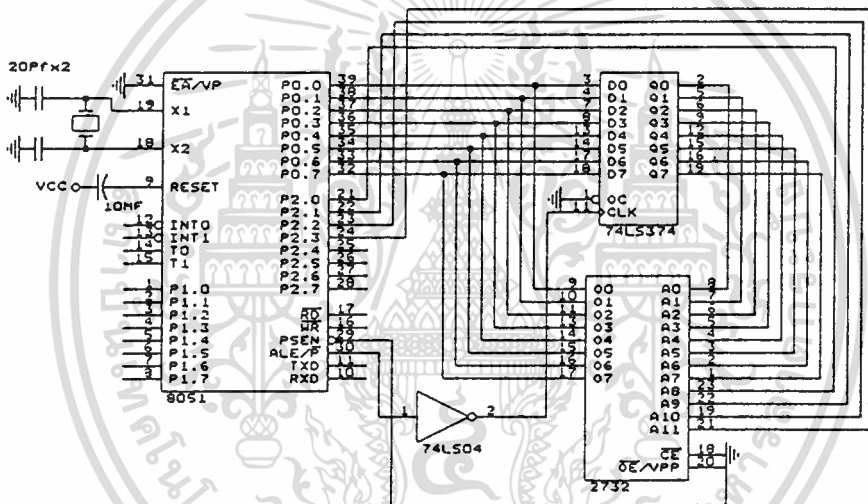
การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก 8051 นั้น ลำดับสัญญาณเวลา (Timing Diagram) ของสัญญาณที่ทำการอ่านคำสั่งมีดังรูปที่ ผ.3



รูปที่ ผ.3 Timing Diagram ของการอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก

การอ่านคำสั่ง (Fetch) จาก Program area ภายนอกจะเริ่มจาก 8051 ส่งสัญญาณลอจิก 1 ออกมาทางขา ALE ขณะนี้สัญญาณที่ขา \overline{PSEN} จะเป็น 1 จากนั้นพอร์ท 0 จะส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตล่างและพอร์ท 2 จะส่งหน่วยความจำ 8 บิตบนออกมาแล้วสัญญาณ ALE จะกลับเป็น 0 อุปกรณ์ภายนอกสามารถใช้ขอบขาของสัญญาณ ALE เพื่อ Latch ตำแหน่งหน่วยความจำ

จำพอร์ท 0 ไว้จากนั้นพอร์ท 0 ก็จะยกเลิกการส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำเข้าสู่สถานะ High Impedance และสัญญาณ \overline{PSEN} จะเป็น 0 เพื่อเตรียมรับคำสั่งที่ส่งออกจากหน่วยความจำภายนอกเข้าไปยัง 8051 เพื่อทำงานต่อไป เมื่อคำสั่งถูกอ่านเข้าไปเก็บใน Instruction Register แล้วสัญญาณ \overline{PSEN} จะกลับเป็น 1 พร้อมกับสัญญาณ ALE ก็กลับเป็น High เพื่อการอ่านคำสั่งต่อไปทำงาน ข้อมูลในพอร์ท 2 จะคงที่ตลอดเวลาตั้งแต่สัญญาณ ALE เป็น 1 จนกระทั่งเปลี่ยนเป็น 0 และกลับเป็น 1 อีกครั้งหนึ่งจากนั้นจะเริ่มลำดับการ Fetch ข้อมูลไบท์ที่ 2 จากหน่วยความจำโปรแกรม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณตามเวลาเหมือนกับการ Fetch ไบท์แรก จาก Timing Diagram จะออกแบบวงจรที่มี Program Memory อยู่ภายนอก 8051 ได้ดังตัวอย่างรูปที่ ๘.4



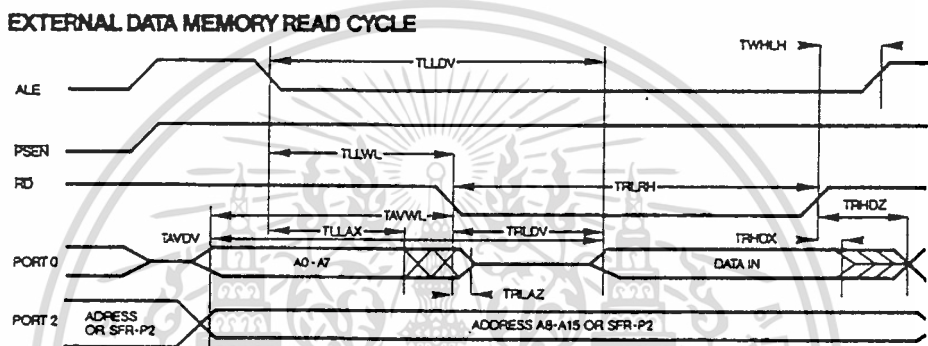
รูปที่ ๘.4 วงจรที่มี Program Memory อยู่ภายนอก

74LS374 ในรูปข้างบนจะทำหน้าที่ Latch ตำแหน่งในหน่วยความจำ 8 บิตล่างที่เวลาขอบขาของสัญญาณ ALE ซึ่งสัญญาณ ALE จะถูกกลับให้เป็นตรงข้ามโดย Inverter 74LS04 ก่อนที่จะป้อนให้กับขา CLK ของ 74LS374 และที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณที่ออกจาก 74LS04 จะ Latch ตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลที่ออกจาก 74LS374 จะเป็นค่า 8 บิตล่างของตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการจะติดต่อ ในวงจรได้ต่อค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิต เข้ากับ A0-A7 ของ EPROM และข้อมูลจากพอร์ท 2 บิต P2.0-P2.3 จะต่อเข้ากับ A8-A11 ของขา EPROM โดยตรงเพราะค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตบนที่ออกมาจากพอร์ท 2 จะคงที่ตลอดเวลา ขา \overline{PSEN} ของ 8051 จะถูกต่อเข้ากับขา OE ของ EPROM เบอร์ 2732 ดังนั้นเมื่อสัญญาณ \overline{PSEN} มีสถานะลอจิกเป็น 0 ก็ จะส่งคำสั่งที่เก็บใน EPROM ตำแหน่งที่ชี้โดยข้อมูลที่ขา A0-A11 ออกมายังพอร์ท 0 และถูก 8051 เก็บไปทำงานต่อไป

4. การอ่าน-เขียนข้อมูลกับหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8051

การอ่าน-เขียนข้อมูลกับ Data Memory ภายใน 8051 นั้นจะมีสัญญาณมาจาก Timing and Control โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทำความเข้าใจ แต่การอ่าน-เขียนข้อมูลกับ Data Memory อันเนื่องมาจากคำสั่ง MOVX นั้น เมื่อคำสั่งดังกล่าวถูกเข้ามายัง Instruction Register แล้ว Timing and Control จะทำการถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมดังนี้

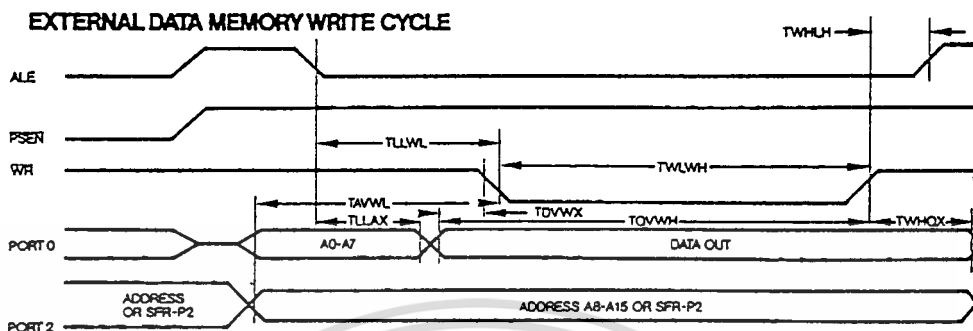
1) การอ่านข้อมูลจาก External Data Memory จะมีไดอะแกรมสัญญาณเวลาดังรูปที่ ๘.5



รูปที่ ๘.5 Timing Diagram ของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก 8051

การทำงานเริ่มจากการส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก 8 บิตส่งออกทางพอร์ท 0 และ 8 บิตบน ออกทางพอร์ท 2 เมื่อส่งค่าตำแหน่งแล้ว สัญญาณ ALE ซึ่งเดิมมีลอจิกเป็น 1 จะกลับมาเป็น 0 เพื่อให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถ Latch ตำแหน่งหน่วยความจำไว้เหมือนกับการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก 8051 เพื่อส่งไปยังหน่วยความจำแม้ว่าข้อมูลบนพอร์ท 0 จะเปลี่ยนแปลงไปก็ยังมีค่าตำแหน่งหน่วยความจำส่งไปยังหน่วยความจำในระหว่างการติดต่อกับ Data Memory นี้สัญญาณ PSEN จะเป็น 1 ตลอด เพราะสัญญาณ PSEN จะ Active (เป็น 0) ก็ต่อเมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก 8051 เท่านั้น 8051 จะส่งสัญญาณลอจิก 0 ออกมาทางขา RD เพื่อบอกกับหน่วยความจำภายนอกว่าต้องการอ่านข้อมูลเข้าไปเมื่อ 8051 ส่งสัญญาณ RD เป็นลอจิก 0 จะทำให้พอร์ท 0 เข้าสถานะ High Impedance พร้อมทั้งให้หน่วยความจำภายนอกส่งข้อมูลมาบนพอร์ท 0 ข้อมูลจะถูกอ่านที่เวลาขอบขาขึ้นของสัญญาณ RD จากนั้นสัญญาณ ALE ก็จะถูกกลับเป็น 1 เพื่อเริ่มการทำงานคำสั่งต่อไป

2) การเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8051 จะมีไดอะแกรมสัญญาณตามเวลา ดังรูปที่ ๘.6



รูปที่ ๘.6 Timing Diagram ของการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำข้อมูลภายนอก 8051

เมื่อ 8051 ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตล่างไปยังพอร์ท 0 และ 8 บิตบนลงไปยังพอร์ท 2 แล้วสัญญาณ ALE จะกลับเป็น 0 อุปกรณ์ภายนอกจะสามารถใช้สัญญาณนี้ในการ Latch ค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนพอร์ท 0 เหมือนกับในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก เมื่อสัญญาณ ALE เป็น 0 แล้ว 8051 จะส่งข้อมูลที่ต้องการเขียนไปยังพอร์ท 0 แล้วให้สัญญาณ \overline{WR} เปลี่ยนสถานะลอจิกเป็น 0 ขณะนี้หน่วยความจำภายนอก จะต้องเขียนข้อมูลไปเก็บยังตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นสัญญาณ \overline{WR} จะกลับเป็น 1 เพื่อเป็นการบอกสิ้นสุดการเขียนข้อมูลแล้วสัญญาณ ALE ก็กลับเป็น 1 เพื่อ Fetch คำสั่งต่อไปทำงาน

หน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอกที่สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้จะสามารถเขียนเป็นรูปวงจรมัดดังรูปที่ ๘.7 จากรูป 2.10 74LS374 จะใช้สำหรับ Latch ค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตล่างไว้ แม้ว่าข้อมูลบนพอร์ทจะเปลี่ยนไปสัญญาณ \overline{RD} และ \overline{WR} จะอ่านหรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก 6116 เป็นหน่วยความจำแบบ RAM ที่สามารถจะอ่านหรือเขียนข้อมูลได้

5. วัฏจักรของ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกเป็น 2 แบบคือหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม (Program Area) และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Area) ดังในไดอะแกรมรูปที่ ๘.8

หน่วยความจำสำหรับข้อมูล เป็นหน่วยความจำที่ 8051 ใช้สำหรับเก็บหรือพักข้อมูลระหว่างที่ทำงาน หน่วยความจำสำหรับข้อมูลมี 2 แบบ แบบหนึ่งมีขนาด 128 ไบท์อยู่ภายในและหน่วยความจำอีกแบบหนึ่งจะมีขนาด 64 KByte ต้องต่อเพิ่มเติมเข้าไปจากภายนอก 8051 หน่วยความจำภายในตำแหน่ง 00H - 7FH นี้สามารถอ้างถึงได้โดยตรงคือมีคำสั่งให้อ่านหรือเขียนข้อมูลไปยังตำแหน่งนั้นโดยตรงแต่หน่วยความจำตำแหน่ง 80H-FFH นั้นเป็นรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register , SFR) หน่วยความจำภายในช่วงนี้เป็นรีจิสเตอร์สำหรับงานเฉพาะอย่างหน่วยความจำรับข้อมูลภายใน 8051 ช่วง 00H-07FH สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ

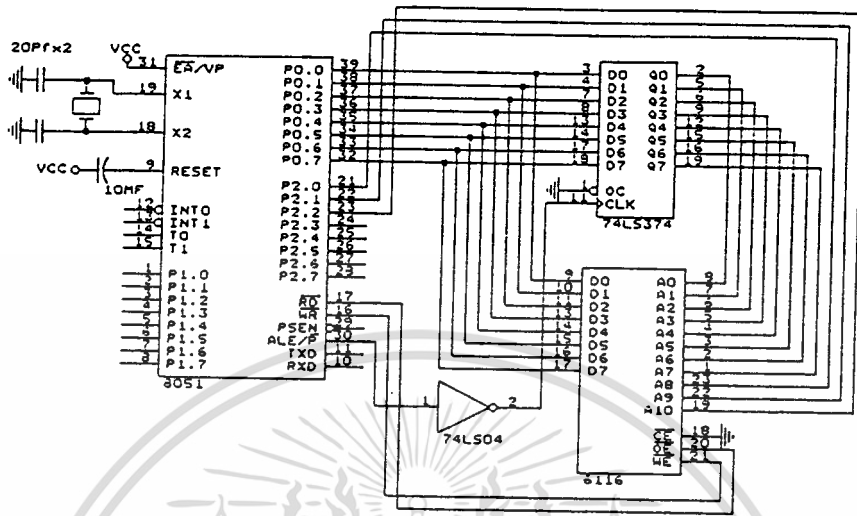
5.1 Register Bank 0-3

อยู่ในหน่วยความจำช่วงตำแหน่งที่ 00H-1FH หน่วยความจำนี้จะแบ่งได้เป็น 4 ชุด ชุดละ 8ไบท์ แต่ละชุดเรียกว่า BANK แต่ละไบท์ใน 1 BANK จะมีชื่อเรียกรีจิสเตอร์ว่า R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 และ R7 รีจิสเตอร์เหล่านี้จะถูกเรียกใช้งานในระหว่างการทำงานของโปรแกรมได้อย่างสะดวก และรีจิสเตอร์เหล่านี้จะมีชื่อซ้ำกันในทุก BANK การงานจึงต้องเรียกใช้งานที่ละ BANK เท่านั้น โดยการกำหนดในรีจิสเตอร์ PSW เมื่อเริ่มการ Reset การทำงานของ 8051 จะเริ่มการใช้งานในรีจิสเตอร์ R0 ถึง R7 ที่ BANK 0 ซึ่งรีจิสเตอร์ R0 ถึง R7 ในแต่ละ BANK จะอ้างอิงในหน่วยความจำสำหรับข้อมูลใน 8051 ดังในตารางที่ ผ.1

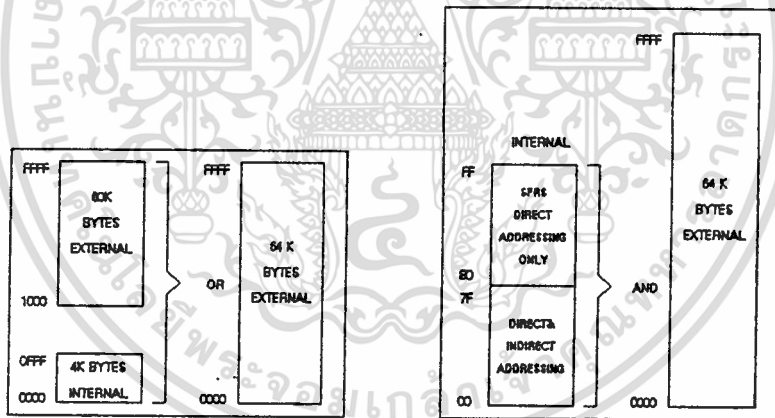
รีจิสเตอร์	ตำแหน่งหน่วยความจำ			
	BANK 0	BANK 1	BANK 2	BANK 3
R0	0	8	10	18
R1	1	9	11	19
R2	2	A	12	1A
R3	3	B	13	1B
R4	4	C	14	1C
R5	5	D	15	1D
R6	6	E	16	1E
R7	7	F	17	1F

ตารางที่ ผ.1 แสดงการจัด Bank ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๗ วงจรที่มีหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8051



รูปที่ ๘.๘ ไดอะแกรมภาพของหน่วยความจำ 8051

หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม เป็นหน่วยความจำที่ 8051 ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมภาษาเครื่องที่ 8051 จะทำงานเมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้ 8051 หรือมีการรีเซ็ต (Reset) 8051 จะทำให้เริ่มการทำงานจากคำสั่งในโปรแกรมตำแหน่งที่ 0000H เมื่อทำงาน 1 คำสั่งก็จะทำให้ PC ที่ชี้ตำแหน่งโปรแกรมมีค่าเพิ่มขึ้นเพื่อชี้ตำแหน่งของคำสั่งต่อไปตำแหน่งสุดท้ายของหน่วยความจำคือ FFFFH หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมนี้อาจเลือกได้ว่าเป็นหน่วยความจำที่อยู่ภายใน 8051 หรือภายนอก 8051 ก็ได้หน่วยความจำสูงสุดสำหรับโปรแกรมภายนอก 8051 มีได้ถึง 64 K Byte ทำให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางหน่วยความจำในช่วงนี้ 8051 สามารถอ่านข้อมูลได้อย่างเดียวไม่สามารถเขียนข้อมูลในระหว่างการทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 Bit Address Area

เป็นหน่วยความจำในตำแหน่ง 20H-2FH หน่วยความจำแต่ละบิตในช่วงนี้ จะสามารถตรวจสอบหรือตั้งค่าเป็น 1 หรือ 0 ได้โดยการโปรแกรมภาษาเครื่อง แต่ละบิตของข้อมูลในหน่วยความจำช่วงนี้จะมีค่าของตำแหน่งตั้งใน Memory Map รูปที่ ๘.9

RAM BYTE (MSB)	(LSB)							
7FH								
2FH	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78
2EH	77	76	75	74	73	72	71	70
2DH	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68
2CH	67	66	65	64	63	62	61	60
2BH	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58
2AH	57	56	55	54	53	52	51	50
29H	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48
28H	47	46	45	44	43	42	41	40
27H	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38
26H	37	36	35	34	33	32	31	30
25H	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28
24H	27	26	25	24	23	22	21	20
23H	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18
22H	17	16	15	14	13	12	11	10
21H	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08
20H	07	06	05	04	03	02	01	00
1FH	Bank 3							
18H	Bank 3							
17H	Bank 2							
10H	Bank 2							
0FH	Bank 1							
08H	Bank 1							
07H	Bank 0							
00H	Bank 0							

รูปที่ ๘.9 แสดงค่าตำแหน่งของแต่ละบิต

ในรูปที่ ๘.9 ตัวเลขข้างซ้ายเป็นค่าตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายใน 8051 ซึ่งแต่ละบิตในตำแหน่งนั้นจะมีค่าเป็นเลขฐาน 16 ที่จะใช้เป็นค่าอ้างอิงในคำสั่งจัดการกับข้อมูลบิตนั้น

5.3 Scratched Pod Area

เป็นช่วงของหน่วยความจำตำแหน่ง 30H-7FH หน่วยความจำช่วงนี้จะใช้สำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปถ้ารีจิสเตอร์ Stack Pointer ซึ่มายังหน่วยความจำช่วงนี้จะต้องระวังไม่ให้เกิดการเขียนทับใน

ขณะที่ 8051 ทำงานจะมีรีจิสเตอร์ตัวหนึ่งที่เก็บสถานะ (Flag) ที่เกิดขึ้นระหว่างการคำนวณ เช่น ตัว
 ทด (Carry) หรือจะใช้เลือก BANK ของรีจิสเตอร์ภายใน 8051 ก็ได้ รีจิสเตอร์ตัวนี้คือ Program
 Status Word (PSW) มีขนาด 8 บิต แต่ละบิตจะใช้เก็บสถานะการทำงานต่าง ๆ ให้อยู่ดังรูปที่ ผ.10

(MSB)				(LSB)			
Symbol	Position	Name and Significance	Symbol	Position	Name and Significance		
CY	PSW.7	Carry flag.	OV	PSW.2	Overflow flag.		
AC	PSW.6	Auxiliary Carry flag. (For BCD operations).	-	PSW.1	User definable flag.		
F0	PSW.5	Flag 0 (Available to the user for general purposes).	P	PSW.0	Parity flag. Set/cleared by hardware each instruction cycle to indicate an odd/even number of "one" bits in the Accumulator, i.e., even parity.		
RS1	PSW.4	Register bank select control bits 1 & 0. Set/cleared by software to determine working register bank (see Note).					
RS0	PSW.3						

รูปที่ ผ.10 Program Status Word (PSW)

PSW.0 บิต 0 เรียกว่าบิตพาริตี เป็นบิตบอกสถานะว่าในรีจิสเตอร์ Accumulator หรือ รีจิสเตอร์ A มี 1 เป็นจำนวนคี่หรือคู่

PSW.1 บิต 1 บิตนี้ไม่มีการใช้งาน

PSW.2 บิต 2 เรียกว่า Overflow Flag เป็นบิตที่บอกว่าการคำนวณนั้นทำให้เกิดตัวทศขึ้น
 ในระหว่างการคำนวณ ตัวทศนี้เป็นตัวทศที่เกิดจากบิต 6 ไปยังบิต

PSW.3, PSW.4 บิต 3 และ บิต 4 สองบิตนี้จะใช้งานร่วมกันเพื่อเป็นตัวบอกว่าจะได้ใช้
 รีจิสเตอร์ R0 ถึง R7 ใน BANK ไหนอยู่ ดังตาราง

บิตที่ 4 (RB1)	บิตที่ 3 (RB0)	Register Bank	address
0	0	0	00H-07H
0	1	1	08H-0FH
1	0	2	10H-17H
1	1	3	18H-1FH

ตารางที่ ผ.2 แสดงการจัดบิตที่ 3 และ 4 ของ PSW

PSW.5 บิต 5 เรียกว่าบิตเอนกประสงค์ เป็นบิตที่ผู้ใช้สามารถใช้เป็นคำสั่งกำหนดค่าให้
 เป็น 0 หรือ 1 ก็ได้โดยที่ การทำงานของคำสั่งอื่นจะไม่ทำให้บิตนี้มีการเปลี่ยนแปลง บิตนี้มี
 ประโยชน์สำหรับการส่งสถานะของโปรแกรมระหว่างการดำเนินงานของโปรแกรมย่อย (Subroutine)

PSW.6 บิท 6 เรียกว่า Auxiliary Carry Flag เป็นบิทที่ใช้สำหรับเก็บตัวทศที่เกิดขึ้นระหว่างการคำนวณ ตัวทศนี้เป็นตัวทศที่เกิดการคำนวณของบิท 3 ซ้ำมาไปยังบิท 4

PSW.7 บิท 7 เรียกว่า Carry Flag เป็นบิทที่บอกสถานะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ว่าผลลัพธ์นั้นทำให้เกิดตัวทศหรือไม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ฤวิศ พึ่งมา และพี่ๆ ที่ห้องแลป พี่ปู พี่กี้ พี่สุพจน์ พี่หมี ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาต่าง ที่เกิดขึ้น ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจสำหรับความร่วมมือและความช่วยเหลือแม้จะ เพียงเล็กน้อย ขอขอบคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่ให้กำลังใจตลอดเวลา

ขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัย จงดลบันดาลให้ท่านทั้งหลายที่กล่าวมานี้ จงประสบแต่ ความสุข สมปรารถนาทุกประการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

