สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบเลขหมายส่วนบุคคล

PABX USING PERSONAL EXTENSION NUMBER

โดย

นายเกรียงศักดิ์ กุลชลาทร

นางสาวนริศรา รักประกอบกิจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล่มที่ .....
เลขทะเบียน 54941
วัน,เดือน,ปี - 1 มิ.ย. 2548

.b.....
.i.....

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบเลขหมายส่วนบุคคล

PABX USING PERSONAL EXTENSION NUMBER

โดย

นายเกรียงศักดิ์ กุลชลาทร 43010036

นางสาวนริศรา รักประกอบกิจ 43010206

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบเลขหมายส่วนบุคคล**

PABX USING PERSONAL EXTENSION NUMBER

ผู้จัดทำ

1. **นายเกรียงศักดิ์ กุลชลาทร** **43010036**
2. **นางสาวนริศรา รักประกอบกิจ** **43010206**

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. พิเชฐ มวงนวล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบเลขหมายส่วนบุคคล

PABX USING PERSONAL EXTENSION NUMBER

โดย นายเกรียงศักดิ์ กุลชลาทร 43010036
นางสาวนริศรา รักประกอบกิจ 43010206

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. พิเชฐ ม่วงนวล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอเกี่ยวกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบเลขหมายส่วนบุคคล (PABX USING PERSONAL EXTENSION NUMBER) ซึ่งมีคุณสมบัติ คือ รองรับระบบโทรศัพท์จากคู่สายภายนอก 1 คู่สายไปสู่ 6 คู่สายภายใน และให้บริการภายใน PABX ได้ 6 คู่สาย และมีคุณสมบัติที่แตกต่างจาก PABX เดิมคือ สามารถทำการเปลี่ยนเลขหมายประจำคู่สายให้เป็นเลขหมายส่วนบุคคลโดยใช้รหัสส่วนตัว เพื่อการใช้งานโทรศัพท์อย่างมีประสิทธิภาพ

ABSTRACT

This Thesis proposes the Private Automatic Branch Exchange: PABX, that using personal extension numbers. It has one TOT line and six Extension lines with its special function can use personal extension number by personal code for using efficiently the telephone.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	**บทนำ**	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการการ**	2
	2.1 ชุมสายโทรศัพท์	2
	2.2 SLIC (Subscriber Loop Interface Circuit)	3
	2.3 ประเภทของชุมสาย	3
	2.4 พัฒนาการระบบของชุมสายโทรศัพท์	5
	2.5 ตู้สาขาโทรศัพท์	6
	2.6 ประเภทของตู้สาขาโทรศัพท์	7
	2.7 โครงสร้างของระบบชุมสายปลายทางอัตโนมัติ	8
	2.8 ฟังก์ชั่นบริการของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ	9
	2.9 การกำหนดเลขหมายภายในตู้สาขาโทรศัพท์ (Numbering Plan)	10
	2.10 เครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ (Subscriber)	11
	2.11 สัญญาณ (Signaling)	15
บทที่ 3	**การคำนวณและการสร้าง**	18
	3.1 ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (External Line Interface Circuit)	19
	3.2 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Detector Circuit)	22
	3.3 ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic Answer Circuit Section)	22
	3.4 ส่วนตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit Section)	23
	3.5 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง (Speech Path Circuit Section)	24
	3.6 ส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง (Tone Signaling Generators)	25
	3.7 ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายใน (Extension Interface Circuit)	26
	3.8 ส่วนวงจรจ่ายกระแสไฟ (Power Supply)	27
	3.9 ส่วนควบคุมระบบ (Central Processing Unit)	27
บทที่ 4	**การทดลองและผลการทดลอง**	33
	4.1 การทดลองส่วนตรวจสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Voltage Detector Circuit)	33
	4.2 ส่วนวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (External Line Interface Circuit)	35
	4.3 การทดลองส่วนตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)	36
	4.4 การทดลองส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง (Tone Signaling Generators)	39
	4.5 ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายใน (Extension Interface Circuit)	47
บทที่ 5	**สรุปผลการทดลอง**	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ 2
รูปที่ 2.2 ชุมสายท้องถิ่น 3
รูปที่ 2.3 แสดงการเชื่อมต่อ PABX กับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น 4
รูปที่ 2.4 ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น 5
รูปที่ 2.5 ระบบ Cross Bar 5
รูปที่ 2.6 ตู้สาขาโทรศัพท์ (Private Branch Exchange: PBX) 7
รูปที่ 2.7 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ DPABX 9
รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์ 11
รูปที่ 2.9 แสดงวงจรโทรศัพท์แบบหมุนเลขหมาย 12
รูปที่ 2.10 แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนเลขหมาย “4” 13
รูปที่ 2.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่ใช้สร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ 14
รูปที่ 2.12 Subscriber Signaling 15
รูปที่ 2.13 แสดงสัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย (Inter Exchange Signaling) 17
รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบชุมสายอัตโนมัติ 19
รูปที่ 3.2 ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (External Line Interface Circuit Section) 30
รูปที่ 3.3 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Detector Circuit Section) 30
รูปที่ 3.4 ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic Answer Circuit Section) 31
รูปที่ 3.5 ส่วนตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit Section) 31
รูปที่ 3.5 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง (Speech Path Circuit Section) 32
รูปที่ 3.7 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) 33
รูปที่ 3.8 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) 33
รูปที่ 3.9 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) 34
รูปที่ 3.10 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) 34
รูปที่ 3.11 ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายใน (Extension Interface Circuit Section) 35
รูปที่ 3.12 วงจร Power Supply 35
รูปที่ 3.13 แสดงโครงสร้างของรีจิสเตอร์ควบคุม Timer/Counter Mode Control Register (TMOD) 28
รูปที่ 3.14 แสดงโครงสร้างของรีจิสเตอร์ควบคุม Timer/Counter Control Register (TCON) 28
รูปที่ 3.15 แสดงโครงสร้างของรีจิสเตอร์ควบคุม IE (Interrupt Enable Register) 29
รูปที่ 3.16 ภาพวงจรรวมแสดงการเชื่อมต่อส่วนควบคุมของระบบตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ
แบบระบุเลขหมายส่วนบุคคล (PABX Using Personal Extension Number) 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง 37
รูปที่ 4.2 แสดงรูปสัญญาณเอาท์พุทส่วนตรวจสัญญาณกระดิ่ง(Ringing Voltage Detector Circuit) 38
รูปที่ 4.3 ส่วนวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก(External Line Interface Circuit) 39
รูปที่ 4.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF 40
รูปที่ 4.5 เอาท์พุทจากการกดหมายเลข "1" บนหน้าแป้นโทรศัพท์ 42
รูปที่ 4.6 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน(Dial Tone) 43
รูปที่ 4.7 แสดงรูปสัญญาณ Dial Tone 44
รูปที่ 4.8 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง Busy Tone 45
รูปที่ 4.9 แสดงรูปสัญญาณ Busy Tone 46
รูปที่ 4.10 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ(Ring Back Tone) 47
รูปที่ 4.11 แสดงรูปสัญญาณ Ring Back Tone 48
รูปที่ 4.12 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง(Ringing Tone) 49
รูปที่ 4.13 แสดงรูปสัญญาณซายน์ที่ได้จากวงจร Ringing Tone 50
รูปที่ 4.14 แสดงอัตราการติด-ดับของสัญญาณซายน์ที่ได้จากวงจร Ringing Tone 50
รูปที่ 4.15 ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายใน(Extension Interface Circuit) 51
รูปที่ 4.16 แผนผังการทำงานรวมของระบบโปรแกรม 53
รูปที่ 4.17 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายนอก 54
รูปที่ 4.18 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายนอก 55
รูปที่ 4.19 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน 56
รูปที่ 4.20 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน 57
รูปที่ 4.21 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน 58
รูปที่ 4.22 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน 59
รูปที่ 4.23 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน 60
รูปที่ 4.24 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ดีทีเอ็มเอฟ 14
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดแป้นหมายเลข 24
ตารางที่ 3.2 แสดงค่าแอดเดรสการทำงานของไอซี MC142100 25
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากการกดแป้นคีย์บอร์ดที่โทรศัพท์ 41

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในระบบการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ได้ปฏิวัติลักษณะของงานที่เต็มไปด้วยกระดาษและเครื่องพิมพ์-ดีดไปสู่การใช้อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ที่มีการเชื่อมต่อโครงข่ายที่ให้บริการด้านข้อมูลแทน

โครงข่ายโทรศัพท์ก็เป็นบริการหนึ่งที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถทำให้การทำงานต่างๆ เป็นไปอย่างสะดวกดังนั้นความต้องการใช้โทรศัพท์จึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างสำนักงานหรือองค์การหรือการติดต่อสื่อสารภายในองค์การเดียวกัน โดยการติดต่อสื่อสารกันระหว่างสำนักงานจะอยู่ในขอบเขตความสามารถของชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) และการติดต่อสื่อสารภายในสำนักงานหรือองค์การเดียวกันโดยไม่ผ่านชุมสายท้องถิ่นเป็นการประหยัดค่าใช้-จ่ายให้กับองค์การ ดังนั้นโทรศัพท์จึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มอุปกรณ์ที่เรียกว่าชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange: PABX) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการตัดต่อสายโทรศัพท์เหมือนกับการทำงานของชุมสายท้องถิ่น แต่จะให้บริการเฉพาะภายในอาคารหรือสำนักงานเท่านั้นโดยไม่ต้องผ่านชุมสายท้องถิ่น

ในการพัฒนาด้านอุปกรณ์การสื่อสารอย่างหนึ่งก็คือการพัฒนาทางด้านระบบชุมสายโทรศัพท์ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีการพัฒนาจากยุคชุมสายโทรศัพท์ระบบครอสบาร์(Crossbar System) ซึ่งเป็นยุคเริ่มต้นของระบบชุมสายโทรศัพท์ มาจนถึงปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาจนเป็นระบบชุมสายแบบ ISDN (Integrated Service Digital Network) ซึ่งสามารถรวบรวมการให้บริการต่างๆแบบดิจิตอลไว้ในโครงข่ายเดียวกันได้ ทำให้ความสามารถของระบบเพิ่มขึ้นอย่างมาก

สำหรับโครงงานนี้ได้นำเสนอระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติระบบ SPC (Storage Program Control) ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 89C51 โดยขยายคู่สายจากองค์การโทรศัพท์ 1 คู่สายภายนอกเป็น 6 คู่สายภายในซึ่งเครื่องชุมสายโทรศัพท์ยังสามารถให้บริการในฟังก์ชั่นของการระบุเลขหมายส่วนบุคคลด้วย

โดยการศึกษาที่เพิ่มขึ้นในโครงงานนี้คือการรองรับการระบุหมายเลขส่วนบุคคลกับโทรศัพท์ภายในเครื่องอื่นๆ โดยอาศัยรหัสส่วนตัวซึ่งจะถูกระบุในแต่ละคู่สายภายในเพื่อสะดวกในเวลาที่พนักงานประจำห้องใดๆต้องการที่จะไปทำกิจธุระที่ห้องอื่นซึ่งจะสามารถทำการย้ายเลขหมายส่วนบุคคลจากห้องเดิมไปยังห้องที่จะไปเพื่อป้องกันการพลาดการเรียกเข้าในเวลานั้นๆได้

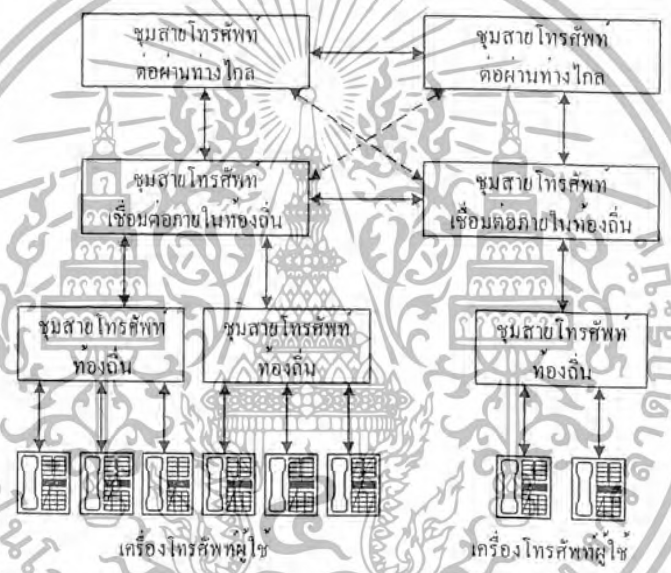
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการทำงาน

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัติโนมัติแบบระบุเลขหมายปลายทางส่วนบุคคล ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการเพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานของ PABX ที่มีใช้อยู่เดิม โดยหลักการทำงานยังคงทำงานร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆได้เหมือนเดิม เช่น ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) และเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ (Subscriber) ดังนั้นการทำงานยังคงอ้างอิงจากหลักการทำงานจากชุมสายโทรศัพท์เช่นกัน

2.1 ชุมสายโทรศัพท์

การใช้งานโทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้จะกระทำผ่านชุมสายโทรศัพท์ ต่างๆที่องค์การโทรศัพท์ให้บริการดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้

การที่เราจะวางเคเบิลให้สามารถเชื่อมต่อโทรศัพท์ทุกเครื่องเข้าด้วยกัน เพื่อที่โทรศัพท์ทุกเครื่องจะได้ติดต่อกันคงต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก แทนที่จะทำเช่นนั้นคู่สายของโทรศัพท์ทุกเครื่องจะถูกวางไปที่ศูนย์รวมในที่ที่หนึ่งและทุกครั้งที่เกิดมีการเรียกใช้โทรศัพท์ขึ้น จะเกิดการเชื่อมต่อชั่วคราวระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียกการเชื่อมต่อชั่วคราวนี้กระทำโดยชุมสายโทรศัพท์ (Central Office Switching Exchange) หน้าที่ของชุมสาย คือ การต่อเชื่อมวงจรของผู้เช่าหนึ่งไปยังอีกผู้เช่าหนึ่งที่ถูกเรียกและชุมสายโทรศัพท์มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษหลายชื่อ เช่น

- Central Office
- Telephone Exchange
- Wire Center
- Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 SLIC (Subscriber Loop Interface Circuit)

ที่ทำการศูนย์กลาง (Central Office) ที่ต่อเข้ากับแต่ละเครื่องโทรศัพท์จะมีวงจรเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้เรียกว่า " Subscriber Loop Interface Circuit(SLIC) " ในแต่ละ SLIC ประกอบด้วยวงจรการทำงานพื้นฐาน 6 อย่างคือ Battery , Over Voltage-Protection , Ring , Tip , Supervision , Hybrid และ Test เรียกสั้นๆ ว่า "BORSHT" โดยจะแยกอธิบายได้ดังนี้ คือ

2.2.1 Battery เป็นตัวจ่ายแรงดันให้แก่เครื่องโทรศัพท์ในสภาวะยกหู (Off - Hook) โดยปกติจะมีแรงดันไฟตรงประมาณ–48โวลต์

2.2.2 Over Voltage-Protection สายโทรศัพท์ที่ออกจากที่ทำการศูนย์กลางโดยส่วนมากจะอยู่บริเวณภายนอกอาคารซึ่งบางครั้งได้รับผลกระทบจากฟ้าผ่าทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าจำนวนมากอาจทำให้วงจรในส่วนที่ทำการศูนย์กลางนั้นเสียหายได้ ดังนั้น SLIC จึงต้องมีวงจรป้องกันแรงดันด้วย

2.2.3 Ring Tip ศูนย์กลางจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Voltage) ไปยังเครื่องโทรศัพท์เมื่อมีการเรียกเลขหมายนั้นและเมื่อผู้ถูกเรียกยกหูขึ้น SLIC จะตัดแรงดันสัญญาณกริ่งเรียกออกจึงเริ่มสนทนา

2.2.4 Supervision ทำหน้าที่เสมือนส่วนตรวจสอบสายโทรศัพท์ของ SLIC ว่าเมื่อใดมีการยกหู, วางหูและการส่งสัญญาณต่างๆ

2.2.5 Hybrid วงจรที่ทำหน้าที่แปลงกลับไปกลับมาระหว่าง 2W กับ 4W ในการเชื่อมต่อระหว่างคู่สายของผู้ใช้โทรศัพท์กับชุมสาย

2.2.6 Test ในการทดสอบสัญญาณหรือทดสอบคุณภาพของสายโทรศัพท์ SLIC จะยอมให้สัญญาณทดสอบจากศูนย์กลางผ่านไปในเครื่องโทรศัพท์และส่งผลการทดสอบกลับยังที่ทำการศูนย์กลาง

2.3 ประเภทของชุมสาย

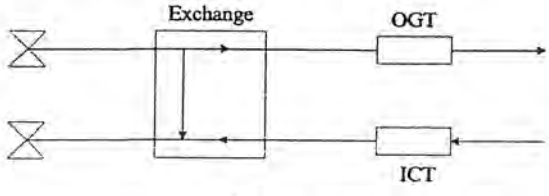
จากรูปที่ 2.1 จะสามารถแยกชุมสายโทรศัพท์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.3.1 ชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่

2.3.1.1 ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange)

เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าโดยตรงชุมสายแบบนี้มีขนาดตั้งแต่เป็นร้อยๆ เลขหมายจนถึงหมื่นเลขหมายหรือมากกว่านั้นและหน้าที่ของชุมสายนี้ คือ

- การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น(Outgoing Traffic)
- การเรียกเข้ามาจากชุมสายอื่น(Incoming Traffic)
- การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน(Internal Traffic)

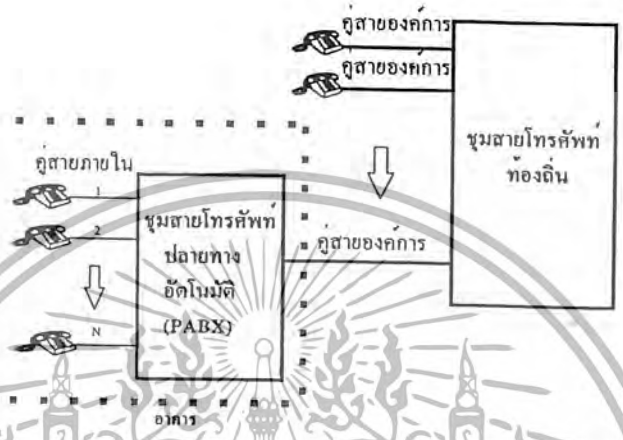


รูปที่ 2.2 ชุมสายท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ(PABX)

ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ (PABX) ได้ถูกพัฒนามาจากชุมสายโทรศัพท์ปลายทาง (PBX) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ให้บริการสำหรับผู้เช่า (Customer Premise Equipment: CPE) ที่ทำการติดตั้งในสำนักงานเพื่อให้บริการการเรียกสำหรับคู่สายภายในของสำนักงานโดยไม่ต้องผ่านชุมสายท้องถิ่นรวมถึงกรณีติดต่อกับผู้ใช้ภายนอกจะกระทำโดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นดังแสดงในรูปที่ 2.3



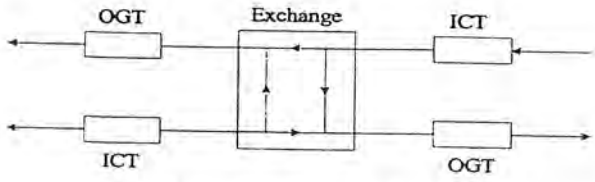
รูปที่ 2.3 แสดงการเชื่อมต่อ PABX กับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น

จากรูปที่ 2.3 เป็นการต่อใช้งานชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติให้ทำงานร่วมกับชุมสายท้องถิ่น ซึ่งชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติจะทำให้จำนวนคู่สายโทรศัพท์ที่ต่อมายังสำนักงานและปริมาณการใช้บริการโทรศัพท์ของชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นลดลงรวมทั้งสามารถเพิ่มจำนวนการบริการแก่ผู้ใช้ภายในสำนักงานด้วย และชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติยังมีฟังก์ชั่นบริการพิเศษแก่เลขหมายภายใน (Extension) ได้หลายอย่างซึ่งขึ้นอยู่กับว่าชุมสายโทรศัพท์ปลายทางนั้นๆมีขีดความสามารถเป็นอย่างไร การบริการพิเศษดังกล่าวได้แก่ การโอนสายระหว่างผู้ใช้ภายในชุมสายด้วยกัน การประชุมร่วม การรับสายแทนกันและการพักสายด้วยเสียงดนตรี เป็นต้น นอกจากนี้ในกรณีที่ตู้สาขาฯ ได้ทำการเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ก็จะทำให้โทรศัพท์เลขหมายภายในสามารถติดต่อไปยังเลขหมายภายนอกได้โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น

2.3.2 ชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง

2.3.2.1 ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น หรือ ชุมสาย Tandem จะไม่มีเครื่องโทรศัพท์มีแต่วงจรต่อเข้าและวงจรต่อออก ทำหน้าที่ต่อผ่านการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นต่างๆ ในโครงข่ายท้องถิ่นดังนั้นจึงมีการเรียกผ่าน (Transit Traffic) เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น

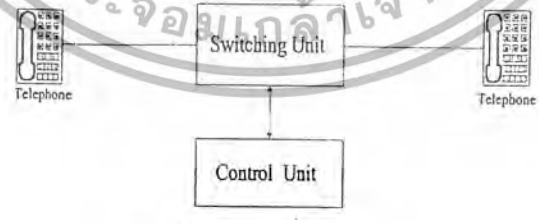
2.3.2.2 ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล(Transit Exchange) เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ให้บริการระหว่างชุมสายโทรศัพท์เชื่อมต่อภายในท้องถิ่นกับชุมสายโทรศัพท์เชื่อมต่อภายในท้องถิ่นดังรูปที่ 2.1

2.4 พัฒนาการระบบของชุมสายโทรศัพท์

2.4.1 Manual เป็นระบบแรกที่ถูกผลิตขึ้นมาโดยผู้ใช้โทรศัพท์ไม่สามารถที่จะทำการติดต่อได้เองต้องให้พนักงานต่อสาย (Operator) เป็นผู้ต่อให้

2.4.2 Step-By-Step: SXS ระบบนี้เป็นชุมสายอัตโนมัติระบบแรกที่พัฒนาขึ้นมาใช้เมื่อผู้เช่าหมุนเลขหมายเครื่องชุมสายจะรับเลขหมายแต่ละตัวมาดำเนินการต่อเข้ากับผู้ที่ถูกเรียก ระบบนี้การติดต่อจะใช้ระบบกลไกเป็นตัวทำงานและใช้สัญญาณไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมอีกทีเรียกว่าระบบ"Electro Mechanical"

2.4.3 Cross Bar ในระบบของ SXS เมื่อใช้ไปนานๆระบบกลไกจะมีการสึกหรอง่าย จึงได้พัฒนาระบบมาเป็นระบบ Cross Bar และมีข้อดีหลายประการเมื่อเทียบกับระบบเดิม เช่น มีส่วนกลไกน้อยลงทำงานได้รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ ราคาต้นทุนที่ต่ำลง แต่การทำงานในระบบกลไกอยู่แต่มีโครงสร้างทำงานที่แตกต่างออกไปจากเดิม กล่าวคือ มีส่วนควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ส่วนต่อวงจรพูด ส่วนควบคุมเป็นศูนย์กลางในการทำงานรับเลขหมายนำมาวิเคราะห์ แล้วส่งสัญญาณไปควบคุมส่วนต่อวงจรพูดการดำเนินการต่อผู้เช่าทั้งสองฝ่ายเข้าด้วยกัน ส่วนใหญ่ของระบบชุมสายนี้ประกอบด้วยรีเลย์และ Cross Switch



รูปที่ 2.5 ระบบ Cross Bar

2.4.4 Stored Program Control(SPC) ในปัจจุบันความก้าวหน้าในการพัฒนาสารกึ่งตัวนำได้ก้าวหน้าไปมากสามารถที่จะลดขนาดอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ให้เล็กลงกะทัดรัดและมีประสิทธิภาพเหมือนเดิมซึ่งเรียกอุปกรณ์ชนิดนี้ว่าวงจรรวม (Integrated Circuit: IC) อุปกรณ์เหล่านี้นำมาออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์รวมทั้งเทคโนโลยีระบบดิจิตอลที่นำเข้ามาใช้ทำให้ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายโทรศัพท์มีความทันสมัยมากขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงในการทำงานนอกเหนือจากการพูดโทรศัพท์ธรรมดาแล้วยังสามารถส่งสัญญาณภาพให้เห็นกันได้อีกด้วย

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นตัวควบคุมการทำงานทำให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วแน่นอน ขั้นตอนในการทำงานโปรแกรมจะถูกนำมาเก็บบันทึกในหน่วยความจำดังนั้นชุมสายแบบนี้จึงได้เรียกว่า Stored Program Control (SPC) ข้อดีของระบบนี้มีมากมายเมื่อเทียบกับระบบเก่าเช่น Cross Bar คือ

- ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานของชุมสาย
- ชุมสาย SPC สามารถทำงานเป็นได้ทั้งชุมสายท้องถิ่น(Local Exchange) และชุมสายต่อผ่าน (Transit Exchange หรือ Toll Office)
- มีบริการพิเศษ(Facilities) ต่างๆ ให้แก่ผู้เช่ามากมาย
- มีระบบการควบคุมดูแลและวิเคราะห์สาเหตุเสียได้ง่าย
- ประหยัดเงินในการสร้างวงจรควบคุมมีขนาดเล็กลง
- ระบบควบคุมทำงานได้เร็วขึ้น
- ทำให้เครื่องชุมสายมีขนาดเล็กลง
- ง่ายต่อการพัฒนา Numbering Plan และระบบการคิดเงิน(Charging System)

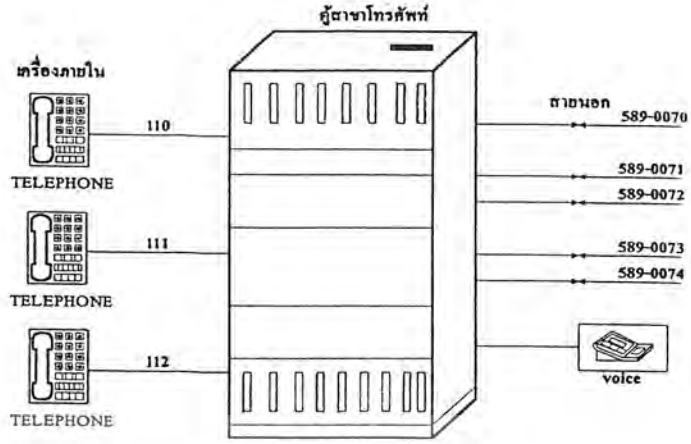
ทางกลับกันข้อเสีย คือต้องควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นฉะนั้นระบบ Air Condition จะต้องดีพอ

2.5 ตู้สาขาโทรศัพท์

ตู้สาขาโทรศัพท์ มีหน้าที่ในการติดต่อระหว่างสายภายในด้วยกันและระหว่างสายภายในกับสายภายนอกได้ การทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์จะเหมือนกับชุมสายโทรศัพท์คือใช้สัญญาณกระดิ่งในการเรียกใช้การหมุนหน้าปัดหรือการกดปุ่มเป็นรหัสในการกำหนดจุดหมายของการติดต่อคู่สายตู้สาขาโทรศัพท์แต่ยังมีความสามารถพิเศษมากกว่าชุมสายโทรศัพท์ เช่น โอนสายที่เรียกจากภายนอกให้ติดต่อกับเครื่องใดเครื่องหนึ่ง สามารถตัดจากสายภายในออกไปสู่ภายนอกได้โดยใช้รหัสเพียงหมายเลขเดียว นอกจากนั้นตู้สาขาโทรศัพท์อิเลคทรอนิกส์สมัยใหม่จะมีหน้าที่ทำงานในการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้อีกมากมาย

สายนอกของตู้สาขาโทรศัพท์ก็คือ คู่สายของเลขหมายโทรศัพท์จากชุมสายโทรศัพท์ที่จะโยงมาเข้าเครื่องโทรศัพท์แต่เข้ามาที่วงจรสายนอกของตู้สาขาแทน และเมื่อเครื่องโทรศัพท์ภายในตู้สาขาต้องการเรียกออกไปยังชุมสายก็จะใช้วงจรสายนอกเหล่านั้นโดยปกติเครื่องโทรศัพท์ของชุมสายโทรศัพท์ เรียกว่าผู้เช่า(Subscriber) และเครื่องโทรศัพท์ภายในตู้สาขาโทรศัพท์จะเรียกว่า เครื่องภายใน (Extension)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ตู้สาขาโทรศัพท์ (Private Branch Exchange: PBX)

2.5.1 การเรียก(Traffic Case) การเรียกต่างๆของตู้สาขาโทรศัพท์จะกระทำอยู่ 5 กรณีคือ

- การเรียกภายในตู้สาขา(Internal Call)
- การเรียกพนักงานสลับสาย(Operator Call)
  1. เพื่อช่วยทำการเรียกออกไปยังชุมสายโทรศัพท์
  2. เพื่อช่วยทำการเรียกภายใน หรือเพื่อการบริการ เช่น การสอบถามหมายเลข เป็นต้น
- การเรียกออกไปยังชุมสายโทรศัพท์(Outgoing Call)
- การเรียกเข้ามาจากชุมสายโทรศัพท์ (Incoming Call)
- การเรียกผ่านไปยังตู้สาขาอื่น(Transit Call)ใช้เฉพาะตู้ในโครงข่ายของตู้สาขา

2.6 ประเภทของตู้สาขาโทรศัพท์ ตู้สาขาโทรศัพท์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.6.1 ตู้สาขาโทรศัพท์แบบมีพนักงานต่อ (PMBX: Private Manual Branch Exchange) เป็นตู้สาขาฯ ที่มีพนักงานสลับสายเป็นผู้ทำการต่อการเรียก ตู้สาขาฯ แบบนี้ใช้อุปกรณ์ตัวต่อเป็นตู้ Switchboard ของพนักงานสลับสาย กรณีการเรียกต่างๆจะต้องกระทำการต่อให้โดยพนักงานสลับสายทั้งสิ้น การทำงานของตู้สาขาแบบนี้จะเหมือนการทำงานของชุมสายโทรศัพท์แบบ Manual ซึ่งเป็นระบบแรกในโลก ปัจจุบันส่วนใหญ่เลิกใช้แล้ว

2.6.2 ตู้สาขาโทรศัพท์แบบอัตโนมัติ (PABX: Private Automatic Branch Exchange)

แบ่งออกเป็นสองประเภท คือ แบบอนาลอก(Analog PABX) และแบบดิจิตอล (Digital PABX) เป็นชุมสายขนาดเล็กใช้เฉพาะหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง เช่น โรงแรม บริษัท หน่วยงานราชการ เป็นต้น การออกแบบในขั้นพื้นฐานแล้วจะเหมือนกับชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่ขององค์การโทรศัพท์ ต่างกันที่มีขนาดเล็ก จำนวนคู่สายน้อยกว่าซึ่งการพัฒนาระบบชุมสายภายใน (PABX) จะแบ่งหรือมองเห็นได้ คือ

- ระบบ Manual
- ระบบ Step By Step
- ระบบ Cross Bar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบ Electronic
- ระบบ Stored Program Control

ทุกระบบนี้ยังคงมีการใช้งานอยู่แต่ส่วนมากหรือระบบใหม่ๆจะเลือกระบบ Stored Program Control หรือ SPC เพราะมีความคล่องตัวในหลายๆ ด้าน เช่นไม่ต้องอาศัยพนักงานสลับสายเพื่อทำการต่อ

ตู้สาขาฯแบบอัตโนมัติ ที่สามารถทำการเรียกภายในตู้สาขาฯ โดยไม่ต้องผ่านพนักงานเพื่อช่วยทำการต่อให้ และสามารถทำการเรียกออกไปยังชุมสายได้เองโดยตรงด้วย แต่ในการเรียกเข้าจากชุมสายโทรศัพท์จะผ่านพนักงานสลับสายเพื่อทำการต่อไปยังเครื่องภายใน ตู้สาขาฯประเภทนี้ว่า **ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติระบบหมุนออกตรง (DOD PABX: Direct Outward Dialing)**

ตู้สาขาฯระบบอัตโนมัติ ที่สามารถทำการเรียกภายในและเรียกออกไปยังชุมสายได้โดยตรงตลอดจนแม้กระทั่งเรียกเข้าก็สามารถหมุนเลขหมายของเครื่องภายในได้โดยตรงจากผู้เช่าของชุมสายโทรศัพท์โดยไม่ต้องผ่านการต่อให้จากพนักงานสลับสาย ตู้สาขาฯประเภทนี้เรียกว่า **ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติระบบต่อเข้าตรง (DID PABX: Direct Inward Dialing)**

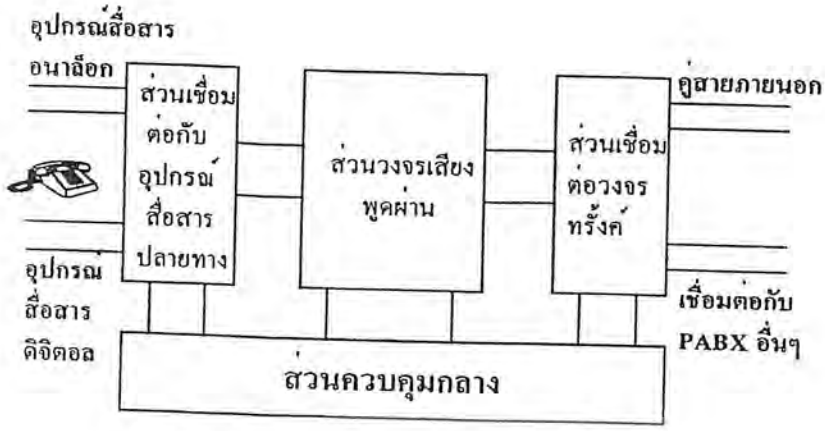
ตู้สาขาฯระบบอัตโนมัติแบบอนาลอก คือตู้สาขาฯที่ประกอบด้วยภาคตัวต่อที่ทำการต่อสัญญาณในรูปอนาลอกดังเช่น Crossbar Switch, Reed Relay เป็นต้น โดยภาคควบคุมอาจเป็นแบบ Hard Wired Logic หรืออาจเป็นแบบ Stored Program Control ก็ได้

ตู้สาขาฯระบบอัตโนมัติแบบดิจิตอล สามารถทำเป็นตู้สาขาฯระบบ DOD และ DID ได้ในทางด้านเทคนิคแต่ในทางปฏิบัติจะทำ DID เฉพาะกับตู้สาขาฯแบบดิจิตอลและทำระบบ DOD กับตู้สาขาฯแบบอนาลอกเท่านั้นเหตุผลก็คือ ตู้สาขาฯอัตโนมัติระบบ DID จะต้องมีการกำหนดเลขหมายตรงของเครื่องโทรศัพท์ภายในเข้าไว้ในชุมสายโทรศัพท์ การติดต่อระหว่างตู้สาขาฯกับชุมสายโทรศัพท์ต้องทำเหมือนเป็นการเชื่อมระหว่างชุมสายโทรศัพท์นั่นเอง คือจะมีการรับส่งสัญญาณระหว่างชุมสายโทรศัพท์อีกด้วย และอาจจะเป็นความยุ่งยากซับซ้อนแบบที่กล่าวมานี้ทำให้ชุมสายโทรศัพท์ยังไม่เปิดให้บริการกับตู้สาขาฯระบบ DID ในขณะที่ชุมสายโทรศัพท์นั้นยังเป็นแบบอนาลอกอยู่ ต่อมาเมื่อได้มีการนำเอาชุมสายโทรศัพท์ระบบดิจิตอลที่ควบคุมการทำงานระบบ SPC มาใช้จึงทำให้ความยุ่งยากลดลงจึงมีการเปิดให้บริการระบบต่อเข้าตรงกับตู้สาขาฯซึ่งก็พอดีเป็นยุคที่ตู้สาขาฯต่างๆได้เป็นระบบดิจิตอลแล้วนั่นเอง

2.7 โครงสร้างของระบบชุมสายปลายทางอัตโนมัติ

การทำงานนั้นจะอาศัยส่วนประกอบหลักๆ คือ ส่วนวงจรเสียงพูด(Speech Path Circuit) หรือวงจรสวิตช์ชิ่ง (Switching), ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทรังค์และอุปกรณ์สื่อสาร (Trunk and Line Interface) และส่วนควบคุมกลาง (Central Control) ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ DPABX

2.7.1 ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทรังก์และอุปกรณ์สื่อสาร (Terminal Equipment Interface) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับส่งข่าวสารกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ทั้งอนาลอกและดิจิตอล เช่น เครื่องโทรศัพท์ เครื่องโทรสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น รวมทั้งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับเครื่องโทรศัพท์ จัดส่งสัญญาณเรียกควบคุม และทดสอบการทำงานในส่วนวงจรที่อยู่หลังวงจรเสียงพูดผ่านแบบอนาลอก

2.7.2 ส่วนวงจรเชื่อมต่อทรังค์ (Trunk Interface Circuit) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติกับชุมสายท้องถิ่นภายนอกหรือชุมสายโทรศัพท์ปลายทางเครื่องอื่นๆ เพื่อให้คู่สายสมาชิกภายในติดต่อกับคู่สายภายนอกได้

2.7.3 ส่วนวงจรเสียงพูด(Speech Path Circuit) เป็นส่วนที่ทำการสวิตช์ข่าวสารของอุปกรณ์ต่างๆ จากต้นทางไปยังปลายทางโดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ซึ่งเป็นการจัดการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้ โดยจะทำการสวิตช์ระหว่างคู่สายโทรศัพท์กับทรังค์หรือระหว่างทรังค์กับทรังค์ด้วยกัน

2.7.4 ส่วนควบคุมกลาง (Central Control Unit) เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ DPABX โดยนำเอาหลักการ SPC เข้ามาใช้งาน ซึ่งจะใช้อุปกรณ์พวกไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผลข้อมูลจากหน่วยความจำที่ได้ทำการบันทึกไว้ จากนั้นจึงส่งข้อมูลไปควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆที่ทำหน้าที่ประมวลผลการเรียกการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นรวมทั้งการปรับปรุงการทำงานของชุมสายโทรศัพท์ เป็นต้น

2.8 ฟังก์ชั่นบริการของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ

การประมวลผลการเรียกของ DPABX จะมีฟังก์ชั่นที่ใช้ทำหน้าที่นี้ 8 ฟังก์ชั่นด้วยกันจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.8.1 ฟังก์ชั่นการจัดการเชื่อมต่อภายใน เป็นฟังก์ชั่นการจัดการในการเชื่อมต่อภายใน สามารถกำหนดรูปแบบของการเชื่อมต่อได้ 3 รูปแบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเรียกระหว่างคู่สายสมาชิกภายในด้วยกัน ซึ่งจะใช้การสวิตช์แบบต่างๆ
- การเรียกจากคู่สายสมาชิกภายในไปยังคู่สายภายนอกที่ไม่ได้อยู่ภายในชุมสายโดย รูปแบบการเชื่อมต่อนี้ DPABX จะทำการจองสัญญาณจากเส้นทางผู้เรียกไปยังทรังค์ที่ต่อออกไปยังคู่สายภายนอก โดยลักษณะการต่อจะเป็นลักษณะของ 1 คู่สายภายนอกต่อ 1 คู่สายภายใน
- การเชื่อมต่อกรณีที่มีการเรียกจากคู่สายภายนอกเข้ามายัง DPABX จะใช้ฟังก์ชั่น Direct Inward Dialing(DID) ซึ่งสามารถเรียกจากคู่สายภายนอกไปยังคู่สายภายในโดยไม่จำเป็นต้องผ่านโอเปอเรเตอร์ด้วยการส่งหมายเลขคู่สายภายในให้กับ DPABX ฟังก์ชั่นนี้ก็จะจัดเส้นทางของการติดต่อให้

2.8.2 ฟังก์ชั่นควบคุมการทำงาน

โดยฟังก์ชั่นควบคุมการทำงานแล้วยังทำหน้าที่เซ็ทอัพการทำงานสำหรับส่วนการสวิตช์เพื่อทำการเชื่อมต่อ รวมทั้งฟังก์ชั่นพิเศษต่างๆ

2.8.3 ฟังก์ชั่นที่ทำหน้าที่เป็นแอดเทนแดนซ์

2.8.4 ฟังก์ชั่นการตรวจสอบสถานะของคู่สายสมาชิก

2.8.5 ฟังก์ชั่นการส่งสัญญาณเรียก

2.8.6 ฟังก์ชั่นการรับข่าวสาร

2.8.7 ฟังก์ชั่นการส่งข่าวสาร

2.8.8 ฟังก์ชั่นการตรวจสอบและควบคุมการทำงาน

ทำหน้าที่คอยตรวจสอบและควบคุมการทำงาน เป็นฟังก์ชั่นที่ DPABX จะประมวลผลการทำงานเมื่อจัดการเชื่อมต่อหรือยกเลิกสภาวะเชื่อมต่อรวมไปถึงการจัดช่องสัญญาณให้ว่างเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อคู่สายสมาชิกครั้งต่อไป

2.9 การกำหนดเลขหมายภายในตู้สาขาโทรศัพท์ (Numbering Plan)

การกำหนดเลขหมายเป็นสิ่งสำคัญโดยเลขหมายที่กำหนดต้องคำนึงถึงความสะดวกและรวดเร็วในการใช้งานตลอดจนการวางแผนระยะยาวสำหรับปริมาณเครื่องโทรศัพท์ในอนาคตด้วย

การกำหนดเลขหมายจะสามารถกำหนดได้ตั้งแต่ 2 , 3 , 4 ตัว ทั้งนี้อยู่กับจำนวนเครื่องภายในที่มี เช่นถ้ากำหนด 2 หลัก คือ 00 ถึง 99จะมีเครื่องโทรศัพท์ได้ 100 เครื่องเป็นต้น ในทางปฏิบัติตู้สาขาจะมีการกำหนดรหัสอื่นๆ เช่น รหัสในการเรียกภายใน รหัสในการเรียกภายนอก เช่นเราใช้ 0 เป็นการเรียกภายในและ 9 เป็นรหัสเรียกออก กรณีดังกล่าวจะทำให้จำนวนเครื่องโทรศัพท์มีจำนวนลดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 เครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้(Subscriber)

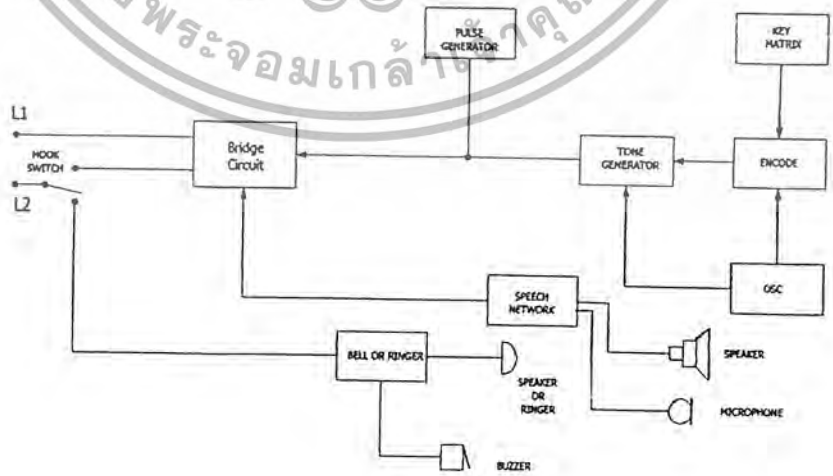
เครื่องโทรศัพท์ผู้ใช้ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 2 ระบบด้วยกัน คือ ระบบโทน(Tone) หรือแบบสัญญาณความถี่คู่(Dual Tone Multi-frequency Type) กับระบบพัลส์(Pulse)หรือแบบหมุน(Rotating Type) ซึ่งเป็นระบบดั้งเดิมที่ใช้มานานแล้ว โดยตัวเครื่องจะมีลักษณะหน้าปัดหมุนและใช้งานร่วมกับชุมสายท้องถิ่นระบบเก่าหน้าที่ของโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบจะมีลักษณะเหมือนกันแต่ต่างกันตรงที่ระบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน 2 ความถี่ ส่วนระบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ ถ้านำเครื่องระบบนี้ไปใช้ไม่สามารถติดต่อกับชุมสายได้ แสดงว่าชุมสายเป็นระบบใหม่จะต้องใช้เครื่องระบบใหม่เท่านั้น แต่ใช่ว่าเครื่องแบบกดปุ่มจะเป็นชุมสายระบบใหม่เสมอไป เพราะบริษัท TT&T ได้มีการคิดค้นระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่มที่สามารถสร้างสัญญาณพัลส์เพื่อการใช้งานกับชุมสายท้องถิ่นระบบเก่าได้โดยสามารถสร้างพัลส์แบบเดียวกับเครื่องหน้าปัดแบบหมุนได้ดังนั้นเครื่องโทรศัพท์แบบกดสามารถที่จะใช้งานกับระบบชุมสายทั้งสองได้โดยมีการเลือกจากสวิตช์ว่าต้องการใช้แบบใด

2.10.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่งที่ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่าโดยทำหน้าที่แปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งผ่านชุมสาย ในทางกลับกันก็เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น(Local – Exchange),(Hook – off)
2. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณรหัส(Code) ที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก (B. Subscriber)
3. ทำหน้าที่รับเสียงโทน (Tone) ที่ตอบรับจากชุมสายตลอดจนสัญญาณเรียก (Ringing Tone)
4. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณยกเลิกการติดต่อการเรียกไปยังชุมสาย (Hook – on)

ซึ่งส่วนของเครื่องโทรศัพท์มีส่วนประกอบที่สำคัญดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วงจรเสียงพูด(Speech Network) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากระบบสองสาย (2-Wire) ให้เป็นระบบสี่สาย (4-Wire) รวมทั้งขยายสัญญาณทั้งด้านรับและด้านส่งและควบคุมระดับของสัญญาณไซด์โทน

2. ไดอัลเลอร์ (Dialer) ทำการกำหนดสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์

3. วงจรส่งเสียงพูด (Transmitter) เป็นส่วนส่งเสียงพูดของผู้ใช้ไปยังคู่สนทนาโดยใช้ไมโครโฟนแปลงเสียงพูดไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าผ่านวงจรเสียงพูดไป

4. วงจรรับเสียงพูด (Receiver) ใช้ลำโพงหรือไดอะแฟลมเพื่อแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่มาจากสายโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณเสียงตามเดิม

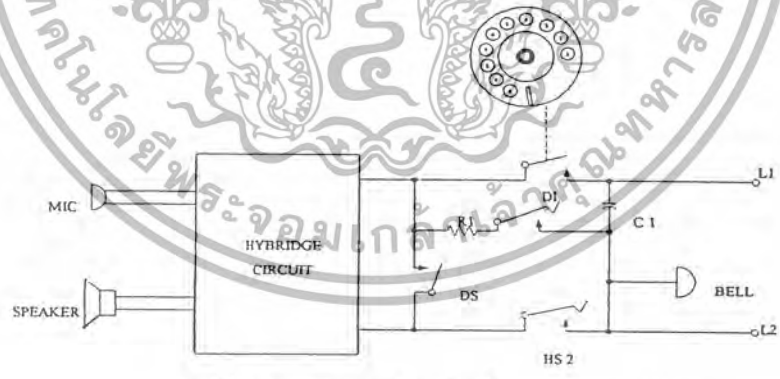
5. วงจรกระดิ่ง (Ringer) ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณเรียกจากชุมสายโทรศัพท์แล้วแปลงเป็นสัญญาณเสียงเพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่ามีผู้ต้องการจะติดต่อด้วย

6. **ฮุคสวิตช์ (Hook Switch)** ทำหน้าที่เชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์เข้ากับคู่สายมี 2 สภาวะ คือ **สภาวะ**การยกหู (Off Hook) และสภาวะการวางหู (On Hook)

7. **วงจรบริดจ์ (Polar Guard Bridge)** ทำหน้าที่ผ่านกระแสไฟตรงจากคู่สายไปเลี้ยงวงจรและป้องกันการกลับขั้วของกระแสไฟนอกจากนี้ยังทำหน้าที่ผ่านสัญญาณไฟฟ้าทั้งด้านบวกและลบไปในวงจรรวมทั้งเป็นส่วนสร้างกราวนด์ให้แก่เครื่องโทรศัพท์

2.10.1.1 ระบบโทรศัพท์แบบหมุน (Rotating Type)

ในรูปที่ 2.9 จะเป็นวงจรที่ใช้ในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์ โดยวิธีการหมุนหน้าปัทม์ของเครื่องโทรศัพท์เพื่อกำเนิดสัญญาณพัลส์ส่งออกไป โทรศัพท์ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิมเมื่อเริ่มมีการใช้โทรศัพท์ปัจจุบันนี้กำลังจะเลิกใช้แล้วมีอยู่เพียงบางแห่งที่ยังมีการใช้อยู่



รูปที่ 2.9 แสดงวงจรโทรศัพท์แบบหมุนเลขหมาย

จากรูปที่ 2.9 เป็นวงจรของเครื่องโทรศัพท์แบบหมุน การทำงานของวงจรในสภาพปกติเมื่อวางหูโทรศัพท์ฮุคสวิตช์(HS1,HS2) จะเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีกระแสไหลไปยังวงจรในส่วนที่อยู่หลังไปจะมีเพียงวงจรของสัญญาณกระดิ่งเท่านั้นที่ต่อเข้ากับสายโทรศัพท์ เมื่อมีสัญญาณเรียกมาจากชุมสายกระแสไหลผ่านกระดิ่งจะทำให้กระดิ่งดัง และเมื่อยกหูโทรศัพท์ขึ้นหน้าสัมผัสของฮุคสวิตช์จะต่อวงจรและเมื่อเราหมุนเลขหมายโทรศัพท์จะทำให้สวิตช์ DI และ DS ทำงานโดยสวิตช์ DI จะทำการตัดต่อวงจรเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนครั้งตามจำนวนตัวเลขที่เราหมุน โดยถ้าเราหมุนเลข 1 สวิตช์ DI ก็จะตัดวงจร1ครั้งถ้าเราหมุนเลข 2 ก็จะทำการตัดสวิตช์ 2 ครั้ง ถ้าเราหมุนเลข 0 จะตัดต่อวงจร 10 ครั้งการตัดต่อวงจรของสวิตช์ DI นี้ก็จะเป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ให้กับชุมสายนั่นเองส่วนสวิตช์ DS โดยปรกติจะเปิดวงจรอยู่มันจะทำการต่อวงจรก็ต่อเมื่อมีการหมุนหน้าปัทม์ สวิตช์ DS จะทำการต่อวงจรเพื่อป้องกันไฟดีซีไม่ให้ไหลเข้าสู่วงจรกระดิ่งและยังเป็นตัวป้องกันการสปาร์คของหน้าสัมผัส DI โดยจะต่ออนุกรมกับ R1 เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ขึ้น

รูปที่ 2.10 แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนเลขหมาย "4"

จากรูปที่ 2.10 จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อเรามีการหมุนเลขหมายโทรศัพท์จะเห็นว่าตอนแรกโทรศัพท์อยู่ในสภาวะออนฮุค คือ หูโทรศัพท์จะถูกวางอยู่ปกติไม่มีกระแสจากชุมสายเข้าสู่โทรศัพท์เพราะในขณะนี้วงจรถูกเปิดออกโดยฮุคสวิตช์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะออฟฮุคสวิตช์จะถูกปิดวงจรลงทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลขโดยในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข 4 จะทำให้วงจรถูกเปิดออกด้วยสวิตช์ S3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้รูปสัญญาณออกมาดังรูป

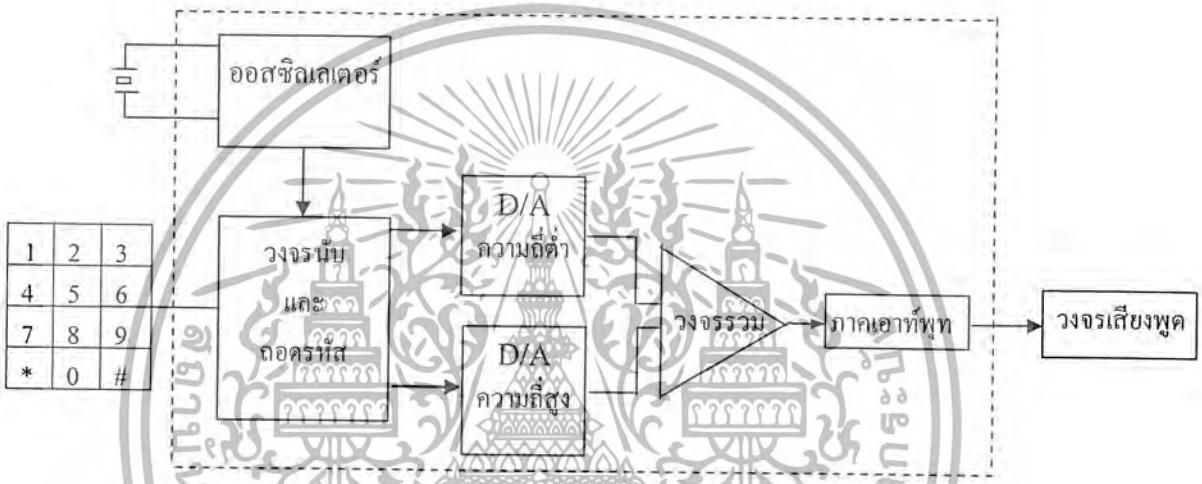
2.10.1.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่(Dual Tone Multi Frequency Type)

เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งสัญญาณพัลส์ระบบนี้เรียกว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการติดต่อด้วยไปให้กับชุมสายโทรศัพท์โดยการส่งสัญญาณไปด้วยความถี่สองความถี่มอดดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0–4 kHz) ซึ่งความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้งซึ่งค่าต่างๆจะแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่	รหัสหรือเลขหมาย			
679	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D
ความถี่ (เฮิรตซ์)	1209	1336	1447	1663

ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ดีทีเอ็มเอฟ



รูปที่ 2.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่ใช้สร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

ในรูปที่ 2.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบดีทีเอ็มเอฟซึ่งวงจรภายในประกอบด้วยวงจรนับและวงจรถอดรหัส (Counter and Decoder) ทำหน้าที่แยกการกดหมายเลขแต่ละครั้งตรงกับตำแหน่งใดในแต่ละแถวและหลัก เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วจะนำค่าแถวและหลักที่ได้ไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสเป็นสัญญาณดิจิตอลสองสัญญาณที่ความถี่ต่างกัน จากนั้นนำสัญญาณทั้งสองไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก (D/A Converter) และวงจรรวมและขยายสัญญาณ (Summing Amplifier) แล้วส่งผ่านต่อไปวงจรควบคุมเสียงพูดและชุมสายโทรศัพท์ในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ข้อเปรียบเทียบระหว่างโทรศัพท์ระบบ Pulse กับระบบ DTMF

โทรศัพท์ระบบ Pulse การส่งสัญญาณพัลส์ 1 ลูกใช้เวลาอย่างน้อย 100 msec (60 msec สำหรับการเปิดวงจรและ 40 msec สำหรับช่วงการปิดวงจร) และมีช่วงเวลาแยกสัญญาณแต่ละกลุ่มย่อยอย่างน้อย 700 msec และถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อมีค่ามากและยาวขึ้นจะทำให้เสียเวลาในการส่งเพิ่มขึ้น

โทรศัพท์ระบบ DTMF สามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายโทรศัพท์ได้มากกว่าระบบส่งแบบพัลส์ซึ่งเป็นผลให้ชุมสายใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำมีประสิทธิภาพตามไปด้วย

ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF

- ลดระยะเวลาการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิดสเตทได้ ทำให้ประหยัดและสะดวก
- ลดอุปกรณ์ จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสายโทรศัพท์
- การส่งเลขหมายให้กับชุมสายโทรศัพท์ไม่เกิดความผิดพลาด เพราะใช้สองความถี่ในการส่งทำให้ไม่ผิดพลาดในการกดหมายเลข

2.11 สัญญาณ (Signaling)

สัญญาณ คือข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือ ข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสายได้แก่

2.11.1 สัญญาณที่ส่งระหว่างผู้เช่า – ชุมสายโทรศัพท์ (Subscriber Line Signaling) สัญญาณที่ส่งระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย มีชนิดของสัญญาณและลำดับ ดังนี้

2.11.1.1 Off-Hook คือ สภาพผู้เช่ายกหูโทรศัพท์สายจะมีสภาพClose Loop (Low Impedance)

2.11.1.2 On-Hook คือ สภาพผู้เช่าวางหูหรือสภาพว่างสายจะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)

2.11.1.3 Dialing คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary Dial สัญญาณจะเป็นพัลส์ค่าอิมพิแดนซ์จะสูง-ต่ำสลับกันไปตามที่หมุนเลขหมายถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่ม Touch–Tone สัญญาณออกจะเป็นความถี่ DTMF ส่งออกไปยังชุมสาย

2.11.1.4 Dialing Tone คือ สัญญาณที่บอกถึงสภาพว่างของอุปกรณ์ชุมสายและชุมสายพร้อมจะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามาสัญญาณDial Toneนี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ประมาณ 425 Hz ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

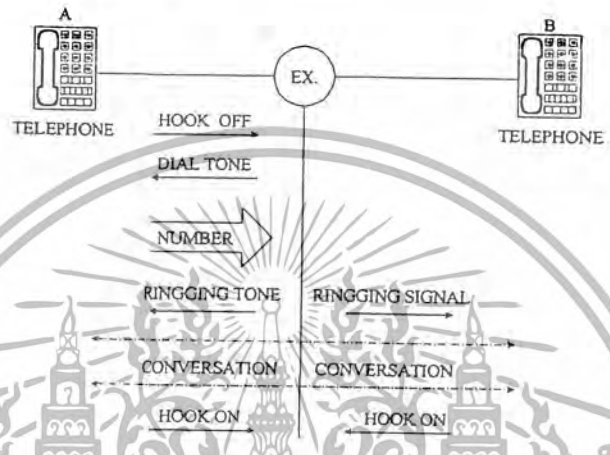
2.11.1.5 Busy Tone คือสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ชุมสายไม่ว่างแต่ถ้ายกหูแล้วได้สัญญาณนี้แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้วแสดงว่าผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีการเรียกต่างชุมสายลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.1.6 Ring Back Tone คือ สัญญาณที่ผู้ถูกเรียกได้ยินหลังจากหมุนหมายเลขครบแล้วเพื่อบอกให้ทราบว่าการต่อกระทำสำเร็จในขณะนี้ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังผู้ถูกเรียก ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

2.11.1.7 Ringing Signal คือ สัญญาณต่อเนื่องความถี่ของสัญญาณ 25 Hz ค่าแรงดัน 70 – 90 Vrms โดยส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก ส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

2.11.1.8 สัญญาณโทนอื่นๆ เช่น Nu Tone (Number Unobtainable Tone) บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่ เป็นต้น



รูปที่ 2.12 Subscriber Signaling

2.11.2 สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย(Inter Exchange Signaling) สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประเภท คือ

2.11.2.1 Seizure (สัญญาณจับวงจร)

เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่าคู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ ซึ่งชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา

2.11.2.2 Address Information

เป็นสัญญาณบอกเลขหมายหรือประเภทของผู้เช่า

2.11.2.3 Answer Signal (สัญญาณตอบรับ)

สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B ยกหูรับหน้าที่หลักของสัญญาณคือ

1. เริ่มต้นคิดเงิน
2. ส่งสัญญาณคิดเงิน
3. ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

2.11.2.4 Clear – Forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง)

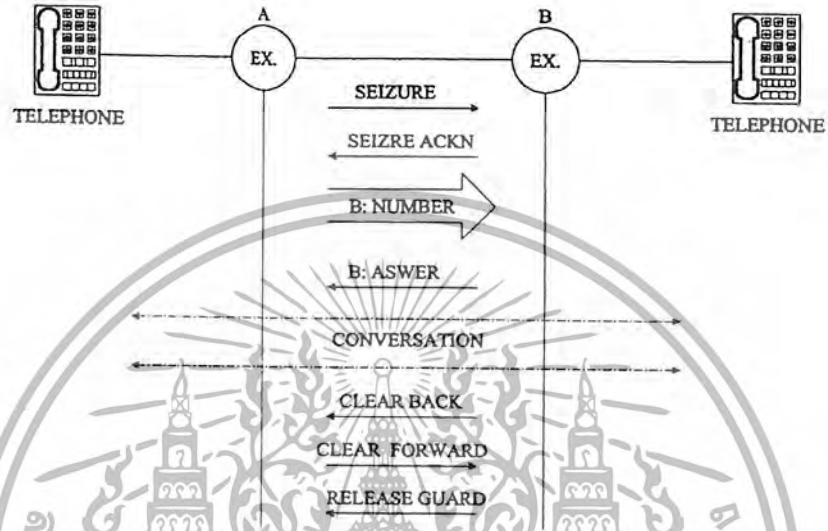
จะถูกส่งเมื่อฝ่าย A วางหูผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.11.2.5 Clear – Back (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ)

จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหูผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทาง เริ่มต้นการจับเวลาเมื่อเวลาผ่านไป 90 –120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear – Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน



รูปที่ 2.13 แสดงสัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย(Inter Exchange Signaling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
54941

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

ในโครงงานนี้ได้ศึกษาการทำงานของวงจรโทรศัพท์ในแต่ละส่วน เพื่อเข้าใจถึงการทำงานในโทรศัพท์ และได้ศึกษาระบบการทำงานเพิ่มเติม เพื่อการนำมาประกอบกันในการใช้งานเป็นตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ ซึ่งภายในตู้สาขาจะประกอบด้วยส่วนสำคัญต่างๆโดยมี ส่วนภาคควบคุม(Control) ทำหน้าที่จัดการส่วนต่างๆ ของระบบและมีส่วนสวิตช์ชิ่ง (Switching) คอยตัดต่อวงจรเพื่อให้การใช้งานเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นการควบคุมการทำงานในส่วนของการเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทั้งภายในและภายนอกอีกทั้งยังคอยตรวจสอบการให้บริการแก่คู่สายภายในด้วย

เครื่องชุมสายปลายทางอัตโนมัติแบบระบุเลขหมายส่วนบุคคล ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

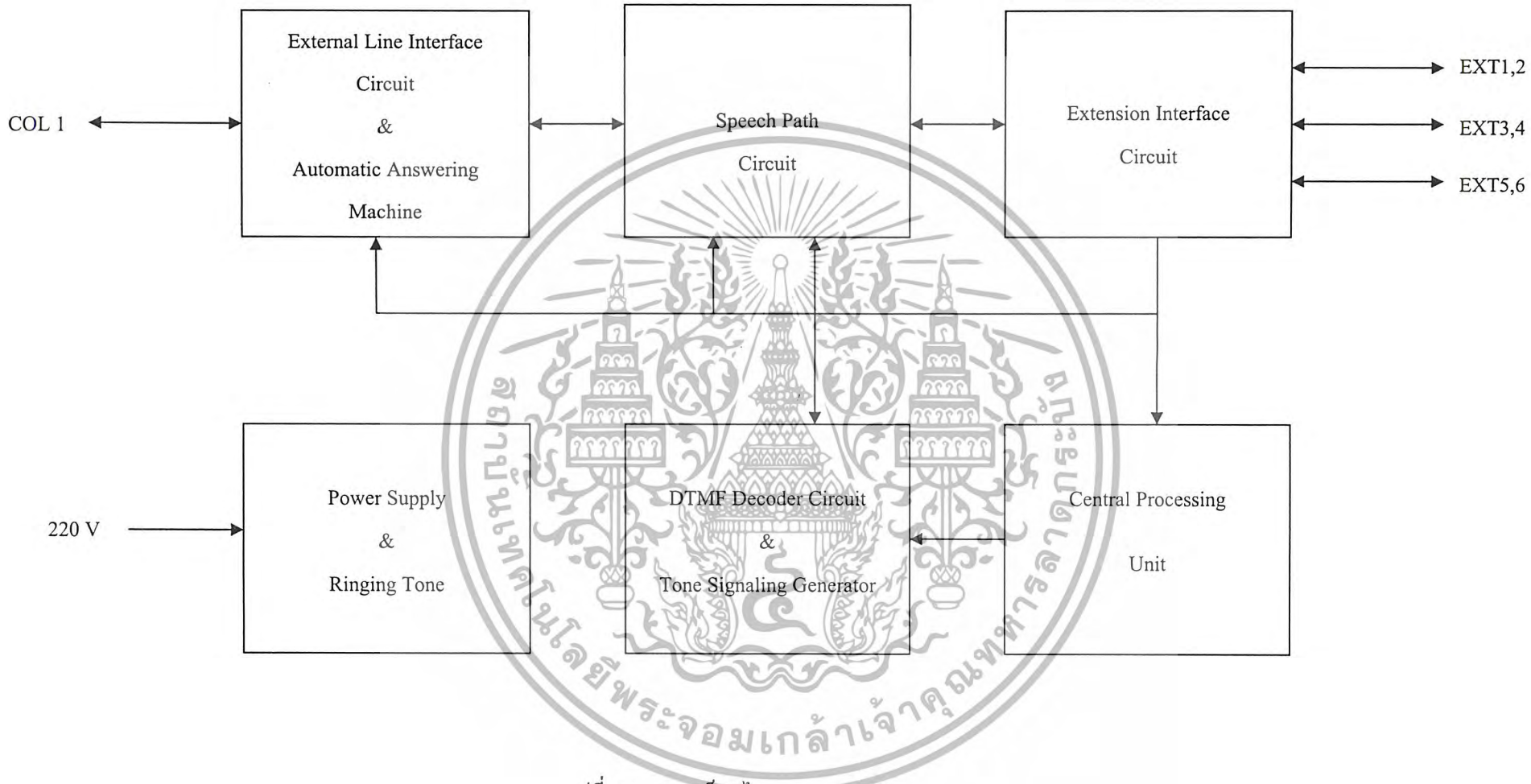
1. โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์(Hardware) ตัวเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ สามารถแบ่งโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- ส่วนวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (External Line Interface Circuit หรือ Central Office Interface: CO)
- ส่วนตรวจสอบสัญญาณการเรียกเข้า (Ringing Detector Circuit)
- ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายใน (Extension Interface Circuit หรือ Subscriber Loop Interface Circuit: SLIC)
- ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง (Speech Path Circuit)
- ส่วนถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)
- ส่วนสร้างสัญญาณเสียง Signaling (Ringing & Tone Signaling Generator)
- ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic Answering Machine)
- ส่วนควบคุมระบบ (Central Processing Unit)
- ส่วนจ่ายกระแสไฟ (Power Supply)

2. โครงสร้างทางซอฟท์แวร์(Software)

เป็นส่วนที่เกี่ยวกับโปรแกรมคำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องชุมสายปลายทางอัตโนมัติให้ทำงานตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ และในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการสั่งงานโดยควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C51 ซึ่งจะแสดงการทำงานได้ดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจร

การออกแบบตู้สาขาฯ โทรศัพท์ในโครงงานนี้ภาคต่างๆจะทำงานสัมพันธ์กันโดยสามารถอธิบายการทำงานรวมกันได้ดังนี้ การทำงานของวงจรทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ โหมดการติดต่อภายในกับโหมดการติดต่อภายนอก

เมื่อมีผู้เรียกเข้ามาจากภายนอก วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง จะส่งสัญญาณไปยังภาคควบคุม เพื่อให้ส่งสัญญาณควบคุมมายังภาค External Line Interface Circuit ให้มีการปรับอิมพิแดนซ์ของวงจรให้มีความต้านทาน 600 โอห์มเสมือนการรับสายนั่นเอง

จากนั้นภาคควบคุมจะส่งสัญญาณควบคุมให้ภาค Automatic Answering Machine ทำงาน ซึ่งเป็นการบอกให้ผู้ที่เรียกเข้ามาทำการกดหมายเลขของคู่สายภายในที่ต้องการจะติดต่อด้วย และภาคควบคุมจะทำการตรวจสอบการกดหมายเลขจากผู้เรียกโดยสัญญาณ DTMF จะถูกส่งมายังภาค DTMF Decoder เพื่อถอดรหัสเป็นสัญญาณอินพุทและตรวจสอบว่าคู่สายที่ถูกเรียกมีสถานะว่างหรือไม่ถ้าคู่สายย่อยไม่ว่าง ภาคควบคุมจะสั่งให้ภาค Cross point ทำการสวิตซ์เมตริกซ์สวิตซ์เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณ Busy Tone ไปยังผู้เรียกเข้ามา แต่ถ้าคู่สายที่ถูกเรียกเข้ามาว่างพร้อมที่จะใช้งาน ภาค Cross point ทำการสวิตซ์เมตริกซ์สวิตซ์เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณ Ring Back Tone ไปยังผู้ที่เรียกเข้ามาพร้อมกับส่งสัญญาณ Ringing ไปยังคู่สายย่อยที่ถูกเรียก และจะทำการเชื่อมต่อเส้นทางการสนทนาเมื่อผู้ถูกเรียกทำการยกหูและเมื่อฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดวางหูก็จะยกเลิกสภาวะของการสนทนา

สำหรับโหมดการติดต่อภายในนั้น เมื่อมีคู่สายใดคู่สายหนึ่งของคู่สายย่อยทำการยกหู ภาคตรวจจับการยกหูซึ่งเป็นภาคย่อย ในภาค Extension Interface Circuit จะส่งสัญญาณมายังภาคควบคุม หลังจากนั้นภาคควบคุมก็พร้อมที่จะรับสัญญาณที่จะเข้ามาอีก และเมื่อผู้ยกหูกดหมายเลข สัญญาณหมายเลขที่ถูกกดก็จะผ่านภาค DTMF Decoder Circuit แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลส่งไปยังภาคควบคุมทำการตรวจสอบคู่สายย่อยที่ถูกเรียก หากคู่สายที่เรียกไปมีการใช้งานอยู่ภาคควบคุมจะภาค Cross point ทำการสวิตซ์เมตริกซ์สวิตซ์เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณ Busy Tone ไปยังผู้เรียกเข้า หากผู้ถูกเรียกว่างจะส่งสัญญาณ Ringing ไปยังผู้ถูกเรียก และส่ง Ring Back Tone ไปยังผู้เรียก เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูขึ้นภาคควบคุมจะสั่งให้ภาค Cross point ทำการสวิตซ์เมตริกซ์สวิตซ์เพื่อเชื่อมต่อคู่สายทั้งสองเข้าด้วยกันก็จะสามารถสนทนากันได้ การสนทนาจะหยุดลงเมื่อฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดวางหู ซึ่งรายละเอียดและการออกแบบวงจรแต่ละภาคจะได้กล่าวดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบตู้สาขาโทรศัพท์ย่อยในโครงงานนี้ได้แบ่งส่วนสำคัญออกเป็นส่วนเพื่อความเข้าใจและง่ายต่อการทดลองสร้างดังนี้

3.1 ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก(External Line Interface Circuit)

ในส่วนนี้ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างตู้สาขาฯ โทรศัพท์ของผู้ให้บริการหลัก (Service Provider) กับตู้สาขาฯ (PABX) โดยผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ที่มาจากองค์การโทรศัพท์คือ Tip กับ Ring ในการติดต่อออกภายนอก หรือการเรียกเข้ามาจากคู่สายภายนอก ดังนั้นจะกระทำผ่านส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนป้องกันแรงดันเกิน (Over Voltage Protection)
2. ส่วนป้องกันการกลับขั้ว (Inverse Polarity Protection)
3. ส่วนของวงจรการสนทนา (Conversation Circuit)
4. ตรวจสภาวะของสายนอก (Line Status)
5. ส่วนตัดต่อคู่สายภายนอก (Line Switch)

ซึ่งทุกส่วนจะอธิบายวงจรการทำงานได้ดังนี้ วงจรในส่วนนี้จะต่อโดยตรงกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก 1 คู่สาย ส่วนนี้ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับคู่สายขององค์การโทรศัพท์โดยการทำงานจะปรับสภาพของวงจรให้มีสภาพเหมือนกับการยกหูและการวางหูนั่นเอง โดยการยกหูจะอาศัยหลักการทางโทรศัพท์ คือ ในสภาวะสายว่างหรือขณะวางหูโทรศัพท์อยู่ โทรศัพท์จะมีแรงดัน – 48 V ซึ่งจ่ายมาจากชุมสายโทรศัพท์

และเมื่อมีผู้เรียกเข้ามาทางชุมสายจะจ่ายสัญญาณกระดิ่ง (Ringing) มาเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันประมาณ 100 V_{p-p} เป็นเวลา 1 วินาทีและหยุด 4 วินาทีเป็นจังหวะ ซึ่งแรงดันจะทำให้วงจรกระดิ่งภายในโทรศัพท์ทำงานและเมื่อผู้ถูกเรียกมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นจะทำให้เกิดการครบวงจรขึ้นทำให้แรงดัน 48 V ลดลงเหลือประมาณ 6 V ซึ่งเป็นการบอกให้ชุมสายรับทราบการยกหูและทำการต่อคู่สายเข้ากับวงจรภายในที่มีความต้านทานกระแสต่ำ

จากรูปที่ 3.2 การทำงานของวงจรคือเมื่อสัญญาณกระดิ่งจากชุมสายที่ส่งมาตามคู่สายจะผ่านบริดจ์ไดโอดและเข้าขาอีมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ A1015 ถ้ามองเข้าไปในวงจรจะมีค่าอิมพีแดนซ์มากเปรียบเสมือนกับการวางหู

ขณะนี้หากส่วนควบคุมระบบนับจำนวนสัญญาณกระดิ่งครบแล้วจะสั่งให้มีการยกหูโดยส่งลอจิก" 1 "ผ่านตัวต้านทาน 1 kΩ และ LED จะสว่างทำให้สัญญาณผ่านเข้าไปยังขา 1 ของไอซี 4N26 ซึ่งเป็นออปโตทรานซิสเตอร์ทำให้ออปโตทรานซิสเตอร์ทำงาน และจะไปไบแอสทำให้ขา 5 และขา 4 เกิดการนำกระแสซึ่งก็จะไปเป็นการไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์ A1015 จึงทำให้เกิดการนำกระแสขึ้นทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ที่เคยสูงอยู่มีค่าลดลงมา และเมื่อขาคอลเลคเตอร์และขาอีมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ A1015 นำกระแสดังนั้นค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรในขณะนั้นจะเป็นอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลง 600 Ω

ซึ่งเปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์ขึ้นและสัญญาณจากชุมสายก็จะผ่านตัวต้านทานเข้าที่ขาเบสไปไบแอสทรานซิสเตอร์ 2SC458 ให้สวิตช์ทำให้เกิดการนำกระแสไปกระตุ้นเข้าที่ขา 1 ให้ 4N26 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากนั้นก็จะทำให้ขา 5 ของ 4N26 ซึ่งต่อไฟ +5V กับตัวต้านทาน 1kΩ จะมีการนำกระแสทำให้สัญญาณที่ขา 5 เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาวะจากลอจิก "1" เป็นลอจิก "0" ถูกส่งไปยังส่วนควบคุมระบบ โดยเป็นการแจ้งให้ทราบว่ามีการยกหูโทรศัพท์เกิดขึ้น โดยปกติขา 5 ของ 4N26 ถ้าไม่มีการยกหูโทรศัพท์จะมีระดับสัญญาณเป็นลอจิก "1"

ส่วนขาเอาท์พุตของหม้อแปลง 600 Ω นั้นจะนำไปเป็นอินพุทให้กับวงจร Automatic Answer Circuit เพื่อการส่งสัญญาณเสียงตอบรับอัตโนมัติไปยังผู้เรียกและ วงจร DTMF Decoder Circuit เพื่อทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากผู้เรียกไปยังส่วนควบคุม

3.2 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง(Ringing Detector Circuit)

เป็นภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งที่เรียกเข้ามาจากชุมสายโทรศัพท์ซึ่งจะเป็นไฟกระแสสลับที่มีแรงดันประมาณ 100 V_{p-p} และความถี่ประมาณ 25 Hz

จากรูปที่ 3.3 เป็นวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งมีหลักการทำงาน คือเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้ามาจากชุมสายโทรศัพท์จะผ่านตัวเก็บประจุซึ่งจะยอมให้เฉพาะไฟฟ้ากระแสสลับผ่านได้เท่านั้นจากนั้นสัญญาณจะผ่านบริดจ์ไดโอดเพื่อทำหน้าที่เรียงกระแสทำให้สัญญาณกระดิ่งมีลักษณะเป็นฟูลเวฟ และผ่านตัวต้านทานไปยังขา 1 ของออปโตทรานซิสเตอร์ 4N26 เกิดการนำกระแสทำให้แรงดันที่ขา 5 ของ 4N26 เกิดการเปลี่ยนแปลงจากเดิม 5 V ลดลงเหลือ 0 V ผ่านเข้าไปยังขา 2 (Trig) ของไอซีไทม์เมอร์ (555) ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์จะได้เอาท์พุทเป็นสัญญาณพัลส์ที่ขา 3(Q) ของไอซี 555 ซึ่งป้อนให้กับขา 14(CLK) ของไอซีหารความถี่ 4017 ในที่นี้เราจะเลือกขา 2(Q_3) ซึ่งเป็นขาที่หารด้วย 1 เพื่อเลือกให้นับเพียงครั้งเดียวเป็นการประหยัดเวลา

สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จะถูกส่งไปยังส่วนควบคุมเพื่อให้ส่วนควบคุมส่งสัญญาณควบคุมไปยังส่วน External Line Interface Circuit ต่อไป

3.3 ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ(Automatic Answer Circuit Section)

ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัตินั้นจะใช้ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD1420 ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้เป็นเวลานานถึง 20 วินาที

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ การทำงานจะเริ่มต้นเมื่อมีการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร ไอซี ISD1420 ก็พร้อมที่จะรับข้อมูลการบันทึกโดยการป้อนลอจิก "0" เข้าที่ขา 27 (Rec) ซึ่งเป็นขาควบคุมการบันทึกของไอซีทำให้สามารถบันทึกเสียงลงในไอซี ISD1420 ได้โดยผ่านไมโครโฟน ซึ่งมี R 1 kΩ และ R 10 kΩ เป็นตัวไบแอสให้กับไมโครโฟน และสัญญาณจะคับปลิ้งผ่าน C 0.22 uF เข้าที่ขา 17(MIC) เพื่อทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น สัญญาณที่ผ่านการขยายโดยวงจรปรีแอมป์ จะออกมาทางขา 21(AOUT) เป็นสัญญาณอนาล็อกเอาท์พุทและคัปปลิ้งผ่าน R 5.1 kΩ และ C 0.1 uF เข้าขา 20(Ain) ซึ่งเป็นวงจรขยายภายในไอซีเช่นกัน สัญญาณที่ถูกขยายแล้วจะถูกบันทึกลงในหน่วยความจำภายในของไอซี และที่ขา 25(RECLED) ซึ่งเป็นขาขับชุดแสดงสภาวะขณะทำการบันทึกจะแสดงผลโดย LED ส่วนขา 19(AGC) มีตัวต้านทาน R 470 kΩ และ C 4.7 uF เป็นวงจร Automatic Gain Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(AGC) เพื่อเป็นการรักษาระดับสัญญาณการบันทึกให้คงที่เพื่อให้สัญญาณของการบันทึกมีความเหมาะสม เมื่อทำการเล่นกลับจะได้สัญญาณที่ไม่ผิดเพี้ยน เมื่อทำการบันทึกไปจนครบเวลา 20 วินาทีแล้ววงจรจะหยุดทำการบันทึกทันที หากต้องการเล่นกลับก็ต้องควบคุมที่ขา 23 (PLAYL) ด้วยระดับลอจิก " 0 " กระบวนการเล่นกลับจะทำงานภายในไอซีและให้สัญญาณเอาท์พุทออกมาทางขา 14 (SP+)

3.4 ส่วนตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์(DTMF Decoder Circuit Section)

เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากการกดเลขหมายแต่ละตัวบนหน้าปัทม์โทรศัพท์จะออกมาเป็นความถี่คลื่นรูปไซน์ ตามลักษณะของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ในการนำไปใช้งานจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณความถี่คลื่นรูปไซน์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลก่อนโดยนำสัญญาณผ่านวงจร DTMF Decoder แล้วส่งต่อไปให้ส่วนควบคุมทำการวิเคราะห์เพื่อทำการต่อคู่สายย่อยต่อไป

ในวงจรจะใช้ไอซี MT8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์แบบกดปุ่มให้เป็นตัวเลขไบนารี 4 บิตโดยใช้งานร่วมกับคริสตอลออสซิลเลเตอร์ขนาด 3.579 MHz ซึ่งสามารถแสดงค่าได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวดังตารางที่ 3.1

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

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดเป็นหมายเลข

จากรูปที่ 3.5 เมื่อวงจร External Line Interface ทำการยกหูแล้วสัญญาณ DTMF จะผ่านหม้อแปลง 600 Ω เข้ามายังขาอินพุทของไอซี MT8870 และจะมีขา 10 (TOE) และขา 15 (STD) เป็นส่วนควบคุมไอซี โดยในตอนแรกขา 10 (TOE) จะมีระดับแรงดันเป็นลอจิก " 0 " ทำให้เอาท์พุทของไอซี MT8870 ขา 11–14 (Q_1–Q_4) เป็น High Impedance และเมื่อมีสัญญาณอินพุทเข้ามาถ้า MT8870 ทำการถอดรหัสได้แล้วจะเปลี่ยนสภาวะขา 15 (STD) จากลอจิก " 0 " เป็นลอจิก " 1 " เป็นการบอกให้ส่วนควบคุมทราบและส่งค่าลอจิก " 1 " ออกมาที่ขา 10 (TOE) เพื่อให้อิมพีแดนซ์ของขา 11–14 (Q_1–Q_4) มีค่าต่ำลงทำให้สามารถส่งค่าลอจิกไปยังส่วนควบคุมได้

ซึ่งในขณะปรกติเอาท์พุทของวงจรจะเป็น High Impedance อยู่ดังนั้นการกดแป้นคีย์บอร์ดของโทรศัพท์ก็จึงไม่มีค่าลอจิกส่งออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง (Speech Path Circuit Section)

ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียงจะใช้ไอซีเบอร์ MC142100 ทำหน้าที่เป็นอนาลอกสวิตซ์โดยจะทำการต่อกันเป็นลักษณะของเมตริกซ์ในการเชื่อมต่อสัญญาณจากภาคต่างๆ เข้าไปยังคู่สายภายในที่ต้องการ โดยมีการควบคุมการเชื่อมต่อแต่ละจุดจากขาแอดเดรสโดยอาศัยข้อมูลที่ส่งมาจากส่วนควบคุมซึ่งแสดงตำแหน่งการเชื่อมต่อจากค่าแอดเดรสได้ดังตารางที่ 3.2

Switch Select		Address			
		A	B	C	D
C_1R_1	0	0	0	0	0
C_2R_1	1	1	0	0	0
C_3R_1	2	0	1	0	0
C_4R_1	3	1	1	0	0
C_1R_2	4	0	0	1	0
C_2R_2	5	1	0	1	0
C_3R_2	6	0	1	1	0
C_4R_2	7	1	1	1	0
C_1R_3	8	0	0	0	1
C_2R_3	9	1	0	0	1
C_3R_3	10	0	1	0	1
C_4R_3	11	1	1	0	1
C_1R_4	12	0	0	1	1
C_2R_4	13	1	0	1	1
C_3R_4	14	0	1	1	1
C_4R_4	15	1	1	1	1

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าแอดเดรสการทำงานของไอซี MC142100

ในการใช้งานจริงเนื่องจาก MC142100 ตัวเดียวมีขนาดเล็กเกินไม่เพียงพอกับเอาท์พุทที่เราต้องการจึงได้นำ MC142100มาต่อรวมกัน 7 ตัวเป็นลักษณะเมตริกซ์ดังรูปที่ 3.6 จึงจะสามารถเพิ่มจำนวนเอาท์พุทที่ต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายในได้จำนวน 6 คู่สาย

จากรูปที่ 3.6 อินพุทและเอาท์พุทของวงจรสามารถสลับที่กันได้ทุกๆจุดจะต่อถึงกันได้โดยอาศัยการควบคุมจากค่าแอดเดรสของส่วนควบคุมว่าจะให้จุดไหนต่อถึงกันบ้างดังข้อมูลในตารางที่ 3.2 เมื่อทำการเลือกแอดเดรสได้แล้วก็จะทำการเปลี่ยนสภาวะของขา 7(Strobe) จาก " 0 " ให้เป็น " 1 " และที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 2(Data in) จาก " 0 " ให้เป็น " 1 " เช่นกันทำให้แอดเดรสที่เลือกไว้ต่อถึงกัน เมื่อต้องการเลิกการทำงานก็เลือกแอดเดรสแล้วทำการเปลี่ยนสภาวะขา 2(Data in) จาก " 1 " เป็น " 0 " โดยที่ขา 7 (Strobe) ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจึงจะทำให้การเชื่อมต่อจะสิ้นสุดลง

3.6 ส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง (Tone Signaling Generators)

เนื่องจาก PABX เป็นชุมสายขนาดเล็กที่สามารถติดต่อจากคู่สายภายนอกไปยังโทรศัพท์คู่สายภายใน และติดต่อระหว่างคู่สายภายในด้วยกันเองได้เราจึงจำเป็นต้องสร้างสัญญาณเสียงต่างให้คู่สายภายในและคู่สายภายนอกให้เหมือนกับชุมสายโทรศัพท์ธรรมดาทั่วไป ซึ่งประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆ เช่น สัญญาณให้หมุน (Dial Tone), สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone), สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) และสัญญาณเรียก (Ringing Tone) โดยมีลักษณะของสัญญาณต่างๆ ดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) มีความถี่ประมาณ 425 Hz ติดต่อเนื่องกันตลอด ระดับสัญญาณประมาณ 5 V_{P-P}

2. สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) มีความถี่ประมาณ 425 Hz ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที ระดับสัญญาณประมาณ 5 V_{P-P}

3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) มีความถี่ประมาณ 425 Hz ติด 1 วินาที ดับ 4 วินาที ระดับสัญญาณประมาณ 5 V_{P-P}

4. สัญญาณเรียก (Ringing Tone) มีความถี่ประมาณ 25 Hz ติด 1 วินาที ดับ 4 วินาที ระดับสัญญาณประมาณ 70 – 100 V_{RMS}

ซึ่งการออกแบบวงจรสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.6.1. วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุนต่อวงจรตามรูปที่ 3.7 โดยใช้ไอซีเบอร์ 555 ต่อวงจรในลักษณะวงจรอะสเตเบิลให้กำเนิดความถี่ที่ต้องการประมาณ 425 Hz โดยมี R_1, R_2 และ C_1 เป็นตัวกำหนดความถี่ที่ต้องการ โดยการคำนวณค่าความถี่ได้จากสูตร

$$\text{Frequency} = 1.443 / (R_1 + 2R_2) C_1$$
$$= 1.443 / [(1.2k + 2 (3k)] 0.47 uF$$
$$= 426 Hz$$

3.6.2. วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่างจะมีวงจรตามรูปที่ 3.8 โดยจะสร้างสัญญาณความถี่ประมาณ 425 Hz และมีจังหวะการติดดับคือ ติดนาน 0.5 วินาที และ ดับนาน 0.5 วินาที โดยใช้ไอซีเบอร์ 555 จำนวน 2 ชุด โดยชุดแรก IC_1 เป็นการสร้างจังหวะติดดับโดยวงจรจะผลิตความถี่ 1 Hz ไดโอด D_1 ต่อไว้เพื่อช่วยให้ Duty

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cycle น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์และสำหรับIC_2 เป็นวงจรอะสเตเบิลผลิตความถี่ประมาณ 425 Hz โดยควบคุมการทำงานจาก IC_1 ที่ขา Reset โดยในช่วง T_{ON} จะผลิตความถี่ 425 Hz ออกมาทางเอาท์พุทและในช่วง T_{OFF} จะไม่มีความถี่ออกมาทางเอาท์พุทมีไดโอด D_1 เป็นตัวช่วยปรับค่า Duty Cycle

3.6.3. วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ(Ring Back Tone)

วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับจะมีวงจรตามรูปที่ 3.9 ซึ่งประกอบด้วยไอซีเบอร์555 จำนวน 2 ชุด ชุดแรก IC_1 เป็นวงจรผลิตสัญญาณที่อัตราการติดนาน 1วินาที และดับนาน 4 วินาที และสำหรับ IC_2 เป็นวงจรอะสเตเบิลผลิตความถี่ประมาณ 425 Hz ออกมาทางเอาท์พุทโดยควบคุมการทำงานจาก IC_1 ที่ขาReset โดยในช่วง T_{ON} จะผลิตความถี่ 425 Hz ออกมาทางเอาท์พุท และในช่วง T_{OFF} จะไม่มีความถี่ออกมาทางเอาท์พุท ไดโอด D_1 เป็นตัวช่วยปรับค่า Duty Cycle

3.6.4. วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่งจะมีวงจรตามรูปที่ 3.10 โดยหลักการวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับจะมีความถี่และอัตราการติดดับเหมือนกันกับวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่งคือ ติดนาน 1 วินาทีและ ดับนาน 4 วินาทีดังนั้นเราจะไม่พูดถึงส่วนผลิตความถี่ของไอซี 555 แต่จะกล่าวถึงแต่ส่วนผลิตสัญญาณ 71 V_{AC} ซึ่งจะใช้ไอซี Opto-Isolator เป็นตัวแยกกราวด์ของระบบไฟ + 5V ออกจาก 71V_{AC} โดยมี Q4010L4 ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ส่งสัญญาณกระดิ่งออกไปโดยสามารถปรับความแรงของสัญญาณด้วยความต้านทานปรับค่าได้ 10 kΩ

3.7 ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายใน (Extension Interface Circuit)

เป็นส่วนที่ต่ออยู่กับเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในโดยจะมีการตรวจเช็คสภาวะการยกหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติด้วยและสัญญาณต่างๆ จะผ่านเข้ามาทางภาคนี้ด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังรูปที่ 3.11

จากรูป 3.11 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ ในกรณีที่คู่สายภายในไม่มีการใช้งานหรือวางหูโทรศัพท์อยู่ รีเลย์จะสวิตช์คู่สายไว้กับแหล่งจ่ายไฟ +24 V ตลอดเวลา

ในสภาวะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์ ถ้ามีการเรียกเข้ามาจากคู่สายภายนอกจะมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาโดยการควบคุมของส่วนควบคุม ซึ่งจะส่งสัญญาณมาควบคุมสัญญาณกระดิ่งที่ขา BELL โดยนำสัญญาณนี้มา AND กับสัญญาณที่ขา HK ซึ่งมีค่าลอจิก " 1 " อยู่เนื่องจากไอซี 4N26 ยังไม่นำกระแสทำให้แรงดันที่ขาเอาท์พุทเท่ากับ + 5V ดังนั้นที่ขาเอาท์พุทของไอซีเบอร์ 7408 มีสัญญาณตามขา BELL และสัญญาณเอาท์พุทของ AND Gate ที่มีสัญญาณเป็นลอจิก " 1 " นี้จะส่งมายังขาเบสของ 2SC458 ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสและเป็นสวิตช์ให้กับขาคอนโทรลของรีเลย์ทำงาน ทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ต่อเข้ากับสัญญาณกระดิ่งทำให้เกิดสัญญาณกระดิ่งที่เครื่องโทรศัพท์ได้ แต่เมื่อสัญญาณ BELL ที่เข้ามาเป็นลอจิก " 0 " ทรานซิสเตอร์ 2SC458 จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ตัดออกจากวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่งทำให้ไม่มีสัญญาณกระดิ่งดังขึ้นที่โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์แรงดันที่ปลายสาย + 24V จะลดลงเนื่องจากความต้านทานที่เครื่องโทรศัพท์ลดลง ทำให้ไอซีเบอร์ 4N26 นำกระแสดังนั้นเอาท์พุทลอจิกของแอนด์เกตจะมีค่า " 0 " ทำให้ทรานซิสเตอร์ 2SC458 ไม่นำกระแส ทำให้สัญญาณกระดิ่งไม่สามารถเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ได้

สัญญาณจากคู่สนทนาจะผ่านจากภาคเชื่อมต่อสัญญาณเสียงมายังหม้อแปลง 600 Ω และผ่านเข้าไปสู่คู่สายภายในได้ในที่สุด ส่วนในกรณีการเรียกออกสัญญาณต่างๆที่เข้ามาโดยการควบคุมการสวิตช์จากภาคเชื่อมต่อสัญญาณเสียงจะผ่านมาทางหม้อแปลง 600 Ω

3.8 ส่วนวงจรจ่ายกระแสไฟ (Power Supply)

ภาคนี้จะทำการแปลงแรงดันไฟกระแสสลับ 220 V ให้เป็นสัญญาณไฟตรงตามที่เราต้องการใช้ คือ +5V, +12V และ +24 V ซึ่งมีวงจรตามรูปที่ 3.12

3.9 ส่วนควบคุมระบบ (Central Processing Unit)

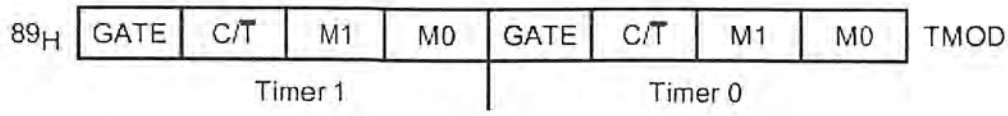
ในการควบคุมการทำงานของระบบตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัตินั้นจะออกแบบส่วนควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบโดยอาศัย ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว ตระกูล MCS-51 ซึ่งอาศัยคุณสมบัติของไอซีในการควบคุมระบบดังนี้

1. หน่วยความจำโปรแกรมเพื่อเขียนโปรแกรมควบคุม
2. หน่วยความจำข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลระหว่างการทำงานของโปรแกรม
3. พอร์ทขนาน (Parallel Port) สำหรับการส่งข้อมูลเข้าออกจากส่วนควบคุม รวมทั้งการระบุแอดเดรสของ 8255 ในการใช้งาน
4. อินเตอร์รัพท์ไทม์เมอร์ (Interrupt Timer) สำหรับการควบคุมการใช้งานของระบบซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะมีไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ 2 ตัวคือ

ไทม์เทอร์/เคาน์เตอร์ 0 ประอบด้วย **TH0** และ **TL0** เป็นเคาน์เตอร์แบบนับขึ้น (Up Counter Register)
ไทม์เทอร์/เคาน์เตอร์ 1ประอบด้วย TH1 และ **TL1** เป็นเคาน์เตอร์แบบนับขึ้น (Up Counter Register)
ละใน MCS-51 บางเบอร์จะมี ไทม์เทอร์/เคาน์เตอร์ 2 ด้วย
ไทม์เทอร์/เคาน์เตอร์ 2 ประอบด้วย **TH2** และ **TL2** เป็นเคาน์เตอร์แบบนับขึ้น (Up Counter Register)

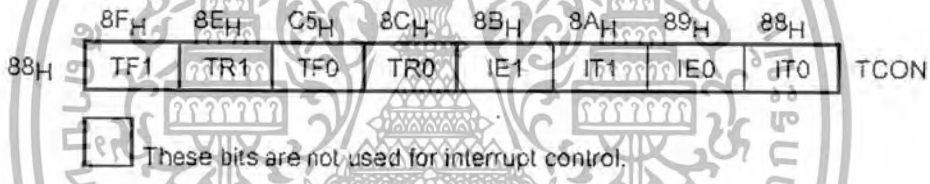
การใช้งานเคาน์เตอร์แบบนับขึ้น Up Counter Register (TH_x, TL_x) สามารถทำได้โดยการกำหนดค่าใน Timer/Counter Mode Control Register (TMOD) อยู่ใน SFR ตำแหน่งที่ (089H) โดยจะแสดงโครงสร้างรีจิสเตอร์ที่ต้องทำการเซตจะแสดงได้ดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงโครงสร้างของรีจิสเตอร์ควบคุม Timer/Counter Mode Control Register (TMOD)

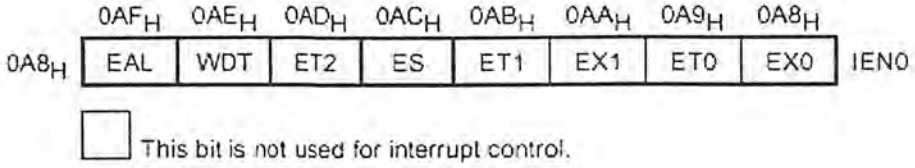
โดยการใช้งานเราได้ออกแบบให้ใช้โหมดการทำงานเป็นแบบไทม์เมอร์0 โหมด1 ดังนั้นเราจะต้องกำหนดวิธีการทำงานของ Timer/Counter โดยเซตบิต TMOD = 01H และขั้นตอนต่อไปจะเป็นส่วนของการควบคุมการทำงาน หรือสั่งการให้อินเตอร์รัพท์ตัวใดทำงานจะสั่งผ่านรีจิสเตอร์ Timer/Counter Control Register (TCON) อยู่ใน SFR ตำแหน่งที่ (088H) โดยจะแสดงโครงสร้างรีจิสเตอร์ที่ต้องทำการเซตจะแสดงได้ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงโครงสร้างของรีจิสเตอร์ควบคุม Timer/Counter Control Register (TCON)

โดยการใช้งานเราได้ออกแบบให้ใช้โหมดการทำงานเป็นแบบไทม์เมอร์0 โหมด1 Up Counter Register จะนับจนเกิดโอเวอร์โฟลว์ ก็จะเซตบิต TF0 ให้เป็น 1 และการเริ่มนับจะทำได้เมื่อบิต TR0 ถูกเซต ดังนั้นก่อนที่เราจะเริ่มการทำการนับจะเซตบิต ใน TCON ให้ TF0 = 0 และ TR0 = 0 ด้วย และ Up Counter Register จะนับและเกิดโอเวอร์โฟลว์ ได้ก็ต่อเมื่อเราเซตบิต EA และบิต ET_x ในรีจิสเตอร์ IE (Interrupt Enable Register) ที่อยู่ใน SFR ตำแหน่งที่ (0A8H) ไว้ก่อนหน้านี้โดยจะแสดงโครงสร้างรีจิสเตอร์ที่ต้องทำการเซตจะแสดงได้ดังรูปที่ 3.15 เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพท์โปรแกรมจะกระโดดออกมาที่ตำแหน่ง 000BH เมื่อ TF0 เกิดการโอเวอร์โฟลว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



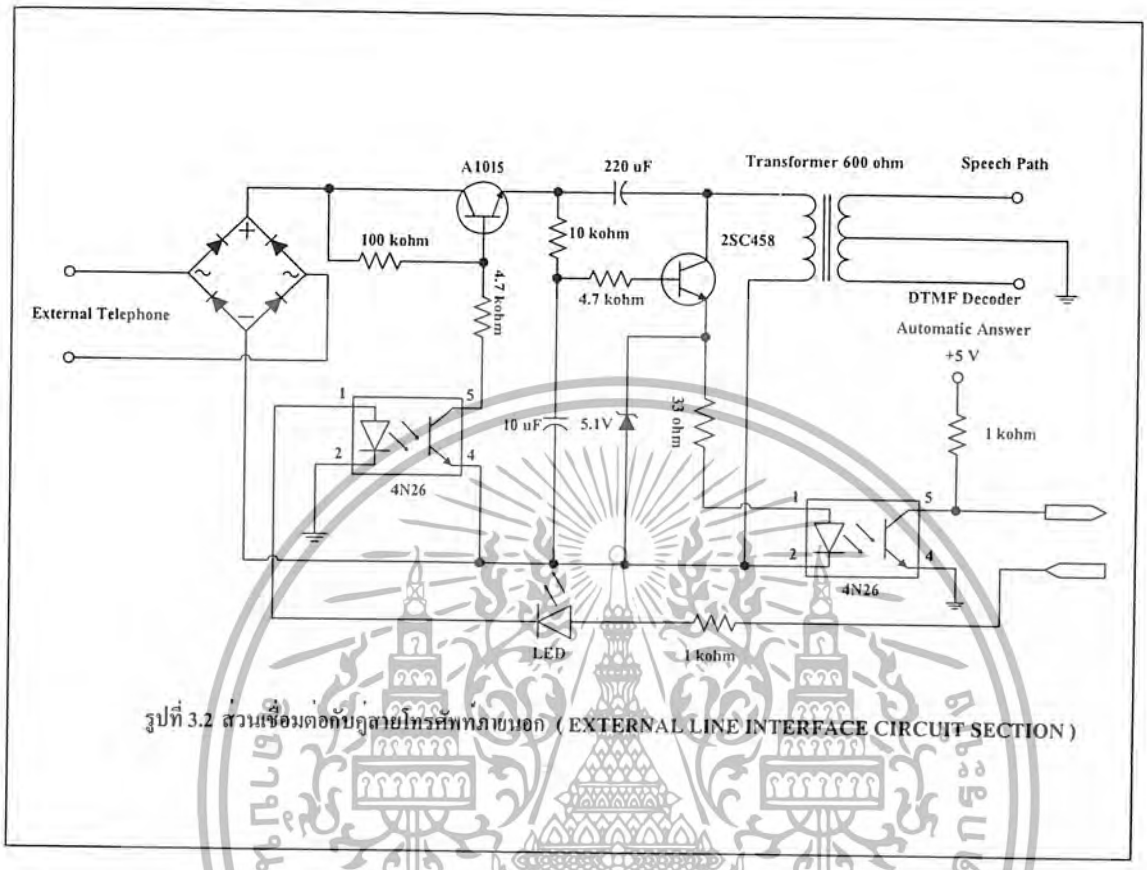
รูปที่ 3.15 แสดงโครงสร้างของรีจิสเตอร์ควบคุม IE (Interrupt Enable Register)

โดยในการใช้งานเรามีการใช้บริการของอินเตอร์รัพท์ในส่วนของการนับเวลาเพื่อการรอการกดหมายเลขที่เครื่องคู่สายภายในจะกดในขณะใช้บริการฟังก์ชั่นการระบุเลขหมายส่วนบุคคล (PABX Using Personal Extension Number) เนื่องจากบริการของฟังก์ชั่นดังกล่าวเป็นการรอรหัสส่วนตัว เพื่อการทำงานดังนั้นการเลือกใช้อินเตอร์รัพท์เพื่อป้องกันการเสียเวลาจากการใช้งานซึ่งอาจจะทำให้การบริการไม่คล่องตัวเท่าที่ควร และในการออกแบบเราเลือกใช้โหมดการทำงานเป็นการนับขึ้น 16 บิต

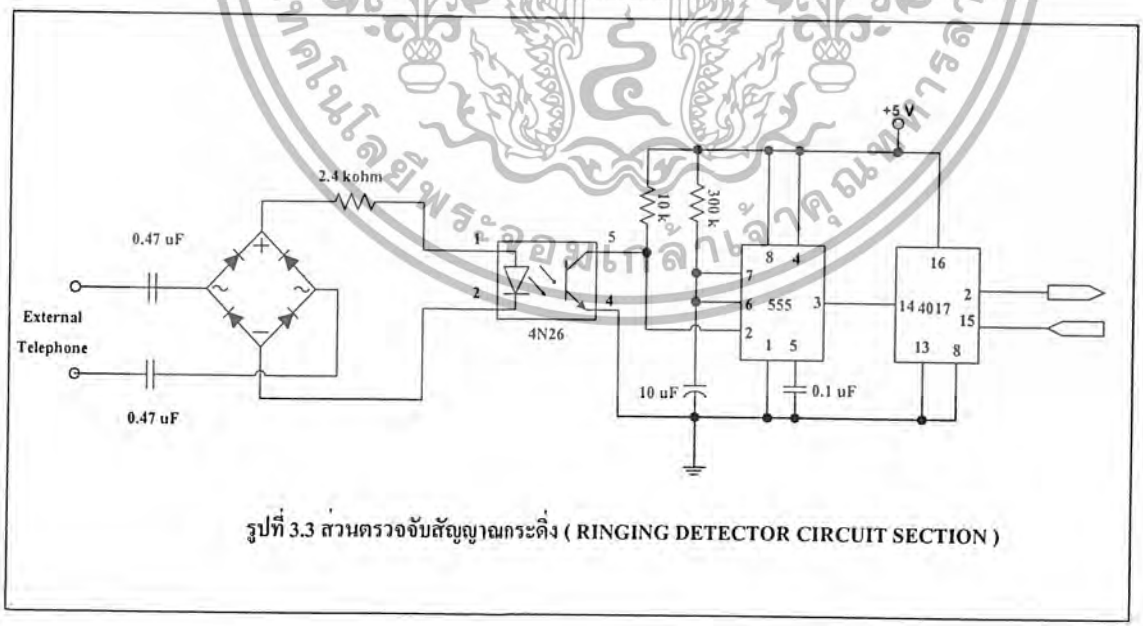
โดยการทำงานของระบบทั้งหมดที่ถูกควบคุมโดยส่วนควบคุมนี้จะติดต่อกับอุปกรณ์อินพุท และเอาท์พุท ผ่านไอซี 8255 ซึ่งเป็นไอซีสำหรับขยายพอร์ทในการใช้งานไอซี 8255 จะต้องมีการกำหนดให้พอร์ทเป็นอินพุทหรือเอาท์พุทตามที่ต้องการและทำการเลือกให้ไอซีทำงานที่ขา CS = 0 ซึ่งรายละเอียดการใช้งานสามารถดูเพิ่มได้จากภาคผนวก

และในการออกแบบระบบตู้สาขาโทรศัพท์นี้มีการใช้งานของ 8255 เพื่อขยายพอร์ทในการเชื่อมต่อกับวงจรต่างๆ ดังนั้นในการเลือกชิป 8255 ให้มีการทำงานเพื่อป้องกันการชนกันของข้อมูลเนื่องจากชิบแต่ละตัวจะถูกต่อเข้าเชื่อมโยงเข้ากับบัสดีขาก็นจึงได้อาศัยไอซี 74LS138 เป็นไอซีถอดรหัส (ไอซี 74LS138 เป็นไอซีถอดรหัส 3 to 8 Line Decoder) สามารถแสดงภาพวงจรรวมได้ดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

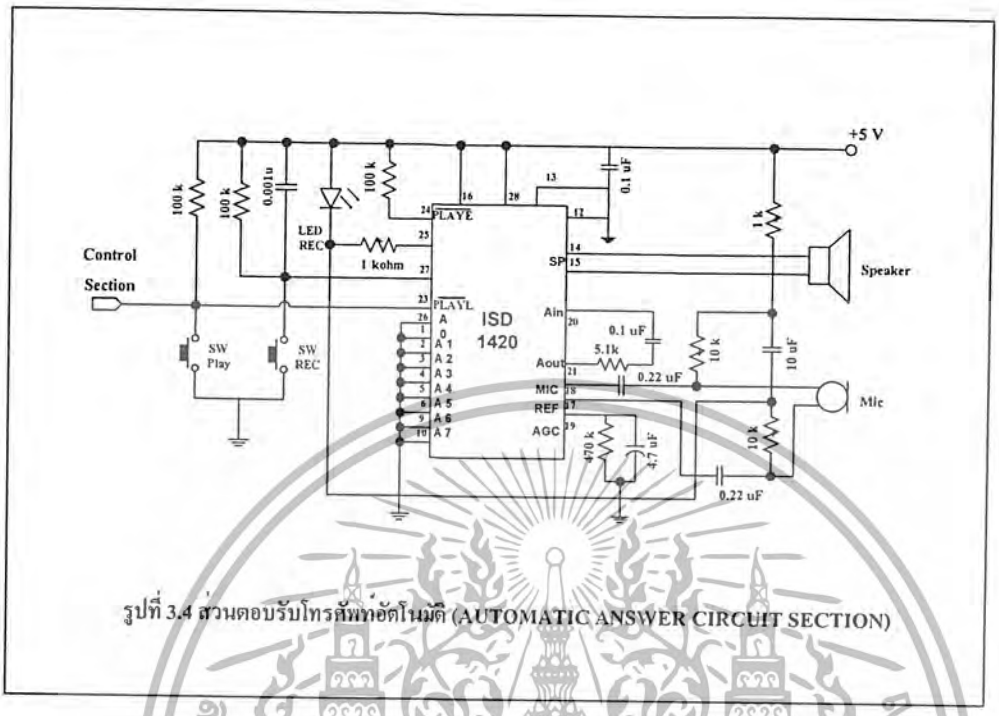


รูปที่ 3.2 ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (EXTERNAL LINE INTERFACE CIRCUIT SECTION)



รูปที่ 3.3 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING DETECTOR CIRCUIT SECTION)

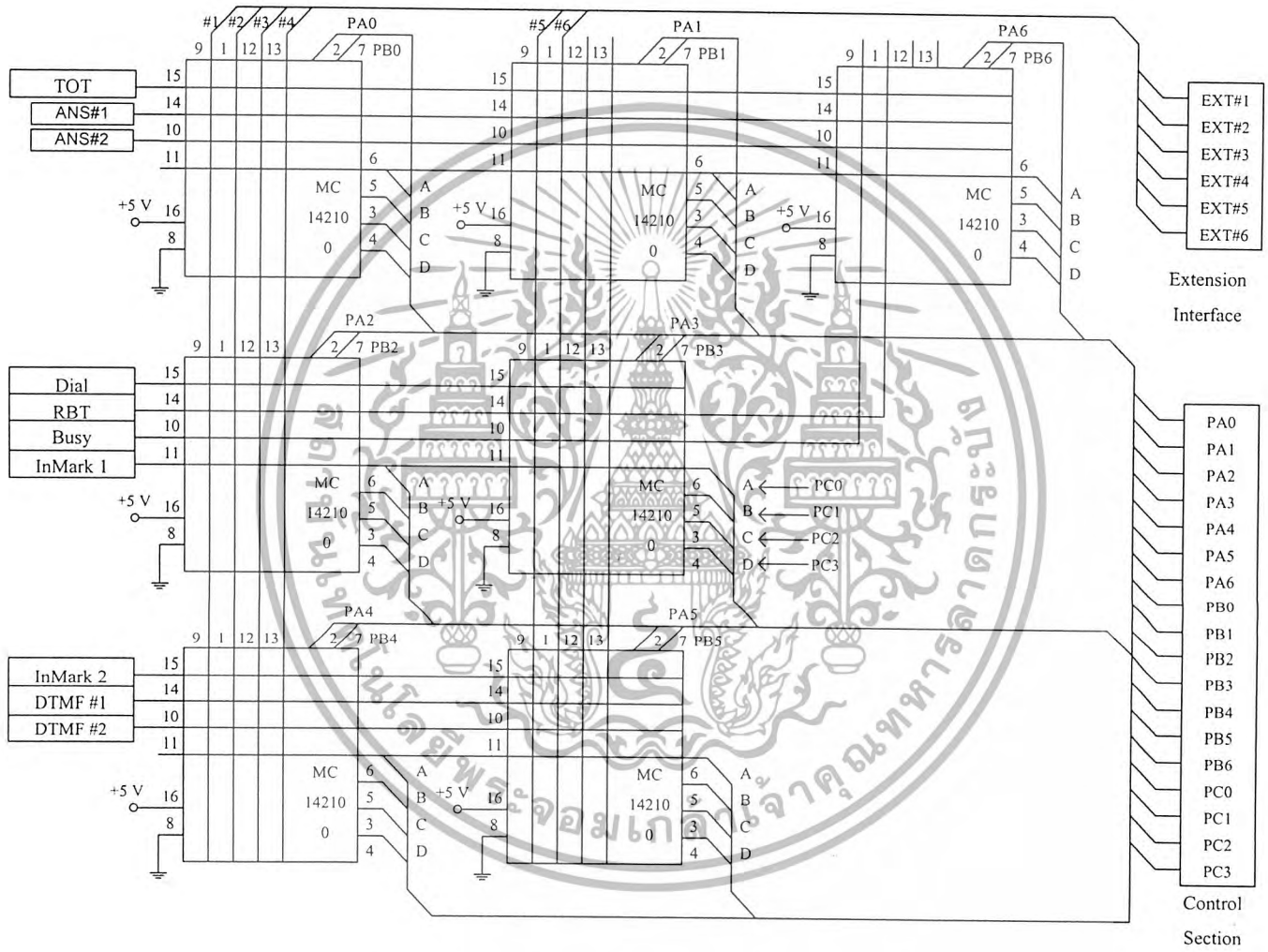
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION)

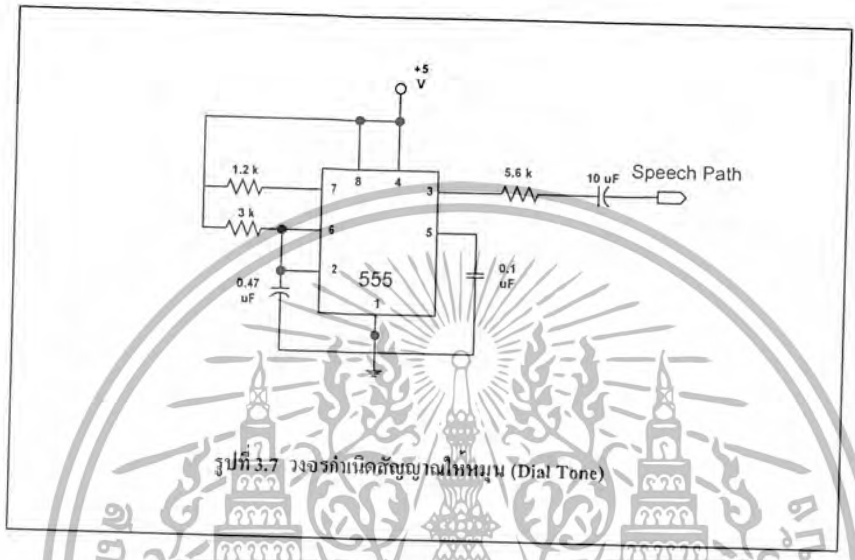
รูปที่ 3.5 ส่วนตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF DECODER CIRCUIT SECTION)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

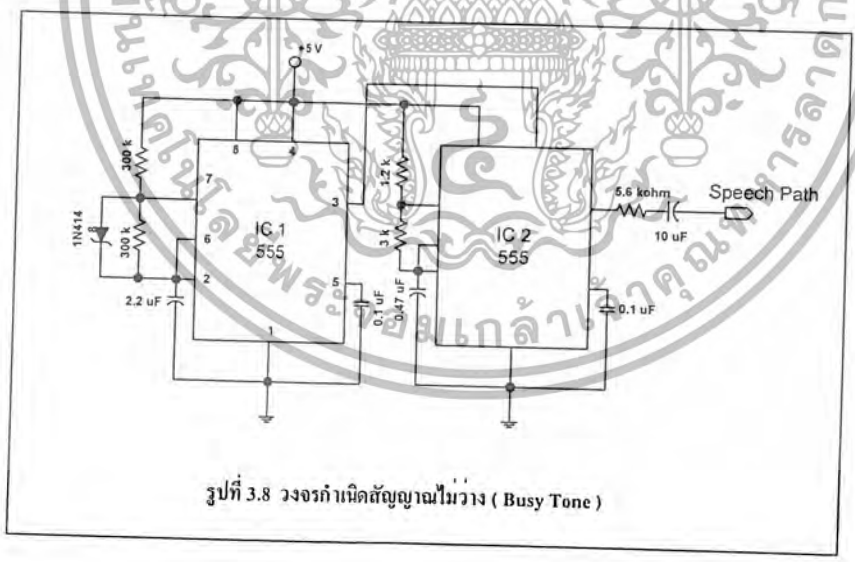


รูปที่ 3.5 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง (SPEECH PATH CIRCUIT SECTION)

ส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง (TONE GENERATOR CIRCUIT SECTION)



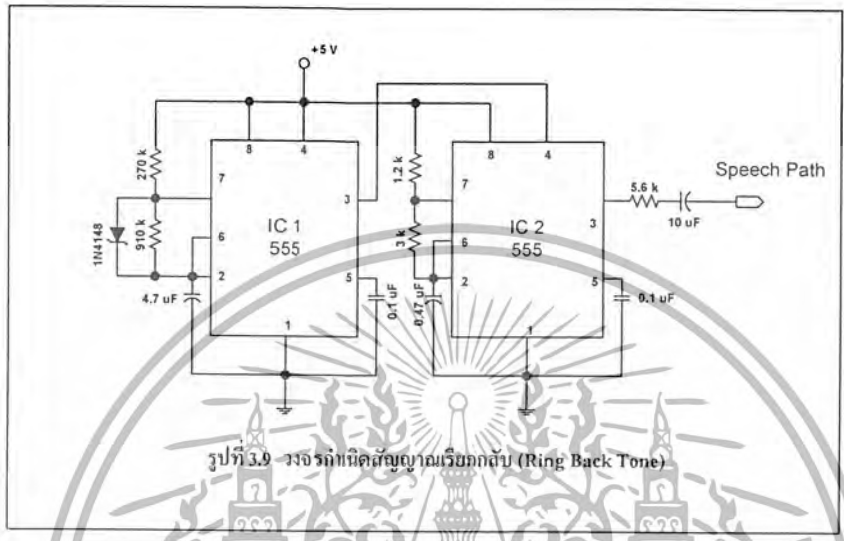
รูปที่ 3.7 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน (Dial Tone)



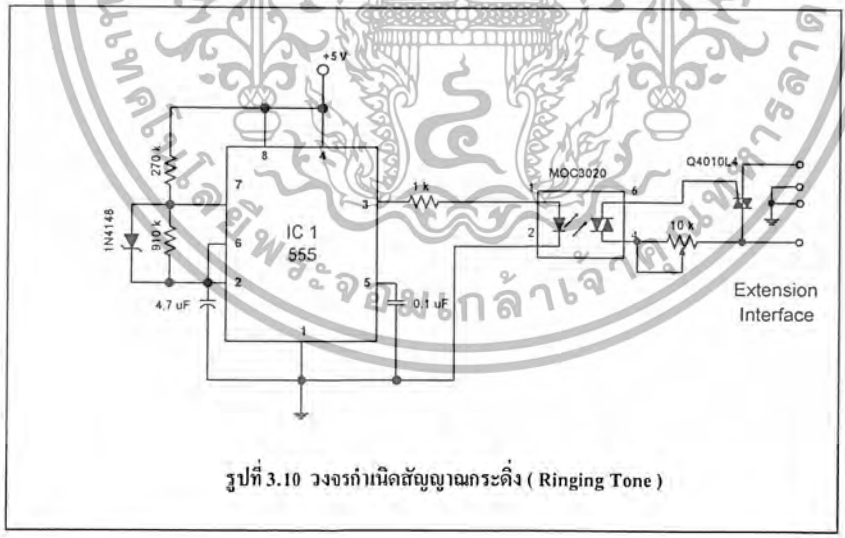
รูปที่ 3.8 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง (TONE GENERATOR CIRCUIT SECTION)

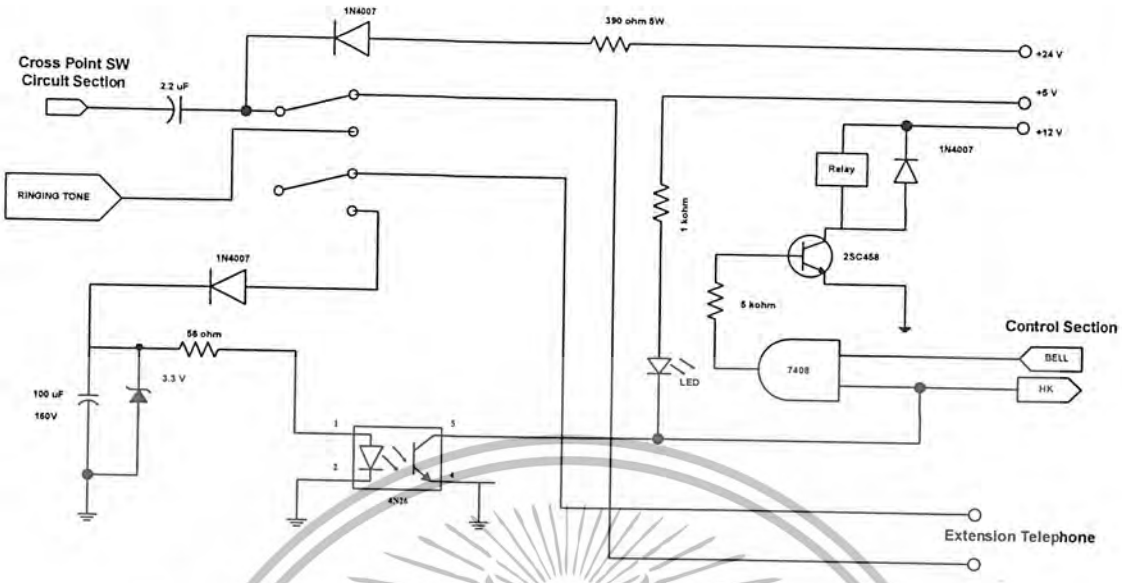


รูปที่ 3.9 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

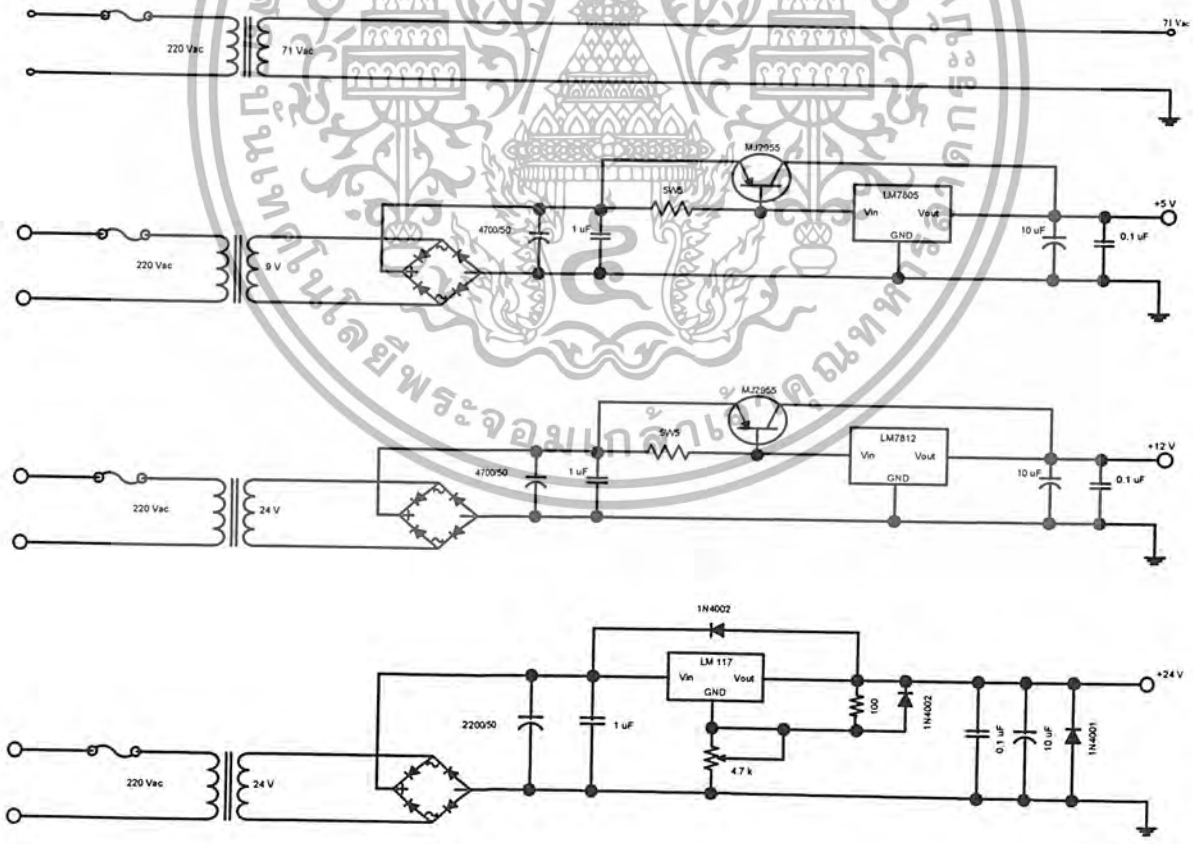


รูปที่ 3.10 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

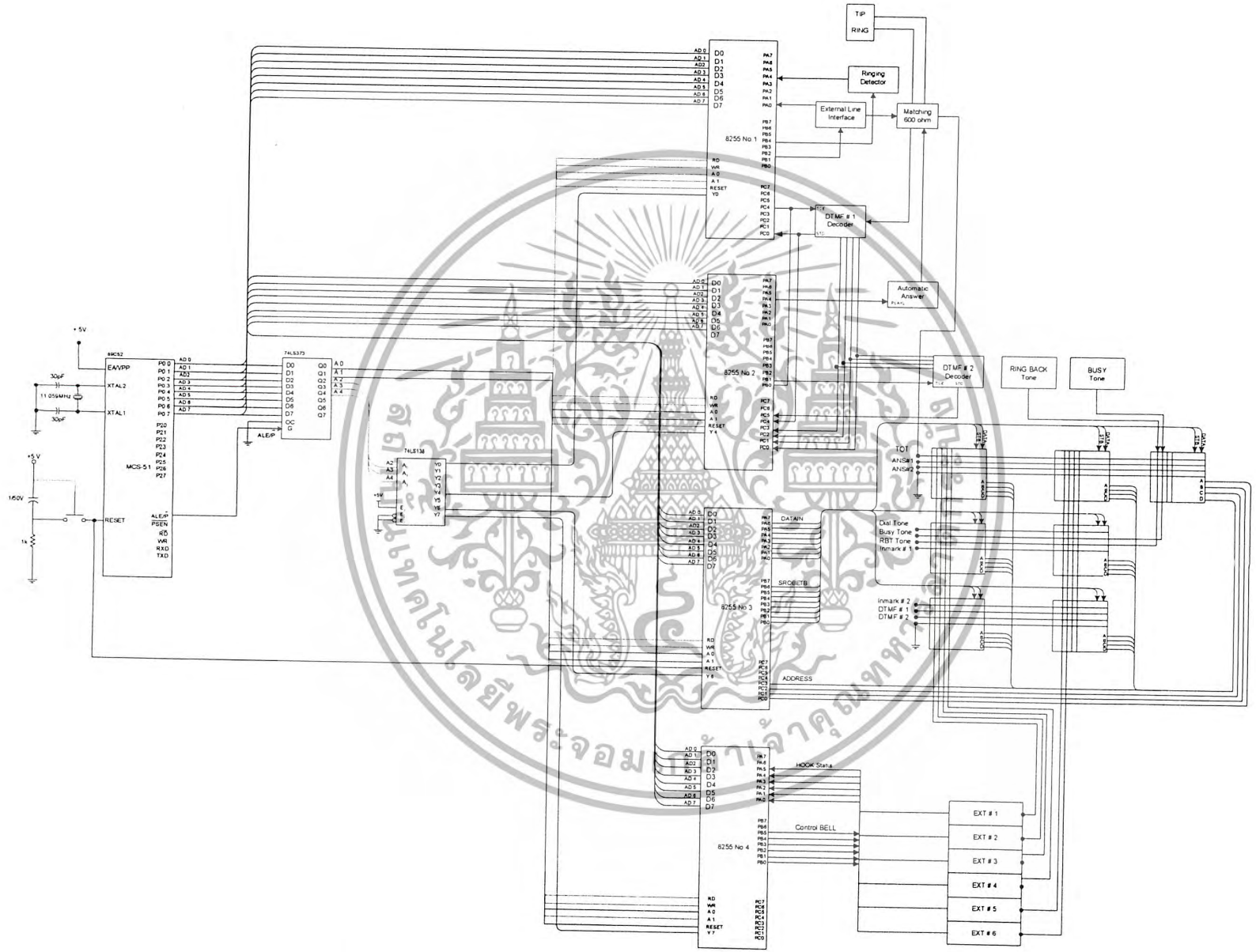


รูปที่ 3.11 ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายใน (EXTENSION INTERFACE CIRCUIT SECTION)



รูปที่ 3.12 ส่วนวงจรจ่ายกระแสไฟ (POWER SUPPLY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ภาพวงจรรวมแสดงการเชื่อมต่อส่วนควบคุมของระบบตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติแบบระบุเลขหมายส่วนบุคคล (PABX Using Personal Extension Number)

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

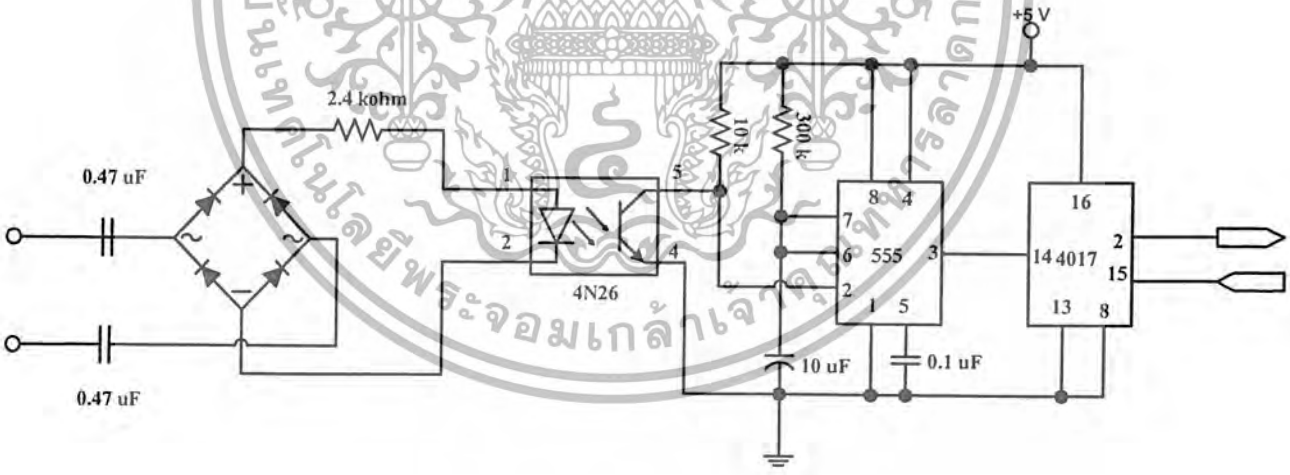
โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

4.1. การทดลองส่วนตรวจสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Voltage Detector Circuit)

จากรูปที่ 3.3 และรูปที่ 4.1 เป็นวงจรที่คอยตรวจจับสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามาเพื่อไปบอกให้ส่วนควบคุมทราบและสั่งภาค External Line Interface Circuit ทำการยกหูโทรศัพท์ต่อไป

ลำดับขั้นการทดลอง

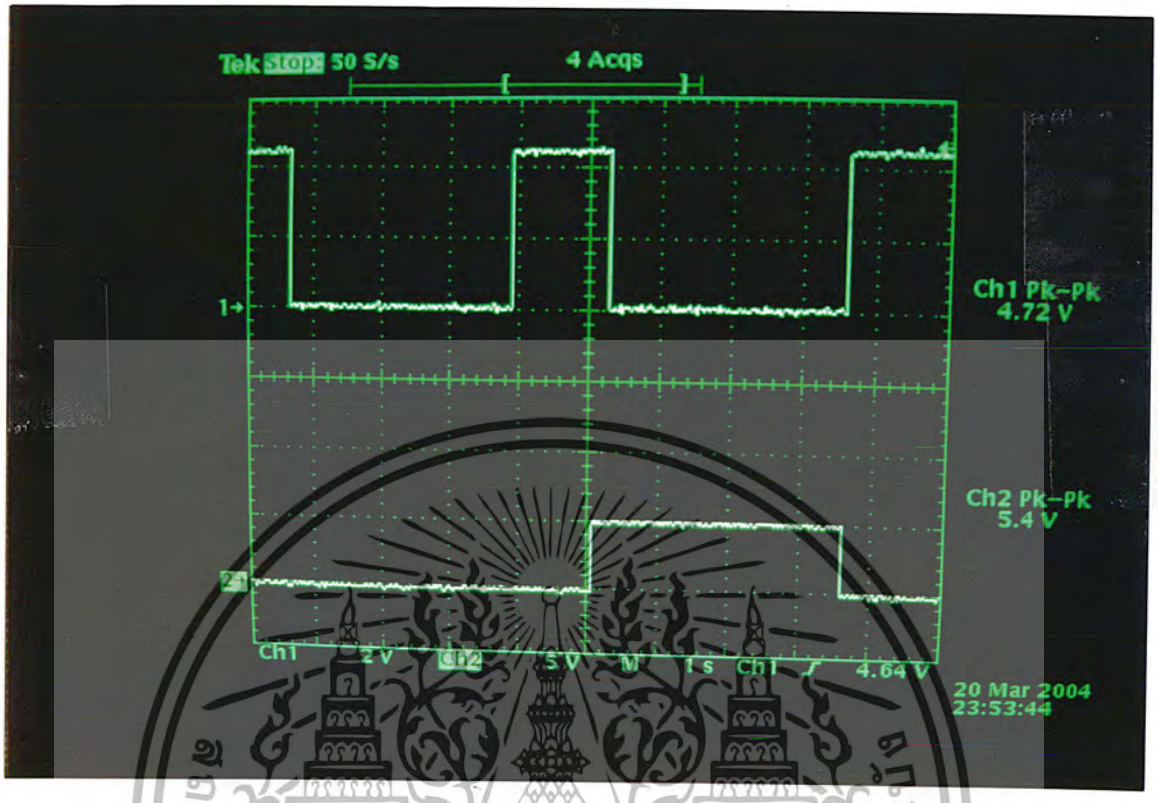
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.1
2. นำวงจรไปต่อเข้ากับคู่สายขององค์การโทรศัพท์ และ ต่อแรงดันตามรูปวงจรที่กำหนด
3. โทรเข้ามายังเบอร์ที่นำวงจรไปต่อ
4. วัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 3 ของไอซี 555
5. วัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 2 ของไอซี 4017



รูปที่ 4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.2 แสดงรูปสัญญาณเอาท์พุทส่วนตรวจสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Voltage Detector Circuit)

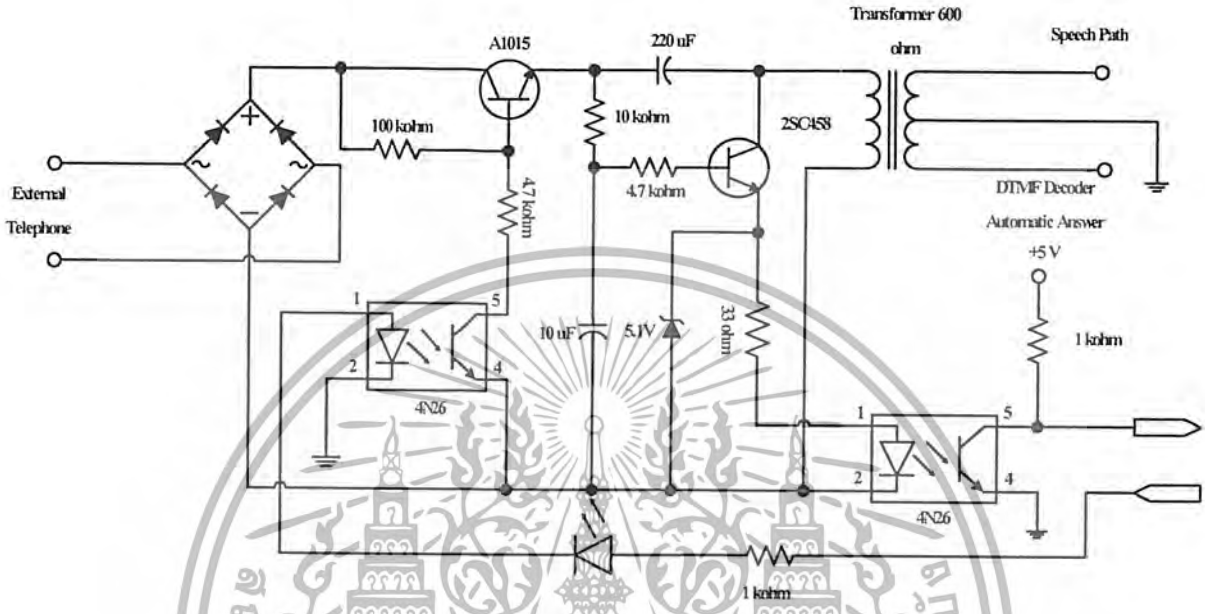
Ch 1 แสดงรูปสัญญาณเอาท์พุทจากขา 3 ของไอซี 555 โดยต่อวงจรให้ทำงานแบบโมโนสเตเบิล เมื่อมีการเรียกเข้ามาจากคู่สายนอกทำให้สัญญาณที่ได้จะแปลงสัญญาณที่เข้ามาให้กลายเป็นสัญญาณพัลส์

Ch 1 แสดงรูปสัญญาณเอาท์พุทจากขา 2 ของไอซี 4017 ที่ทำการนับจากการทริกเข้ามาของไอซี 555 ซึ่งจะให้เอาท์พุทเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 เมื่อมีการนับสัญญาณสัญญาณ Clock ที่เข้ามาครบ 1 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (External Line Interface Circuit)

จากรูปที่ 3.2 และรูปที่ 4.3 แสดงส่วนวงจรเชื่อมต่อคู่สายภายนอกกับระบบและใช้ไมโครคอน-โทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน



รูปที่ 4.3 ส่วนวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (External Line Interface Circuit)

ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อมีการเรียกเข้ามาที่คู่สายนอก ค่าลอจิกจากขา 5 ของ 4N26 จะเปลี่ยนจาก High เป็น Low และ จากนั้นส่วนควบคุมจะทำการล็อกคู่สายนอกนั้นไว้ โดยเมื่อส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและนับสัญญาณที่เรียกเข้าครบและบอกให้ส่วนควบคุมรับทราบแล้ว ส่วนควบคุมจะส่งสัญญาณมายังส่วนวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ทำให้เกิดการแมชชิ่งกันระหว่างคู่สายภายนอกของตู้สาขาฯ กับคู่สายจากองค์การโทรศัพท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองส่วนตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)

จากรูปที่ 3.5 และรูปที่ 4.4 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ทั้งจากคู่สายจากองค์การโทรศัพท์และโทรศัพท์จากคู่สายภายในเองด้วย

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.4
2. ต่อแรงดันตามรูปวงจรที่กำหนด
3. นำไฟเลี้ยง +5 V (ลอจิก " 1 ") มาต่อเข้ากับขา10 (TOE)
3. นำขาอินพุทไปต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์แล้วกดปุ่มที่แป้นโทรศัพท์
4. วัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 11 – 14 ($Q_1 - Q_4$)

รูปที่ 4.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

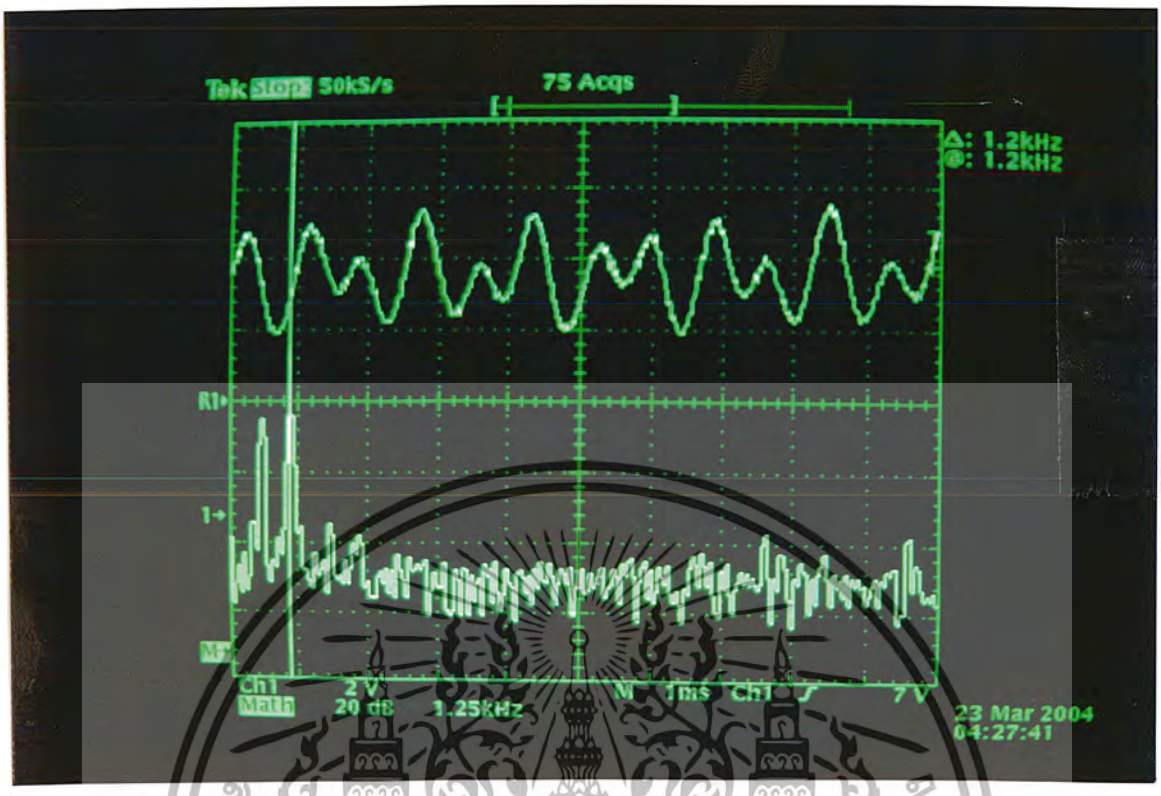
ผลที่ได้จากการทดลองที่เอาท์พุทเป็นสัญญาณ +5 V แทนด้วยลอจิก "1" และสัญญาณ 0V แทนด้วยลอจิก "0" ซึ่งจะแสดงผลการทดลองดังตารางที่ 4.1 ซึ่งจากการทดลองได้ผลตามทฤษฎี

และสามารถแสดงเอาท์พุทจากการกดหมายเลข "1" บนหน้าแป้นโทรศัพท์ได้ดังรูปที่ 4.5

หมายเลข	สภาวะลอจิก			
	ขา 14 (Q_1)	ขา 13 (Q_2)	ขา 12 (Q_3)	ขา 11 (Q_4)
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
*	1	0	1	1
#	1	1	0	0

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากการกดแป้นคีย์บอร์ดที่โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 เอาท์พุทจากการกดหมายเลข "1" บนหน้าแป้นโทรศัพท์

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าสัญญาณที่ถูกส่งมาจากการกดแป้นหมายเลขโทรศัพท์ เอาท์พุตที่ได้เป็นการรวมกันของสัญญาณซายน์ ซึ่งจะสามารถแปลงเป็นสัญญาณพัลส์เพื่อการนำค่าลอจิกที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อในส่วนควบคุมโดยการใช้ไอซีถอดรหัส จะเห็นว่าสามารถแปลงสัญญาณที่กดเป็นเลขไบนารี 4 บิตได้จริงตามทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

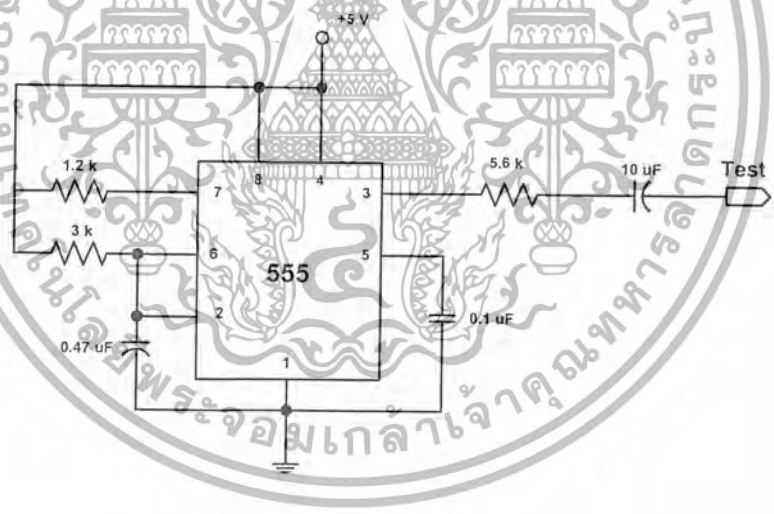
4.4 การทดลองส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง (Tone Signaling Generators)

4.4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

จากรูปที่ 3.7 และ รูปที่ 4.5 เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) สัญญาณให้หมุนเป็นสัญญาณที่ทั้ง 6 คู่สายภายในจะได้รับเมื่อยกหูโทรศัพท์ มีค่าประมาณ 400 Hz ดังติดต่อกันตลอดเวลาที่ยังไม่มีการกดหมายเลข

ลำดับขั้นการทดลอง

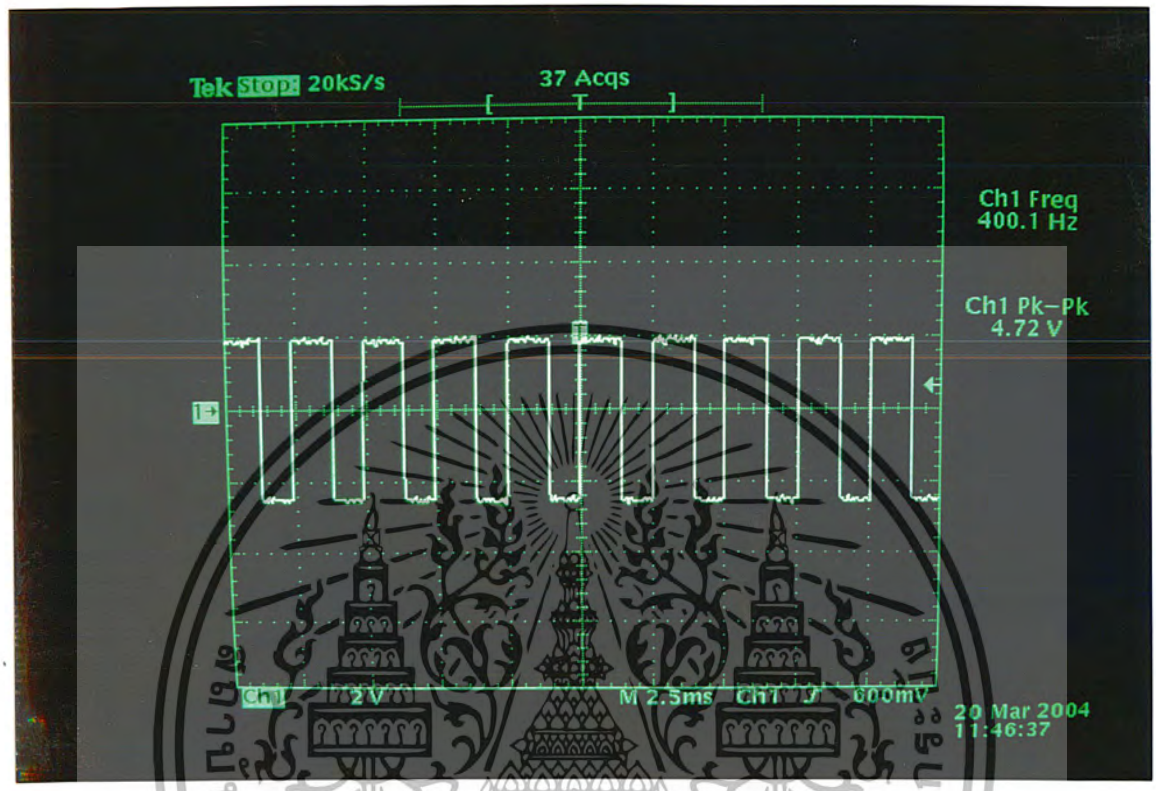
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.6
2. ต่อแรงดันตามรูปวงจรที่กำหนด
3. วัดรูปสัญญาณที่เอาท์พุทที่จุด Test ของวงจร



รูปที่ 4.6 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.7 แสดงรูปสัญญาณ Dial Tone

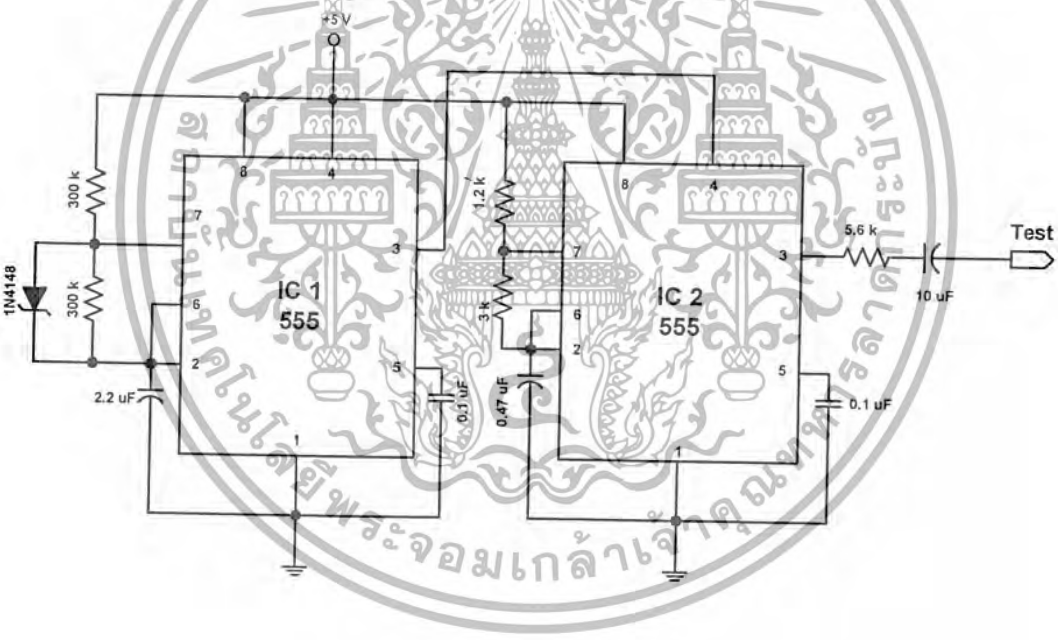
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

จากรูปที่ 3.9 และรูปที่ 4.8 เป็นสัญญาณที่ส่งให้ทางด้านผู้เรียกทราบว่าขณะนี้หมายเลขปลายทางที่เรียกไปไม่ว่างมีค่าประมาณ 400 Hz และจะติดนาน 0.5 วินาที และดับนาน 0.5 วินาที

ลำดับขั้นการทดลอง

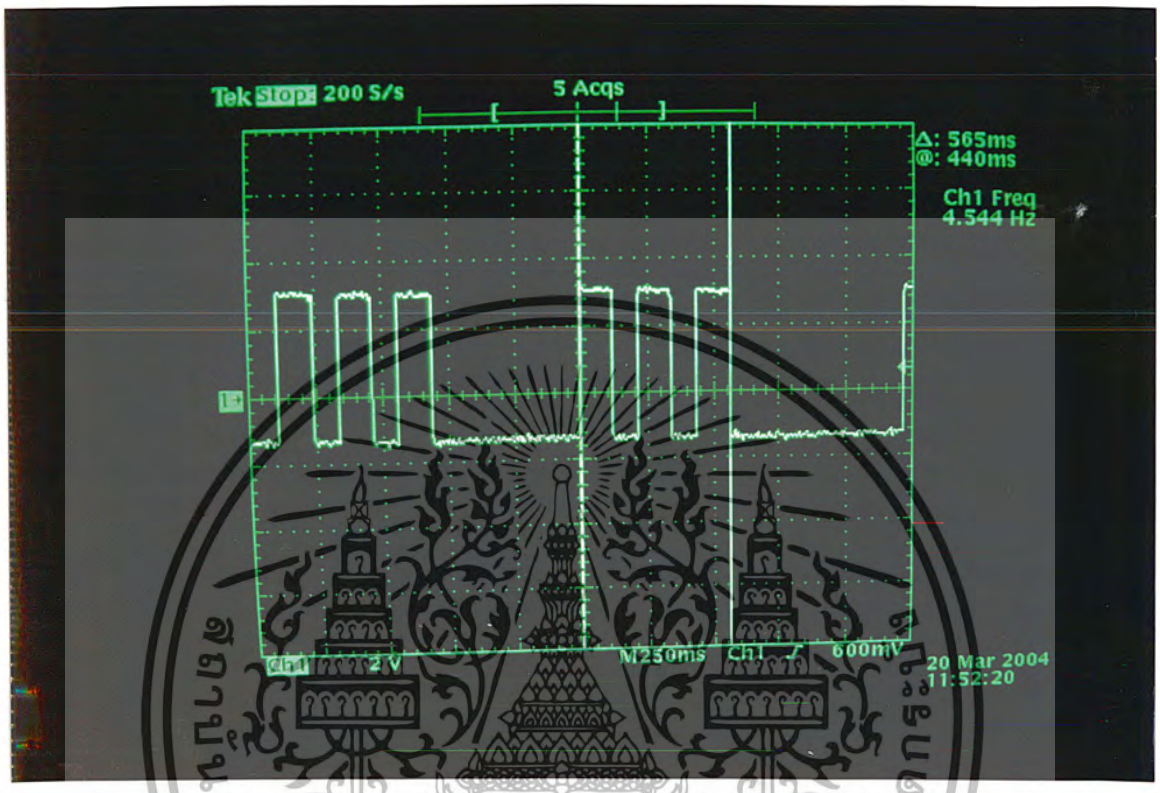
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.3
2. ต่อแรงดันตามรูปวงจรที่กำหนด
3. วัดรูปสัญญาณที่เอาท์พุทที่จุด Test ของวงจร



รูปที่ 4.8 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง BUSY TONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.9 แสดงรูปสัญญาณ Busy Tone

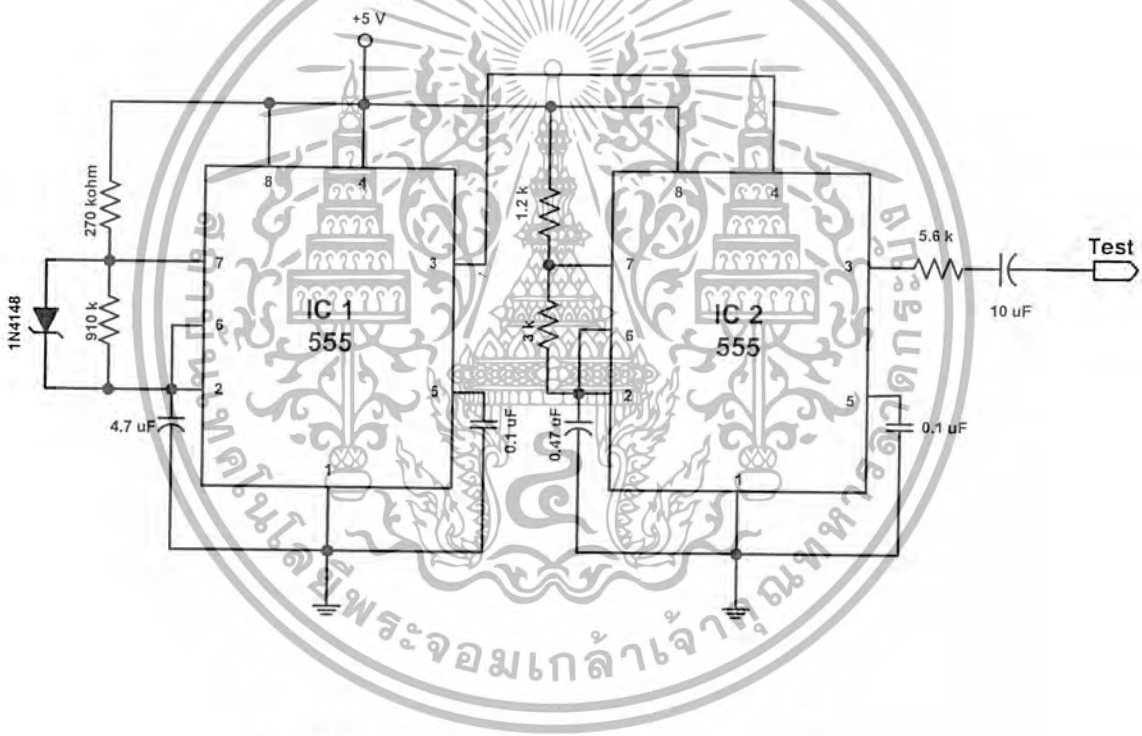
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

จากรูปที่ 3.10 และรูปที่ 4.10 เป็นสัญญาณที่บอกให้ทางผู้เรียกทราบว่าหมายเลขปลายทางที่เรียกไปว่าง มีค่าประมาณ 400 Hz และจะติดนาน 1วินาที และดับนาน 4 วินาที

ลำดับขั้นการทดลอง

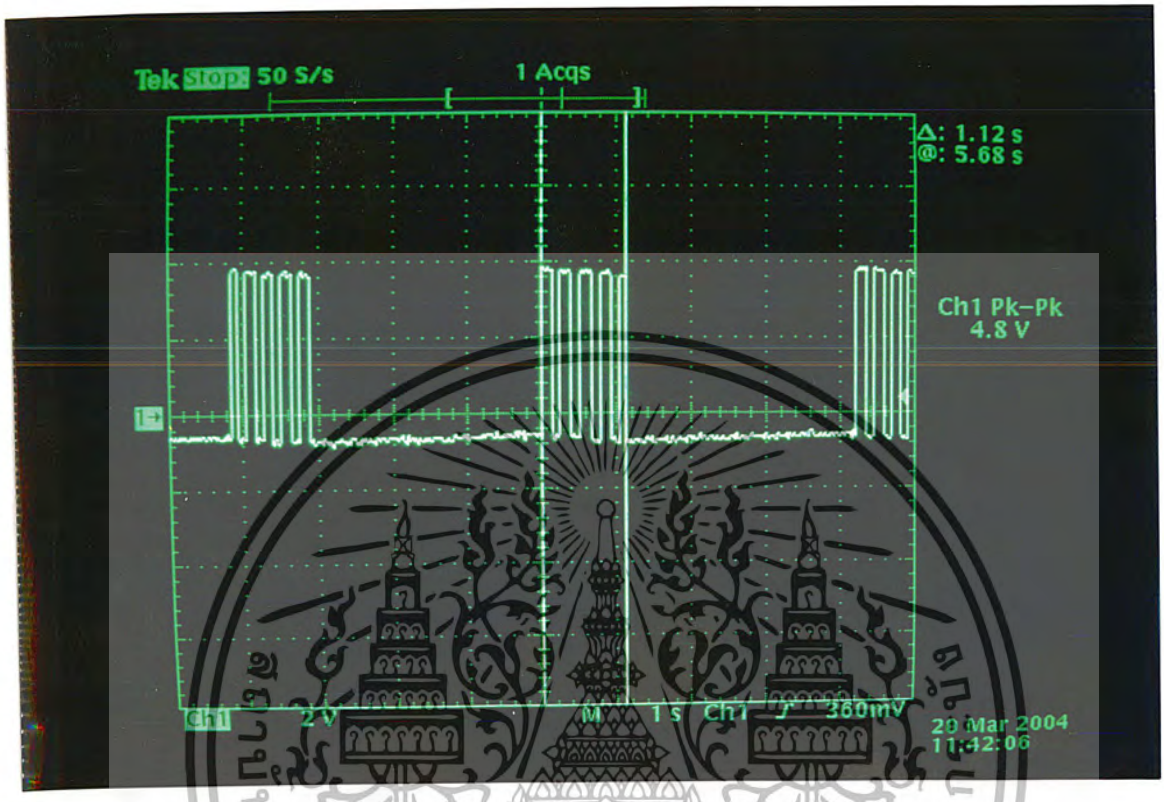
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.10
2. ต่อแรงดันตามรูปวงจรที่กำหนด
3. วัดรูปสัญญาณที่เอาท์พุทที่จุด Test ของวงจร



รูปที่ 4.10 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.11 แสดงรูปสัญญาณ Ring Back Tone

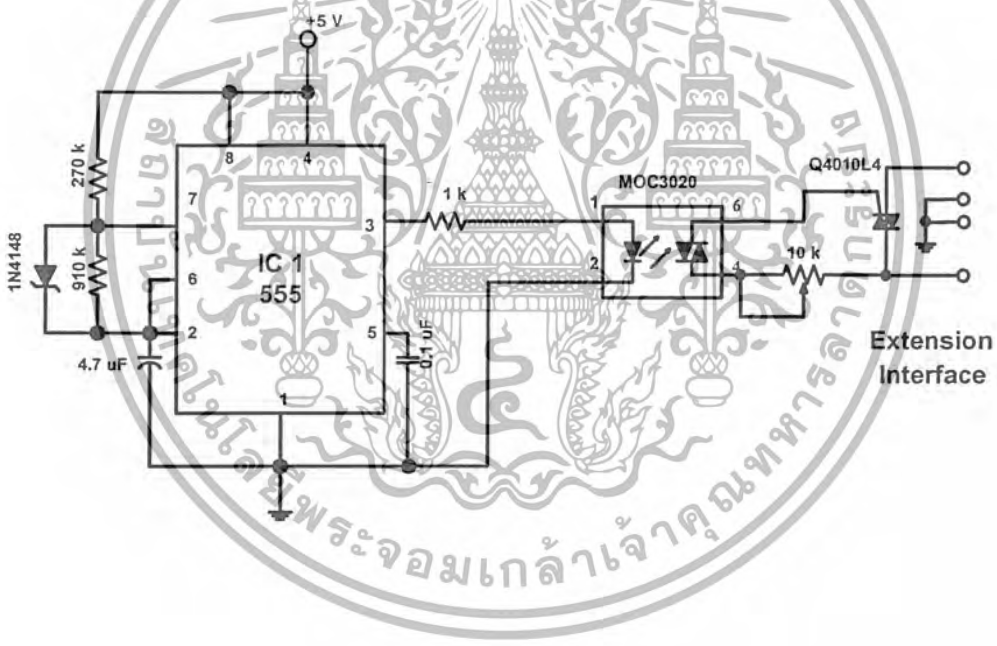
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง (RINGING TONE)

จากรูปที่ 3.10 และ รูปที่ 4.12 เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกปลายทางทราบว่ามีผู้ต้องการจะติดต่อด้วยโดยจะติดนาน 1วินาทีและดับนาน 4 วินาทีเป็นสัญญาณไฟกระแสสลับ 71 Vac 50Hz

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.12
2. ต่อแรงดันตามรูปวงจรที่กำหนด
3. วัดรูปสัญญาณที่เอาท์พุทที่จุด Test ของวงจร

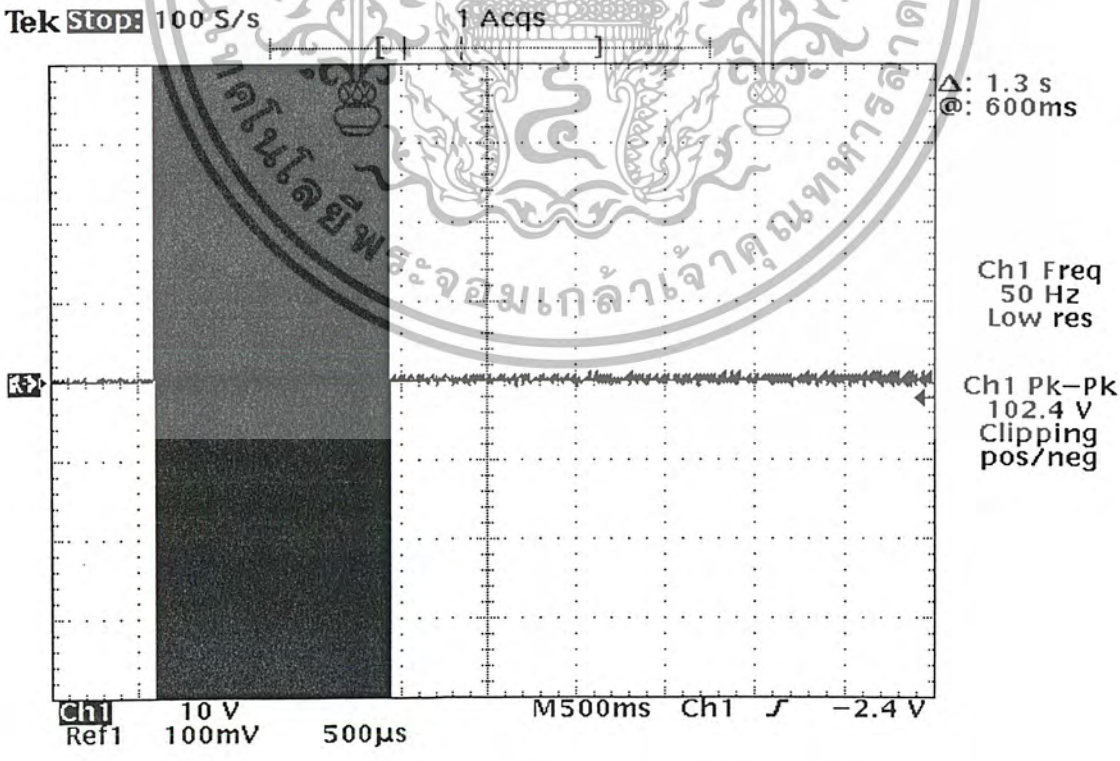


รูปที่ 4.12 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

รูปที่ 4.13 แสดงรูปสัญญาณซายน์ที่ได้จากวงจร Ringing Tone

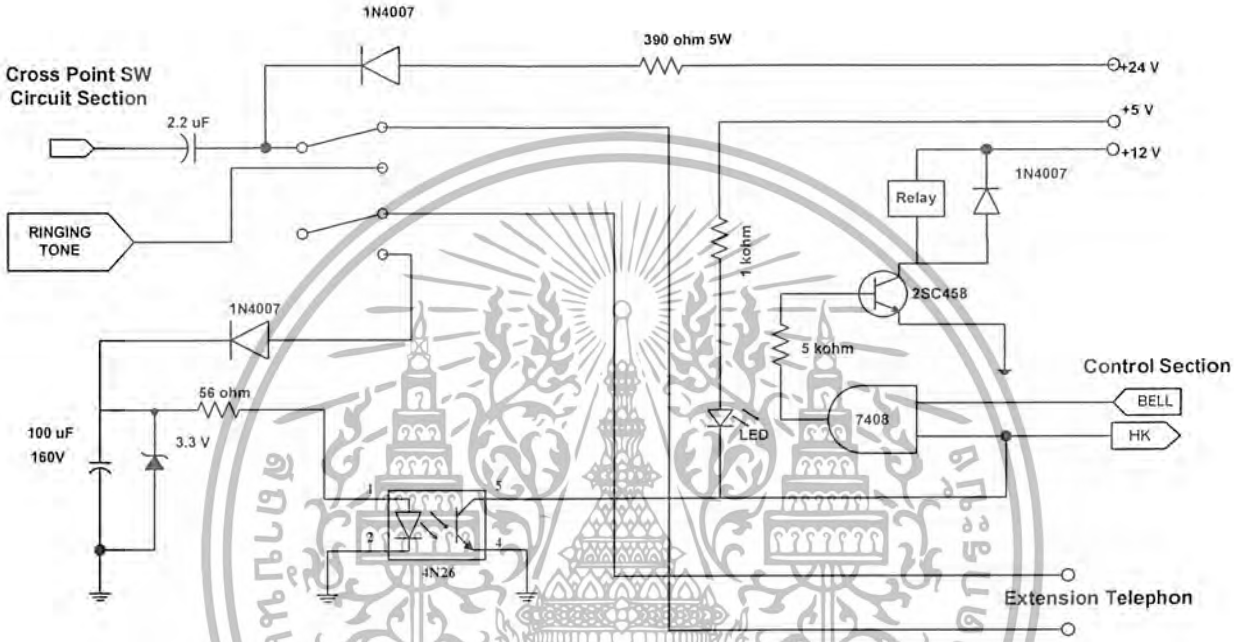


รูปที่ 4.14 แสดงอัตราการติด-ดับของสัญญาณซายน์ที่ได้จากวงจร Ringing Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายใน (Extension Interface Circuit)

จากรูปที่ 3.11 และ รูปที่ 4.14 เป็นส่วนที่ต่ออยู่กับเครื่องโทรศัพท์คู่สายภายในโดยจะมีการตรวจเช็คสภาวะการยกหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติด้วยและสัญญาณต่างๆ จะผ่านเข้ามาทางภาคนี้ด้วย อุปกรณ์ต่างๆ ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.15 ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายใน (Extension Interface Circuit)

ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อมีการยกหูที่คู่สายภายในค่าลอจิกที่ขา HK จะเปลี่ยนสภาวะจาก High เป็น Low ทำให้ Relay ถูกตัดออกจากวงจรกำเนิดสัญญาณเสียง และค่าลอจิกที่ขา HK จะเป็นค่าที่ส่วนควบคุมใช้วิเคราะห์ สภาวะการใช้งานให้กับระบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างทางซอฟท์แวร์

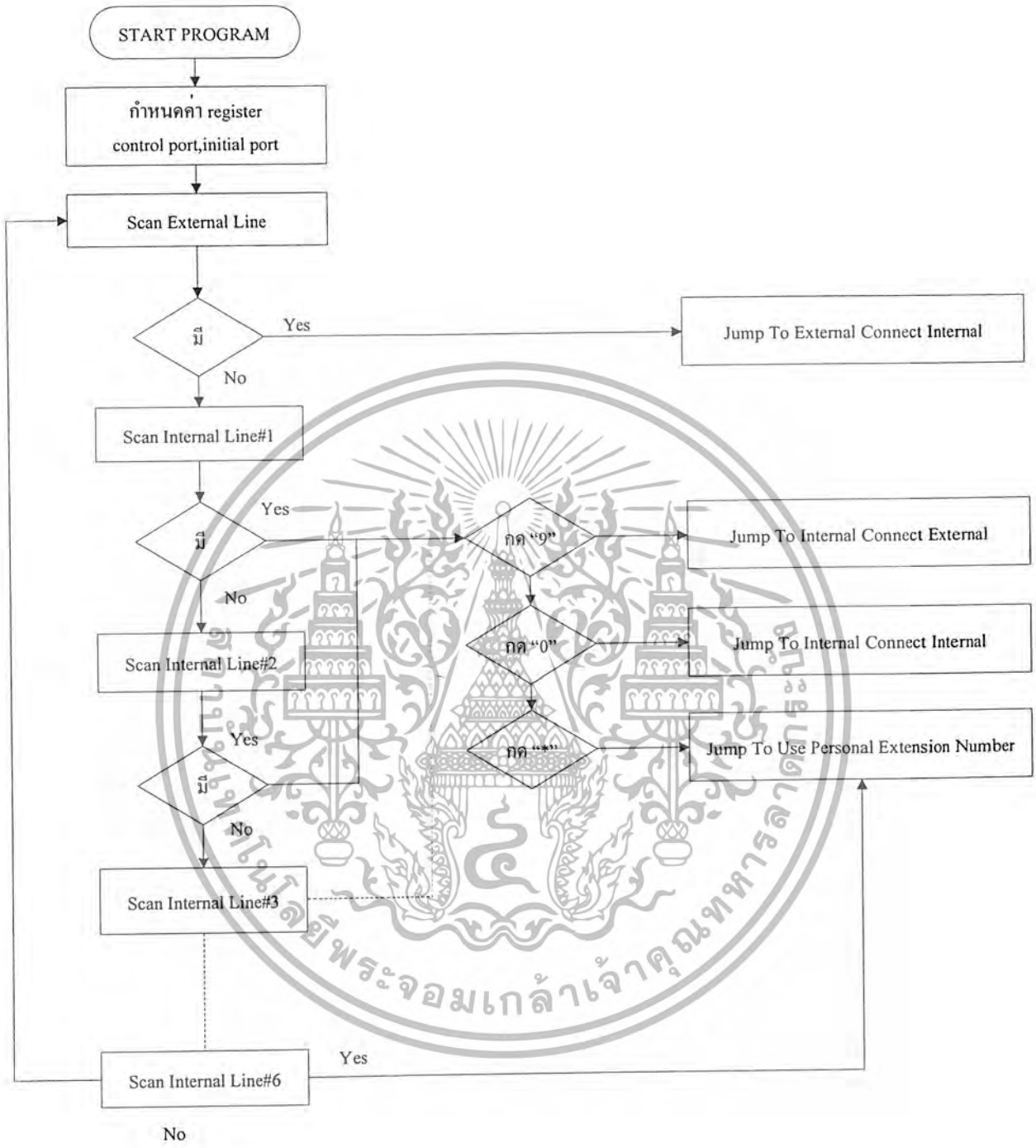
สำหรับโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อควบคุมการทำงานของระบบชุมสายปลายทางอัติโนมัตินี้ใช้ภาษาแอสเซมบลีในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยการทำงานจะให้บริการกับ 1 คู่สายภายนอกและ 6 คู่สายภายในซึ่งขั้นตอนการตรวจเช็คการให้บริการทั้งสายนอกและในจะเป็นการวนลูปเช็คจากโทรศัพท์เครื่องที่ 1 ไปจนครบทั้ง 6 คู่สายใน

ซึ่งถ้ามีการกด " 9 " บนหน้าแป้นโทรศัพท์จะเป็นการให้บริการการโทรออกไปยังคู่สายภายนอกของระบบชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัติโนมัติ

ถ้ามีการกด " 0 " บนหน้าแป้นโทรศัพท์จะเป็นการให้บริการโทรเข้าหาคู่สายภายในชุมสายเดียวกัน

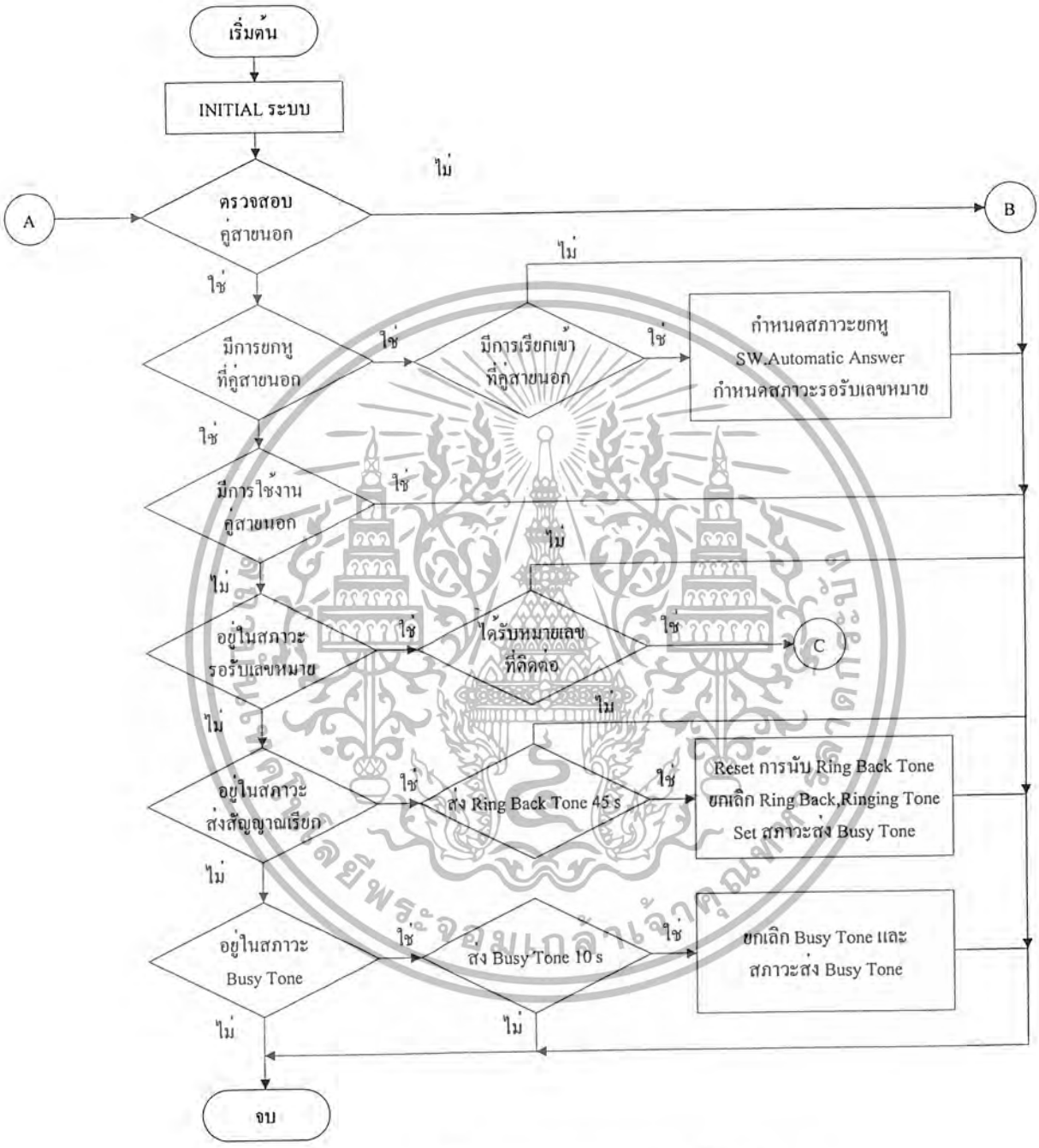
และในส่วนของฟังก์ชั่นที่เพิ่มขึ้นมาคือ การให้บริการการโอนหมายเลขการเรียกโดยอาศัยรหัสส่วนบุคคล (PABX using personal extension number) โดยการทำงานคือถ้ามีการกดเครื่องหมาย " * " บนหน้าแป้นโทรศัพท์ของคู่สายภายใน จะกระโดดไปทำโปรแกรมย่อยในส่วนนี้โดยจะต้องป้อนรหัสส่วนบุคคลที่แต่ละผู้ใช้บริการจะทราบอยู่แล้วให้ตรงกับข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำ สามารถแสดงแผนผังการทำงานของระบบโปรแกรมได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



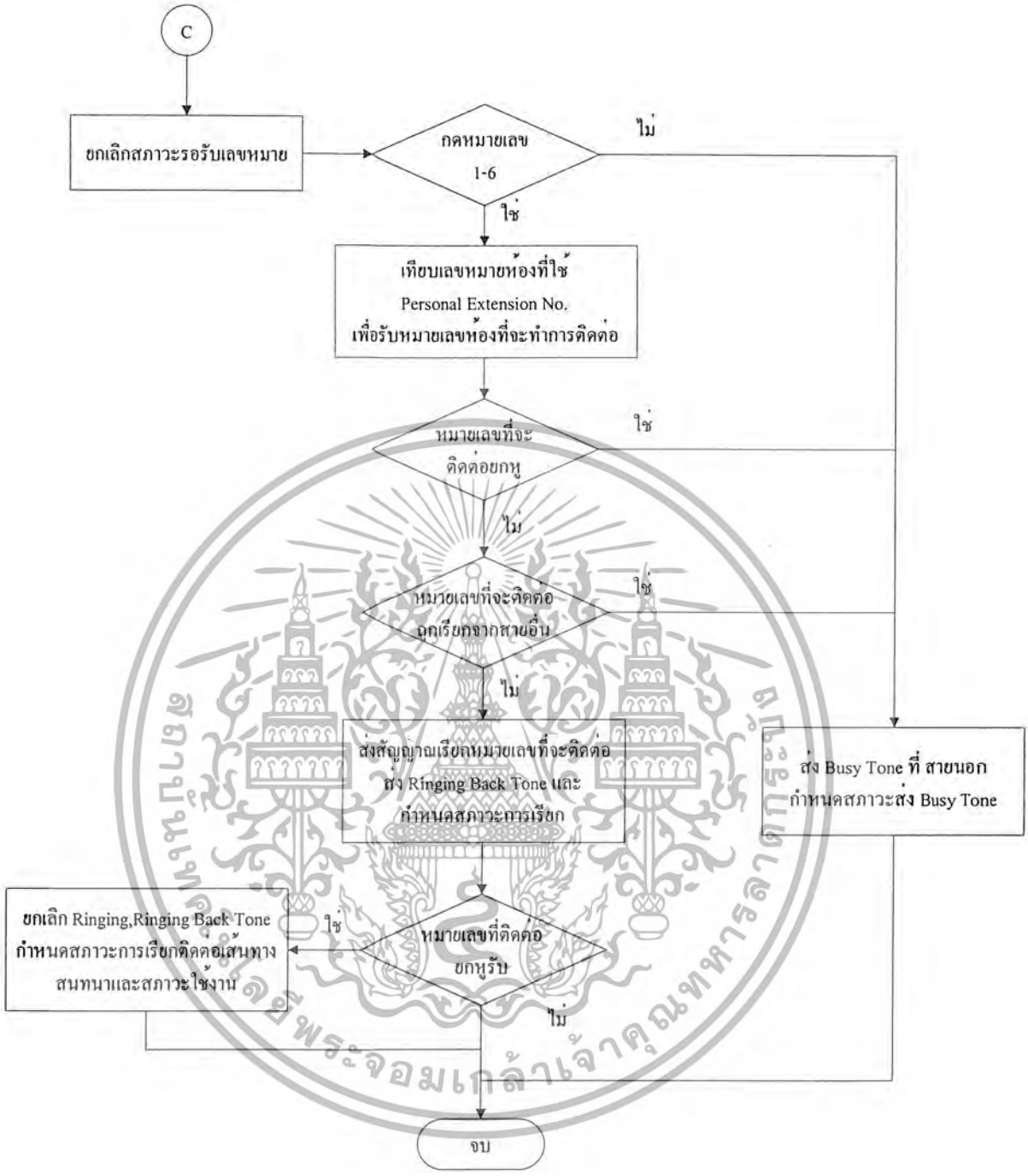
รูปที่ 4.16 แผนผังแสดงการทำงานของระบบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



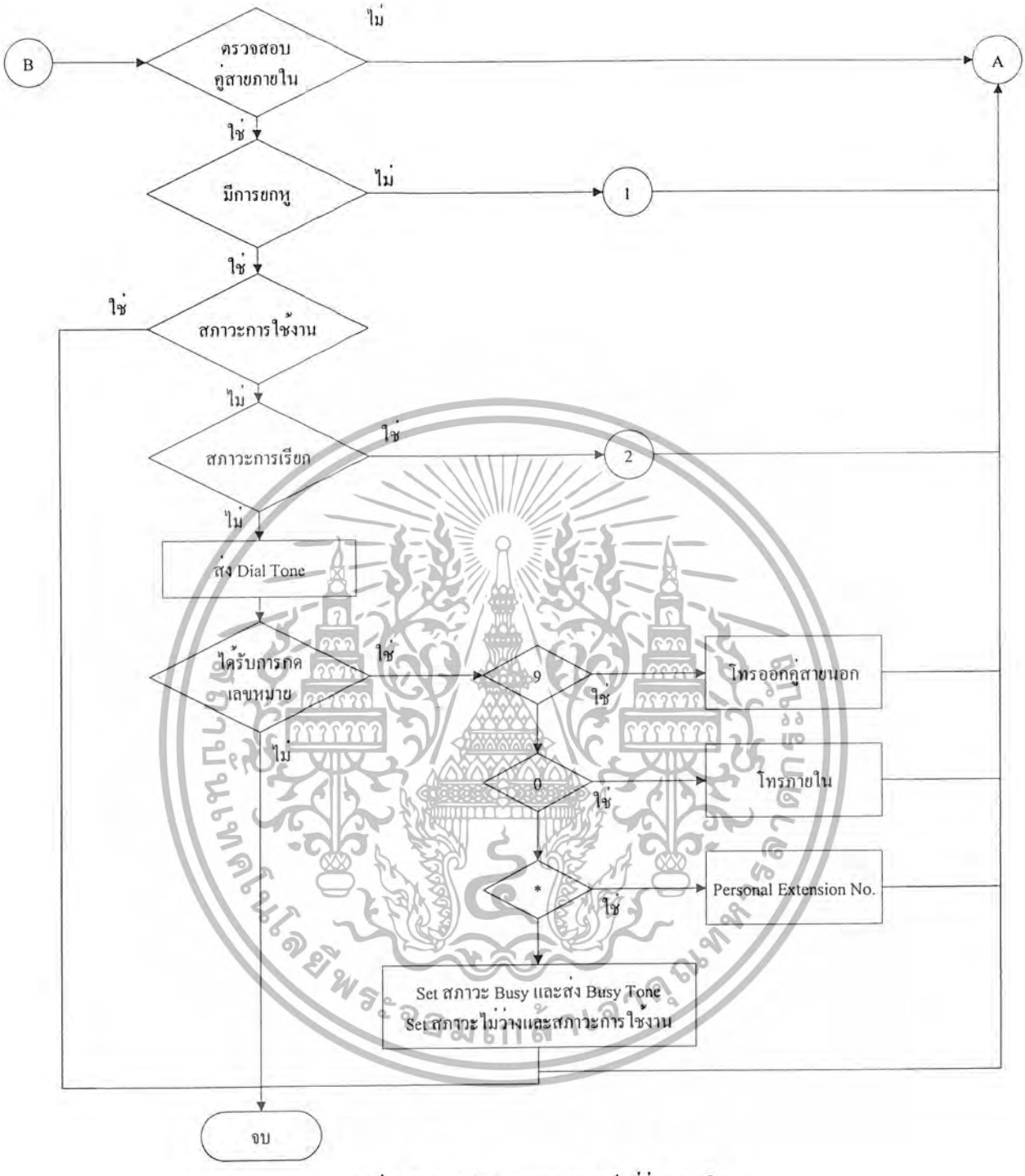
รูปที่ 4.17 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



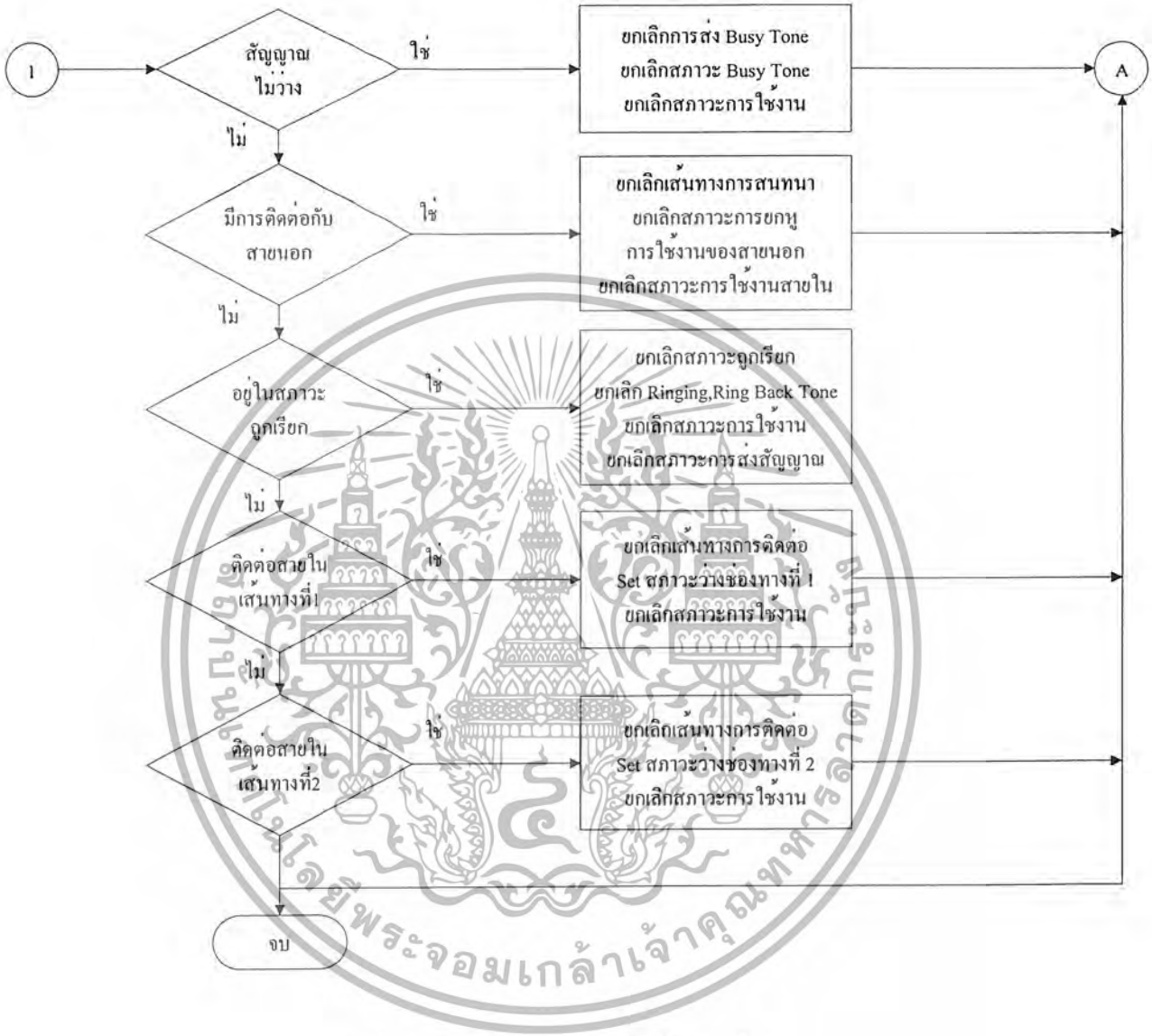
รูปที่ 4.18 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



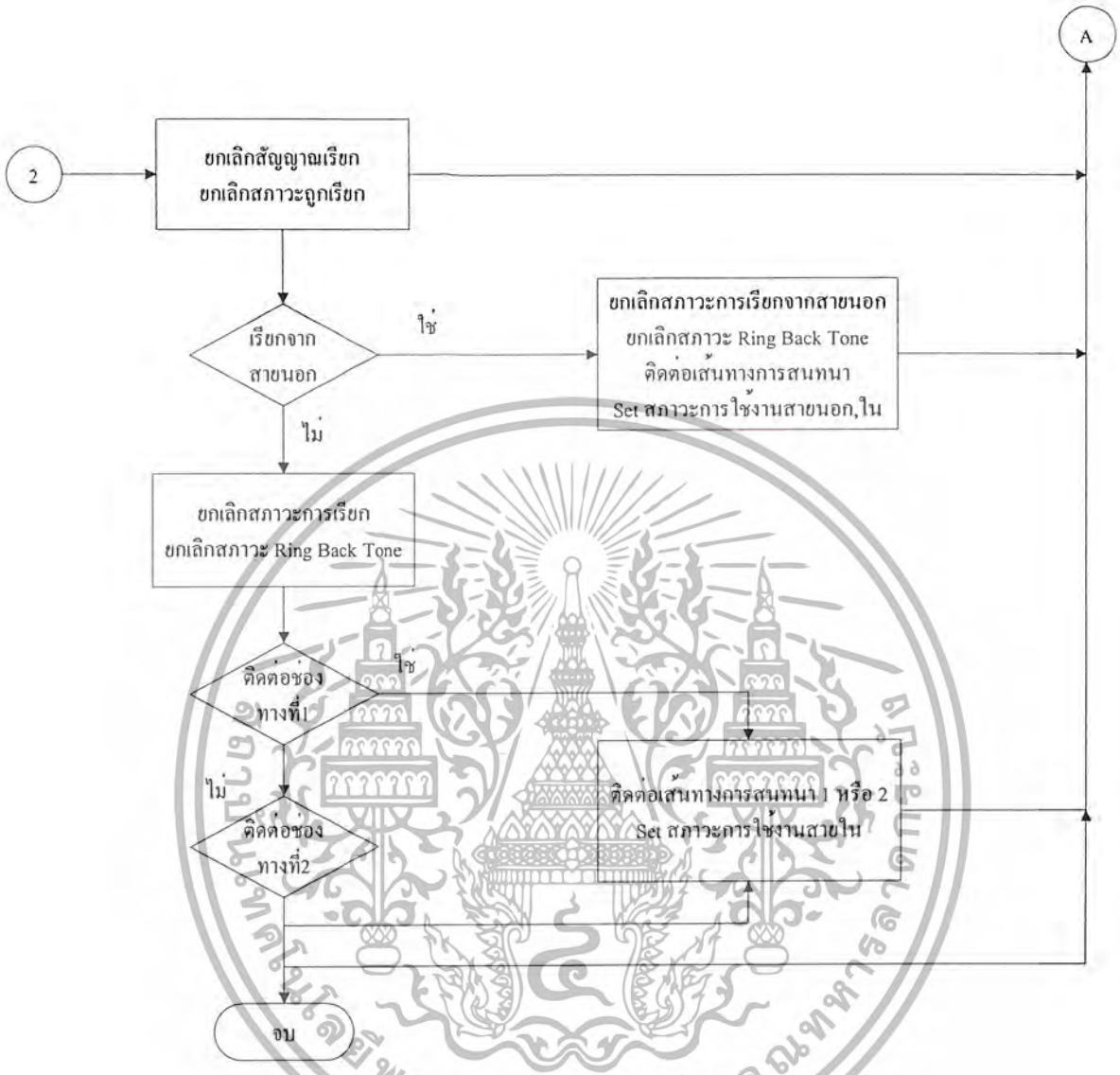
รูปที่ 4.18 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



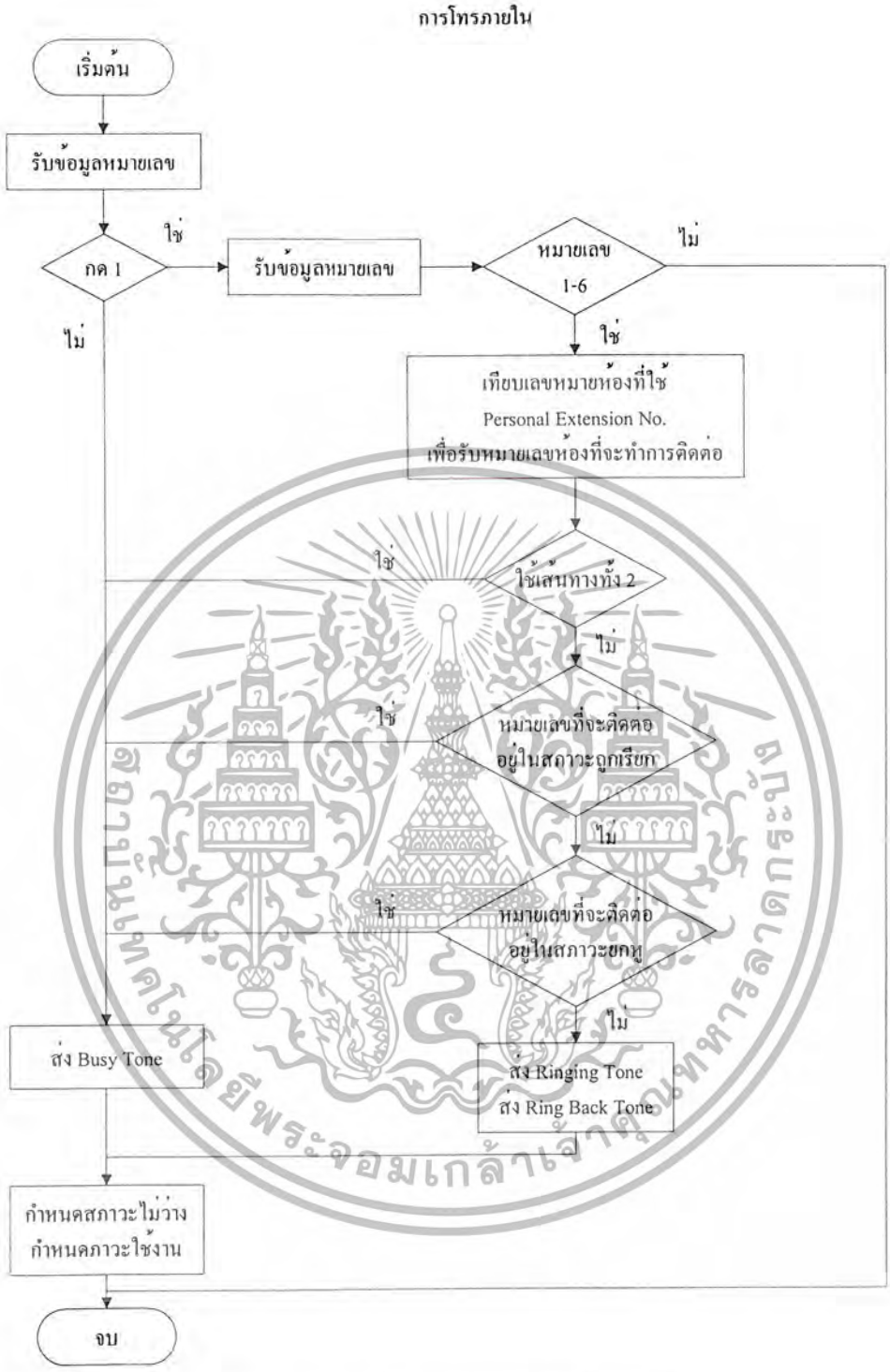
รูปที่ 4.21 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรออกคู่สายนอก

รูปที่ 4.22 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน

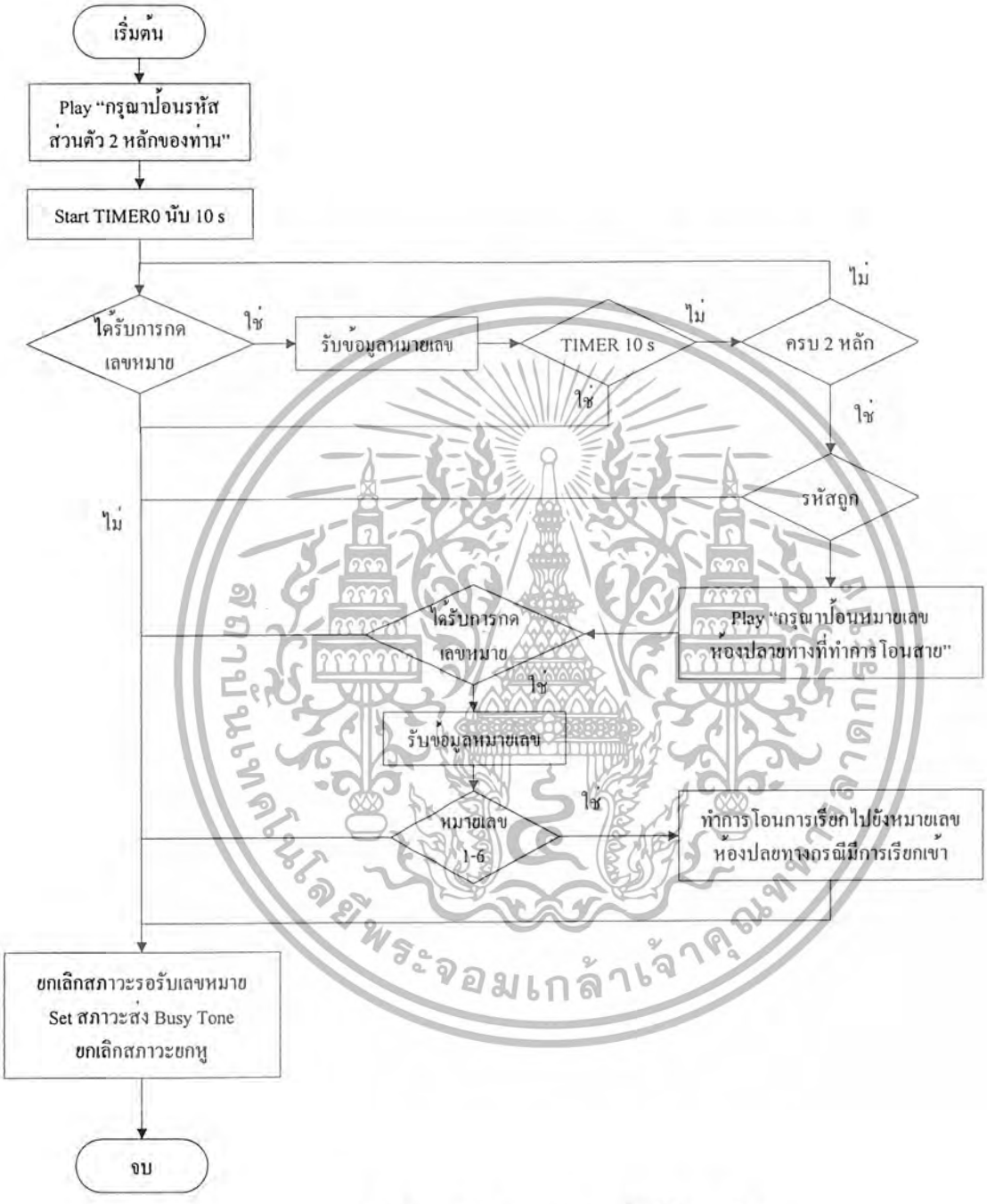
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบริการฟังก์ชั่น Personal Extension No.



รูปที่ 4.24 แผนผังโปรแกรมการตรวจเช็คที่คู่สายภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอในหัวข้อ "เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบเลขหมายส่วนบุคคล (PABX Using Personal Extension Number) ขนาดเล็กที่ให้บริการจำนวนคู่สายภายนอก 1 คู่สาย และคู่สายภายใน 6 คู่สาย จากการดำเนินการออกแบบและทำการทดลองที่ผ่านมา มีทั้งส่วนที่เป็นไปตามที่คำนวณไว้ และบางส่วนก็ไม่เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ และในส่วนควบคุมการทำงานที่มี MCS ทำหน้าที่แทน CPU เป็นตัวควบคุมนั้นเป็นระบบที่น่าสนใจและสามารถพัฒนาระบบการทำงานให้ดีขึ้นได้หลายแนวทาง และจากผลการทดลองที่ได้ของการทำงานของแต่ละส่วนในระบบตู้สาขาฯนี้สามารถทำงานได้ตามต้องการดังที่ได้แสดงผลไปแล้วในบทที่ 4

และส่วนของปัญหาที่เกิดคือเมื่อทำการต่อส่วนของคู่สายภายนอกเข้ากับส่วนของคู่สายภายในจะพบว่ามีสัญญาณรบกวนเข้ามาบ้าง แต่สามารถสนทนากันได้รู้เรื่อง แต่ในส่วนของการสื่อสารกันของคู่สายภายในนั้นมีเสียงรบกวนเพียงเล็กน้อยและสามารถสนทนากันได้รู้เรื่องและการควบคุมเมตริกสวิตซ์ให้ทำงานนั้นยังต้องอาศัยการสั่งงานที่ค่อนข้างจะซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมที่ใช้งานจริงในการควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------
;               SET INTERNAL RAM
;-------------------------------------------------------------------

TOT_LIN         EQU         20H
MARK_TOT        EQU         21H
TOT_DATA        EQU         22H
TOT_STD         EQU         23H
TOT_HK          EQU         24H
TOT_HK1         EQU         25H
TOT_RING1       EQU         26H
TOTBST_S        EQU         27H
TOTREAD_S       EQU         28H
TOT_ON_S        EQU         29H
TOTRING_S       EQU         2AH
TOT_RING        EQU         2BH
TOT_CNT1        EQU         2CH
TOT_CNT2        EQU         2DH
TOT_CNT3        EQU         2EH
TOT_CNT4        EQU         2FH
TOT_CNT5        EQU         30H
TOT_CNT6        EQU         31H
X_LIN           EQU         32H
MARK_X          EQU         33H
X_DATA          EQU         34H
X_HK            EQU         35H
XBST_S          EQU         36H
XREAD_S         EQU         37H
XRING_S         EQU         38H
X_RING          EQU         39H
XCALL           EQU         3AH
XCALL_B1        EQU         3BH
XCALL_B2        EQU         3CH
X_CALL          EQU         3DH
X1_CALL         EQU         3EH
X2_CALL         EQU         3FH
X3_CALL         EQU         40H
X4_CALL         EQU         41H
X5_CALL         EQU         42H
X6_CALL         EQU         43H
;-------------------------------------------------------------------
;                   SET PORT
;-------------------------------------------------------------------
TOTDIS_P        EQU         0B000H          ;8255 NO.1
TOTHK_P         EQU         0B001H
TOTDTMF_P       EQU         0B002H
CTL1_P          EQU         0B003H
TOTANS_P        EQU         00010H          ;8255 NO.2
TOE_P           EQU         00011H
DATA_STD_P      EQU         00012H
CTL2_P          EQU         00013H
DATAIN_P        EQU         0E018H          ;8255 NO.3
STROBE_P        EQU         0E019H
ADDRESS_P       EQU         0E01AH
CTL3_P          EQU         0E01BH
XHK_P           EQU         0F01CH          ;8255 NO.4
XBELL_P         EQU         0F01DH
XANS_P          EQU         0F01EH
CTL4_P          EQU         0F01FH
;-------------------------------------------------------------------

        ORG 000BH                   ;INTERRUPT TIMER0

        CLR     TF0
        MOV     TH0,#04BH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     TL0,#0FCH
        DJNZ    78H,INT_TIME
        CLR     TR0
        MOV     R5,#0EH
INT_TIME:   RETI

        ORG 0100H

        MOV     71H,#05H            ;CODE EXTENTION 11
        MOV     72H,#13H            ;CODE EXTENTION 12
        MOV     73H,#27H            ;CODE EXTENTION 13
        MOV     74H,#49H            ;CODE EXTENTION 14
        MOV     75H,#57H            ;CODE EXTENTION 15
        MOV     76H,#81H            ;CODE EXTENTION 16
        MOV     61H,#01H
        MOV     62H,#02H
        MOV     63H,#03H
        MOV     64H,#04H
        MOV     65H,#05H
        MOV     66H,#06H

;-------------------------DELAY ---------------------------------------
            MOV     SP,#50H
            MOV     B,#02H
POWER1_D:   MOV     R0,#20H
POWER2_D:   MOV     R1,#80H
POWER3_D:   DJNZ    R1,POWER3_D
            DJNZ    R0,POWER2_D
            DJNZ    B,POWER1_D
;-------------------------------------------------------------------------
;                   CLEAR INTERNAL RAM

;-------------------------------------------------------------------------
            MOV     B,#30H
            MOV     R0,#20H
CLR_RAM:    MOV     @R0,#00H
            INC     R0
            DJNZ    B,CLR_RAM
            MOV     TOT_HK1,#0FFH
            MOV     TOT_RING1,#0FFH
;-------------------------------------------------------------------------
;                       CONTROL PORT

;-------------------------------------------------------------------------
            MOV     DPTR,#CTL1_P        ;SET 8255 NO.1
            MOV     A,#91H              ;A:IN,B:OUT,C0-C3:IN,C4-C7:OUT
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#CTL2_P        ;SET 8255 NO.2
            MOV     A,#89H              ;A:OUT,B:OUT,C:IN
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#CTL3_P        ;SET 8255 NO.3
            MOV     A,#80H              ;A:OUT,B:OUT,C:OUT
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#CTL4_P        ;SET 8255 NO.4
            MOV     A,#90H              ;A:IN,B:OUT,C:OUT
            MOVX    @DPTR,A
;-------------------------------------------------------------------------
;                       CLEAR PORT

;-------------------------------------------------------------------------
            MOV     A,#00H
            MOV     DPTR,#DATAIN_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#STROBE_P
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOVX    @DPTR,A

            MOV     DPTR,#XBELL_P
            MOVX    @DPTR,A

            MOV     DPTR,#TOTHK_P

            MOVX    @DPTR,A

LOOP1:      MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            PUSH    ACC
            MOV     A,#0FFH
            MOV     DPTR,#STROBE_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     R0,#80H
DELAY1:     DJNZ    R0,DELAY1
            MOV     A,#00H
            MOVX    @DPTR,A
            POP     ACC
            INC     A
            CJNE    A,#10H,LOOP1
;-------------------------------------------------------------------------
;                           MAIN PROGRAM
;-------------------------------------------------------------------------
MAIN_LOOP:  MOV     A,#00H
            LCALL   LOOP_EXT
            MOV     A,#00H
LOOP_C:     MOV     X_LIN,A
            PUSH    ACC
            LCALL   LOOP_INT
            POP     ACC
            INC     A
            CJNE    A,#06H,LOOP_C
            LJMP    MAIN_LOOP

LOOP_EXT:   MOV     A,TOT_LIN
            MOV     DPTR,#TOTMARK_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     MARK_TOT,A
            MOV     A,MARK_TOT          ;CHECK TOT HOOK STATUS
            ANL     A,TOT_HK
            JZ      NOHOOK_A
            MOV     A,MARK_TOT          ;CHECK TOT READ STATUS
            ANL     A,TOTREAD_S
            JNZ     READ_A
            MOV     A,MARK_TOT          ;CHECK TOT ON STATUS
            ANL     A,TOT_ON_S
            JNZ     TOT_ON_A
            MOV     A,MARK_TOT          ;CHECK TOT RINGBACK STATUS
            ANL     A,TOTRING_S
            JNZ     TOT_RBT_C1
            MOV     A,MARK_TOT          ;CHECK TOT BUSY STATUS
            ANL     A,TOTBST_S
            JNZ     TOT_BST_C1
READ_A:     RET

TOT_ON_A:   LJMP    TOT_ON_B
NOHOOK_A:   MOV     A,TOT_LIN
            MOV     DPTR,#TOTRING_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     R0,A
            MOV     DPTR,#TOTDIS_P      ;RECEIVE DETECT FROM TOT
            MOVX    A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ANL     A,R0
            JNZ     TOT_X1
            RET

TOT_X1:     MOV     A,MARK_TOT          ;SEND TOT HOOK
            ORL     A,TOT_HK
            MOV     TOT_HK,A
            ORL     A,#10H
            MOV     DPTR,#TOTHK_P
            MOVX    @DPTR,A
            ANL     A,#0EFH
            MOV     DPTR,#TOTHK_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,TOT_LIN
            MOV     DPTR,#ANSWER_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#TOTANS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,MARK_TOT          ;SET TOT ON STATUS
            ORL     A,TOT_ON_S
            MOV     TOT_ON_S,A
            RET

TOT_RBT_C1: MOV     A,TOT_CNT1          ;CHECK TOT COUNTER = FFH
            MOV     R0,A
            INC     @R0
            LCALL   RBTDELAY1
            MOV     A,#0FFH
            XRL     A,@R0
            JZ      TOT_RBT_C2
            RET

TOT_RBT_C2: LCALL   ST_RBT_TOT          ;STOP TOT RING BACK TONE
            MOV     A,#TOT_RING1        ;STOP EXT RINGING TONE

            MOV     R1,A
            MOV     A,@R1
            MOV     @R1,#0FFH           ;CLEAR TOT RING = FFH
            MOV     DPTR,#XMARK_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            CPL     A
            ANL     A,XRING_S
            MOV     DPTR,#XBELL_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     XRING_S,A           ;CLEAR EXT RING
            MOV     @R0,#00H            ;SET TOT COUNTER = 00H
            MOV     A,MARK_TOT          ;CLEAR TOT RING STATUS
            CPL     A
            ANL     A,TOTRING_S
            MOV     TOTRING_S,A
            LCALL   BST_TOT             ;SEND TOT BUSY TONE
            RET

TOT_BST_C1: MOV     A,TOT_CNT4          ;CHECK TOT COUNTER = 90H

            MOV     R0,A
            INC     @R0
            MOV     A,#90H
            XRL     A,@R0
            JZ      TOT_BST_C2
            RET

TOT_BST_C2: LCALL   ST_BSTTOT           ;STOP TOT BUSY TONE
            MOV     A,MARK_TOT          ;STOP TOT HOOK
            CPL     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ANL     A,TOT_HK
            MOV     TOT_HK,A
            MOV     DPTR,#TOTHK_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     @R0,#00H                ;SET TOT COUNTER = 00H
            MOV     A,MARK_TOT              ;CLEAR TOT BUSY
            CPL     A
            ANL     A,TOTBST_S
            MOV     TOTBST_S,A
            RET

TOT_ON_B:   MOV     DPTR,#TOTDTMF_P         ;CHECK TOT DTMF STATUS
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#01H
            MOV     R2,A
            MOV     R1,#10H
DELAY2:     DJNZ    R1,DELAY2
            MOV     DPTR,#TOTDTMF_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#01H
            ANL     A,R2
            JNZ     TOT_EXT3
            LCALL   BST_TOT
            RET

TOT_EXT3:   MOV     A,TOT_LIN
            MOV     DPTR,#TOE_TB1           ;SEND TOT TOE DTMF
            MOVC    A,@A+DPTR
            ORL     A,TOT_HK
            MOV     DPTR,#TOTDTMF_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     TOT_HK,A
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            MOV     TOT_DATA,A
            MOV     A,TOT_LIN
            MOV     DPTR,#TOE_TB1           ;STOP TOT TOE DTMF
            MOVC    A,@A+DPTR
            CPL     A
            ANL     A,TOT_HK
            MOV     DPTR,#TOTDTMF_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     TOT_HK,A
            MOV     A,MARK_TOT              ;CLEAR TOT ON STATUS
            CPL     A
            ANL     A,TOT_ON_S
            MOV     TOT_ON_S,A
            MOV     R0,#01H                 ;CHECK KEY 1-6
KEY1:       MOV     A,TOT_DATA
            XRL     A,R0
            JZ      TOT_EXT4
            INC     R0
            CJNE    R0,#07H,KEY1
            LCALL   BST_TOT                 ;SEND TOT BUSY TONE
            RET

TOT_EXT4:   MOV     A,TOT_DATA
            LCALL   CHANGE_ROOM             ;COMPARE ROOM WITH PERSONAL EXTENSIO.
N NO.
            MOV     B,A
            MOV     A,#80H
HK_LOOP1:   RL      A
            DJNZ    B,HK_LOOP1
            MOV     TOT_RING,A              ;CHECK EXT HOOK STATUS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL     A,X_HK
                JNZ     TOT_EXT5
                LCALL   BST_TOT                 ;SEND TOT BUSY TONE
                RET

TOT_EXT5:       MOV     A,TOT_RING              ;CHECK EXT RINGING
                ANL     A,XRING_S
                JZ      TOT_EXT6
                LCALL   BST_TOT                 ;SEND TOT BUSY TONE
                RET

TOT_EXT6:       LCALL   RBT_TOT                 ;SEND RING BACK TONE
                MOV     A,TOT_RING              ;SEND EXT RINGING TONE
                ORL     A,XRING_S
                MOV     XRING_S,A               ;SET EXT RING STATUS
                MOV     DPTR,#XBELL_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R0,#TOT_DATA
                DEC     @R0
                MOV     A,#TOT_RING1
                MOV     R1,A
                MOV     @R1,TOT_DATA
                MOV     A,MARK_TOT              ;SET TOT RING STATUS
                ORL     A,TOTRING_S
                MOV     TOTRING_S,A
                RET

RBTDELAY1:      MOV     B,#01H                  ;DELAY TOT RING BACK TONE
RBT_DELAY1:     MOV     R1,#0FFH
RBT_DELAY2:     MOV     R2,#0FFH
RBT_DELAY3:     DJNZ    R2,RBT_DELAY3
                DJNZ    R1,RBT_DELAY2
                DJNZ    B,RBT_DELAY1
                RET

LOOP_INT:       MOV     A,X_LIN
                MOV     DPTR,#XMARK_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     MARK_X,A
X_HK1:          MOV     DPTR,#XHK_P             ;COMPARE EXT HOOK
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                LCALL   HKDELAY                 ;DELAY 5 msec
                MOV     DPTR,#XHK_P
                MOVX    A,@DPTR
                XRL     A,R0
                JNZ     X_HK1
                MOV     X_HK,R0
                MOV     A,MARK_X                ;CHECK EXT HOOK STATUS
                ANL     A,X_HK
                JNZ     NOHOOK_B
                MOV     A,MARK_X                ;CHECK EXT READ STATUS
                ANL     A,XREAD_S
                JNZ     READ_B
                MOV     A,MARK_X                ;CHECK EXT RING STATUS
                ANL     A,XRING_S
                JNZ     XRING1
                LJMP    NO_XRING
READ_B:         LJMP    READ1
XRING1:         LJMP    XRING2

NOHOOK_B:       MOV     A,MARK_X                ;CHECK EXT BUSY STATUS
                ANL     A,XBST_S
                JNZ     XBST_C
                MOV     A,X_LIN                 ;CHECK EXT TO TOT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            XRL     A,TOT_HK1
            JZ      TOT_CLR10
            MOV     A,MARK_X                ;CHECK EXT RING STATUS
            ANL     A,XRING_S
            JNZ     XRING_C
            MOV     A,X_LIN                 ;CHECK EXT TO EXT CH1
            XRL     A,XCALL_B1
            JZ      X_CLR1
            MOV     A,X_LIN                 ;CHECK EXT TO EXT CH2
            XRL     A,XCALL_B2
            JZ      X_CLR2
READ1:      RET

XBST_C:     LCALL   STOP_BST                ;STOP EXT BUSY TONE
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,MARK_X                ;CLEAR BUSY STATUS
            CPL     A
            ANL     A,XBST_S
            MOV     XBST_S,A
            MOV     A,MARK_X                ;CLEAR EXT READ STATUS
            CPL     A
            ANL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            RET

TOT_CLR10:  LJMP    TOT_CLR1
XRING_C:    LJMP    XRING_C1
X_CLR1:     LJMP    X_CLR_A
X_CLR2:     LJMP    X_CLR_B

TOT_CLR1:   MOV     A,X_LIN                 ;STOP EXT_TOT
            MOV     DPTR,#TOTMARKTB1
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#TOTCTL_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,#01H                  ;STOP TOT HOOK
            CPL     A
            ANL     A,TOT_HK
            MOV     TOT_HK,A
            MOV     DPTR,#TOTHK_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,#00H                  ;CLEAR TOT READ STATUS
            ANL     A,TOTREAD_S
            MOV     TOTREAD_S,A
            MOV     TOT_HK1,#0FFH           ;STOP EXT TO TOT
            MOV     A,MARK_X                ;CLEAR EXT READ STATUS
            CPL     A
            ANL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            RET

XRING_C1:   MOV     A,TOT_RING1             ;CHECK TOT TO EXT RING
            XRL     A,X_LIN
            JZ      READ2
            MOV     A,#X1_CALL              ;CHECK EXT HOOK
            ADD     A,X_LIN
            MOV     R0,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#XMARK_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            ANL     A,X_HK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            JNZ     ST_XRING
READ2:      RET

ST_XRING:   MOV     A,MARK_X                ;STOP EXT RINGING TONE
            CPL     A
            ANL     A,XRING_S
            MOV     DPTR,#XBELL_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     XRING_S,A               ;CLEAR EXT RING
            MOV     A,#X1_CALL              ;STOP EXT RING BACK
            ADD     A,X_LIN
            MOV     R0,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#RBTMARKTB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,R0                    ;CLEAR EXT READ STATUS
            MOV     DPTR,#XMARK_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            CPL     A
            ANL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            RET

X_CLR_A:    LCALL   INTER1                  ;CLEAR INTERCOM1
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,#X1_CALL
            ADD     A,X_LIN
            MOV     R0,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#INMARK_TB1
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#INCTL_TB1
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,#01H                  ;CLEAR EXT CALL NUMBER
            CPL     A
            ANL     A,XCALL
            MOV     XCALL,A
            MOV     XCALL_B1,#0FFH          ;CLEAR EXT CALL BUFFER1
            MOV     A,MARK_X                ;CLEAR EXT READ STATUS
            CPL     A
            ANL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#XMARK_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            CPL     A
            ANL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            RET

X_CLR_B:    LCALL   INTER2                  ;CLEAR INTERCOM2
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,#X1_CALL
            ADD     A,X_LIN
            MOV     R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#INMARK_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#INCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,#02H                  ;CLEAR EXT CALL NUMBER
            CPL     A
            ANL     A,XCALL
            MOV     XCALL,A
            MOV     XCALL_B2,#0FFH          ;CLEAR EXT CALL BUFFER2
            MOV     A,MARK_X                ;CLEAR EXT READ STATUS
            CPL     A
            ANL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#XMARK_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            CPL     A
            ANL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            RET
;-------------------------------------------------------------------------
;                       EXT RINGING
;-------------------------------------------------------------------------
XRING2:     MOV     A,MARK_X                ;STOP EXT RINGING TONE
            CPL     A
            ANL     A,XRING_S
            MOV     DPTR,#XBELL_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     XRING_S,A               ;CLEAR EXT RING
            MOV     A,TOT_RING1             ;TOT TO EXT
            XRL     A,X_LIN
            JZ      TOT_CH10
            MOV     A,#X1_CALL              ;STOP EXT RING BACK TONE
            ADD     A,X_LIN
            MOV     R0,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#RBTMARKTB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,XCALL
            ANL     A,#01H
            JZ      EXT_CH10                ;EXT TO EXT CHANNEL1
            MOV     A,XCALL
            ANL     A,#02H
            JZ      EXT_CH20                ;EXT TO EXT CHANNEL2
            RET

TOT_CH10:   LJMP    TOT_CH11
EXT_CH10:   LJMP    EXT_CH11
EXT_CH20:   LJMP    EXT_CH21

TOT_CH11:   MOV     TOT_RING1,#0FFH         ;CLEAR TOT_RING1 = FFH
            MOV     TOT_CNT1,#00H           ;SET TOT COUNTER = 00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,#01H                  ;CLEAR TOT RING STATUS
        CPL     A
        ANL     A,TOTRING_S
        MOV     TOTRING_S,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#RBTMARKTB1        ;STOP TOT RING BACK TONE
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     DPTR,#ADDRESS_P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#RBTCTL_TB1
        MOVC    A,@A+DPTR
        LCALL   STOP_CROSS
        MOV     A,X_LIN                 ;SEND EXT_TOT CHANNEL
        MOV     DPTR,#TOTMARKTB1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     DPTR,#ADDRESS_P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,X_LIN
        MOV     DPTR,#TOTCTL_TB
        MOVC    A,@A+DPTR
        LCALL   CROSS_CTL1
        MOV     A,#10H                  ;SET TOT READ STATUS
        ORL     A,TOTREAD_S
        MOV     TOTREAD_S,A
        MOV     TOT_HK1,X_LIN           ;SET EXT TO TOT
        MOV     A,MARK_X                ;SET EXT READ STATUS
        ORL     A,XREAD_S
        MOV     XREAD_S,A
        RET

EXT_CH11:   LCALL   INTER1              ;INTERCOM1
        LCALL   CROSS_CTL1
        MOV     A,@R0
        MOV     DPTR,#INMARK_TB1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     DPTR,#ADDRESS_P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,@R0
        MOV     DPTR,#INCTL_TB1
        MOVC    A,@A+DPTR
        LCALL   CROSS_CTL1
        MOV     A,XCALL                 ;SAVE EXT CALL NUMBER
        ORL     A,#01H
        MOV     XCALL,A
        MOV     XCALL_B1,X_LIN
        MOV     A,MARK_X                ;SET EXT READ STATUS
        ORL     A,XREAD_S
        MOV     XREAD_S,A
        RET

EXT_CH21:   LCALL   INTER2              ;INTERCOM2
        LCALL   CROSS_CTL1
        MOV     A,@R0
        MOV     DPTR,#INMARK_TB2
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     DPTR,#ADDRESS_P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,@R0
        MOV     DPTR,#INCTL_TB2
        MOVC    A,@A+DPTR
        LCALL   CROSS_CTL1
        MOV     A,XCALL                 ;SAVE EXT CALL NUMBER
        ORL     A,#02H
        MOV     XCALL,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     XCALL_B2,X_LIN
            MOV     A,MARK_X                ;SET EXT READ STATUS
            ORL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            RET
;-------------------------------------------------------------------
;                       NO EXT RINGING
;-------------------------------------------------------------------
NO_XRING:   MOV     A,X_LIN                 ;SEND EXT DIAL TONE
            MOV     DPTR,#DIALMARKTB
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#DIALCTL_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   CROSS_CTL1
            LCALL   DIALDELAY
            MOV     A,X_LIN                 ;STOP EXT DIAL TONE
            MOV     DPTR,#DIALMARKTB
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#DIALCTL_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,X_LIN                 ;SEND EXT DTMF
            MOV     DPTR,#DTMFMARKTB
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#DTMFCTL_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   CROSS_CTL1
            LCALL   ST_TOEDTMF              ;STOP EXT TOE DTMF
            LCALL   DTMFDELAY
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P        ;CHECK EXT DTMF STATUS
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            MOV     R2,A
            MOV     R1,#10H
DELAY3:     DJNZ    R1,DELAY3
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            ANL     A,R2
            JNZ     DTMF_REC
            RET
DTMF_REC:   LCALL   TOE_DTMF                ;SEND EXT TOE DTMF
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P        ;DATA DTMF TO EXT
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            MOV     R0,A
            LCALL   ST_TOEDTMF              ;STOP EXT TOE DTMF
            MOV     A,R0                    ;CHECK KEY 9
            XRL     A,#09H
            JZ      EXT_TOT1
            MOV     A,R0                    ;CHECK KEY 0
            XRL     A,#0AH
            JZ      EXT_EXT
            MOV     A,R0                    ;CHECK KEY *
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            XRL     A,#0BH
            JZ      CHANGE_EXT
            LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF
            LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
            LCALL   BST_X                   ;SEND EXT BUSY TONE
            RET
EXT_EXT:    LJMP    EXT_EXT1
EXT_TOT1:   LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF
            LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
            MOV     A,TOT_HK                ;EXT TO TOT
            ANL     A,#01H
            JZ      EXT_TOT2
            LCALL   BST_X                   ;SEND EXT BUSY TONE
            RET
EXT_TOT2:   MOV     A,X_LIN                 ;SEND EXT_TOT CHANNEL
            MOV     DPTR,#TOTMARKTB1
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#TOTCTL_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   CROSS_CTL1
            MOV     A,#01H                  ;SEND TOT HOOK
            ORL     A,TOT_HK
            MOV     TOT_HK,A
            MOV     DPTR,#TOTHK_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,#01H                  ;SET TOT READ STATUS
            ORL     A,TOTREAD_S
            MOV     TOTREAD_S,A
            MOV     TOT_HK1,X_LIN           ;SET EXT TO TOT
            MOV     A,MARK_X                ;SET EXT READ STATUS
            ORL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            RET

CHANGE_EXT: MOV     A,X_LIN                 ;SW.Automatic Answer1
            MOV     R3,X_LIN
            MOV     DPTR,#ANS1_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#ANS1_CTL
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   CROSS_CTL1
            MOV     R1,#10H
DELAYP1:    DJNZ    R1,DELAYP1
            MOV     A,#01H
            MOV     DPTR,#XANS_P            ;PLAY AUTOMATIC ANSWER1
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     R5,#0EH                 ;INTERRUPT TIMER
            MOV     77H,R3
            MOV     78H,#200                ;SET TIME 10 Sec
            MOV     TMOD,#01H
            MOV     TH0,#4BH
            MOV     TL0,#0FCH
            MOV     IE,#10000010B
            CLR     TF0
            SETB    TR0                     ;START_TIMER0
CHANGE_X1:  MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            MOV     R2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     R1,#10H
DELAYC:     DJNZ    R1,DELAYC
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            ANL     A,R2
            CJNE    R5,#0FH,NEXT_A          ;CHECK DELAY TIME
            CLR     TR0
            CLR     TF0
            LJMP    WRONG_C
NEXT_A:     JZ      CHANGE_X1
            LCALL   TOE_DTMF                ;SEND EXT TOE DTMF
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            MOV     R0,A
            LCALL   ST_TOEDTMF              ;STOP EXT TOE DTMF
            MOV     A,#00H                  ;STOP AUTOMATIC ANSWER1
            MOV     DPTR,#XANS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN                 ;STOP SW.AUTOMATIC ANSWER1
            MOV     DPTR,#ANS1_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#ANS1_CTL
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
CHANGE_X2:  MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            MOV     R2,A
            MOV     R1,#10H
DELAYC1:    DJNZ    R1,DELAYC1
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            ANL     A,R2
            CJNE    R5,#0FH,NEXT_B          ;CHECK DELAY TIME
            CLR     TR0
            CLR     TF0
            LJMP    WRONG_C
NEXT_B:     JZ      CHANGE_X2
            CLR     TR0
            CLR     TF0
            LCALL   TOE_DTMF                ;SEND EXT TOE DTMF
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            MOV     R1,A
            LCALL   ST_TOEDTMF              ;STOP EXT TOE DTMF
            MOV     A,R0                    ;CHECK CODE ERROR
            SWAP    A
            ADD     A,R1
            MOV     R0,77H                  ;COMPARE NEW DATA
            CJNE    R0,#01H,NEXT_1
            LJMP    ROOM_1
NEXT_1:     CJNE    R0,#02H,NEXT_2
            LJMP    ROOM_2
NEXT_2:     CJNE    R0,#03H,NEXT_3
            LJMP    ROOM_3
NEXT_3:     CJNE    R0,#04H,NEXT_4
            LJMP    ROOM_4
NEXT_4:     CJNE    R0,#05H,NEXT_5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LJMP    ROOM_5
NEXT_5:         LJMP    ROOM_6

ROOM_1:         CJNE    A,71H,CODE_ERROR        ;CHECK KEY CODE
                LJMP    MATCH_C
ROOM_2:         CJNE    A,72H,CODE_ERROR
                LJMP    MATCH_C
ROOM_3:         CJNE    A,73H,CODE_ERROR
                LJMP    MATCH_C
ROOM_4:         CJNE    A,74H,CODE_ERROR
                LJMP    MATCH_C
ROOM_5:         CJNE    A,75H,CODE_ERROR
                LJMP    MATCH_C
ROOM_6:         CJNE    A,76H,CODE_ERROR
                LJMP    MATCH_C
CODE_ERROR:     LJMP    WRONG_C


MATCH_C:        MOV     A,X_LIN                 ;SW.AUTOMATIC ANSWER2
                MOV     DPTR,#ANS2_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#ADDRESS_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,X_LIN
                MOV     DPTR,#ANS2_CTL
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,#02H
                MOV     DPTR,#XANS_P            ;PLAY AUTOMATIC ANSWER2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R5,#0EH                 ;SET TIME
                MOV     78H,#200
                MOV     TH0,#4BH
                MOV     TL0,#0FCH
                SETB    TR0                     ;START TIMER0
REC_EXT:        MOV     DPTR,#DATA_STD_P        ;CHECK EXT DTMF STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#30H
                MOV     R2,A
                MOV     R1,#10H
DELAYC2:        DJNZ    R1,DELAYC2
                MOV     DPTR,#DATA_STD_P
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#30H
                ANL     A,R2
                CJNE    R5,#0FH,NEXT_C
                CLR     TR0
                CLR     TF0
                LJMP    WRONG_C
NEXT_C:         JZ      REC_EXT
                LCALL   TOE_DTMF                ;SEND EXT TOE DTMF
                MOV     DPTR,#DATA_STD_P
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                MOV     R0,A
                LCALL   ST_TOEDTMF              ;STOP EXT TOE DTMF
                MOV     A,#00H                  ;STOP AUTOMATIC ANSWER2
                MOV     DPTR,#XANS_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,X_LIN                 ;STOP SW.AUTOMATIC ANSWER2
                MOV     DPTR,#ANS2_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#ADDRESS_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,X_LIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#ANS2_CTL
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
                MOV     A,R0
                XRL     A,#01H                  ;CHECK KEY 1 (EXT KEY)
                JZ      CHANGE_X3
                LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF EXT
                LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
                LCALL   BST_X                   ;SEND EXT BUSY TONE
                LJMP    LOOP_C

CHANGE_X3:      MOV     DPTR,#DATA_STD_P        ;CHECK EXT DTMF STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#30H
                MOV     R2,A
                MOV     R1,#10H
DELAYC3:        DJNZ    R1,DELAYC3
                MOV     DPTR,#DATA_STD_P
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#30H
                ANL     A,R2
                CJNE    R5,#0FH,NEXT_D
                CLR     TR0
                CLR     TF0
                LJMP    WRONG_C
NEXT_D          JZ      CHANGE_X3
                CLR     TR0
                CLR     TF0
                LCALL   TOE_DTMF                ;SEND EXT TOE DTMF
                MOV     DPTR,#DATA_STD_P
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                MOV     R0,A
                LCALL   ST_TOEDTMF              ;STOP EXT TOE DTMF
                LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF
                LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT

                MOV     A,R0                    ;CKECK KEY
                ANL     A,#00001000B
                CJNE    A,#08H,NOT_KEY
                LJMP    WRONG_C
NOT_KEY:        CJNE    R0,#07H,SEND_CALL
                LJMP    WRONG_C

SEND_CALL:      MOV     R0,77H                  ;GET NEW DATA
                MOV     A,R0
                MOV     DPTR,#EXT_KEY
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#01H,NEXT_1A
                MOV     61H,R0
                LJMP    WRONG_C
NEXT_1A:        CJNE    R0,#02H,NEXT_2A
                MOV     62H,R0
                LJMP    WRONG_C
NEXT_2A:        CJNE    R0,#03H,NEXT_3A
                MOV     63H,R0
                LJMP    WRONG_C
NEXT_3A:        CJNE    R0,#04H,NEXT_4A
                MOV     64H,R0
                LJMP    WRONG_C
NEXT_4A:        CJNE    R0,#05H,NEXT_5A
                MOV     65H,R0
                LJMP    WRONG_C
NEXT_5A:        MOV     66H,R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LJMP    WRONG_C

WRONG_C:    LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF
            LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
            LCALL   BST_X                   ;SEND EXT BUSY TONE
            LJMP    LOOP_C

EXT_EXT1:   LCALL   EXT_EXT_DL
EXT_EXT2:   MOV     DPTR,#DATA_STD_P        ;CHECK EXT DTMF STATUS
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            MOV     R2,A
            MOV     R1,#10H
DELAY4:     DJNZ    R1,DELAY4
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            ANL     A,R2
            JZ      EXT_EXT2
            LCALL   TOE_DTMF                ;SEND EXT TOE DTMF
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            MOV     R0,A
            LCALL   ST_TOEDTMF              ;STOP EXT TOE DTMF
            MOV     A,R0
            XRL     A,#01H                  ;CHECK KEY 1 (EXT KEY)
            JZ      EXT_EXT3
            LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF EXT
            LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
            LCALL   BST_X                   ;SEND EXT BUSY TONE
            RET
EXT_EXT3:   LCALL   EXT_EXT3_DL
EXT_EXT4:   MOV     DPTR,#DATA_STD_P        ;CHECK EXT DTMF STATUS
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            MOV     R2,A
            MOV     R1,#10H
DELAY5:     DJNZ    R1,DELAY5
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            ANL     A,R2
            JZ      EXT_EXT4
            LCALL   TOE_DTMF                ;SEND EXT TOE DTMF
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            MOV     X_DATA,A
            LCALL   ST_TOEDTMF              ;STOP EXT TOE DTMF
            LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF EXT
            LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
            LCALL   CHANGE_ROOM             ;CHECK CALL TRANSFER
            MOV     X_DATA,A
            MOV     R0,#01H                 ;CHECK KEY 1-6 (EXT KEY)
KEY2:       MOV     A,X_DATA
            XRL     A,R0
            JZ      EXT_EXT5
            INC     R0
            CJNE    R0,#07H,KEY2
            LCALL   BST_X                   ;SEND EXT BUSY TONE
            RET
EXT_EXT5:   MOV     A,X_LIN                 ;CHECK EXT KEY
            MOV     DPTR,#EXT_KEY
            MOVC    A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            XRL     A,X_DATA
            JNZ     EXT_EXT6
            LCALL   BST_X
            RET

EXT_EXT6:   MOV     A,XCALL                 ;CHECK EXT CALL
            XRL     A,#03H
            JNZ     EXT_EXT7
            LCALL   BST_X
            RET

EXT_EXT7:   MOV     A,X_DATA
            MOV     B,A
            MOV     A,#80H
HK_LOOP2:   RL      A
            DJNZ    B,HK_LOOP2              ;CHECK EXT RINGING TONE
            MOV     X_RING,A
            ANL     A,XRING_S
            JZ      EXT_EXT8
            LCALL   BST_X
            RET

EXT_EXT8:   MOV     A,X_RING
            ANL     A,X_HK
            JNZ     EXT_EXT9
            LCALL   BST_X
            RET

EXT_EXT9:   MOV     A,#X_CALL
            ADD     A,X_DATA
            MOV     R0,A
            MOV     @R0,X_LIN
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#RBTMARKTB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   CROSS_CTL1
            MOV     A,X_RING                ;SEND EXT RING BACK TONE
            ORL     A,XRING_S
            MOV     XRING_S,A
            MOV     DPTR,#XBELL_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,MARK_X                ;SET EXT READ STATUS
            ORL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            RET
;-------------------------------------------------------------------------
;                               DEFINE

;-------------------------------------------------------------------------

INTER1:     MOV     A,X_LIN                 ;INTERCOM1
            MOV     DPTR,#INMARK_TB1
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#INCTL_TB1
            MOVC    A,@A+DPTR
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INTER2:      MOV     A,X_LIN                 ;INTERCOM2
             MOV     DPTR,#INMARK_TB2
             MOVC    A,@A+DPTR
             MOV     DPTR,#ADDRESS_P
             MOVX    @DPTR,A
             MOV     A,X_LIN
             MOV     DPTR,#INCTL_TB2
             MOVC    A,@A+DPTR
             RET

CROSS_CTL1:  MOV     DPTR,#STROBE_P          ;SET CROSSPOINT
             MOVX    @DPTR,A
             MOV     DPTR,#DATAIN_P
             MOVX    @DPTR,A
             MOV     A,#00H
             MOV     DPTR,#STROBE_P
             MOVX    @DPTR,A
             MOV     DPTR,#DATAIN_P
             MOVX    @DPTR,A
             RET

STOP_CROSS:  PUSH    ACC                     ;STOP CROSSPOINT
             MOV     A,#00H
             MOV     DPTR,#STROBE_P
             MOVX    @DPTR,A
             MOV     DPTR,#DATAIN_P
             MOVX    @DPTR,A
             POP     ACC
             MOV     DPTR,#STROBE_P
             MOVX    @DPTR,A
             MOV     A,#00H
             MOVX    @DPTR,A
             RET

STOP_DTMF:   MOV     A,X_LIN                 ;STOP EXT DTMF
             MOV     DPTR,#DTMFMARKTB
             MOVC    A,@A+DPTR
             MOV     DPTR,#ADDRESS_P
             MOVX    @DPTR,A
             MOV     A,X_LIN
             MOV     DPTR,#DTMFCTL_TB
             MOVC    A,@A+DPTR
             RET

TOE_DTMF:    MOV     A,X_LIN
             MOV     DPTR,#TOE_TB2           ;SEND EXT TOE DTMF
             MOVC    A,@A+DPTR
             MOV     DPTR,#TOE_P
             MOVX    @DPTR,A
             RET

ST_TOEDTMF:  MOV     A,#00H
             MOV     DPTR,#TOE_P
             MOVX    @DPTR,A
             RET

BST_TOT:     MOV     B,#01H                  ;SEND TOT BUSY TONE
BUSYDELAY1:  MOV     R0,#0AH
BUSYDELAY2:  MOV     R1,#0FFH
BUSYDELAY3:  DJNZ    R1,BUSYDELAY3
             DJNZ    R0,BUSYDELAY2
             DJNZ    B,BUSYDELAY1
             MOV     A,TOT_LIN
             MOV     DPTR,#BUSYMRKTB1
             MOVC    A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#ADDRESS_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,TOT_LIN
                MOV     DPTR,#BUSYCTLTB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,MARK_TOT              ;SET TOT BUSY
                ORL     A,TOTBST_S
                MOV     TOTBST_S,A
                RET

ST_BSTTOT:      MOV     A,TOT_LIN
                MOV     DPTR,#BUSYMRKTB1        ;STOP TOT BUSY TONE
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#ADDRESS_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,TOT_LIN
                MOV     DPTR,#BUSYCTLTB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                RET

EXT_EXT_DL:     MOV     B,#04H
EXT1DELAY1:     MOV     R0,#0FFH                ;EXT TO EXT
EXT1DELAY2:     MOV     R1,#0FFH
EXT1DELAY3:     DJNZ    R1,EXT1DELAY3
                DJNZ    R0,EXT1DELAY2
                DJNZ    B,EXT1DELAY1
                RET
EXT_EXT3_DL:        MOV     B,#04H
EXT2DELAY1:     MOV     R0,#0FFH
EXT2DELAY2:     MOV     R1,#0FFH
EXT2DELAY3:     DJNZ    R1,EXT2DELAY3
                DJNZ    R0,EXT2DELAY2
                DJNZ    B,EXT2DELAY1
                RET

RBT_TOT:        MOV     B,#01H                  ;SEND TOT RING BACK TONE
RBT_DELAY4:     MOV     R0,#0FFH
RBT_DELAY5:     DJNZ    R0,RBT_DELAY5
                DJNZ    B,RBT_DELAY4
                MOV     A,TOT_LIN
                MOV     DPTR,#RBTMARKTB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#ADDRESS_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,TOT_LIN
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                RET

ST_RBT_TOT:     MOV     A,TOT_LIN
                MOV     DPTR,#RBTMARKTB1        ;STOP TOT RING BACK
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#ADDRESS_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,TOT_LIN
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                RET

BST_X:          MOV     B,#01H                  ;SEND EXT BUSY TONE
BUSYDELAY4:     MOV     R0,#0A0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BUSYDELAY5: MOV     R1,#0FFH
BUSYDELAY6: DJNZ    R1,BUSYDELAY6
            DJNZ    R0,BUSYDELAY5
            DJNZ    B,BUSYDELAY4
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#BUSYMARKTB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#BUSYCTLTB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   CROSS_CTL1
            MOV     A,MARK_X                    ;SET EXT BUSY
            ORL     A,XBST_S
            MOV     XBST_S,A
            MOV     A,MARK_X                    ;SET EXT READ STATUS
            ORL     A,XREAD_S
            MOV     XREAD_S,A
            RET

STOP_BST:   MOV     A,X_LIN                     ;STOP EXT BUSY TONE
            MOV     DPTR,#BUSYMARKTB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            RET

STOP_RBT:   MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#RBTMARKTB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#ADDRESS_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,X_LIN
            MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            RET

CHANGE_ROOM:    MOV     R0,A
                CJNE    R0,#01H,NEXT_11
                MOV     A,61H
                LJMP    CHANGE_END
NEXT_11:        CJNE    R0,#02H,NEXT_22
                MOV     A,62H
                LJMP    CHANGE_END
NEXT_22:        CJNE    R0,#03H,NEXT_33
                MOV     A,63H
                LJMP    CHANGE_END
NEXT_33:        CJNE    R0,#04H,NEXT_44
                MOV     A,64H
                LJMP    CHANGE_END
NEXT_44:        CJNE    R0,#05H,NEXT_55
                MOV     A,65H
                LJMP    CHANGE_END
NEXT_55:        MOV     A,66H
CHANGE_END:     RET

HKDELAY:    MOV     R1,#0AH                     ;DELAY 5 ms
HKDELAY1:   MOV     R2,#0FFH
HKDELAY2:   DJNZ    R2,HKDELAY2
            DJNZ    R1,HKDELAY1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD1400 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
16- and 20-Second Durations

FEATURES

- Easy-to-use single-chip voice Record/Playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Push-button interface
  - Playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of 16 and 20 seconds
- Automatic power-down mode
  - Enters standby mode immediately following a Record or Playback cycle
  - Standby current 0.5 µA (typical)
- Zero-power message storage
  - Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100,000 record cycles (typical)
- On-chip clock source
- No algorithm development required
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, DIP, and SOIC packaging
- Industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available

1

ISD1400 SERIES SUMMARY

Part Number	Minimum Duration (Seconds)	Input Sample Rate (KHz)	Typical Filter Pass Band (KHz)
ISD1416	16	8.0	3.3
ISD1420	20	6.4	2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD1400 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions to short-duration messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, and speaker amplifier. A minimum record/playback subsystem can be configured with a microphone, a speaker, several passives, two push-buttons, and a power source.

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, solid-state voice reproduction.

DETAILED DESCRIPTION

Speech/Sound Quality

The ISD1400 Series includes devices offered at 6.4 and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. The speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization and compression associated with other solutions. Direct analog storage provides a very true, natural sounding reproduction of voice, music, tones, and sound effects not available with most solid-state digital solutions.

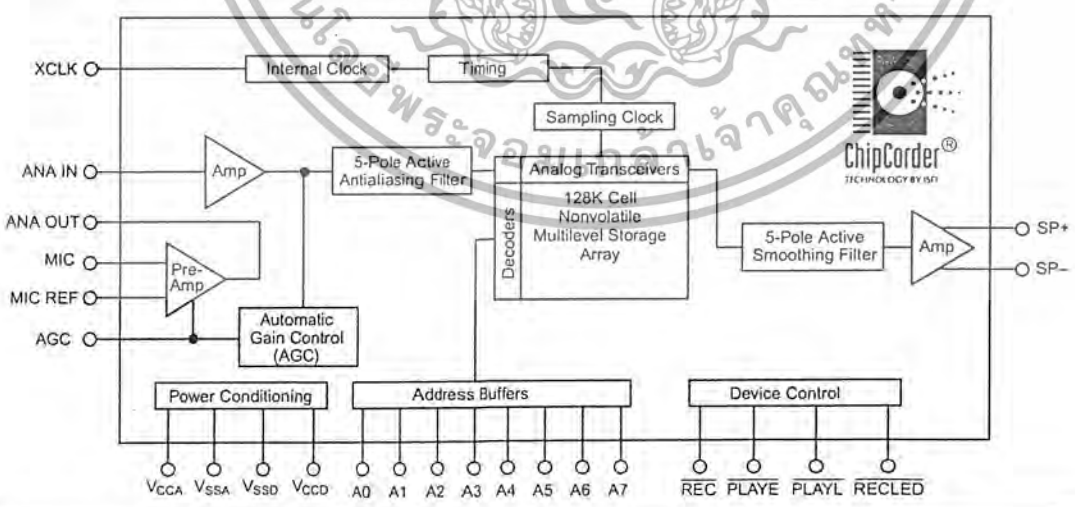
Duration

To meet end system requirements, the ISD1400 Series offers single-chip solutions at 16 and 20 seconds.

EEPROM Storage

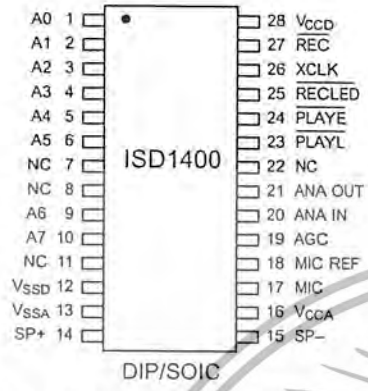
One of the benefits of ISD's ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, providing zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years typically without power. In addition, the device can be re-recorded typically over 100,000 times.

ISD1400 SERIES BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD1400 SERIES PINOUTS



DIP/SOIC

NOTE: *NC means Must Not Connect.*

Basic Operation

The ISD1400 ChipCorder Series devices are controlled by a single Record signal, $\overline{REC}$, and either of two push-button control playback signals, $\overline{PLAYE}$ (edge-activated playback), and $\overline{PLAYL}$ (level-activated playback). The ISD1400 parts are configured for simplicity of design in a single-message application. Using the address lines will allow multiple message applications. Device operation is explained on page 1-75.

Automatic Power-Down Mode

At the end of a Playback or Record cycle, the ISD1400 Series devices automatically return to a low-power standby mode, consuming typically 0.5 µA. During a Playback cycle, the device powers down automatically at the end of the message. During a Record cycle, the device powers down immediately after $\overline{REC}$ is released HIGH.

Addressing (optional)

In addition to providing simple message playback, the ISD1400 Series provides a full addressing capability.

The ISD1400 Series storage array has 160 distinct addressable segments, providing the following resolutions. See the *ISD Application Notes and Design Manual* in this book for ISD1400 address tables.

Part Number	Minimum Duration (Seconds)
ISD1416	100 ms
ISD1420	125 ms

PIN DESCRIPTION

NOTE:
The $\overline{REC}$ signal is debounced for 50 ms on the rising edge to prevent a false retriggering from a push-button switch.

Voltage Inputs (V_{CCA}, V_{CCD})

Analog and digital circuits internal to the ISD1400 Series use separate power buses to minimize noise on the chip. These power buses are brought out to separate pins on the package and should be tied together as close to the supply as possible. It is important that the power supply be decoupled as close as possible to the package.

Ground Inputs (V_{SSA}, V_{SSD})

Similar to V_{CCA} and V_{CCD}, the analog and digital circuits internal to the ISD1400 Series use separate ground buses to minimize noise. These pins should be tied together as close as possible to the device.

Record ($\overline{REC}$)

The $\overline{REC}$ input is an active-LOW Record signal. The device records whenever $\overline{REC}$ is LOW. This signal must remain LOW for the duration of the Recording. $\overline{REC}$ takes precedence over either Playback ($\overline{PLAYE}$ or $\overline{PLAYL}$) signal. If $\overline{REC}$ is pulled LOW during a Playback cycle, the Playback immediately ceases and Recording begins.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A Record cycle is completed when $\overline{REC}$ is pulled HIGH or the memory space is filled.

An end-of-message marker (EOM) is internally recorded, enabling a subsequent Playback cycle to terminate appropriately. The device automatically powers down to standby mode when $\overline{REC}$ goes HIGH.

Playback, Edge-Activated ($\overline{PLAYE}$)

When a LOW-going transition is detected on this input signal, a Playback cycle begins. Playback continues until an end-of-message (EOM) is encountered or the end of the memory space is reached. Upon completion of the Playback cycle, the device automatically powers down into standby mode. Taking $\overline{PLAYE}$ HIGH during a Playback cycle will not terminate the current cycle.

Playback, Level-Activated ($\overline{PLAYL}$)

When this input signal transitions from HIGH to LOW, a Playback cycle is initiated. Playback continues until $\overline{PLAYL}$ is pulled HIGH, an EOM marker is detected, or the end of the memory space is reached. The device automatically powers down to standby mode upon completion of the Playback cycle.

NOTE

In Playback, if either $\overline{PLAYE}$ or $\overline{PLAYL}$ is held LOW during EOM or OVERFLOW, the device will still enter standby and the internal oscillator and timing generator will stop. However, the rising edge of $\overline{PLAYE}$ and $\overline{PLAYL}$ are not debounced and any subsequent falling edge (particularly switch bounce) present on the input pins will initiate another Playback.

Record LED Output ($\overline{RECLED}$)

The output $\overline{RECLED}$ is LOW during a Record cycle. It can be used to drive an LED to provide feedback that a Record cycle is in progress. In addition, $\overline{RECLED}$ pulses LOW momentarily when an EOM is encountered in a Playback cycle.

Microphone Input (MIC)

The microphone input transfers its signal to the on-chip preamplifier. An on-chip Automatic Gain Control (AGC) circuit controls the gain of this preamplifier from -15 to 24 dB. An external microphone should be AC coupled to this pin via a series capacitor. The capacitor value, together with the internal 10 K Ohm resistance on this pin, determine the low-frequency cutoff for the ISD1400 Series passband. See the *ISD Application Notes and Design Manual* in this book for additional information on low-frequency cutoff calculations.

Microphone Reference (MIC REF)

The MIC REF input is the inverting input to the microphone preamplifier. This provides a noise-canceling or common-mode rejection input to the device when connected differentially to a microphone.

Automatic Gain Control (AGC)

The AGC dynamically adjusts the gain of the preamplifier to compensate for the wide range of microphone input levels. The AGC allows the full range of sound, from whispers to loud sounds, to be recorded with minimal distortion. The "attack" time is determined by the time constant of a 5 KΩ internal resistance and an external capacitor (C6 on the schematic on page 1-75) connected from the AGC pin to V_{SSA} analog ground. The "release" time is determined by the time constant of an external resistor (R5) and an external capacitor (C6) connected in parallel between the AGC Pin and V_{SSA} analog ground. Nominal values of 470 KΩ and 4.7 µF give satisfactory results in most cases.

Analog Output (ANA OUT)

This pin provides the preamplifier output to the user. The voltage gain of the preamplifier is determined by the voltage level at the AGC pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analog Input (ANA IN)

The ANA IN pin transfers the input signal to the chip for recording. For microphone inputs, the ANA OUT pin should be connected via an external capacitor to the ANA IN pin. This capacitor value, together with the 3.0 KΩ input impedance of ANA IN, is selected to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. If the desired input is derived from a source other than a microphone, the signal can be fed, capacitively coupled, into the ANA IN pin directly.

External Clock Input (XCLK)

The external clock input for the ISD1400 devices has an internal pull-down device. The ISD1400 is configured at the factory with an internal sampling clock frequency that guarantees its minimum nominal record/playback time. For instance, an ISD1420 operating within specification will be observed to always have a minimum of 20 seconds of recording time. The sampling frequency is then maintained to a variation of ±2.25% over the commercial temperature and operating voltage ranges, while still maintaining the minimum specified recording duration. This will result in some devices having a few percent more than nominal recording time.

The internal clock has a ±5% tolerance over the industrial temperature and voltage range. A regulated power supply is recommended for industrial temperature parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin as follows:

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD1416	8.0 KHz	1024 KHz
ISD1420	6.4 KHz	819.2 KHz

These recommended clock rates should not be varied because the antialiasing and smoothing filters are fixed, and aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two internally. ***IF THE XCLK IS NOT USED, THIS INPUT SHOULD BE CONNECTED TO GROUND.***

Speaker Outputs (SP+, SP–)

The SP+ and SP– pins provide direct drive for loudspeakers with impedances as low as 16 ohms. A single output may be used, but, for direct-drive loudspeakers, the two opposite-polarity outputs provide an improvement in output power of up to four times over a single-ended connection. Furthermore, when SP+ and SP– are used, a speaker-coupling capacitor is not required. A single-ended connection will require an AC-coupling capacitor between the SP pin and the speaker. The speaker outputs are in a high-impedance state during a record cycle, and held at V_{SSA} during Power Down.

Address Inputs (A0-A7)

The Address inputs have two functions, depending upon the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address.

If either of the two MSBs is LOW, the inputs are ***ALL*** interpreted as address bits and are used as the start address for the current Record or Playback cycle. The address pins are inputs only and do not output internal address information as the operation progresses. Address inputs are latched by the falling edge of PLAYE, $\overline{\text{PLAYL}}$, or $\overline{\text{REC}}$.

OPERATIONAL MODES

The ISD1400 Series is designed with several built-in operational modes provided to allow maximum functionality with a minimum of additional components, described in detail below. The operational modes use the address pins on the ISD1400 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH (A6 and A7), the remaining address signals are interpreted as mode bits and not as address bits. Therefore, operational modes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and direct addressing are *NOT* compatible and cannot be used simultaneously.

There are two important considerations for using operational modes. First, all operations begin initially at address 0, which is the beginning of the ISD1400 address space. Later operations can begin at other address locations, depending on the operational mode(s) chosen. In addition, the address pointer is reset to 0 when the device is changed from Record to Playback but not from Playback to Record when A4 is HIGH in Operational Mode.

Second, an Operational Mode is executed when any of the control inputs, $\overline{\text{PLAYE}}$, $\overline{\text{PLAYL}}$, or $\overline{\text{REC}}$, go LOW and the two MSBs are HIGH. This Operational Mode remains in effect until the next LOW-going control input signal, at which point the current address/mode levels are sampled and executed.

NOTE

The two MSBs are on pins 9 and 10 for each ISD1400 Series device.

OPERATIONAL MODES DESCRIPTION

The Operational Modes can be used in conjunction with a microcontroller, or they can be hard-wired to provide the desired system operation.

A0 — Message Cueing

Message Cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical addresses of each message. Each control input LOW pulse causes the internal address pointer to skip to the next message. This mode should be used for Playback only, and is typically used with the A4 Operational Mode.

A1 — Delete EOM Markers

The A1 Operational Mode allows sequentially recorded messages to be combined into a single message with only one EOM marker set at the end of the final message. When this operational mode is configured, messages recorded sequentially are played back as one continuous message.

OPERATIONAL MODES TABLE

Address Crtl. (HIGH)	Function	Typical Use	Jointly Compatible*
A0	Message cueing	Fast-forward through messages	A4
A1	Delete EOM markers	Position EOM marker at the end of the last message	A3, A4
A2	Unused		
A3	Looping	Continuous playback from Address 0	A1
A4	Consecutive addressing	Record/Play multiple consecutive messages	A0, A1
A5	Unused		

NOTE: *An asterisk (*) indicates additional operational modes which can be used simultaneously with the given mode.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A2 — Unused

A3 — Message Looping

The A3 Operational Mode allows for the automatic, continuously repeated playback of the message located at the beginning of the address space.

A message can completely fill the ISD1400 device and will loop from beginning to end. Pulsing $\overline{\text{PLAYE}}$ will start the Playback and pulsing PLAYL will end the Playback.

A4 — Consecutive Addressing

During normal operations, the address pointer will reset when a message is played through to an EOM marker. The A4 Operational Mode inhibits the address pointer reset, allowing messages to be recorded or played back consecutively. When the device is in a static state; i.e., not recording or playing back, momentarily taking this pin LOW will reset the address counter to zero.

A5 — Unused

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

Features
- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

Applications
- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answering machine

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP

-40 °C to +85 °C

Description

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

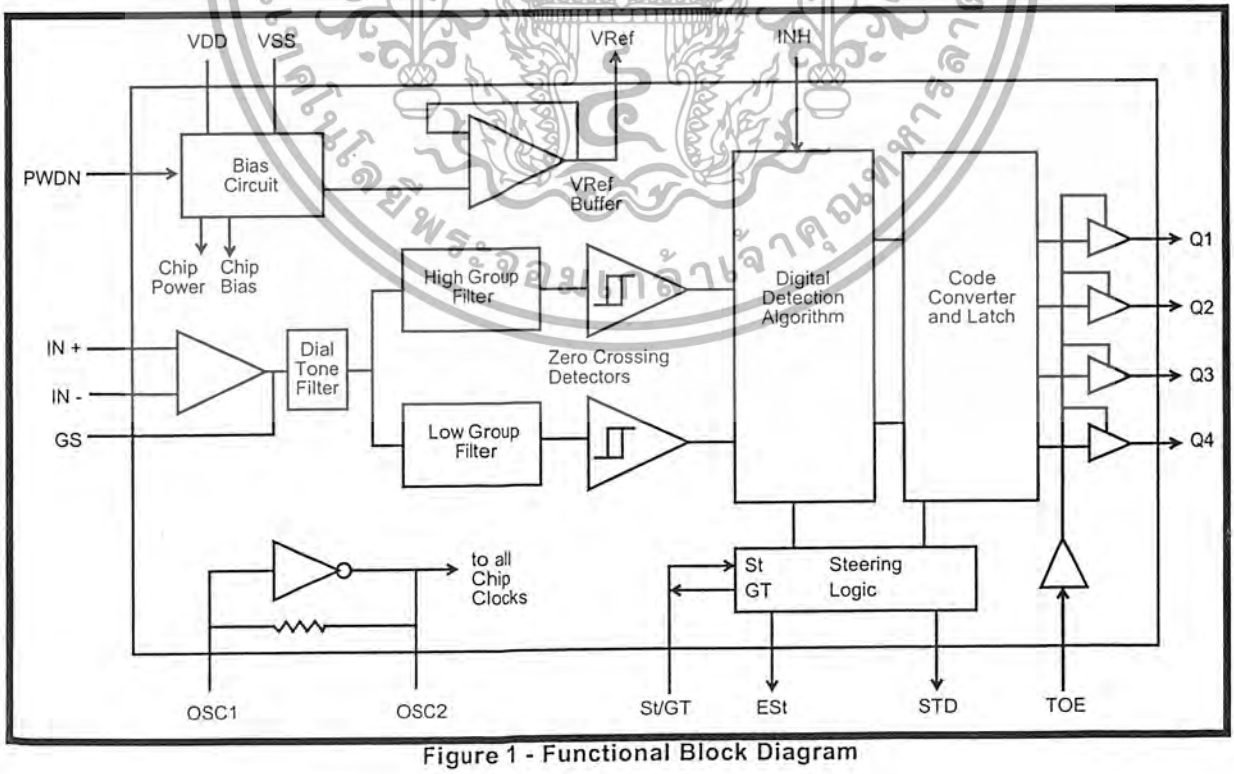


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

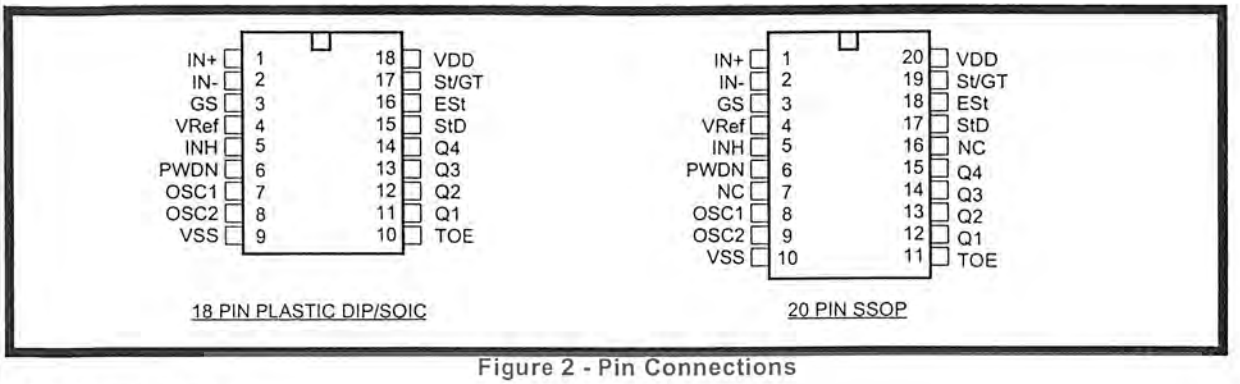


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	**Non-Inverting Op-Amp (Input).**
2	2	IN-	**Inverting Op-Amp (Input).**
3	3	GS	**Gain Select.** Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V_{Ref}	**Reference Voltage (Output).** Nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	**Inhibit (Input).** Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	**Power Down (Input).** Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	**Clock (Input).**
8	9	OSC2	**Clock (Output).** A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V_{SS}	**Ground (Input).** 0V typical.
10	11	TOE	**Three State Output Enable (Input).** Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	Q1-Q4	**Three State Data (Output).** When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	17	StD	**Delayed Steering (Output).** Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V_{TSt}.
16	18	ESt	**Early Steering (Output).** Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
17	19	St/GT	**Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional.** A voltage greater than V_{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V_{TSt} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
18	20	V_{DD}	**Positive power supply (Input).** +5V typical.
	7, 16	NC	No Connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MT8870D/MT8870D-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (ESt) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause ESt to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

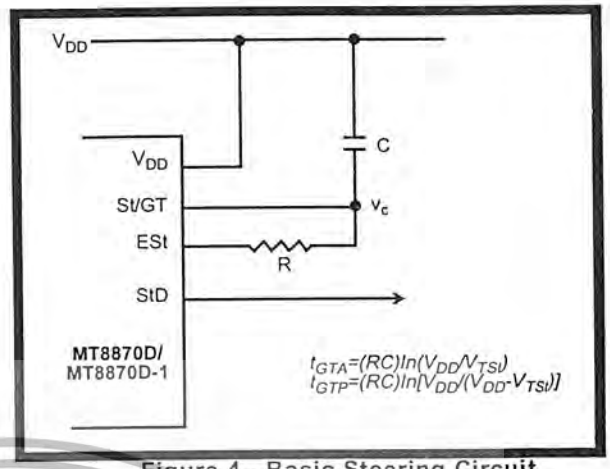


Figure 4 - Basic Steering Circuit

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by ESt. A logic high on ESt causes v_c (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

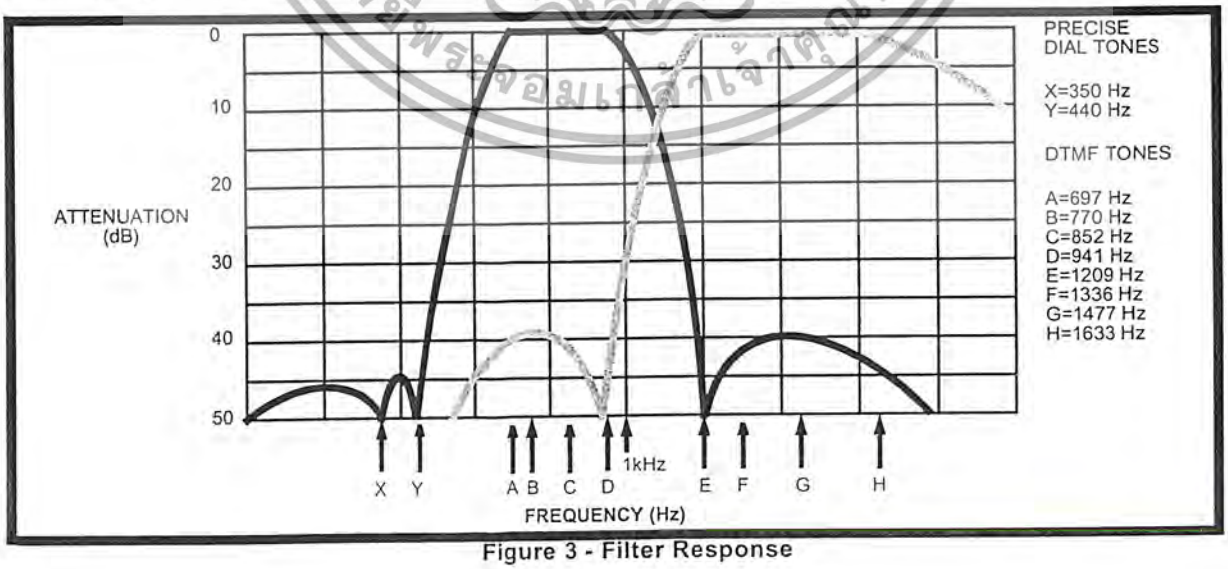


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

condition is maintained (ESt remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TSt}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives v_c to V_{DD}. GT continues to drive high as long as ESt remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

Digit	TOE	INH	ESt	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

Table 1. Functional Decode Table

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

Guard Time Adjustment

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 4 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC}=t_{DP}+t_{GTP}$$
$$t_{ID}=t_{DA}+t_{GTA}$$

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 11) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 µF is recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

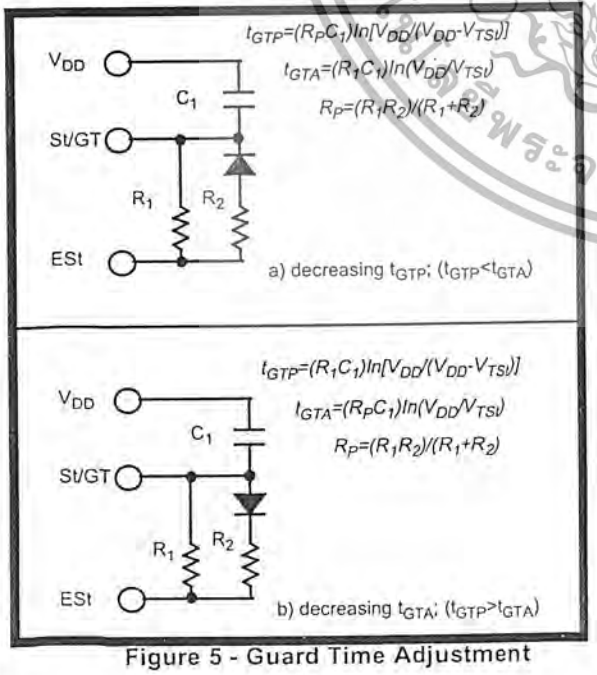


Figure 5 - Guard Time Adjustment

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DO} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR™

October 1987
Revised March 2002

CD4017BC • CD4022BC
Decade Counter/Divider with 10 Decoded Outputs • Divide-by-8 Counter/Divider with 8 Decoded Outputs

General Description

The CD4017BC is a 5-stage divide-by-10 Johnson counter with 10 decoded outputs and a carry out bit.

The CD4022BC is a 4-stage divide-by-8 Johnson counter with 8 decoded outputs and a carry-out bit.

These counters are cleared to their zero count by a logical "1" on their reset line. These counters are advanced on the positive edge of the clock signal when the clock enable signal is in the logical "0" state.

The configuration of the CD4017BC and CD4022BC permits medium speed operation and assures a hazard free counting sequence. The 10/8 decoded outputs are normally in the logical "0" state and go to the logical "1" state only at their respective time slot. Each decoded output remains high for 1 full clock cycle. The carry-out signal completes a full cycle for every 10/8 clock input cycles and is used as a ripple carry signal to any succeeding stages.

Features

- Wide supply voltage range: 3.0V to 15V
- High noise immunity: 0.45 V_{DD} (typ.)
- Low power TTL compatibility: Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS
- Medium speed operation: 5.0 MHz (typ.) with 10V V_{DD}
- Low power: 10 µW (typ.)
- Fully static operation

Applications

- Automotive
- Instrumentation
- Medical electronics
- Alarm systems
- Industrial electronics
- Remote metering

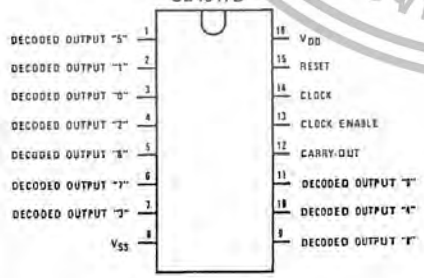
Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
CD4017BCM	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
CD4017BCSJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
CD4017BCN	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
CD4022BCM	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
CD4022BCN	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

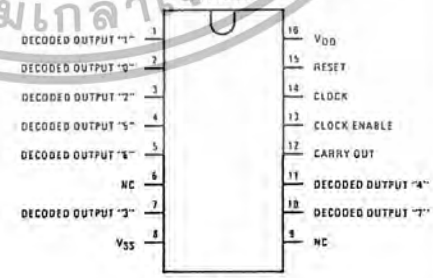
Connection Diagrams

Pin Assignments for DIP, SOIC and SOP
CD4017B



Top View

Pin Assignments for DIP and SOIC
CD4022B



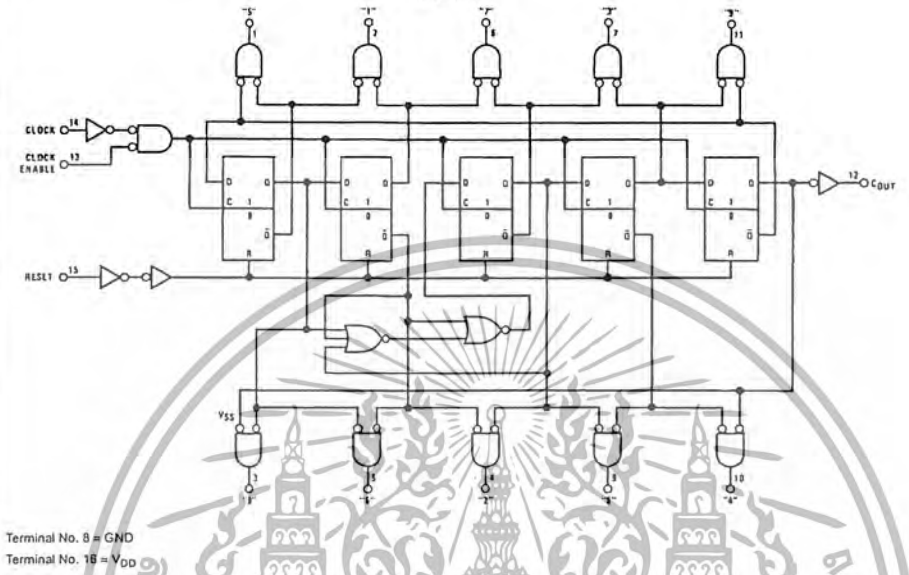
Top View

© 2002 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

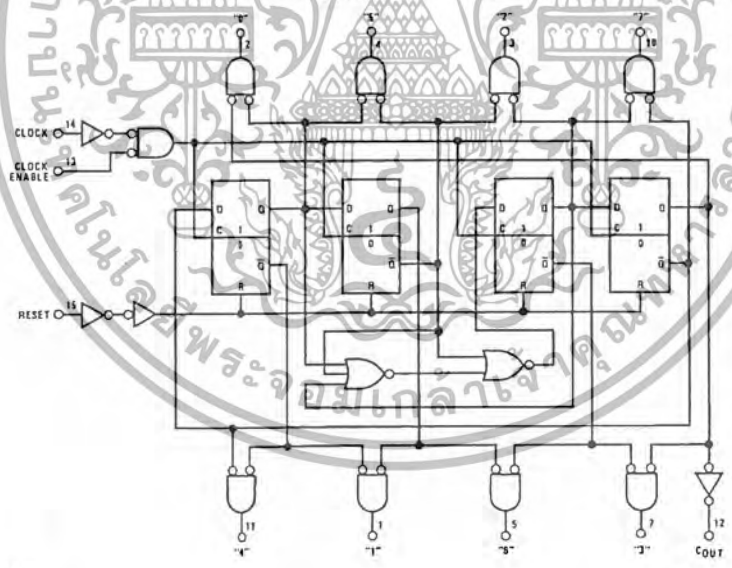
Logic Diagrams

CD4017B



Terminal No. 8 = GND
Terminal No. 16 = V_{DD}

CD4022B



Terminal No. 16 = V_{DD}
Terminal No. 8 = GND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้