สำนักวิทยบริการฯ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

Private Automatic Branch Exchange

โดย

น.ส. ปาริชาติ พฤทธิ์จารุพงศ์ รหัสนักศึกษา 40010459

น.ส. เรืองนภา โสภาทรัพย์ รหัสนักศึกษา 40010647

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42709
วัน, เดือน, ปี 6 มิ.ย. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

Private Automatic Branch Exchange

โดย

น.ส. ปาริชาติ พฤทธิ์จารุพงศ์ รหัสนักศึกษา 40010459

น.ส. เรืองนภา โสภาทรัพย์ รหัสนักศึกษา 40010647

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2543

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange)

ผู้จัดทำ

1. น.ส. ปาริชาติ พฤทธิ์จารุพงศ์ รหัสประจำตัว 40010459
2. น.ส. เรืองนภา โสภาทรัพย์ รหัสประจำตัว 40010647

ลงชื่อ.....

(.....น.ส. ขนิษฐา เกียรติ.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ เรื่อง (ภาษาไทย) ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

(ภาษาอังกฤษ) Private Automatic Branch Exchange

จัดทำโดย

1. น.ส. ปาริชาติ พฤทธิ์จารุพงศ์ รหัสประจำตัว 40010459
2. น.ส. เรืองนภา โสภาทรัพย์ รหัสประจำตัว 40010647

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

ลงชื่อ .....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

น.ส. ปาริชาติ พฤทธิ์จารุพงศ์
น.ส. เรืองนภา โสภาทรัพย์
อ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

โครงงานชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ จัดทำขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของโทรศัพท์ โดยระบบโทรศัพท์นี้สามารถขยายคู่สายภายนอกจาก 1 คู่สายเป็น 4 คู่สายภายใน โดยวิธีการแบบ Time Division Multiplex (TDM) เมื่อมีสายเข้าจะมีระบบรับสายอัตโนมัติเพื่อโอนสายไปยังคู่สายภายในที่ต้องการ และยังสามารถติดต่อกันระหว่างคู่สายภายในได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Private Automatic Branch Exchange

Miss Parichart Putjarupong
Miss Ruengnapa Sopasup
Miss Khanittha Saetung (Adviser)
Educational year 2000

Abtract

This PABX (Private Automatic Branch Exchange) is arranged to increase the efficiency of telephone. It can expand from one external line to four internal lines by using Time division multiplex method (TDM). When there is a phone call, there will have an automatic operator, which diverts to the internal line that the caller wants to connect. It can also function as intercom.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	IV
สารบัญตาราง	V
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ระบบชุมสายโทรศัพท์พื้นฐาน	3
2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	3
2.2 สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย	5
บทที่ 3 รายละเอียดการทำงานและการออกแบบวงจร	9
3.1 ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกของโทรศัพท์ (Detect Ringing)	11
3.2 ส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (External Line)	12
3.3 ส่วนติดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน (Subscriber Loop Interface Circuit)	16
3.4 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF	18
3.5 ส่วนเสียงพูดติดต่อ (Speech Path)	24
3.6 ส่วนวงจรสร้างสัญญาณเสียงของโทรศัพท์ (Tone Generator)	31
3.7 ส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Control)	33
3.8 ส่วนของสวิตช์ตัดต่อ (DPDT)	35
บทที่ 4 รายละเอียดทางโปรแกรม	38
บทที่ 5 ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง	41
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดง Block Diagram ของเครื่องโทรศัพท์	4
รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณพื้นฐานในเครื่องโทรศัพท์พื้นฐาน	6
รูปที่ 2.3 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ	7
รูปที่ 2.4 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับสำเร็จ	7
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก	8
รูปที่ 3.2 TIP &RING FROM INTERNAL TO DETECT RINGING CCT. OR EXTERNAL LINE CCT.	13
รูปที่ 3.2 TIP &RING FROM INTERNAL TO SLIC OR EXTERNAL LINE	14
รูปที่ 3.3 EXTERNAL LINE CIRCUIT	15
รูปที่ 3.4 SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT	17
รูปที่ 3.5 โครงสร้างภายใน MT8870	19
รูปที่ 3.6 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่	19
รูปที่ 3.7 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่	21
รูปที่ 3.8 แสดง วงจรการใช้งานเบื้องต้นของ MT8870	21
รูปที่ 3.9 DTMF	23
รูปที่ 3.10 Timing diagram ของวงจร	26
รูปที่ 3.11 วงจรนาฬิกา วงจรนับและมัลติเพล็กเซอร์	27
รูปที่ 3.12 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	28
รูปที่ 3.13 วงจรส่วนควบคุมเสียงพูด	29
รูปที่ 3.14 วงจรพักข้อมูลและแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก	30
รูปที่ 3.15 วงจรสร้างสัญญาณเสียงของโทรศัพท์	32
รูปที่ 3.16 วงจรควบคุมสัญญาณโทรศัพท์	34
รูปที่ 3.17 วงจรสวิตช์ตัดต่อ	36
รูปที่ 3.18 บล็อกไดอะแกรมของ PABX	37
รูปที่ 4.1 โฟร์ชาทของโปรแกรมทั้งหมด	40
รูปที่ 5.1 สัญญาณจากเครื่องที่ 1 ผ่านการ มัลติเพลกเทียบกับสัญญาณนาฬิกา	41
รูปที่ 5.2 สัญญาณจากเครื่องที่ 1 ผ่านการ มัลติเพลกเทียบกับสัญญาณนาฬิกา	42
รูปที่ 5.3 สัญญาณควบคุมให้ D/A เก็บค่าข้อมูลแล้วส่งให้โทรศัพท์เครื่องรับ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ	20
ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลใน ดี-ฟลิปฟลอปของวงจรคอนโทรลสปีชพาท	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการสร้างชุดบริการโทรศัพท์

สังคมในปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาท เช่นในเรื่องของการติดต่อสื่อสารซึ่งปัจจุบันเราจะเห็นได้ว่ามีธุรกิจหลายรูปแบบที่มุ่งเน้นและมีความพยายามที่จะจัดหาอุปกรณ์และการบริการที่จะช่วยตอบสนองต่อความต้องการพร้อมทั้งอำนวยความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ได้ทันท่วงที สำหรับธุรกิจที่เข้ามามีบทบาทต่อการสื่อสารมากที่สุดได้แก่ธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสารด้วยโทรศัพท์ ซึ่งการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวัน และต่อองค์กรและบริษัทเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัจจัยการสื่อสารประเภทนี้มีความแน่นอนทางการติดต่อสื่อสารมากที่สุดทางหนึ่ง จึงทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์มีการแข่งขันและการนำเสนอในด้านราคา รูปทรง คุณภาพ และฟังก์ชันการทำงานที่สะดวกและคุ้มค่ากับราคาที่ผู้ใช้ได้รับ แต่จะเห็นได้ว่าในการค้นคิดและผลปรากฏที่ออกมานั้นยัง มีปัจจัยและขีดความต้องการ และความสามารถที่ระบบโทรศัพท์ที่สามารถจะทำได้นั้นยังไม่ตรงกับความต้องการขององค์กรหรือผู้ใช้ทุกกลุ่ม

ดังนั้นเราจึงต้องการที่จะนำเสนอและทดลองออกแบบอุปกรณ์ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์โดยสามารถที่จะกำหนดความต้องการในด้านต่างๆ ได้เองซึ่งจะช่วยให้มีความสะดวกและตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุดโดยในโครงงานนี้จะอธิบายเนื้อหาแนวคิดและความสามารถในการพัฒนาระบบโทรศัพท์ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อที่จะเข้าใจระบบการทำงานของโทรศัพท์

1.2.2 เพื่อที่จะสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้งาน

1.2.3 เพื่อที่จะสร้าง Hardware และ Software ที่จะพัฒนาระบบโทรศัพท์ได้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 ทำการออกแบบฮาร์ดแวร์ เพื่อใช้ในการติดต่อกับสายโทรศัพท์

1.3.2 พัฒนาโปรแกรมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 89S8252 เพื่อควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินงาน

โครงงานนี้เริ่มต้นด้วยการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ โดยศึกษาหลักการทำงานของระบบโทรศัพท์ ฮาร์ดแวร์ที่สามารถใช้ร่วมกับระบบโทรศัพท์และการออกแบบระบบและรูปแบบที่ระบบจะสามารถทำงานได้ ซึ่งมีรายละเอียดในบทที่ 2 จากนั้นก็นำความรู้ที่ได้ศึกษาและวงจรที่ได้ออกแบบทั้งหมดมาจัดสร้างอุปกรณ์หรือฮาร์ดแวร์เพื่อดำเนินงานพร้อมทั้งการทดลอง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ระบบชุมสายโทรศัพท์พื้นฐาน

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการระหว่างสมาชิกและผู้รู้เลขหมายสมาชิก ให้สามารถเรียกผู้สนทนาต่างๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นลงได้

โทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ระบบ่ คือ Crossbar กับ ระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) ซึ่งระบบแรกเป็นระบบเดิมใช้มาตั้งแต่มีการใช้โทรศัพท์ส่วนระบบ DTMF เป็นระบบใหม่ที่เข้ามาแทนที่ระบบ Cross bar เพราะมีประสิทธิภาพสูงกว่า ใช้เวลาในการส่งหมายเลขน้อยกว่า และการใช้ ระบบ DTMF นั้นที่ชุมสายโทรศัพท์จะใช้วงจรอิเล็คทรอนิกส์ ซึ่งมีความทนทานและมีอายุการใช้งานนานกว่าระบบ Crossbar ซึ่งเป็นระบบ mechanic ที่มีการสึกหรอและเสียง่าย

อุปกรณ์ที่สำคัญเกือบจะทั้งหมดที่มีผู้ใช้ในระบบโทรศัพท์คือ เครื่องรับโทรศัพท์ (Subscriberset) อุปกรณ์โทรศัพท์มีหน้าทีสร้างสัญญาณส่งไปยังชุมสาย (Dialing) เพื่อให้ชุมสายทราบถึงหมายเลขทีกำลังติดต่อ ส่วนสัญญาณเรียก (Ringing), ส่วนส่ง (Transmitting), ส่วนรับ (Recieving) ซึ่งส่วนทั้งหมดนี้จะอยู่ที่ผู้ใช้โทรศัพท์หรือเครื่องรับ

เครื่องโทรศัพท์จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักใหญ่ๆ 7 องค์ประกอบหลักด้วยกันคือ

1. ส่วนรับ (Recieve)
2. ส่วนส่ง (Transmitter)
3. สปีช เน็ทเวิร์ค (Speech Network)
4. ฮุคสวิทช์ (Hook Switch)
5. กระดิ่ง หรือสัญญาณเรียก(Ringer)
6. ไดอัลเลอร์ (Dialer)
7. วงจรแปลงสัญญาณไฟตรง (Bridge Rectifier)

Block Diagram ในรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงการต่อร่วมกันขององค์ประกอบหลักทั้งภายในเครื่องโทรศัพท์

ตำแหน่งของส่วนส่งส่วนรับปกติจะติดอยู่ที่ตัวพูดหูฟัง (Handset) ของเครื่องโทรศัพท์ซึ่งในส่วนส่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณทางเสียง (Voice signal) ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (Electrical Signal) ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกส่งไปที่สวิทชิ่งเซนเตอร์ (Switching Center) แต่สำหรับส่วนรับมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง สัญญาณที่ส่วนรับนั้นจะประกอบ

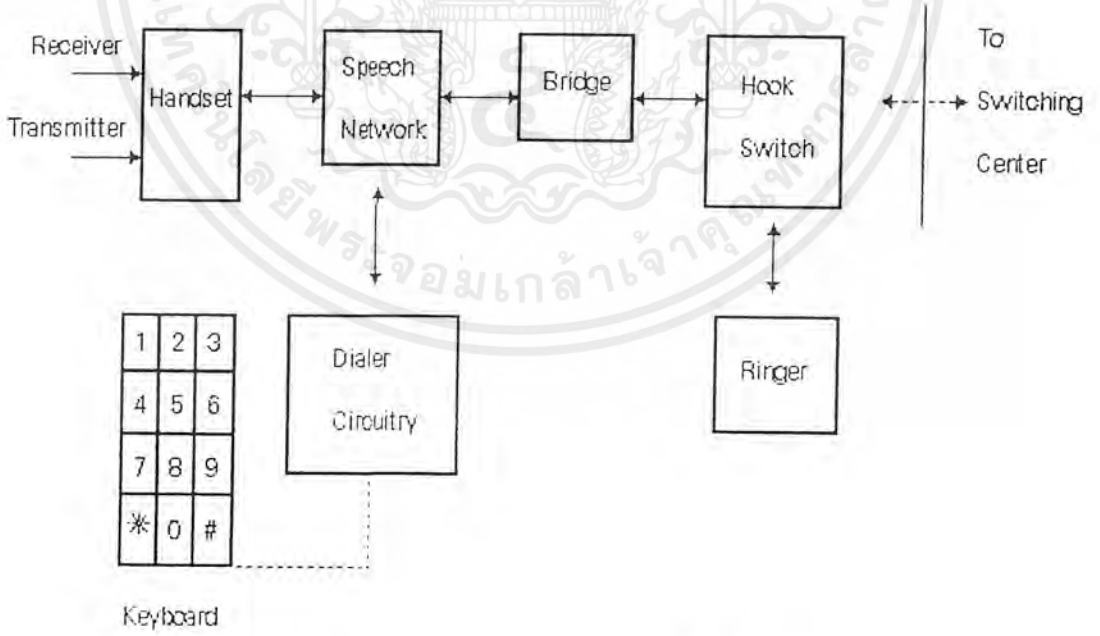
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยสัญญาณแถบความถี่เสียง (Voiceband Signal) จากสวิทชิ่งเซนเตอร์ และจะคอยลดทอนการป้อนกลับจากส่วนส่ง

สำหรับ Speech Network จะมีหน้าที่แยกสัญญาณส่งและรับภายในเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นสัญญาณทั้งหมดระหว่างสวิทชิ่งเซนเตอร์ และเครื่องรับโทรศัพท์ อาจจะส่วไปในคู่สายเดียวกันได้

ชุดสวิทช์มีอยู่ 2 สภาวะคือ ออนฮุค กับ ออฟฮุค ทั้ง 2 ภาวะนี้ขึ้นอยู่กับว่า สัญญาณว่าง (Dial) หรือใช้งาน (Busy) ตามลำดับ ในสภาวะออฟฮุคปกติจะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหู เมื่อยกหูกระแสที่ส่งจะบอกให้อุปกรณ์สวิทชิ่งเซนเตอร์รู้ว่าอยู่ในสภาวะออฟฮุค สวิทชิ่งเซนเตอร์จะปิดกันสัญญาณเสียงกระดิ่ง (Ringing Signal) และเตรียมสัญญาณแมวกรน (Dial Signal) ฮุคสวิทช์จะต่อสายเข้ากับโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเมื่ออยู่ในสภาวะออฟฮุค

ในสภาวะออฟฮุค วงจรโทรศัพท์จะรับ DC Bias จาก Power Supply ที่สวิทชิ่งเซนเตอร์ ส่วนสภาวะออนฮุคจะปรากฏสัญญาณกระดิ่งเมื่อผู้เรียกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า ประมาณ 80 Vrms และ 20-30 Hz ซึ่งปกติจะถูกสร้างสัญญาณขึ้นที่สวิทชิ่งเซนเตอร์และถูกส่งมาทำให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ทำงาน



รูปที่ 2.1 แสดง Block Diagram ของเครื่องโทรศัพท์

มีอยู่ 2 วิธีที่จะใช้ส่ง Dial ไปที่สวิทชิ่งเซนเตอร์คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สร้างพัลซ์ (Pulse Generation)
2. สร้างโทน (Tone Generation)

Dial แบบหมุน (Rotary Type Dialers) จะสร้างพัลซ์ออกไปตามสายและพัลซ์จะถูกส่งไปและนับที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ ส่วนแบบกด (Tone Dialer) จะสร้างเสียงที่เกิดจากการรวมตัวกันของความถี่ที่แตกต่างกัน

สวิทชิ่งเซนเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์ก็คือ Central office ซึ่ง Central office นี้จะต่อรวมเป็นกลุ่มในเขตหรือเส้นทาง เพื่อความเหมาะสมของสวิทชิ่งเซนเตอร์เราต้องจัดลำดับของสวิทชิ่งเซ็นเตอร์ให้ต่อร่วมกับชุมสายกลางทั้งหมด ซึ่งรวมไปถึงการต่อร่วมกันระหว่างผู้ใช้กับผู้เรียกซึ่งปกติจะเลือกเส้นทางผ่านลำดับของ Toll Trunk ที่ต่ำสุดระหว่างเครื่องโทรศัพท์และชุมสายกลาง อาจมีรีโมทคอนเซนเตเตอร์และตู้ชุมสายส่วนตัว (PBXs) คอนเซนเตเตอร์มีหน้าที่ลดการเชื่อมต่อระหว่างทุกๆ คู่สายกับชุมสายกลาง โดยวิธีการ Multiplexing และรูปแบบของ Trunk sharing

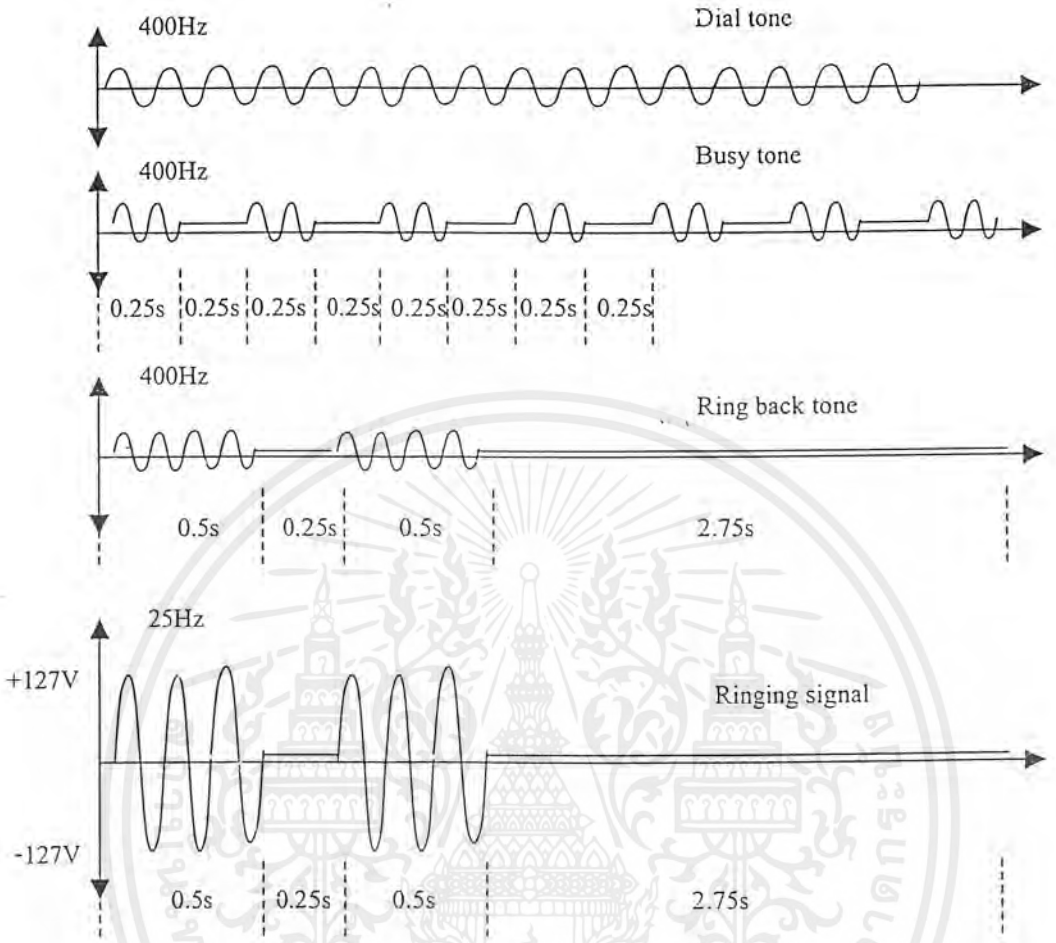
ตู้ชุมสายสาขาส่วนตัวทำหน้าที่เหมือนสวิทชิ่งเซ็นเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์ส่วนย่อย เช่น ภายในสำนักงานธุรกิจจะมีตู้ไว้สำหรับใช้ในบริษัท ซึ่งตู้นี้จะต่อกับ ชุมสายกลางโดยผ่าน Analog หรือ Digital Trunk

2.2 สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

สัญญาณสมาชิก (Subscriber Signal) สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งต่อสภาวะต่างๆ ว่าควรจะทำอย่างไรเมื่อได้ยินสัญญาณนั้นประกอบด้วย

1. สัญญาณให้หมุน (DT: Dial Tone) ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกรู้ว่าให้กดปุ่มเลขหมายผู้รับได้ เป็น สัญญาณต่อเนื่อง 400 Hz modulated ด้วยความถี่ประมาณ 50 Hz แบบ AM
2. สัญญาณไม่ว่าง (BT: Busy Tone) ใช้เพื่อเตือนผู้เรียกว่าผู้รับไม่ว่างควรวางหูก่อนชักระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มเรียกใหม่ เป็นสัญญาณ 400 Hz ช่วงเวลาของการส่งประมาณ 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที
3. สัญญาณเรียกกลับ (RBT: Ring Back Tone) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าเรียกสำเร็จ เป็นสัญญาณ 400 Hz ช่วงเวลาการส่งประมาณ 1 วินาที เงียบประมาณ 4 วินาที
4. สัญญาณกริ่งเรียก (RGT: Ringing Tone) ใช้เมื่อมีการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียกผู้รับมาตอบการเรียก เป็นสัญญาณ 25 Hz ช่วงเวลาการส่งและเงียบเช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณพื้นฐานในเครื่องชุมสายโทรศัพท์

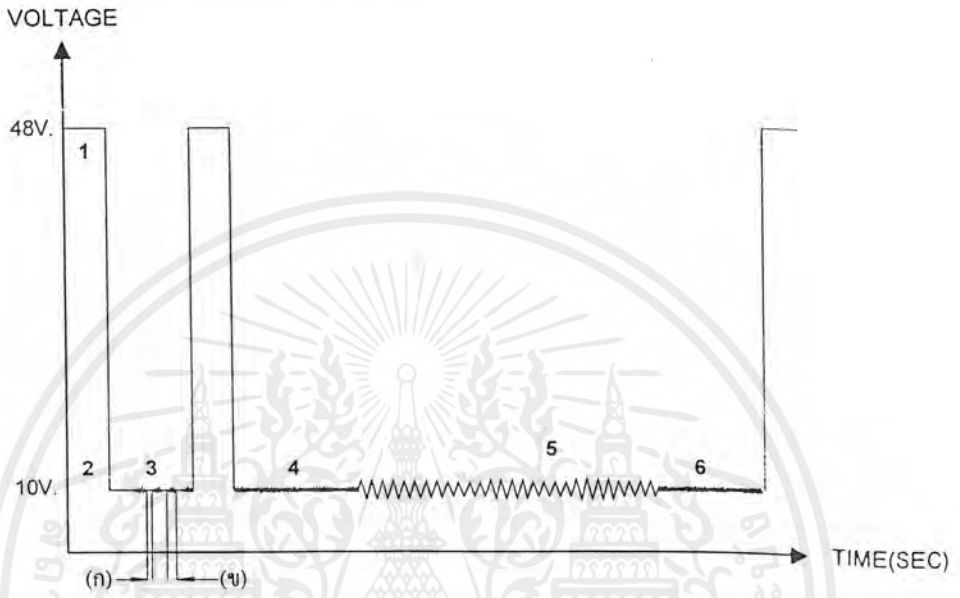
2.2.1 ระบบต่อด้านผู้เรียก

เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้น เพื่อที่จะทำการเรียกจะทำให้ DC Voltage ที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 โวลท์ เป็น 10 โวลท์ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียกก็จะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียก (ถ้าไม่ว่าง ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก ทำให้ผู้เรียกวางหูและเริ่มทำการเรียกใหม่) เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน ก็จะทำการกดหมายเลขผู้รับปลายทางเป็นสัญญาณ DTMF วงจรคู่สายของเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำการแปลรหัสและปฏิบัติการ พร้อมกันนั้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะตัดสัญญาณให้หมุนทันทีที่สัญญาณ DTMF ที่กดหมายเลขตัวแรก

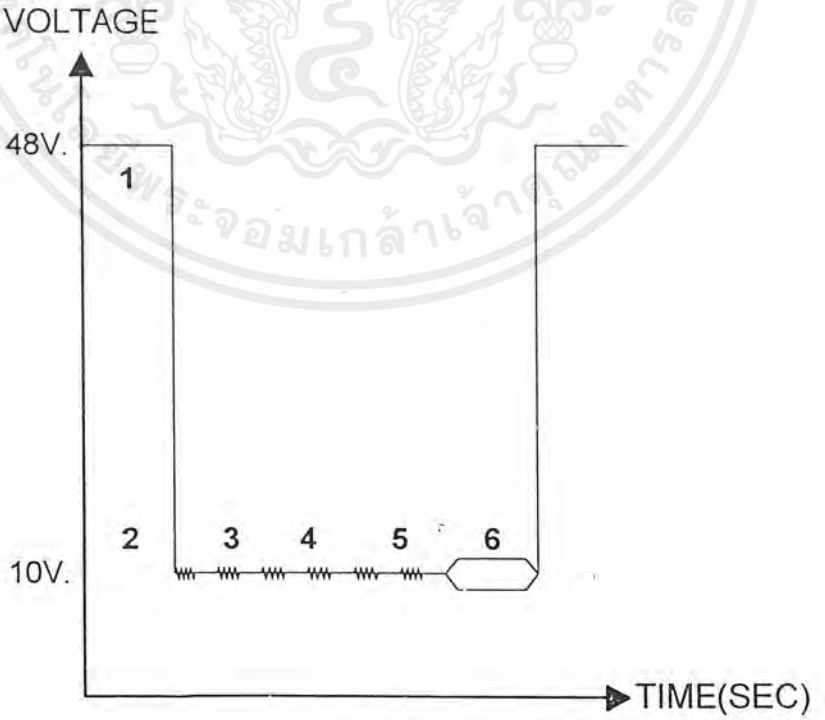
เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์รับหมายเลขของผู้รับก็จะทำการแปลตัวเลขระบุจากปลายทางจากรหัสชุมสายที่กดหมายเลขมา เมื่อรู้ตำแน่งของผู้รับแล้วเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะจองผ่านระหว่างผู้เรียกและผู้รับแล้วส่งสัญญาณกริ่งเรียกกลับไปยังผู้เรียกและในขณะเดียวกันวงจรคู่สายก็ส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้รับด้วย เมื่อผู้รับมาตอบการเรียก สัญญาณตอบรับจะถูกส่งไปยังเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายโทรศัพท์ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ จะทำการตัดสัญญาณกริ่งเรียกด้านผู้รับและยกเลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียกและทำให้ทางผ่านระหว่าง RBT และผู้เรียกว่าง ขณะเดียวกันก็จะสร้างทางผ่านด้านผู้รับการสนทนาจึงสามารถเริ่มต้นได้



รูปที่ 2.3 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ

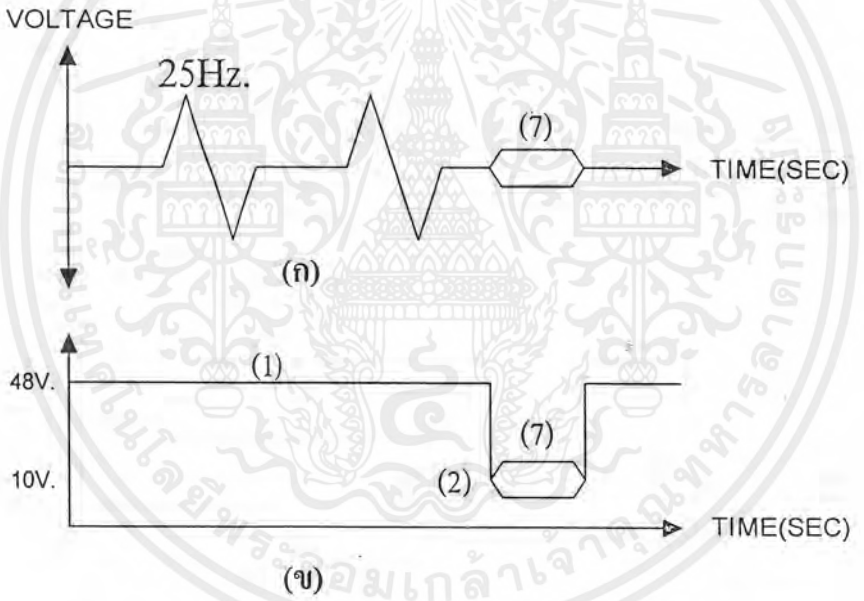


รูปที่ 2.4 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ระบบการเรียกด้านผู้รับ

เมื่อผู้รับถูกเรียกจากผู้เรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียกขนาด 100 Vdc ไปยังผู้รับเพื่อทำการเรียกผู้รับ ดังรูปที่ 2.3 เมื่อผู้รับตอบการเรียกจะทำให้ DC Voltage เปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ ทำให้วงจรคู่สายตัดสัญญาณกริ่งเรียกระหว่างผู้เรียกกับผู้รับการสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ ดังรูปที่ 2.4 สถานะวางหูของผู้เรียกจะเลือกทางเสียงผู้พูดผ่านและทำให้ผู้รับวางหูตาม วงจรคู่สายจะตรวจรู้ว่าเป็นการเลิกสนทนาติดต่อ



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก

ก. ทำการวัดสัญญาณทางด้าน AC

ข. ทำการวัดสัญญาณทางด้าน DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

รายละเอียดการทำงานและการออกแบบวงจร

ระบบชุมสายโทรศัพท์ที่ตั้งใจพัฒนาขึ้นมานี้ จะเป็นแบบ Digital Speech Path คือมีการแบ่งช่องเวลาในช่องทางเดินเสียงแบบ Digital โดยใช้หลักการของ TDM (Time Division Multiplex)

โดยหลักการจะใช้ Microcontroller MCS-51 ในการควบคุมระบบทั้งหมดโดยจะให้ซีพียูเขียนข้อมูลลงใน ส่วนควบคุมเสียงพูด (Control Speech Path) เพื่อไปควบคุมการเปิดเกทเพื่อให้โทรศัพท์แต่ละตัวติดต่อกัน

สำหรับฐานเวลาในส่วน Speech Path จะใช้ฐานเวลาเดียวกันในการควบคุม Multiplex, A/D โดยเมื่อ Multiplexer รับสัญญาณเข้ามาในแต่ละช่องโทรศัพท์จะถูกแปลงโดย A/D ในช่วงนั้นๆ แล้วส่งไปยัง Speech Path เพื่อทำการพักข้อมูลไว้จนกว่าจะมีการควบคุมจากวงจร Control Speech Path จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยัง D/A เพื่อแปลงข้อมูลให้เป็นสัญญาณเสียงแล้วทำการส่งต่อไปยังโทรศัพท์อีกทีหนึ่ง

- Telephone Interface ให้ใช้ไอซี Telephone Speech Network Interface Circuit แปลงสัญญาณที่มาจากองค์การโทรศัพท์ 2 สาย คือ ทิป (Tip)กับ ริง (Ring) ให้เป็นสัญญาณ Transmit-Ground, Receive-Ground 4 เส้นด้วยกัน

- Telephone Detect Ringing เป็นส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกจากคู่สายภายนอกโดยใช้ออปโตคอปเปลอร์ เป็นตัวตรวจสอบสัญญาณนี้

- SLIC (Subscriber Loop Interface Circuit) เป็นส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายในโดยการแปลงสัญญาณ Tip/Ring ให้เป็นสัญญาณ Transmit / Receive เทียบกับ Ground และยังทำหน้าที่ในการจ่ายไฟเลี้ยงกระแสตรงให้แก่โทรศัพท์อีกด้วย

- DTMF (Dial Tone Multi Frequency Decoder) เป็นส่วนรับสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์และแปลงความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มให้เป็นเลขฐานสอง ส่งไปให้ไมโครโปรเซสเซอร์

- (Clock,Counter) ส่วนควบคุมและการนับเวลานับเวลาฐาน 2 จำนวน 3 บิท เพื่อเป็นแอดเดรสในการจัดเวลา

- Analog Multiplexer จะรับสัญญาณเสียงจากแต่ละช่องที่มาจากภาคส่งของส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายในกับภายนอกมาจัดเวลา แล้วส่งออกไปเป็นรูปของขบวนสัญญาณแต่ละช่องเรียงไปในคาบเวลาหนึ่ง โดยใช้อัตราการสุ่มที่เหมาะสม

- Analog to Digital ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียง (Analog) ที่ผ่านการแบ่งช่วงเวลาแล้วให้เป็นสัญญาณดิจิตอล 8 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Control Speech Path ทำหน้าที่เลือกช่องสัญญาณเสียง เพื่อให้เครื่องส่งและเครื่องรับสามารถติดต่อกันได้อย่างถูกต้อง

- Latch จะเป็นตัวนำข้อมูลเข้าให้ถูกช่องของแต่ละเครื่องโทรศัพท์และเก็บข้อมูลไว้ระยะหนึ่ง

- Digital to analog ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลที่เข้ามาให้เป็นสัญญาณอนาลอก

- Tone Generator เป็นส่วนกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ต่างๆ (Busy,Dial,Ringing,Ringback)ไปยังส่วนควบคุมเสียง (Tone Control)

- Tone Control เป็นส่วนเลือกว่าจะส่งสัญญาณเสียงใด (Busy,Dial,Ringing,Ringback) ให้แก่โทรศัพท์เครื่องใด

- DPDT เป็นตัวเลือกการเชื่อมต่อ ระหว่างสัญญาณโทรศัพท์กับเสียงพูดว่าจะให้เป็นสัญญาณใดต่อเข้าสู่ภาครับของส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทั้งภายในและภายนอกและสัญญาณก็จะถูกส่งผ่านไปยังหูฟังของโทรศัพท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกของโทรศัพท์ (Detect Ringing)

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับตรวจจับสัญญาณเรียกที่มาตามสายขณะที่มีผู้โทรเข้ามา อาศัยหลักการพื้นฐานของโทรศัพท์คือ ในขณะที่สายว่างคู่สายโทรศัพท์จะมีแรงดันไฟตรง (DC) ประมาณ 30 โวลท์ ซึ่งจ่ายมาจากชุมสายโทรศัพท์และเมื่อผู้เรียกหมายเลขเข้ามา ทางชุมสายจะจ่ายสัญญาณเรียกมาเป็นแรงดันกระแสสลับที่มีแรงดันประมาณ 70-100 โวลท์ ส่วนตรวจจับสัญญาณจะให้พัลซ์ออกมาเมื่อมีสัญญาณเรียกดังเข้ามา

3.1.1 หลักการของออปโตคอปเปลอร์ (Optocouple)

การนำเอาออปโตคอปเปลอร์เข้ามาใช้ในวงจร ก็เพื่อจุดประสงค์ในการแยกส่วนของแรงดันไฟสูงที่เกิดจากสายโทรศัพท์ซึ่งมีค่าประมาณ 100 โวลท์เอซี ในขณะที่มีสัญญาณดังเข้ามาให้เชื่อมต่อกับวงจรที่มีระดับไฟเลี้ยงขนาด 5 โวลท์ดีซี ซึ่งออปโตคอปเปลอร์นี้จะมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องนำมาใช้งานเพื่อให้วงจรที่มีระดับแตกต่างกันมากสามารถทำงานร่วมกันได้ ในส่วนของวงจรเราใช้ออปโตคอปเปลอร์เบอร์ 4N26

สำหรับรายละเอียดของ 4N26 เป็นดังนี้

- ใช้ GaAs ไดโอด ซึ่งเปล่งแสงอินฟาเรดไปยัง Silicon NPN Photo Transister
- การแปลง (transfer) ของกระแสไฟตรงมีค่าสูง
- สามารถแยกวงจรที่มีระดับแรงดันที่แตกต่างกันได้ถึง 7500 โวลท์เอซี
- ความเร็วในการสวิทชิ่งสูง

สัญญาณกระแสสลับที่ผ่านตัวเก็บประจุจะถูกเร็คติไฟร์โดย บริดจ์ไดโอดทำให้เป็นพัลซ์ไฟตรงตกคร่อมตัวเก็บประจุ 1 uF และตัวต้านทาน 5 k ทำหน้าที่คายประจุให้ตัวเก็บประจุ 1 uF เพื่อให้เป็นไฟตรงมากขึ้น และจำกัดแรงดันพัลซ์ไว้ที่ 15 โวลท์ด้วยซีเนอร์ไดโอด แรงดันพัลซ์ที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอดจะถูกไบอัสให้กับ LED เมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามาจะทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ ON ทำให้เกิดขบวนพัลซ์ขึ้นมาซึ่งจะนำสัญญาณที่ได้ไปส่งให้ไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจสอบ

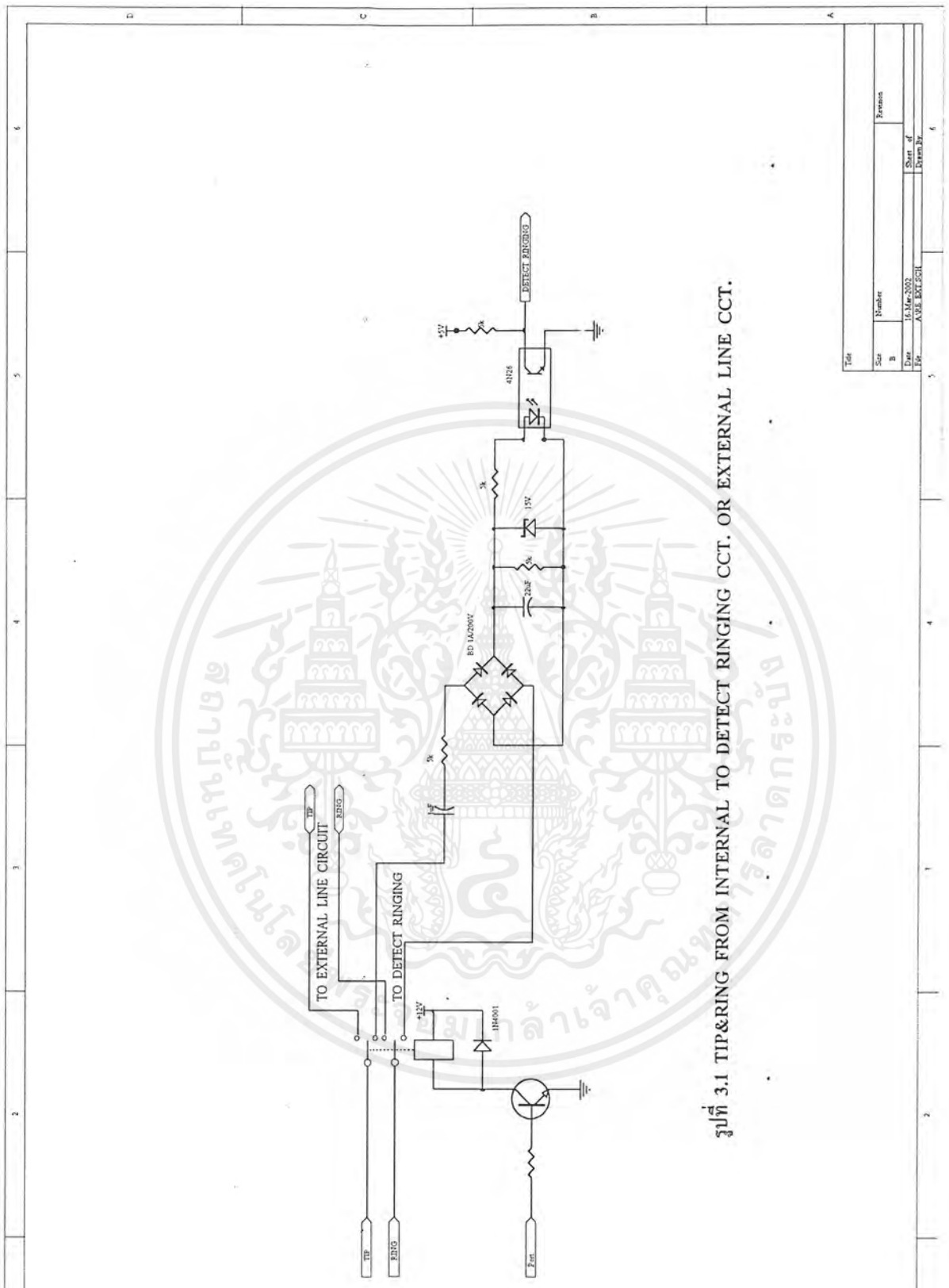
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (External Line)

ในส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอกนั้น เราใช้ไอซีเบอร์ MC34014 ซึ่งถูกออกแบบมาทำหน้าที่ เป็นเทเลโฟนสปีชเน็ทเวิร์คอินทีเกรตเซอร์กิต (Telephone Speech Network Integrated Circuit) ทำหน้าที่เป็นส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายนอก โดยจะทำการแยกสัญญาณเสียงที่ส่งมาจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกซึ่งเป็นวงจร 2 สาย ให้เป็นวงจร 4 สาย ส่งไปส่วนตัดต่อช่องสัญญาณติดต่อ (ซึ่งในที่นี้เป็นระบบดิจิตอล) สำหรับไอซีเบอร์ MC34014 นี้สามารถใช้อุปกรณ์ภายนอกมาต่อร่วมเพื่อกำหนดอัตราการขยายของสัญญาณรับส่ง และยังสามารถปรับสัญญาณความถี่ข้างเคียง (Side Tone) ให้เหมาะสมด้วย ถ้าสัญญาณความถี่ข้างเคียงมีค่าต่ำเกินไปจะทำให้ผู้พูดใช้เสียงดังเกินไป แต่ถ้าสัญญาณความถี่ข้างเคียงมีค่าสูงเกินไปจะทำให้ผู้พูดใช้เสียงเบาเกินไป และไอซีเบอร์ MC34014 จะรวมสัญญาณทั้งรับส่งจากคู่สายโทรศัพท์ภายในซึ่งเป็นวงจร 4 สาย ไปเป็นวงจร 2 สาย เพื่อส่งให้ชุมสายโทรศัพท์ภายนอกต่อไป

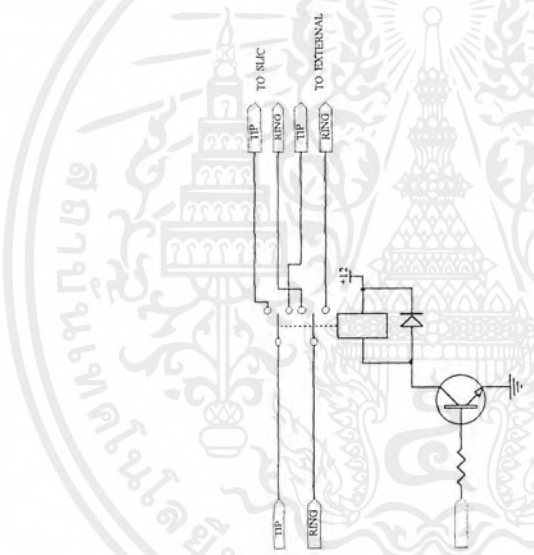
ไอซีเบอร์ MC34014 นี้สามารถเลือกโหมด (Mode) ของคู่สายโทรศัพท์ภายนอกได้ว่าเป็นแบบพัลซ์ (Pulse) หรือแบบความถี่ (Tone) ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



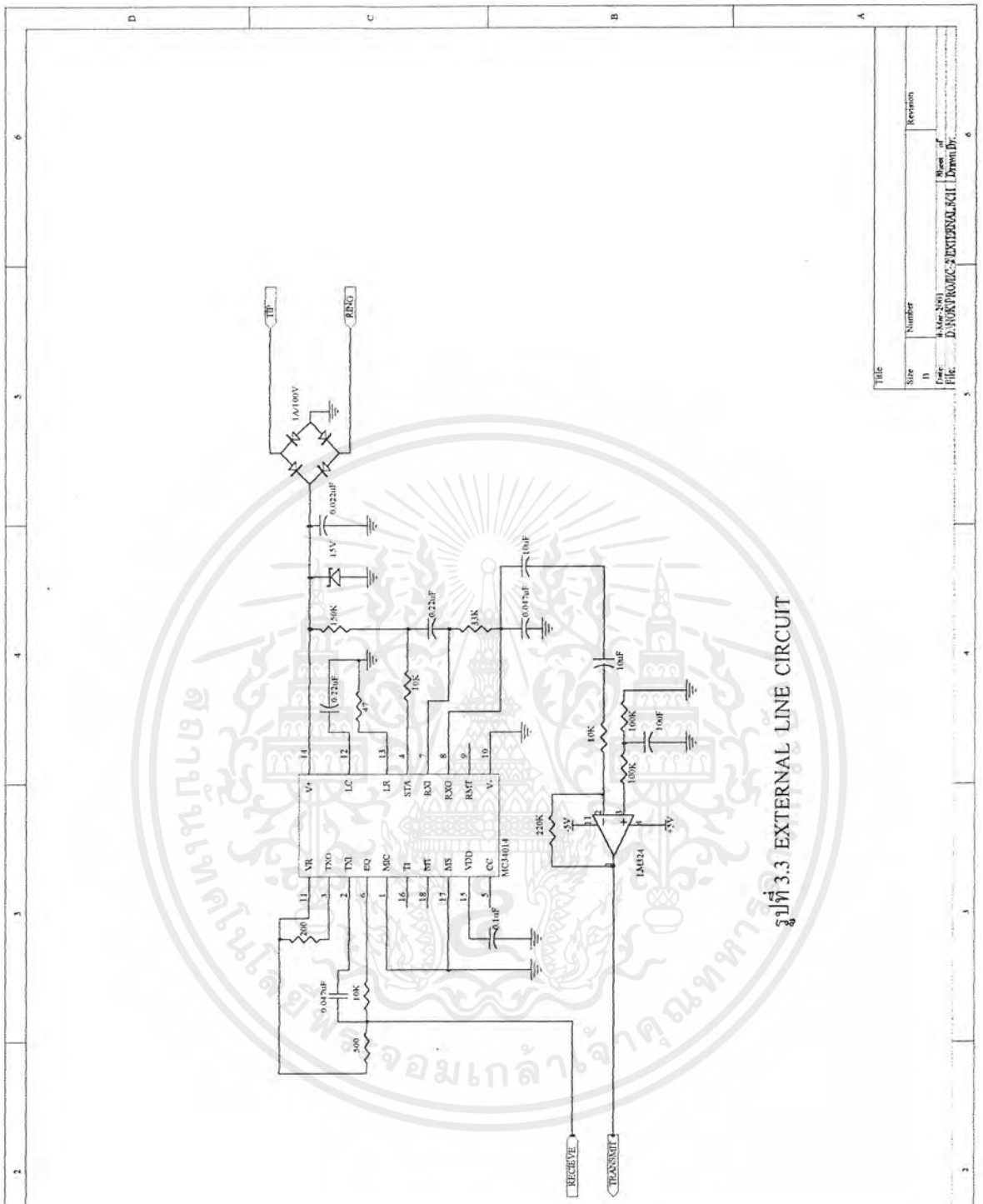
รูปที่ 3.1 TIP&RING FROM INTERNAL TO DETECT RINGING CCT. OR EXTERNAL LINE CCT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 TIP&RING FROM INTERNAL TO SLIC OR EXTERNAL LINE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 EXTERNAL LINE CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนติดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน (Subscriber Loop Interface Circuit)

ในวงจรส่วนเชื่อมค่อคู่สายโทรศัพท์ภายในระบบชุมสายย่อย ใช้ไอซีเบอร์ MC33120 โดยสามารถแบ่งหน้าที่การทำงานของวงจรในส่วนนี้ได้ดังนี้

1. เป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณ 2 สาย (2 Wire Differential) ในส่วนของเครื่องผู้ใช้เป็น 4 สาย (4 Wire Single End) ซึ่งเป็นวงจรประเภทไฮบริด (Hybrid Circuit) เพื่อนำเอาสัญญาณ 4 สายมาใช้ติดต่อกันภายในระบบเป็นแบบส่งสัญญาณระหว่างวงจรสองทิศทางในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) ซึ่งในไอซีเบอร์นี้มีวงจรอยู่แล้ว เพียงแต่ต่ออุปกรณ์ภายนอกอีกเล็กน้อยก็จะได้วงจรไฮบริดอย่างสมบูรณ์ โดยค่าทรานส์ไฮบริด ทรานส์มิสชั่นเกน (Transhybridge Transmission Gain) สำหรับการรับส่งสัญญาณสามารถเพิ่มหรือลดได้ โดยการปรับ Rrx (Transhybridge Reception Gain Resistance) และปรับสัญญาณที่ส่งออกโดยปรับ Rtx (Transhybridge Transmission Resistance) ที่ขา Rxi และ Txo ตามลำดับ

2. เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับคู่สายโทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นเพื่อใช้งาน โดยกระแสจะถูกขับโดยทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน(Darlington Transister)ที่ต่ออยู่กับขา EP,BP,BN,EN

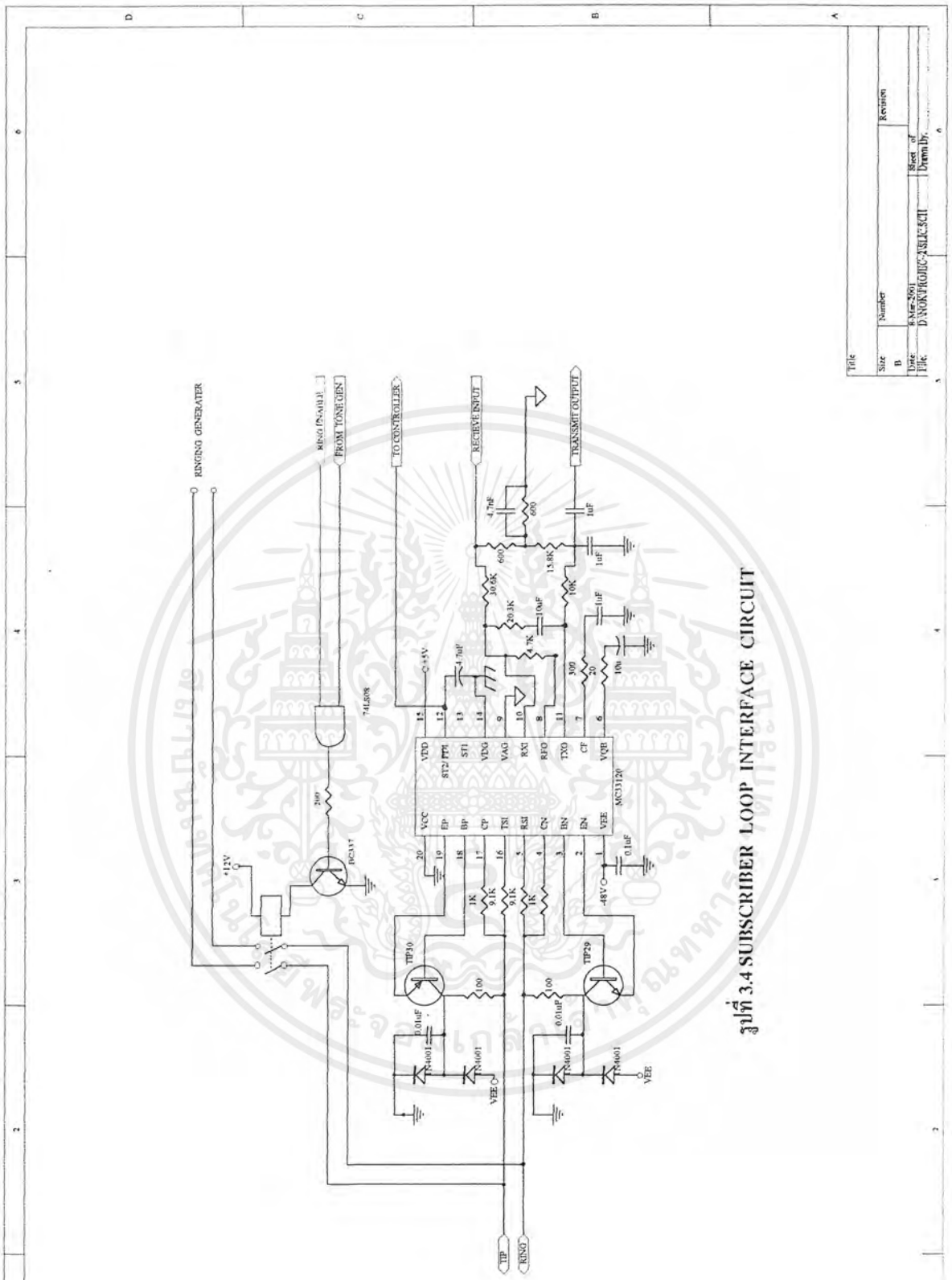
นอกจากนี้ไอซีตัวนี้ยังแสดงสถานะการยกหูเป็นลอจิกให้รับทราบได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกกับขา ST1 สถานะที่แสดงคือ

- เมื่อหูโทรศัพท์วางอยู่ สถานะฮุค (Hook Status) จะมีค่าลอจิกเป็น "1" มีแรงดันตกคร่อมคู่สายประมาณ 48 โวลท์
- เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สถานะฮุคจะมีค่าลอจิกเป็น "0" มีแรงดันตกคร่อมคู่สายประมาณ 12 โวลท์

สำหรับการส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังเครื่องโทรศัพท์สามารถทำได้โดยผ่านแอนเกท กล่าวคือเมื่อลอจิกที่จุดริงกิ้งเอนเอเบิ้ล (Ringing Enable) ซึ่งควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และสัญญาณจากส่วนสร้างสัญญาณเป็น "1" จะส่งสัญญาณเรียก ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.4 SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42709

3.4 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF

3.4.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบ DTMF (Dial Tone Multi Frequency Encoder)

ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF นี้จะใช้ในการส่งสัญญาณไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์ ระบบนี้มีข้อดีเหนือกว่าระบบพัลซ์อยู่หลายอย่าง เช่น หมุนโทรศัพท์ได้รวดเร็วกว่า และสามารถที่จะส่งสัญญาณไปบนสายส่งเสียงระดับใดๆ ก็ได้ วิธีนี้เป็นการส่งสัญญาณแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่า โดยแต่ละค่าประกอบด้วยสัญญาณคลื่นรูปซายน์ (Sine Wave) 2 แบบ แบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group Frequency) และอีกแบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency) ลักษณะของความถี่ระบบ DTMF แสดงได้ดังตาราง 3.1

3.4.2 การถอดรหัสความถี่ระบบ DTMF (Dial Tone Multi Frequency Decoder)

โทรศัพท์ชนิดกดปุ่มแบบ DTMF ประกอบด้วยปุ่มกดจำนวน 12 ปุ่ม มีการทำงานแบบ Dual Multi Frequency แป้นกดจะแบ่งเป็น Row 4 แถว Column 4 ประกอบกันเป็นรูป Matrix ในแต่ละ Row และ Column จะมีค่าความถี่ประจำตำแหน่งอยู่

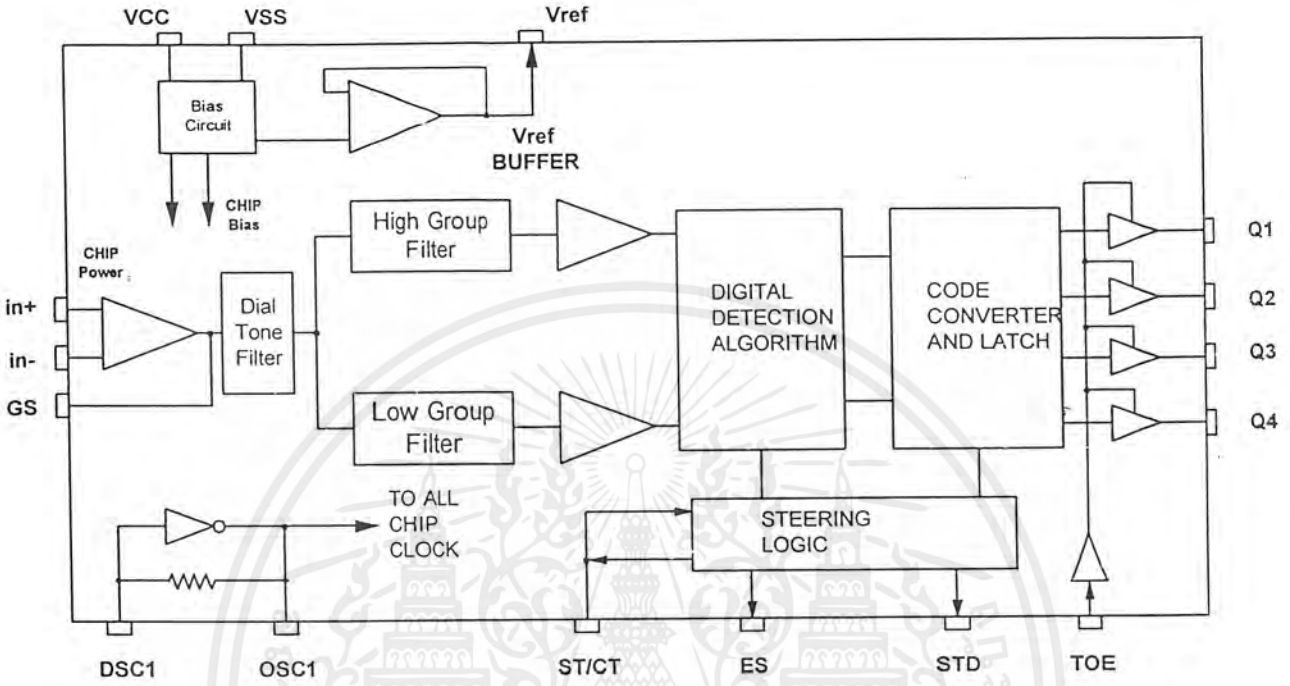
การทำงาน เมื่อกดปุ่มหมายเลขใดๆ จะประกอบด้วย โทนเสียง 2 ความถี่ คือ ความถี่สูงและความถี่ต่ำ ซึ่งแต่ละหมายเลขจะให้ค่าความถี่คู่ต่างกัน จากปุ่มกดจะพบว่าหมายเลข 1,4,7 และ * อยู่ใน Column ที่ 1 โดยหมายเลข 1,2,3 อยู่ใน Row ที่ 1 ตัวเลขแต่ละตัวเป็นการพบกันของความถี่ทาง Row (ความถี่ต่ำ) กับความถี่ทาง Column (ความถี่สูง)

ดังนั้นในการสร้างวงจรถอดรหัส DTMF โดยการสร้างวงจรเพื่อถอดรหัสค่าความถี่ปัจจุบันได้มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะคือ IC เบอร์ MT8870 ของบริษัท MITEL ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF มาแปลงเป็นค่าตัวเลขฐาน 2 ขนาด 4 บิท

3.4.3 MT8870 DTMF Decoder ไอซีถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์

ไอซีเบอร์ MT8870 นี้ทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF ซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอก 2 ความถี่ ถึงแม้ว่าสัญญาณที่ได้รับจากการกดปุ่มของโทรศัพท์แบบทัชโทน จะมีลักษณะไม่เป็นคลื่นซายน์ที่แท้จริง ดังรูป ไอซีเบอร์นี้ยังสามารถยอมรับและถอดรหัสออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

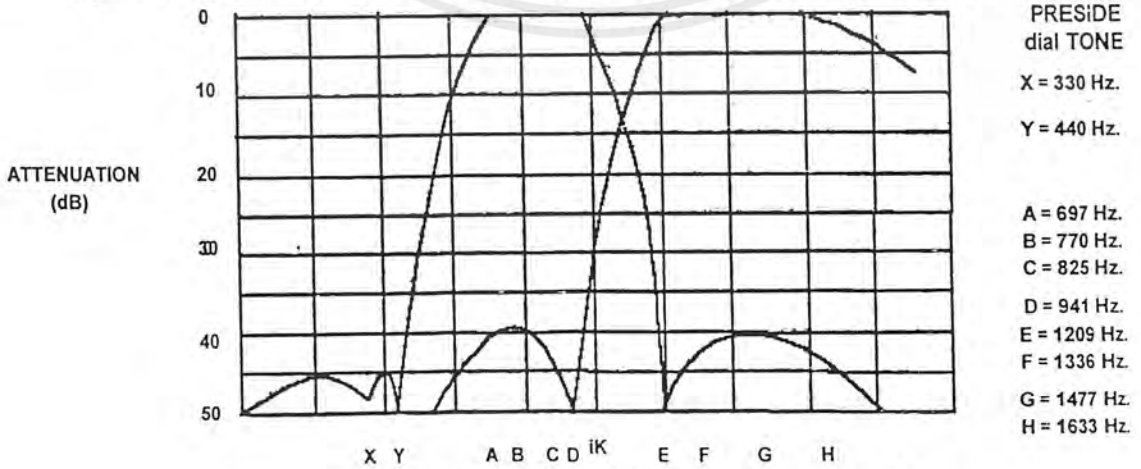


รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างภายใน MT8870

ฟังก์แสดงการทำงานภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. ภาคกรองสัญญาณความถี่ (Filter Section)

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (Six order switch capaciter and pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่ 3.6 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภาคถอดความถี่ (Decoder Section)

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นที่เข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบความถี่นั้นว่าถูกต้องสัญญาณที่ขา Est (Early steering) จะแอคทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้น

Flow	Fhigh	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1447	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1447	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1447	9	H	1	0	0	1
941	1209	0	H	1	0	1	0
941	1336	*	H	1	0	1	1
941	1447	#	H	1	1	0	0

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ซึ่งต้องกดให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้องส่วนช่วงเวลานานเท่าไหร่สามารถตั้งโดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น High ทำให้ Vc สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้น จนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท

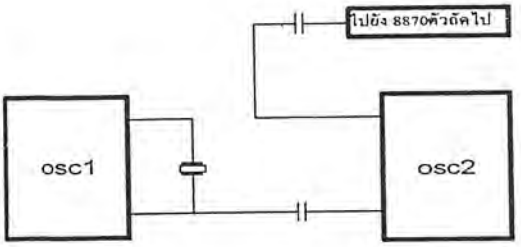
4. ภาคขยายสัญญาณความต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเข้าไปด้วย ซึ่งวงจรที่นำมาต่อนี้แล้วแต่ความต้องการ

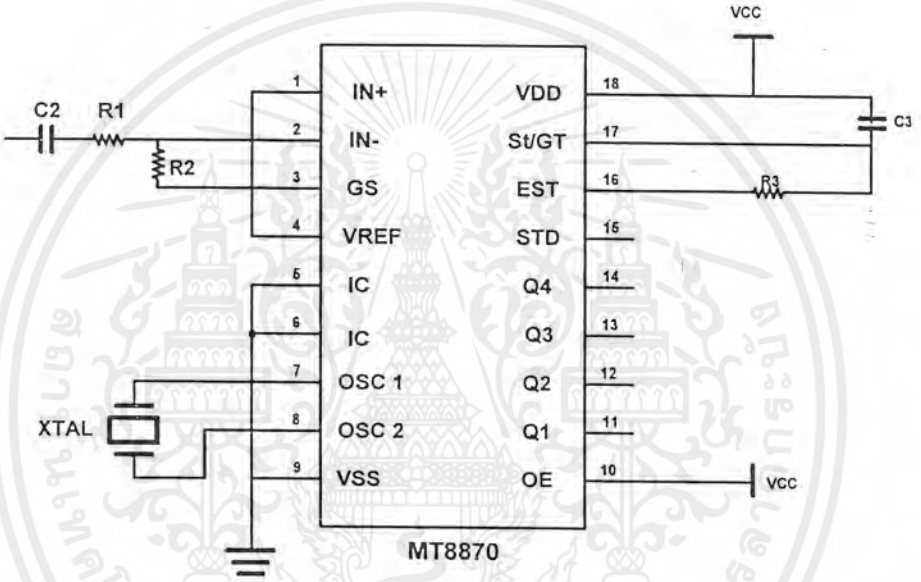
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillater)

ในภาคนี้ไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแค่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่



รูปที่ 3.8 แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของ MT8870

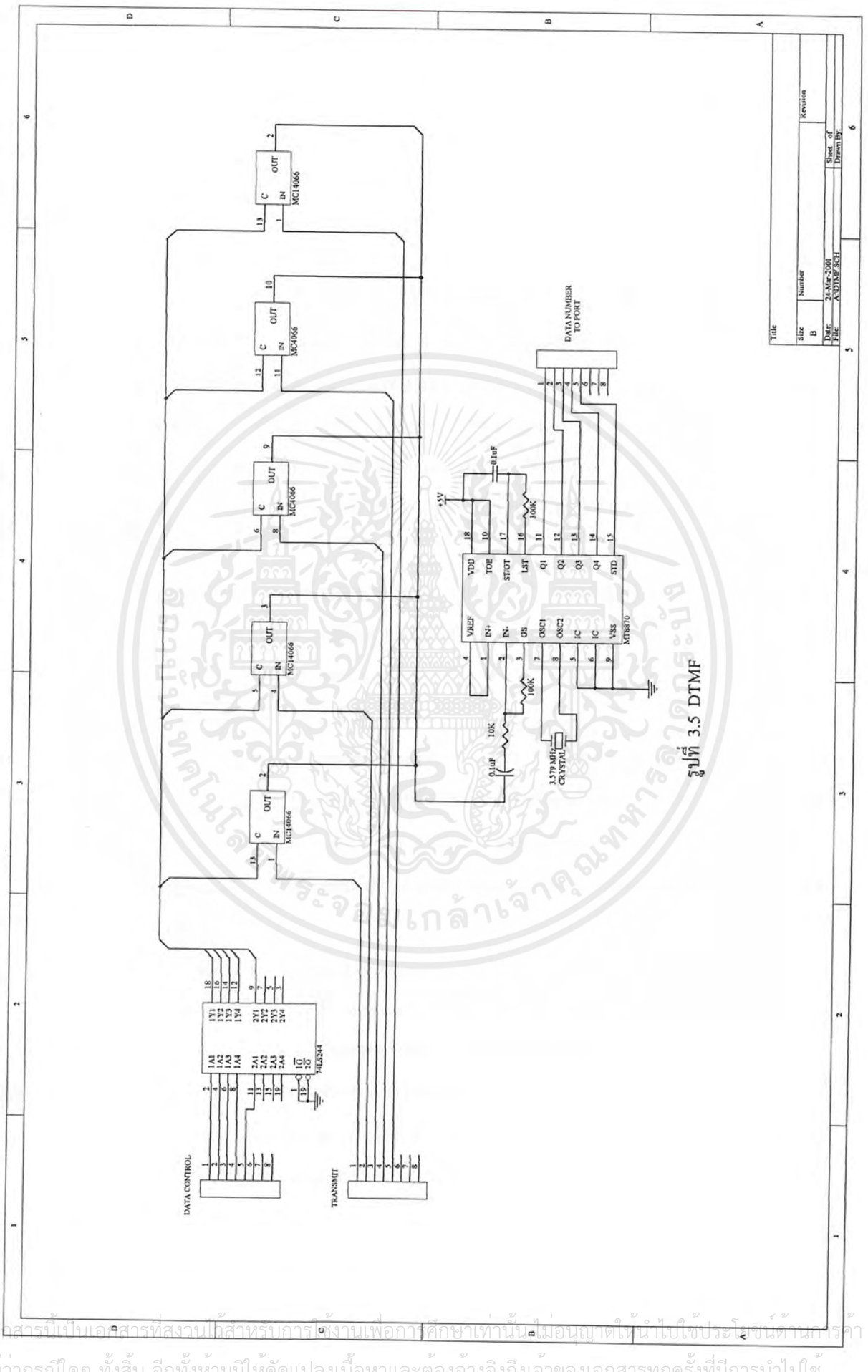
ข้อกำหนดต่างๆ ที่จำเป็นที่จะไม่ทำให้การถอดสัญญาณ DTMF เกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงเสมอ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความเบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดให้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน 2% และจะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า 3% จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ไปได้
2. วงจรถอดรหัสจะสามรถถอดรหัสได้ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที
3. วงจรถอดรหัสจะทำการรหัสได้ถูกต้องก็ต่อเมื่อ สัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้ เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ ที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 เดซิเบล ได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 3 ความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ มีแอมปลิจูดแตกต่างกันมากกว่า 6 เดซิเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



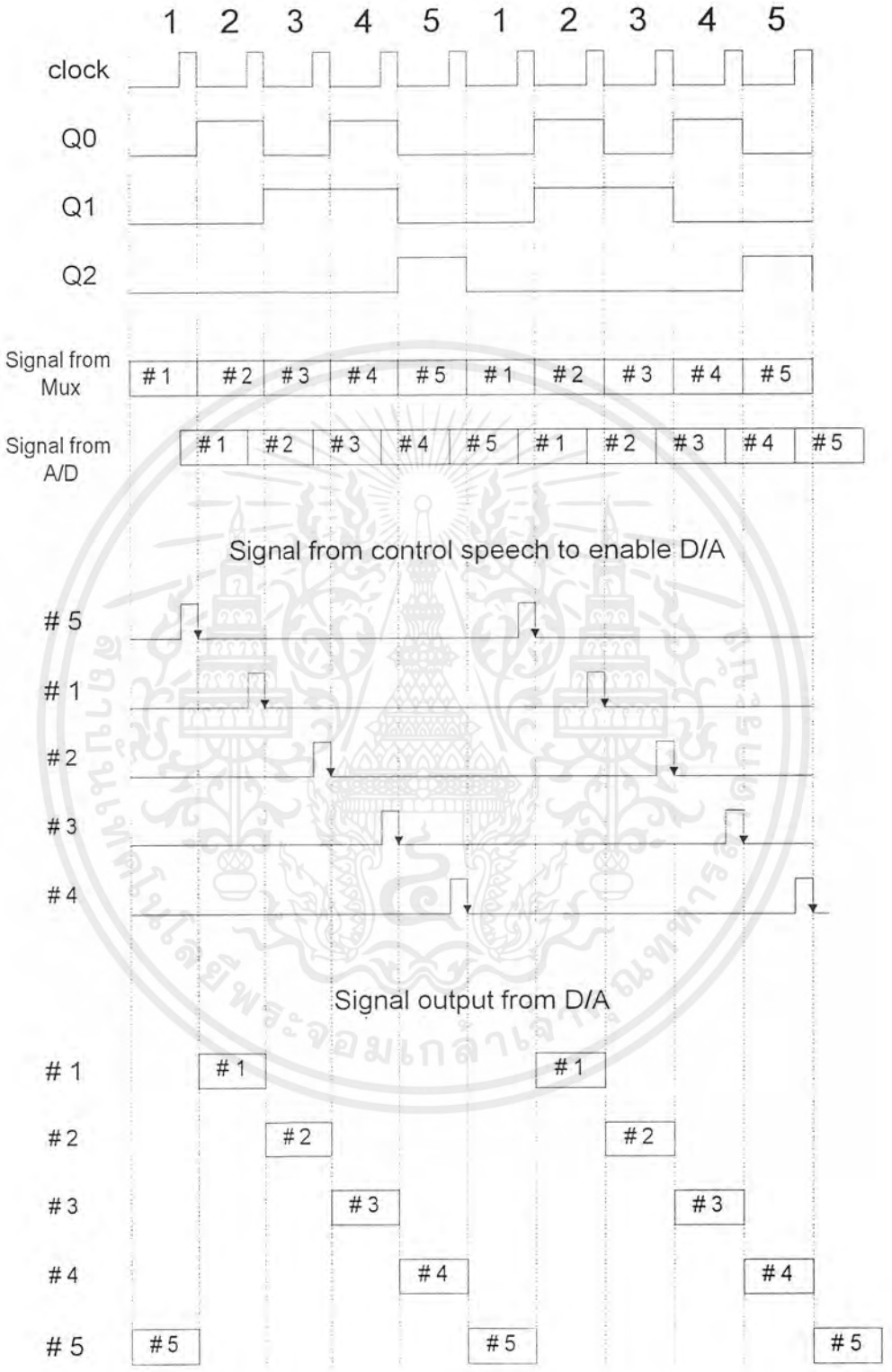
รูปที่ 3.5 DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วน วงจรควบคุมเสียงพูด (Control Speech Path Circuit)

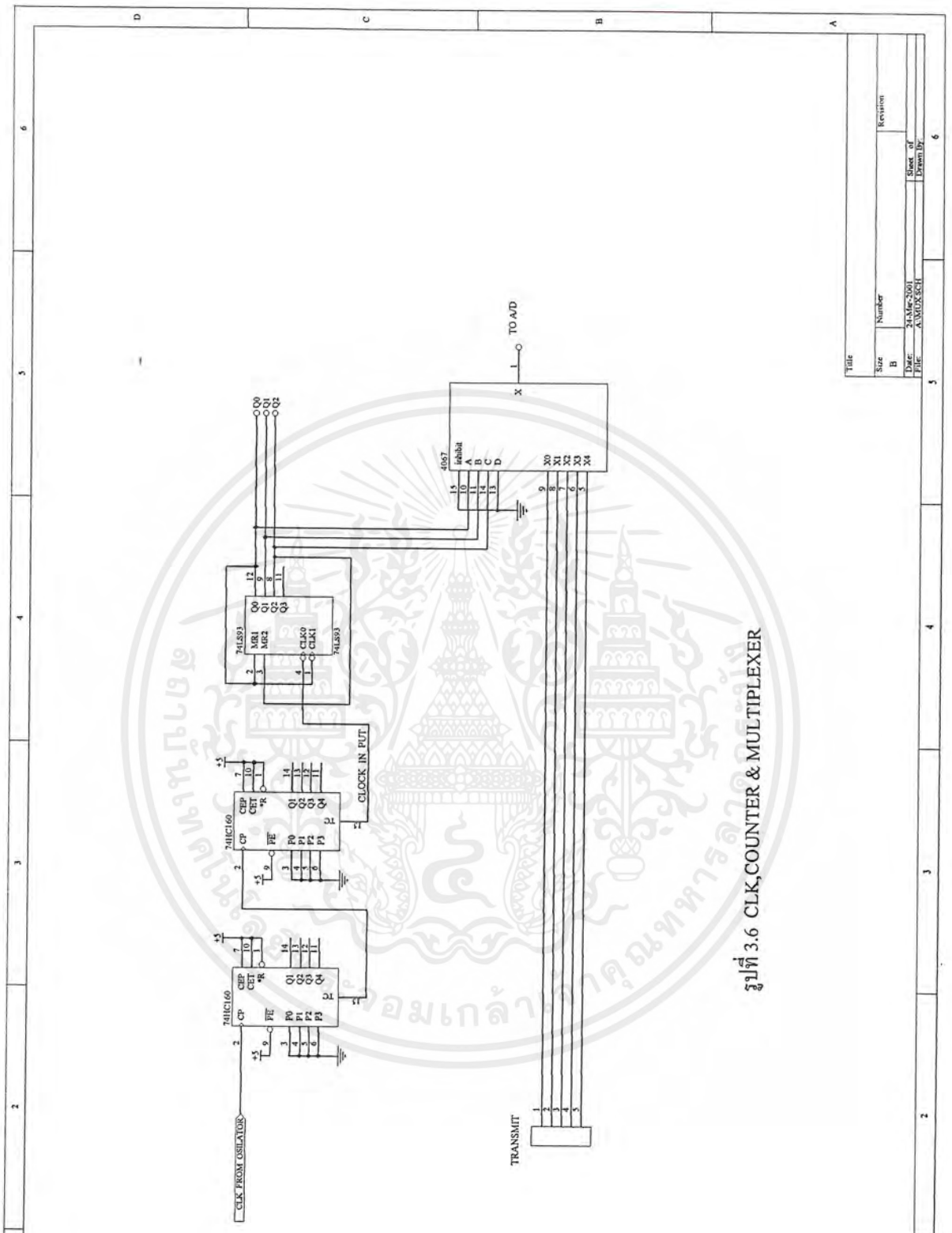
เป็นส่วนควบคุมการส่งผ่านสัญญาณเสียงระหว่างคู่สนทนาแต่ละคู่ให้ติดต่อกันได้อย่างถูกต้อง เช่น ถ้าสมมติ โทรศัพท์เครื่องที่ 1 สนทนากับเครื่องที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องส่งข้อมูลแก่ 74LS374 ตัวที่ 1 ด้วยค่า 00000100 และต้องส่งข้อมูลแก่ 74LS374 ตัวที่ 2 ด้วยค่า 00000010 เพื่อให้สามารถส่งสัญญาณเสียงจากเครื่อง 2 ไปยังเครื่อง 1 และส่งสัญญาณเสียงจากเครื่อง 1 ไปยังเครื่อง 2 ตามลำดับ โดยพิจารณาจาก Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



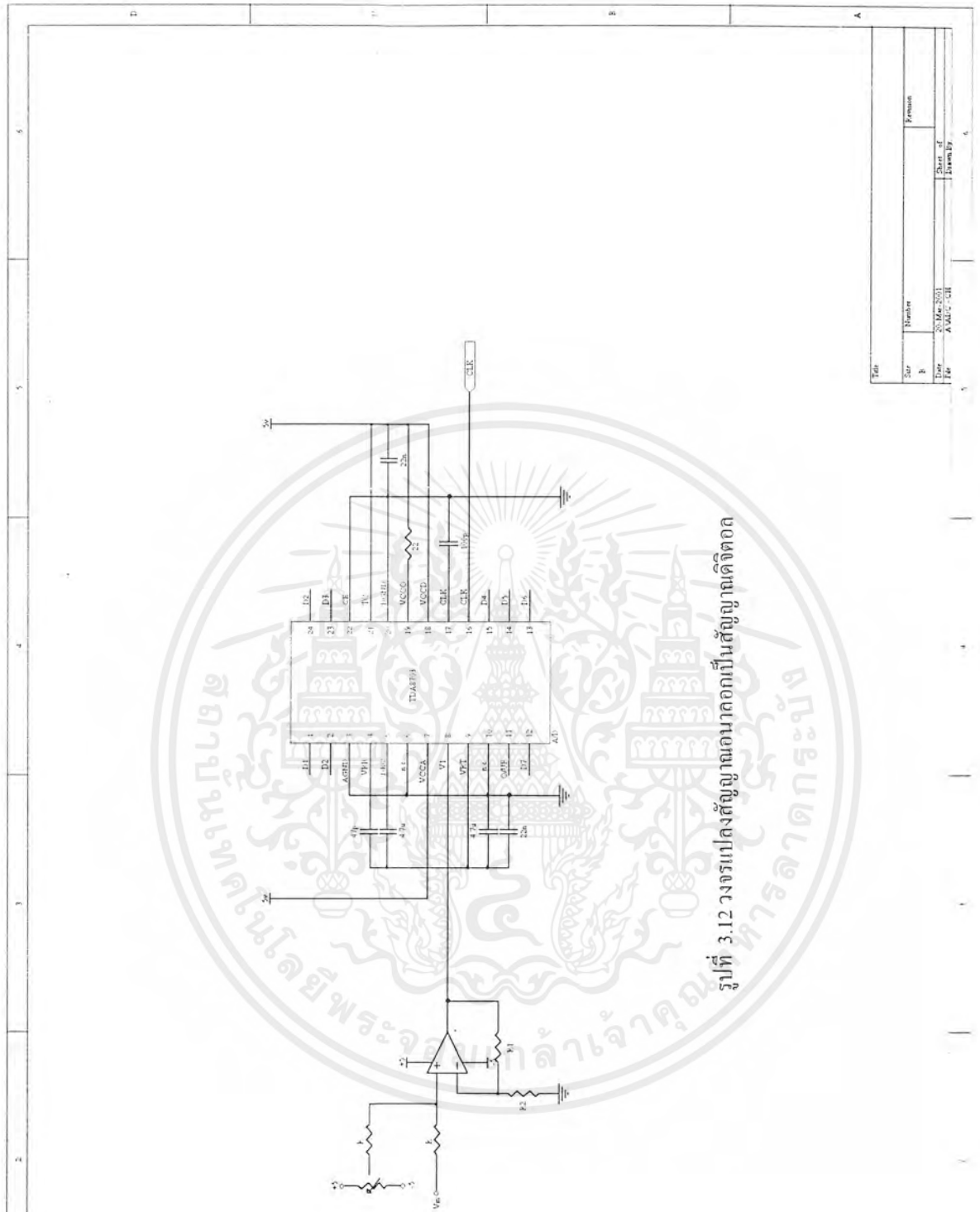
รูปที่ 3.10 Timing diagram ของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



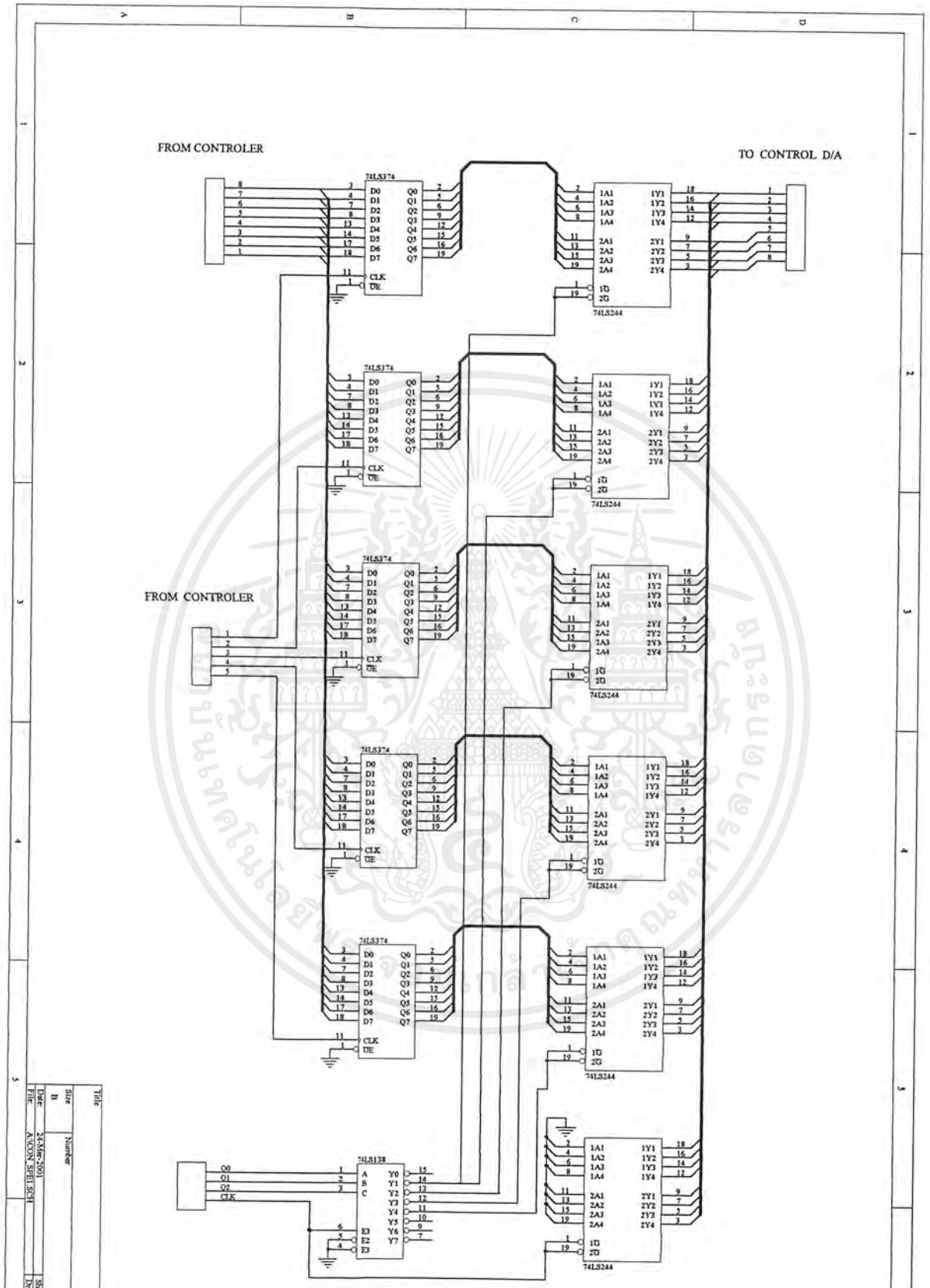
รูปที่ 3.6 CLK,COUNTER & MULTIPLEXER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



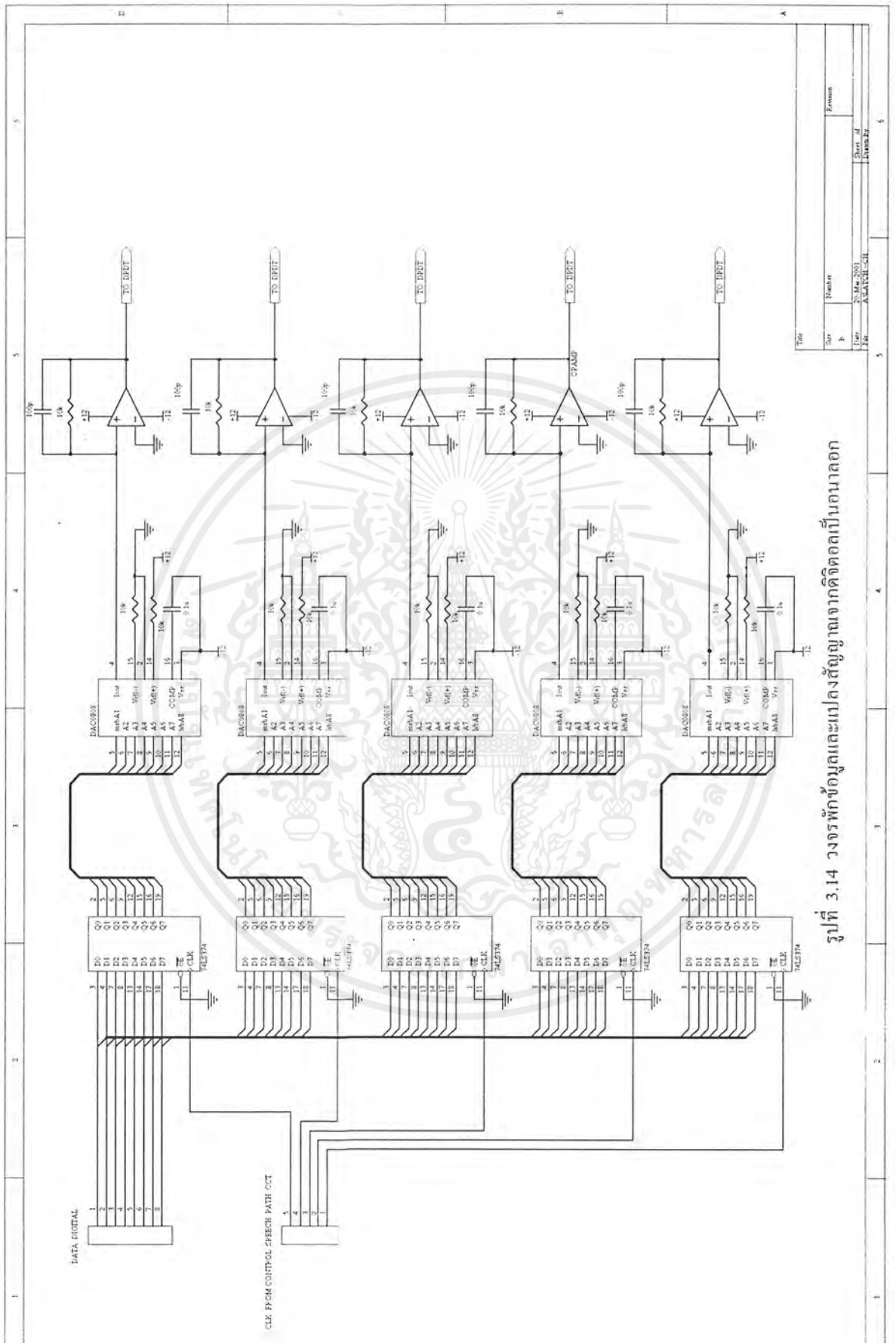
รูปที่ 3.12 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 CONTROL SPEECH PATH CCT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 วงจรพักข้อมูลและแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ส่วนวงจรสร้างสัญญาณเสียงของโทรศัพท์ (Tone Generator)

วงจรผลิตสัญญาณเราใช้วงจร Asatable Multivibrator ร่วมกับแอนเกทเป็นตัวผลิตสัญญาณเสียงทั้งหมด

ลักษณะของวงจรผลิตสัญญาณ

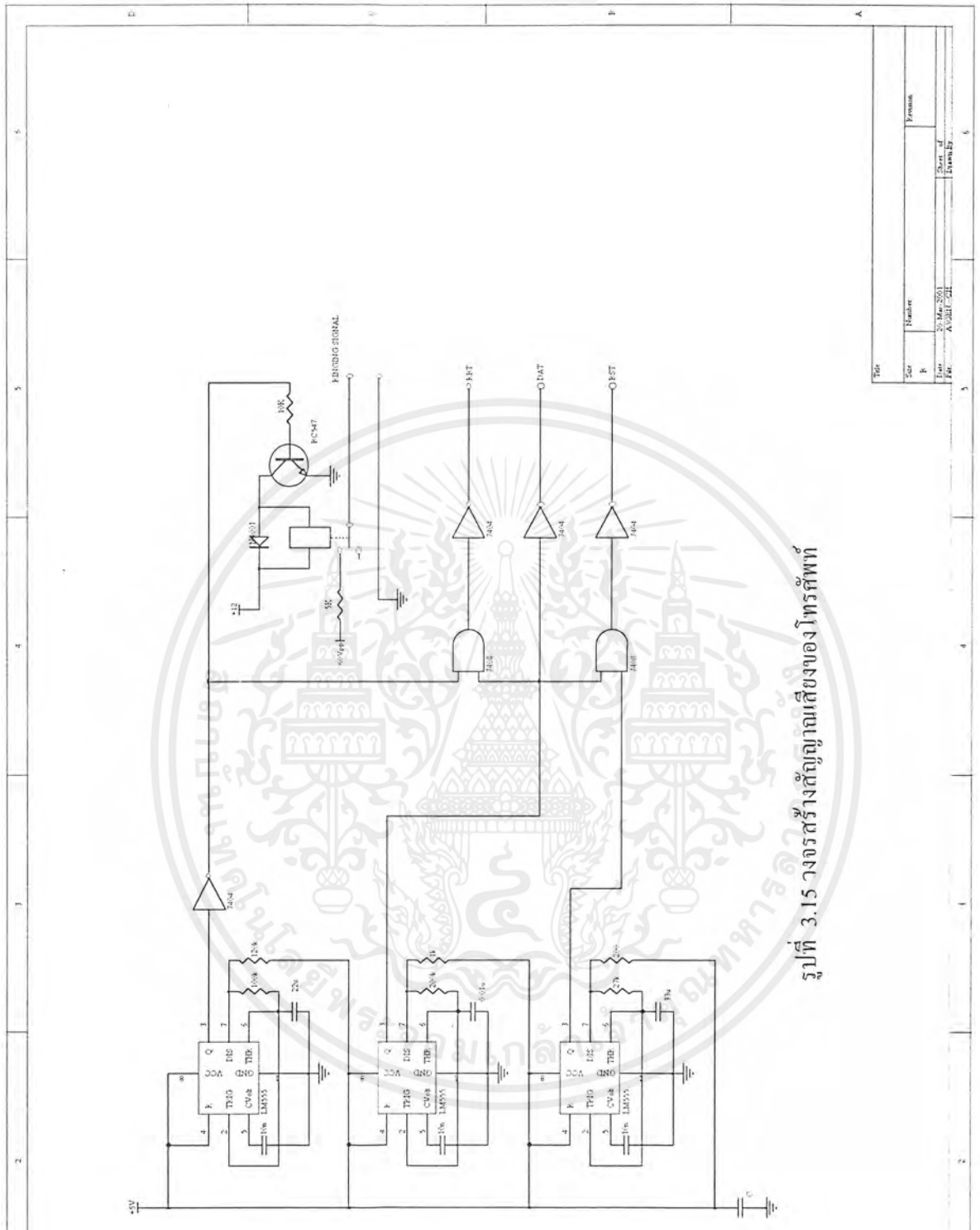
ลักษณะของวงจรผลิตสัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติมีดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าเครื่องชุมสายพร้อมแล้วที่จะให้ผู้ใช้โทรศัพท์กดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อด้วย ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดังต่อเนื่องกันตลอด
2. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วยให้ทราบว่าไม่สามารถจะติดต่อได้ ลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดังและดับทุก ๆ 1 วินาที
3. สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วยให้ทราบว่าสามารถจะติดต่อได้ ลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดังประมาณ 1 วินาทีและดับประมาณ 3 วินาที
4. สัญญาณเรียก (Ringing Signal) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายใน ทำให้กระดิ่งโทรศัพท์ดัง เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีผู้ต้องการติดต่อด้วยลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณของ ไซน์เวฟที่มีขนาดแอมปลิจูด 100 โวลท์ ความถี่ 50 Hz ดังและดับเป็นช่วง ๆ เหมือน และพร้อมกับสัญญาณเรียกกลับ

คำนวนส่วนที่จะสร้างสัญญาณโดยใช้ไอซีไทม์เมอร์ (IC Timer) สร้างเป็นออสซิเลเตอร์ (Oscillator) กำหนดสัญญาณที่มีความถี่ 400 Hz โดยความถี่ของสัญญาณคำนวนจาก

$$f = 1.44/(R1+2R2)C$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 วงจรสร้างสัญญาณเสียงของโทรศัพท์

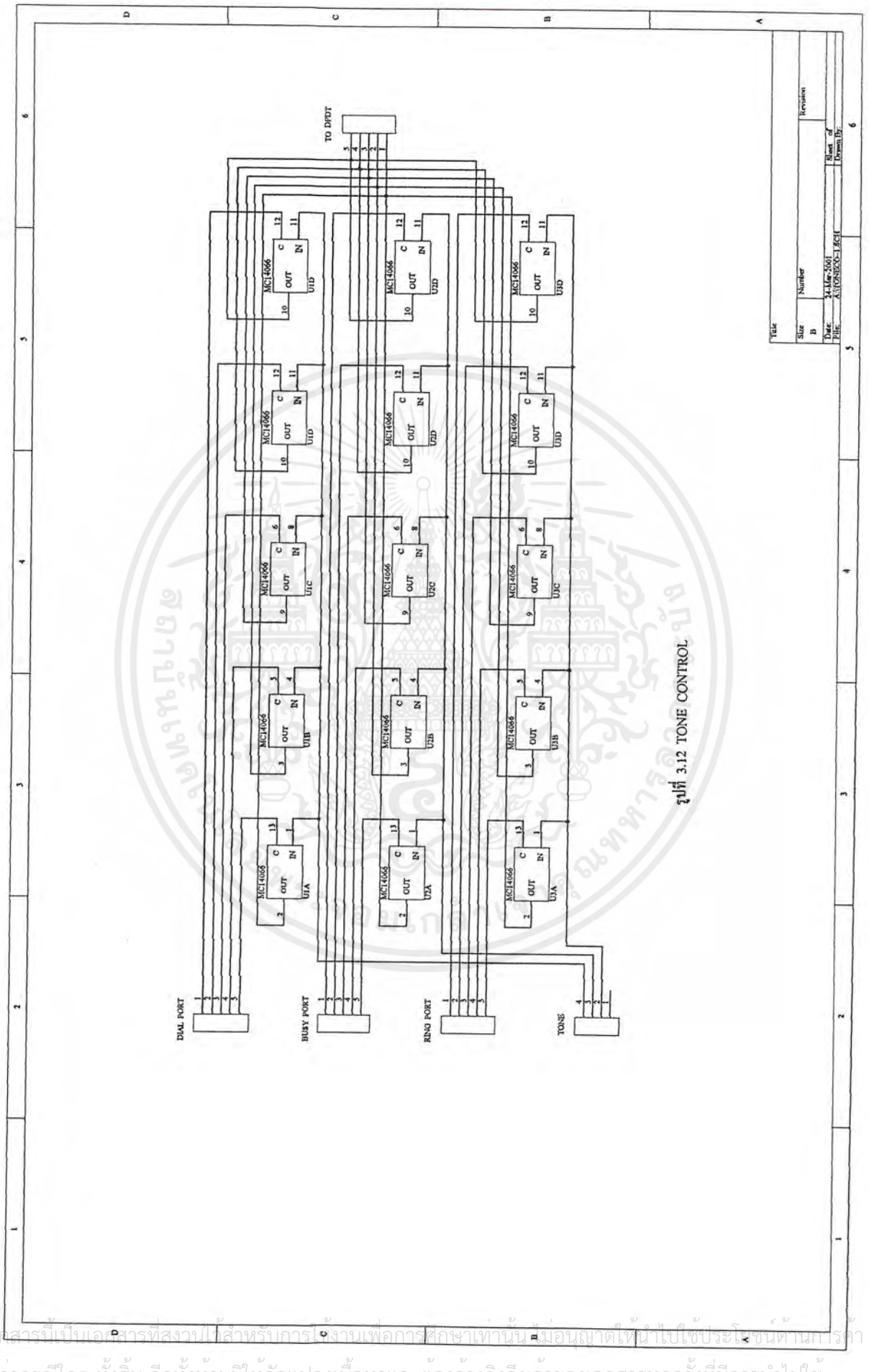
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Control)

ส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์มีหน้าที่ในการเลือกสัญญาณโทรศัพท์ คือ สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) , สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) ว่าจะให้สัญญาณใดผ่านเข้าไปยังส่วนสวิตช์ตัดต่อสัญญาณซึ่งทำการควบคุมนี้จะได้รับคำสั่งมาจากพอร์ตของส่วนควบคุมระบบซึ่งจะเป็นสัญญาณ "0" หรือ "1" ในกรณีที่เป็นสัญญาณ "1" ก็จะยอมให้สัญญาณผ่านไปได้ แต่ถ้าเป็นสัญญาณ "0" ก็จะไม่ยอมให้สัญญาณผ่าน

วงจรนี้ประกอบไปด้วย ไอซีเบอร์ 4066 เป็นอนาลอกสวิทช์ ซึ่งจะมีอินพุทเป็นสัญญาณโทรศัพท์ต่างๆ และเอาท์พุทต่อกับส่วนตัดต่อ ส่วนสัญญาณที่มาจากพอร์ตแต่ละบิทจะมาเข้าขาของอนาลอกสวิตช์ตรงช่องของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 TONE CONTROL

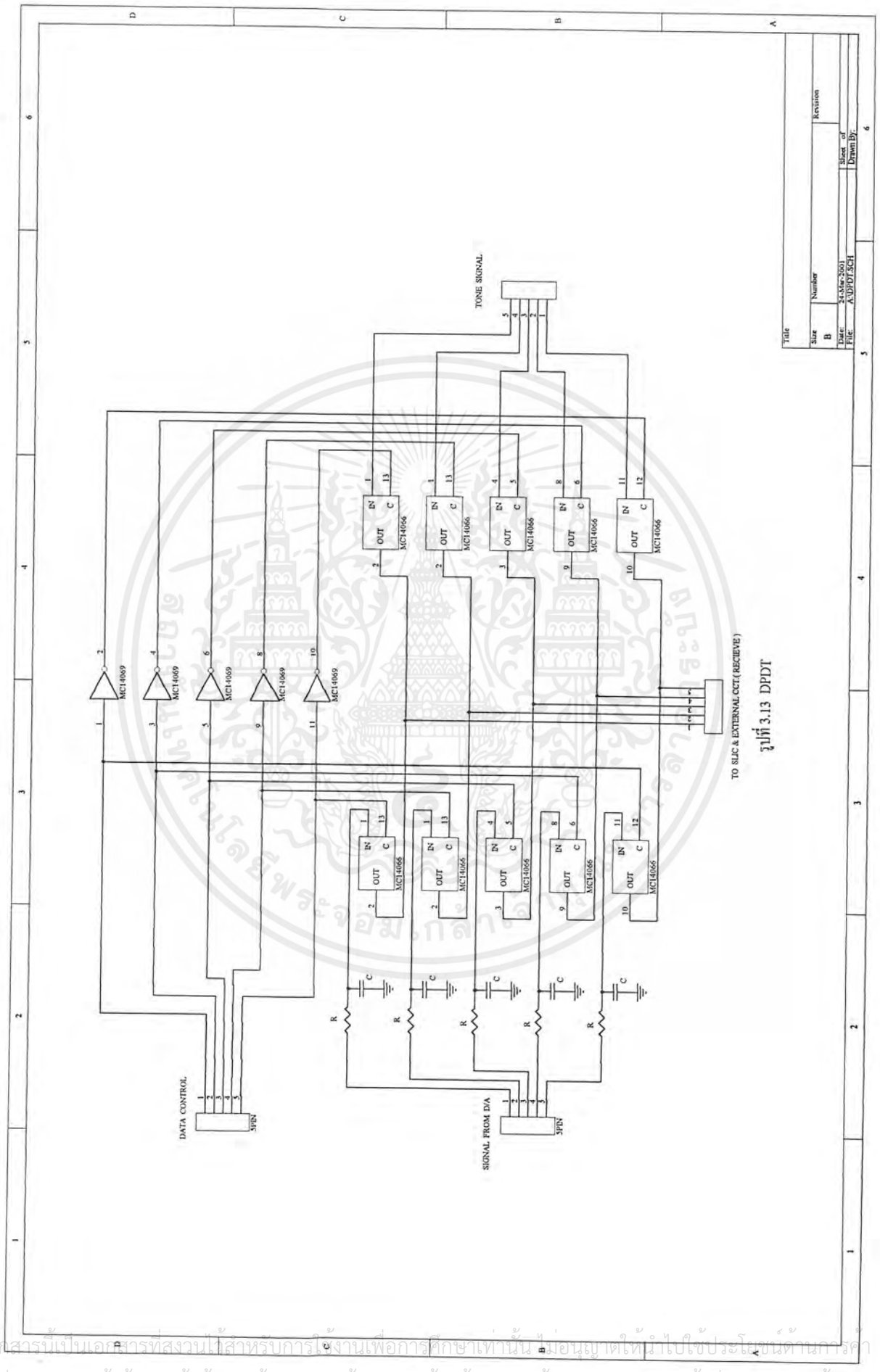
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 ส่วนของสวิตช์ตัดต่อ (DPDT)

ส่วนของสวิตช์ตัดต่อนี้มีหน้าที่ ในการเลือกสัญญาณระหว่างสัญญาณเสียงที่มาจากวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก กับสัญญาณโทรศัพท์ที่มาจากส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ สัญญาณที่สวิตช์ตัดต่อจะผ่านไปยังวงจรส่วนติดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน

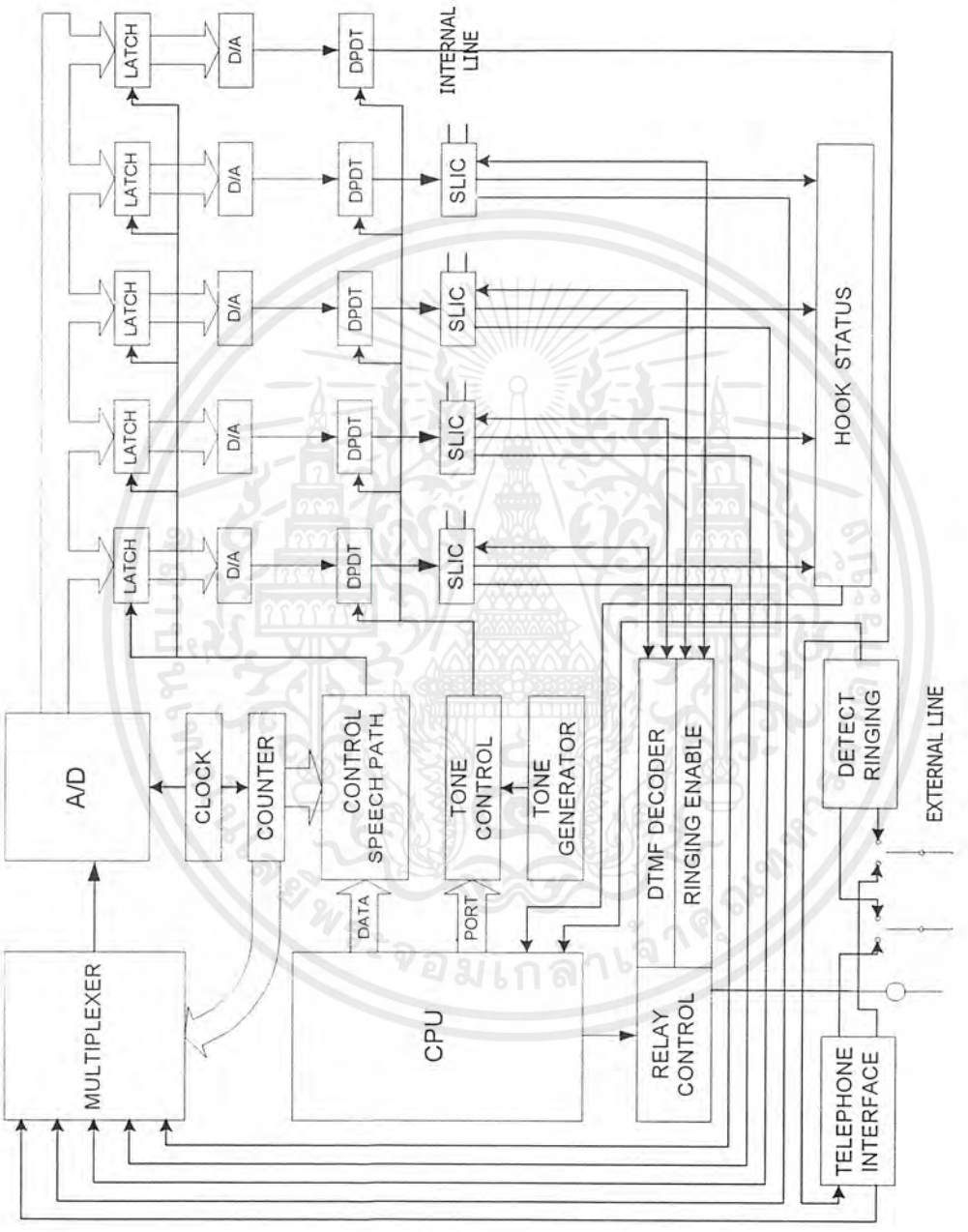
วงจรในส่วนนี้ประกอบไปด้วยไอซีที่สำคัญ คือ ไอซีเบอร์ 4066 และ 4069 โดยไอซีเบอร์ 4066 เป็นอนาลอกสวิตช์คอยตัดต่อสัญญาณให้ผ่านหรือไม่ผ่าน ส่วนไอซี 4069 เป็นอินเวอร์เตอร์ สัญญาณที่ควบคุมการตัดต่อจะมาจากพอร์ทจากวงจรควบคุมระบบ โดยเมื่อสัญญาณเป็น "1" จะตัดต่อให้สัญญาณเสียงผ่านไปยังวงจรส่วนติดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายในได้ และเมื่อเป็น "0" จะยอมให้สัญญาณโทรศัพท์ผ่านเข้าไปแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 DPDT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 บล็อกไดอะแกรมของ PABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
รายละเอียดทางโปรแกรม

4.1หลักการทำงานของโปรแกรม

1. หลักการทำงานของโปรแกรมหลัก

การทำงานจะเริ่มจากการเซ็ทค่าเริ่มต้นของโปรแกรมคือ การเซ็ทพอร์ทควบคุมของ 8255 ทำการเคลียร์ค่าที่อยู่ภายในรีจิสเตอร์ที่ใช้ทั้งหมด และค่าของพอร์ท 1 ที่รับค่าตัวเลขที่เกิดจากการกดปุ่ม พอร์ททุกพอร์ทที่เป็นเอาท์พุทพอร์ท (Dial , Busy , Ringback , Ringenable , Hook , DPDT) และเคลียร์ค่าในวงจรคอนโทรลสปีชพาท

2. โปรแกรมตรวจสอบการยกหู

เป็นโปรแกรมที่ตรวจสอบการยกหูของโทรศัพท์ทุกเครื่องว่ามีการยกหูเพิ่มขึ้นหรือวางหูหรือไม่ โดยทำการสแกนสถานะสุด ซึ่งเป็นค่าที่บอกให้ PABX เริ่มการทำงาน และทำการแปลงเลขเครื่องให้เป็นเลขฐานสอง แล้วจัดเก็บในรีจิสเตอร์

3. โปรแกรมส่งสัญญาณให้กดหมายเลข

เป็นโปรแกรมที่ใช้ส่งค่าไดอัลออกพอร์ทโดยทำการตรวจสอบค่าจากรีจิสเตอร์ของเครื่องที่มีการยกสายเพื่อโทรออก แล้วทำการเก็บเลขเครื่องที่จ่ายสัญญาณไดอัลในรีจิสเตอร์

4. โปรแกรมรับหมายเลขโทรศัพท์

เป็นโปรแกรมที่ใช้รับหมายเลขโทรศัพท์และแปลงเลขหมายให้เป็นเลขฐานสอง ซึ่งจะหมายถึงหมายเลขเครื่อง

5. โปรแกรมส่งสัญญาณที่ใช้ติดต่อโทรศัพท์

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการส่งสัญญาณต่าง ๆ ให้กับเครื่องโทรศัพท์เพื่อบอกสถานะการติดต่อ

6. โปรแกรมเขียนข้อมูลลงในคอนโทรลสปีชพาท

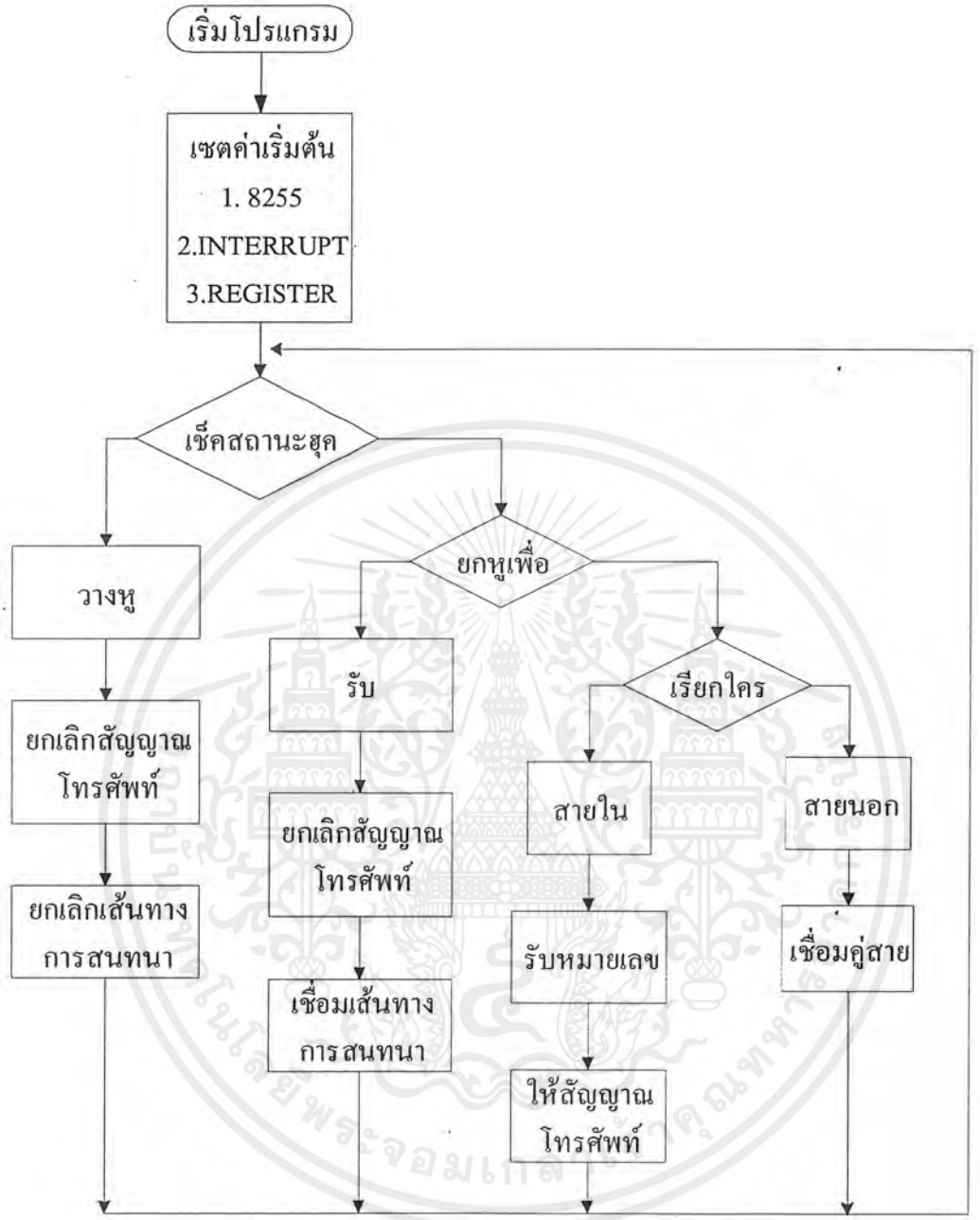
เป็นโปรแกรมที่จะนำหมายเลขเครื่องที่ยกหู และเครื่องที่จะติดต่อให้สามารถพูดคุยกันได้ผ่านสปีชพาท โดยเขียนข้อมูลลงใน ดี-ฟลิปฟลอป ในวงจรคอนโทรลสปีชพาทดังตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลใน ดี-ฟลิปฟลอป ในกรณีที่เครื่อง 1 สนทนากับเครื่อง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	Q_2	Q_1	Q_0	สัญญาณจากเครื่องที่	MSB							LSB
					Control			4	3	2	1	5
1	0	0	0	5	X	X	X	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	X	X	X	0	1	0	0	0
3	0	1	0	2	X	X	X	0	0	0	0	0
4	0	1	1	3	X	X	X	0	0	0	1	0
5	1	0	0	4	X	X	X	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลใน ดี-ฟลิปฟลอปของวงจร คอนโทรลสปีชพาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 โฟร์ชาทแสดงการทำงานของโปรแกรม

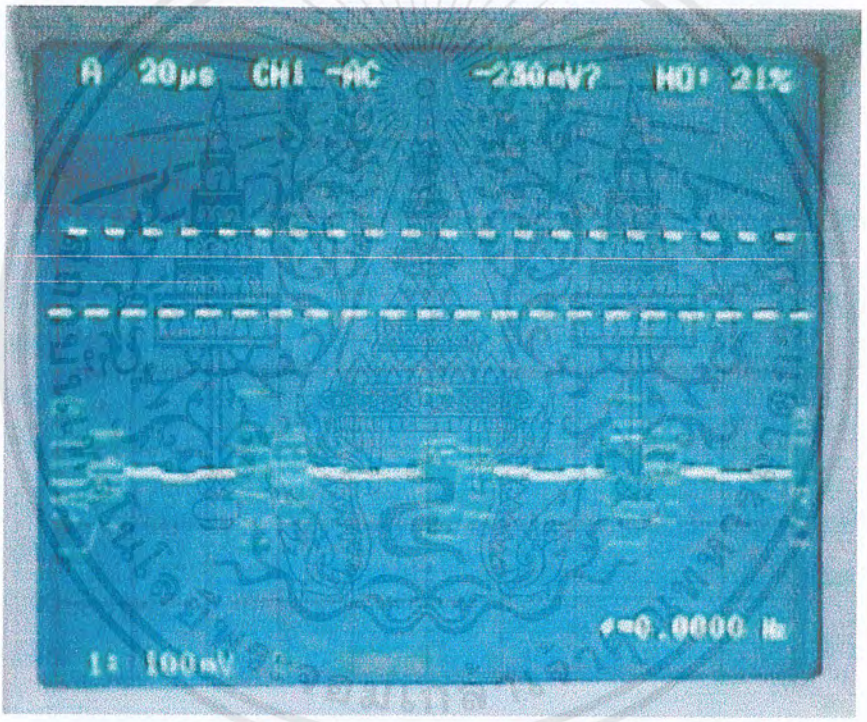
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง

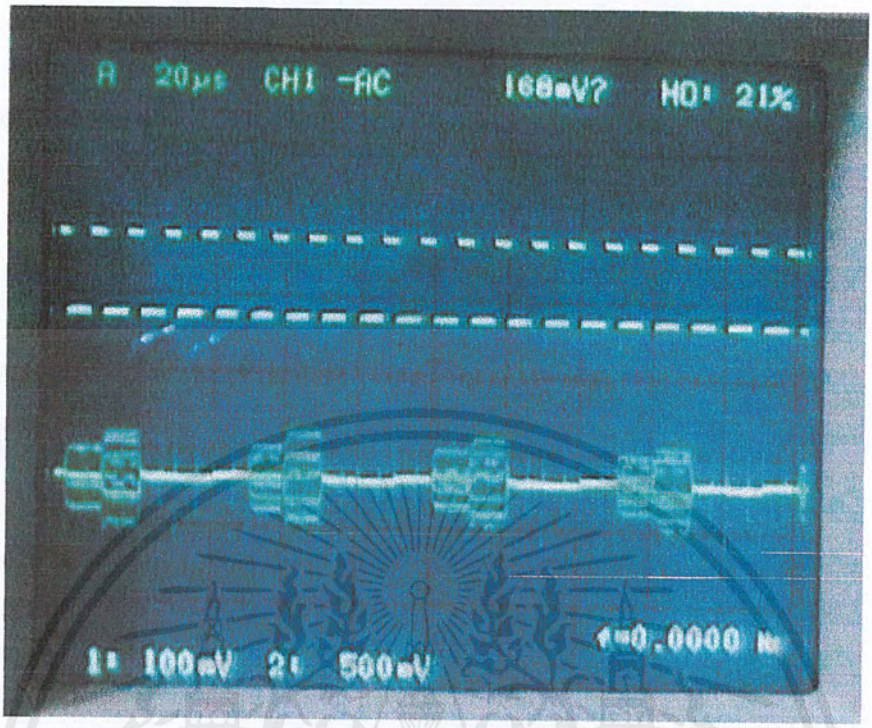
เครื่องชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอลที่ได้สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง คือสามารถใช้สนทนาระหว่างคู่สายภายใน และสนทนาระหว่างคู่สายภายในและภายนอกได้ โดยมีสัญญาณรบกวนเพียงเล็กน้อย

ในกรณีที่เครื่องที่ 1 สนทนากับเครื่องที่ 2 สามารถวัดสัญญาณได้ดังนี้



รูปที่ 5.1 แสดงสัญญาณเสียงของโทรศัพท์เครื่องที่ 1 ที่ผ่านการมัลติเพลกซ์เทียบกับสัญญาณนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 แสดงสัญญาณเสียงของโทรศัพท์เครื่องที่ 2 ที่ผ่านการมัลติเพลกซ์เทียบกับสัญญาณนาฬิกา

จากรูปที่ 5.1 และ 5.2 จะเห็นว่าในขณะที่เครื่องที่ 1 หรือ 2 พูดเพียงเครื่องเดียวแต่กลับมีสัญญาณจากขา Transmit จากทั้งเครื่องที่ 1 และ 2 ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณที่เข้าสู่ขา Recieve ของ slic นั้นจะส่งออกทางขา Transmit ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปและวิจารณ์

เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่ได้สร้างขึ้น เป็นระบบดิจิตอลที่มีการจัดช่องสัญญาณเป็นแบบ TDM (TIME DIVISION MULTIPLEX) คือมีการจัดช่องสัญญาณตามเวลา ระบบดิจิตอลนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและขยายขีดความสามารถที่มีอยู่อย่างจำกัดของระบบอนาลอก เช่น ในกรณีที่ต้องการเพิ่มจำนวนคู่สาย ในระบบดิจิตอลนี้สามารถทำได้โดยการเพิ่มความถี่ของสัญญาณนาฬิกา ในขณะที่ระบบอนาลอกนั้นต้องมีการเพิ่มอุปกรณ์เพื่อเชื่อมต่อคู่สายตามจำนวนของคู่สายที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นระบบดิจิตอลจึงเป็นระบบที่ยืดหยุ่นกว่าระบบอนาลอก ทั้งยังสามารถพัฒนาให้มีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายได้ เช่นการสนทนา 3 คู่สาย โดยการพัฒนาทางซอฟท์แวร์และเพิ่มฮาร์ดแวร์เพียงเล็กน้อย

ปัญหาที่พบในการทำโครงงานชิ้นนี้ มักเป็นปัญหาที่เกิดจากสัญญาณรบกวนเป็นส่วนใหญ่ จึงต้องอาศัยการออกแบบลายวงจรที่ดีโดยเฉพาะส่วนที่เป็นสัญญาณอนาลอก จะเป็นการลดปัญหาที่เกิดจากสัญญาณรบกวนได้ นอกจากนี้ขนาดของสัญญาณที่สายส่ง (TRANSMIT) และสายรับ (RECIEVE) นั้นต้องผ่านวงจรขยายให้มีขนาดที่เหมาะสมจึงจะสามารถส่งผ่านสัญญาณได้อย่างถูกต้อง และปัญหาที่สำคัญอีกอย่างคือ รูปสัญญาณนาฬิกาต้องไม่ผิดเพี้ยนมากไปจากสัญญาณสี่เหลี่ยม เพราะจะเป็นปัญหาให้รูปสัญญาณเอาท์พุทของวงจร MULTIPLEXER นั้นผิดเพี้ยน ทำให้วงจรส่วน A/D ทำงานผิดพลาดได้ ปัญหานี้อาจแก้ไขได้โดยการให้สัญญาณนาฬิกาผ่านบัฟเฟอร์ก่อนแล้วจึงดึงสัญญาณนาฬิกานี้ไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของ PABX

```
;*********************************************************
                ;PABX
;*********************************************************
    DIALP       EQU   0000H
    BUSYP       EQU   0100H
    RINGBKP     EQU   0200H
    CW_1        EQU   0300H

    RINGINGP    EQU   2000H
    SWITCHP     EQU   2100H
    D374P       EQU   2200H
    CW_2        EQU   2300H

    DTMF_SP     EQU   4000H
    DPDTP       EQU   4100H
    C374P       EQU   4200H
    CW_3        EQU   4300H

    DTMF_INP    EQU   6000H
    HOOKP       EQU   6100H
    CW_4        EQU   6300H

    DISDP       EQU   8000H
    CW_5        EQU   8300H

    CE_ISD      EQU   P3.0
    EOM         EQU   P3.1
    PWD         EQU   P3.5

    HOOKR       EQU   2FH
    DTMB        EQU   2DH
    NEW_HOOK    EQU   31H
    NO_HOOK     EQU   32H
    CALL_NEXT   EQU   33H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUCCESS_1     EQU    34H
SUCCESS_2     EQU    35H
CONNECT_1     EQU    36H
CONNECT_2     EQU    37H
DTMFNOR       EQU    38H
DTMFR         EQU    39H
OFF_SPEECHR   EQU    3AH
DIALR         EQU    3BH
BUSYR         EQU    3CH
RINGBKR       EQU    3DH
RINGINGR      EQU    3EH
TEMP          EQU    3FH
TEMP_1        EQU    40H
TEMP_2        EQU    41H
XHOOKR        EQU    42H
DPDTR         EQU    43H
;*************************************************
        ORG    0000H
        JMP    MAIN
        ORG    0040H
;*************************************************
MAIN:   MOV    P1,#00H
        CLR    P3.3          ;OFF RELAY
        SETB   P1.0          ;DISPLAY
        SETB   IT0
        SETB   EX0

SET_CW: CALL   DELAY
        MOV    A,#80H
        MOV    DPTR,#CW_1
        MOVX   @DPTR,A
        CALL   DELAY_2
        MOV    DPTR,#CW_2
        MOVX   @DPTR,A
        CALL   DELAY_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    DPTR,#CW_3
        MOVX   @DPTR,A
        CALL   DELAY_2
        MOV    DPTR,#CW_5
        MOVX   @DPTR,A

        CALL   DELAY_2
        MOV    A,#9BH
        MOV    DPTR,#CW_4
        MOVX   @DPTR,A

IN_SPEECH: MOV    A,#00H
        MOV    DPTR,#D374P
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    A,#11111111B
        MOV    DPTR,#C374P
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    A,#11111110B
 IN_SPE: CALL   DELAY_2
        MOVX   @DPTR,A
        RL     A
        CJNE   A,#11011111B,IN_SPE

        MOV    A,#0FFH
        MOVX   @DPTR,A

 CLEAR:  MOV    A,#00H
        MOV    HOOKR,A
        MOV    DTMB,A
        MOV    NEW_HOOK,A
        MOV    NO_HOOK,A
        MOV    CALL_NEXT,A
        MOV    SUCCESS_1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    SUCCESS_2,A
        MOV    CONNECT_1,A
        MOV    CONNECT_2,A
        MOV    DTMFNOR,A
        MOV    DTMFR,A
        MOV    OFF_SPEECHR,A
        MOV    DIALR,A
        MOV    BUSYR,A
        MOV    RINGBKR,A
        MOV    RINGINGR,A
        MOV    TEMP,A
        MOV    TEMP_1,A
        MOV    TEMP_2,A
        MOV    XHOOKR,A
        MOV    DPDTR,A
;***********************************************
            ;CHECK HOOK
;***********************************************
  CH_HOOK:  MOV    P1,#00H      ;DISPLAY
        CALL   DELAY_1
        MOV    DPTR,#HOOKP
        MOVX   A,@DPTR
        ANL    A,#0FH
        CJNE   A,HOOKR,CH_1

   CH_EX:  JB     P3.2,CH_HOOK

        MOV    TMOD,#15H
        MOV    TH0,#HIGH(-5)
        MOV    TL0,#LOW(-5)
        SETB   TR0

        MOV    R0,#100
    S_0:  MOV    TH1,#HIGH(-50000)
        MOV    TL1,#LOW(-50000)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB   TR1

S_1:    JBC    TF0,TRUE
        JNB    TF1,S_1
        CLR    TR1
        CLR    TF1
        DJNZ   R0,S_0

STOP:   CLR    TR0
        CLR    TR1
        CLR    TF0
        CLR    TF1
        JMP    CH_HOOK

TRUE:   SETB   P3.3          ;SWITCH TO EXTERNAL CCT.
        MOV    XHOOKR,#10H
        MOV    A,XHOOKR
        MOV    NEW_HOOK,A
        MOV    NO_HOOK,#05H

        CLR    TR0
        CLR    TR1
        CLR    TF0
        CLR    TF1
        MOV    P1,#0FFH
        JMP    TRANSMIT

CH_1:   CLR    EA
        MOV    TEMP,A
        XRL    A,HOOKR
        MOV    NEW_HOOK,A

        CLR    CY
        MOV    NO_HOOK,#00H
CH_2:   RRC    A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC    NO_HOOK
        JNC    CH_2

        CLR    CY
        MOV    A,TEMP
        SUBB   A,HOOKR
        MOV    HOOKR,TEMP
        JNB    CY,ON_HOOK
        JMP    OFF_HOOK
;*************************************************
            ;ON HOOK
;*************************************************
  ON_HOOK:
        MOV    P1,#0FH        ;DISPLAY

        MOV    A,CONNECT_1
        ANL    A,#0FH
        CJNE   A,NO_HOOK,ON_1
        MOV    CALL_NEXT,CONNECT_1
        MOV    SUCCESS_1,CONNECT_1
        MOV    CONNECT_1,#00H
        JMP    RECIEVE

   ON_1: MOV   A,CONNECT_2
        ANL    A,#0FH
        CJNE   A,NO_HOOK,TRANSMIT    ;IF IT'S NOT RECIEVE
        MOV    CALL_NEXT,CONNECT_2   ;IT'S TRANSMIT
        MOV    SUCCESS_2,CONNECT_2
        MOV    CONNECT_2,#00H
        JMP    RECIEVE
;*************************************************
            ;TRANSMIT
;*************************************************
 TRANSMIT:  MOV    A,SUCCESS_1
        CJNE   A,#00H,CHECK_NEXT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JMP    DIAL

CHECK_NEXT: MOV    A,SUCCESS_2
        CJNE   A,#00H,NET_BUSY
        JMP    DIAL

NET_BUSY:  MOV    DPTR,#BUSYP
        MOV    A,NEW_HOOK
        ORL    A,BUSYR
        MOV    BUSYR,A
        MOVX   @DPTR,A

        JMP    CH_HOOK

DIAL:    MOV    A,NEW_HOOK
        MOV    DIALR,A
        MOV    DPTR,#DIALP
        MOVX   @DPTR,A

        JMP    GETNUM
;************************************************
            ;GET NUM
;************************************************
GETNUM:    MOV    A,NEW_HOOK      ;ON DTMF I/P
        MOV    DPTR,#DTMF_SP
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    TMOD,#10H
        MOV    R0,#200
NOK_1:  MOV    TH1,#HIGH(-50000)
        MOV    TL1,#LOW(-50000)
        SETB   TR1

        MOV    DPTR,#DTMF_INP
WAIT_ST:  MOVX   A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JBC     ACC.4,NOK_2

        JNB     TF1,WAIT_ST
        CLR     TR1
        CLR     TF1
        DJNZ    R0,NOK_1

        MOV     A,NEW_HOOK
        ORL     A,BUSYR
        MOV     BUSYR,A
        MOV     DPTR,#BUSYP
        MOVX    @DPTR,A

        JMP     CH_HOOK

NOK_2:  ANL     A,#0FH
        MOV     DTMFR,A

        MOV     A,#00H          ;OFF DTMF I/P
        MOV     DPTR,#DTMF_SP
        MOVX    @DPTR,A

OFF_DIAL: MOV   A,NEW_HOOK
        CPL     A
        ANL     A,DIALR
        MOV     DIALR,A
        MOV     DPTR,#DIALP
        MOVX    @DPTR,A

        MOV     A,DTMFR
        MOV     DTMFNOR,#00H
        CJNE    A,#10,NUM_1
        JMP     EXTERNAL

NUM_1:  INC     DTMFNOR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE   A,#1,NUM_2
        MOV    DTMB,#00000001B
        JMP    PRE_TONE
NUM_2:  INC    DTMFNOR
        CJNE   A,#2,NUM_3
        MOV    DTMB,#00000010B
        JMP    PRE_TONE
NUM_3:  INC    DTMFNOR
        CJNE   A,#3,NUM_4
        MOV    DTMB,#00000100B
        JMP    PRE_TONE
NUM_4:  INC    DTMFNOR
        CJNE   A,#4,NO_NUM
        MOV    DTMB,#00001000B
        JMP    PRE_TONE

NO_NUM: MOV    DPTR,#BUSYP
        MOV    A,NEW_HOOK
        ORL    A,BUSYR
        MOV    BUSYR,A
        MOVX   @DPTR,A
        JMP    CH_HOOK

PRE_TONE: MOV  A,DTMB
        CJNE   A,NEW_HOOK,TONE
        JMP    NO_NUM
;*************************************************
        ;TONE
;*************************************************
TONE:   MOV    A,DTMB
        ANL    A,HOOKR
        CJNE   A,#00H,TONE_2        ;TONE_2:=BUSY

TONE_1: MOV    A,DTMB               ;TONE_1:=RINGBACK
        ORL    A,RINGINGR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    RINGINGR,A
        MOV    DPTR,#RINGINGP
        MOVX   @DPTR,A

TONE1_2: MOV   A,NEW_HOOK
        ORL    A,RINGBKR
        MOV    RINGBKR,A
        MOV    DPTR,#RINGBKP
        MOVX   @DPTR,A
        JMP    GO_GO

TONE_2:  MOV   A,NEW_HOOK
        ORL    A,BUSYR
        MOV    BUSYR,A
        MOV    DPTR,#BUSYP
        MOVX   @DPTR,A
        JMP    CH_HOOK
;************************************************
          ;GO GO
;************************************************
GO_GO:  MOV    A,NO_HOOK
        SWAP   A
        ORL    A,DTMFNOR
        MOV    TEMP,A

        MOV    A,CONNECT_1
        CJNE   A,#00H,GO_1
        MOV    CONNECT_1,TEMP
        JMP    CH_HOOK

GO_1:   MOV    CONNECT_2,TEMP
        JMP    CH_HOOK
;************************************************
          ;RECIEVE
;************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RECIEVE:  MOV   A,NEW_HOOK
          MOV   R0,A
          CPL   A
          ANL   A,RINGINGR
          MOV   RINGINGR,A

          MOV   DPTR,#RINGINGP
          MOVX  @DPTR,A          ;OFF RINGING

          MOV   A,CALL_NEXT
          ANL   A,#0F0H
          SWAP  A
          MOV   TEMP_1,A

          MOV   A,#01111111B
    RE_1: RL    A
          DJNZ  TEMP_1,RE_1
          MOV   TEMP,A
          ANL   A,RINGBKR
          MOV   RINGBKR,A
          MOV   DPTR,#RINGBKP
          MOVX  @DPTR,A          ;OFF RINGBACK

          MOV   A,TEMP
          CPL   A
          MOV   R1,A

          JMP   SPEECH
;*************************************************
          ;SPEECH
;*************************************************
 SPEECH:
 S_DPDT1: MOV   A,R0
          ORL   A,R1
          ORL   A,DPDTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    DPDTR,A
        MOV    DPTR,#DPDTP
        MOVX   @DPTR,A

SPEECH_1: MOV    A,R0
        MOV    DPTR,#D374P
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    A,R1
        CPL    A
        MOV    DPTR,#C374P
        MOVX   @DPTR,A

        CALL   DELAY_2
        MOV    A,#0FFH
        MOVX   @DPTR,A

SPEECH_2: MOV    A,R1
        MOV    DPTR,#D374P
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    A,R0
        CPL    A
        MOV    DPTR,#C374P
        MOVX   @DPTR,A

        CALL   DELAY_2
        MOV    A,#0FFH
        MOVX   @DPTR,A
        JMP    CH_HOOK
;*************************************************
            ;OFF HOOK
;*************************************************
OFF_HOOK:
        MOV    P1,#0F0H          ;DISPLAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    A,NEW_HOOK
        CPL    A
        MOV    TEMP,A

        MOV    A,TEMP
        ANL    A,DIALR
        MOV    DIALR,A
        MOV    DPTR,#DIALP
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    A,TEMP
        ANL    A,BUSYR
        MOV    BUSYR,A
        MOV    DPTR,#BUSYP
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    A,TEMP
        ANL    A,RINGBKR
        MOV    RINGBKR,A
        MOV    DPTR,#RINGBKP
        MOVX   @DPTR,A

OFF_A1: MOV    A,CONNECT_1
        ANL    A,#0F0H
        SWAP   A
        CJNE   A,NO_HOOK,OFF_A2
        MOV    A,CONNECT_1
        ANL    A,#0FH
        MOV    TEMP,A

        MOV    A,#01111111B
OFF_A11: RL    A
        DJNZ   TEMP,OFF_A11
        ANL    A,RINGINGR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    RINGINGR,A
        MOV    DPTR,#RINGINGP
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    CONNECT_1,#00H
        JMP    CH_HOOK

OFF_A2: MOV    A,CONNECT_2
        ANL    A,#0F0H
        SWAP   A
        CJNE   A,NO_HOOK,OFF_B1
        MOV    A,CONNECT_2
        ANL    A,#0FH
        MOV    TEMP,A

        MOV    A,#01111111B
OFF_A22: RL    A
        DJNZ   TEMP,OFF_A22
        ANL    A,RINGINGR
        MOV    RINGINGR,A
        MOV    DPTR,#RINGINGP
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    CONNECT_2,#00H
        JMP    CH_HOOK

OFF_B1: MOV    A,SUCCESS_1
        ANL    A,#0FH
        CJNE   A,NO_HOOK,OFF_B11
        MOV    A,SUCCESS_1
        SWAP   A
        MOV    OFF_SPEECHR,A
        MOV    SUCCESS_1,#00H
        JMP    OFFSPEECH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OFF_B11:  MOV    A,SUCCESS_1
          ANL    A,#0F0H
          SWAP   A
          CJNE   A,NO_HOOK,OFF_B2
          MOV    A,SUCCESS_1
          MOV    OFF_SPEECHR,A
          MOV    SUCCESS_1,#00H
          JMP    OFFSPEECH

 OFF_B2: MOV    A,SUCCESS_2
          ANL    A,#0FH
          CJNE   A,NO_HOOK,OFF_B22
          MOV    A,SUCCESS_2
          SWAP   A
          MOV    OFF_SPEECHR,A
          MOV    SUCCESS_2,#00H
          JMP    OFFSPEECH

OFF_B22:  MOV    A,SUCCESS_2
          ANL    A,#0F0H
          SWAP   A
          CJNE   A,NO_HOOK,NO_TALK
          MOV    A,SUCCESS_2
          MOV    OFF_SPEECHR,A
          MOV    SUCCESS_2,#00H
          JMP    OFFSPEECH

  NO_TALK:  JMP    CH_HOOK
;************************************************
              ;OFF SPEECH
;************************************************
  OFFSPEECH:
   OFF_1:  MOV    A,NEW_HOOK
          CPL    A
          MOV    R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OFF_2:  MOV    A,OFF_SPEECHR
        ANL    A,#0FH
        MOV    TEMP,A

        MOV    A,#10000000B
OFF_21: RL     A
        DJNZ   TEMP,OFF_21
        MOV    TEMP_1,A
        CPL    A
        MOV    R1,A

S_DPDT0: MOV    A,R0
        ANL    A,R1
        ANL    A,DPDTR
        MOV    DPDTR,A
        MOV    DPTR,#DPDTP
        MOVX   @DPTR,A

OUT_OFF:  MOV    A,#00H
        MOV    DPTR,#D374P
        MOVX   @DPTR,A

OUT_OFF1: MOV    A,R0
        MOV    DPTR,#C374P
        MOVX   @DPTR,A

        CALL   DELAY_2
        MOV    A,#0FFH
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    A,R1
        MOVX   @DPTR,A

        CALL   DELAY_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    A,#0FFH
        MOVX   @DPTR,A

OUT_BUSY: MOV   A,TEMP_1
        ORL    A,BUSYR
        MOV    BUSYR,A
        MOV    DPTR,#BUSYP
        MOVX   @DPTR,A

        JMP    CH_HOOK
;*************************************************
            ;EXTERNAL
;*************************************************
 EXTERNAL: JMP   $
;*************************************************
            ;SPECIAL
;*************************************************
 SPECIAL:   JMP   $
;*************************************************
;*************************************************
            ;DELAY
;*************************************************
   DELAY: MOV   TMOD,#01H
        MOV    R7,#100
  AGAIN: MOV    TH0,#HIGH (-10000)
        MOV    TL0,#LOW (-10000)
        SETB   TR0
  WAIT: JNB     TF0,$
        CLR    TF0
        CLR    TR0
        DJNZ   R7,AGAIN
        RET

DELAY_1: MOV    TMOD,#01H
        MOV    R7,#50
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
AGAIN_1:  MOV    TH0,#HIGH (-10000)
          MOV    TL0,#LOW (-10000)
          SETB   TR0
WAIT_1:   JNB    TF0,$
          CLR    TF0
          CLR    TR0
          DJNZ   R7,AGAIN
          RET

DELAY_2:  MOV    TMOD,#01H
          MOV    R7,#100
AGAIN_2:  MOV    TH0,#HIGH (-5000)
          MOV    TL0,#LOW (-5000)
          SETB   TR0
WAIT_2:   JNB    TF0,$
          CLR    TF0
          CLR    TR0
          DJNZ   R7,AGAIN
          RET
;************************************************
          END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็เพราะได้รับความเอื้อเฟื้อในด้านต่าง ๆ จาก อาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษา และแนะแนวทาง ในการทำงาน และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น รวมถึงเพื่อน ๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ ผู้จัดทำจึงขอแสดงความคุณ ณ โอกาสนี้ด้วย

ปาริชาติ พฤทธิ์จารุพงศ์

(น.ส. ปาริชาติ พฤทธิ์จารุพงศ์)

เรืองนภา โสภาทรัพย์

(น.ส. เรืองนภา โสภาทรัพย์)

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. สุทธินันท์ พรศิริกุล , "ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์" , เซมิคอนดักเตอร์อีเล็กทรอนิกส์ , ฉบับที่ 120 , หน้า 90-94 , กันยายน 2535

2. ไอซีน่าสน , "MT8870" , เซมิคอนดักเตอร์อีเล็กทรอนิกส์ , ฉบับที่ 88 ,หน้า 210-214 , กันยายน-ตุลาคม 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้