เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ
ระบบดิจิตอลส์ปีซ่พาทส์
(PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE)

โดย

นาย ฐิติพงศ์ เฉิดสกุล

นาย เทพาทธิ์ ชัยกิจ

นาย บริญญา จินานุกูลวงศ์

วัน เดือน ปี 14 ม.ค 2539
เลขทะเบียน 034414
เลขเรียกหนังสือ T 3701 ฐ 6

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอิเล็กทร์อนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2537

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติระบบดิจิตอลสปีชพาทส์

(PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE)

ผู้จัดทำ นาย ฐิติพงศ์ เฉิดสกุล รหัสประจำตัว 34102109

นาย เทพฤทธิ์ ชัยกิจ รหัสประจำตัว 34103131

นาย ปริญญา จินานุกูลวงศ์ รหัสประจำตัว 34104213

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ประภากร สุวรรณะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ระบบดิจิตอลสปีชพาทส์

โดย นาย ฐิติพงศ์ เฉิดสกุล รหัสประจำตัว 34102109
นาย เทพฤทธิ์ ชัยกิจ รหัสประจำตัว 34103131
นาย ปริญญา จินานุกูลวงศ์ รหัสประจำตัว 34104213

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ประภากร สุวรรณะ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอการพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ โดยขยายคู่สายจาก 2 คู่สายเป็น 14 คู่สายภายใน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบดังกล่าวทั้งหมด อีกทั้งสามารถแก้ไข ปรับปรุงโปรแกรมโดยใช้ ไมโครโปรเซสเซอร์ผ่านทาง Serial port RS-232 จึงทำให้ระบบชุมสายดังกล่าวมี ประสิทธิภาพสูง และสามารถแก้ไข ปรับปรุง ประยุกต์ใช้งาน ให้ทำงานได้ดียิ่งขึ้นต่อไปได้

นอกจากนี้ ระบบชุมสายโทรศัพท์นี้ใช้ระบบดิจิตอลในการติดต่อช่องสัญญาณซึ่งเป็นข้อดีในการขยายคู่สายเครื่องลูกได้มากขึ้น และทำได้ง่ายกว่าระบบครอสพอยน์สวิทช์ หรือรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIGITAL SPEECH PATHS
PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

Presents Mr.Thitipong Cherdsakul Code 34102109
Mr.Tepparit Chaiyakij Code 34103131
Mr.Parinya Jinanukulwong Code 34104213

Advisor Mr.Prapakorn Suwanna

ABSTRACT

This thesis presents the development of PABX by extending two external line to fourteen internal line by using MCS-51 microcontroler to control the whole system to work as we want. Moreover we can improve the program by using the microprocessor through RS-232 interface. Therefore it makes this PABX highly efficient, editable improvable and canbe applied in many uses.

This Private Automatic Branch Exchange used the digital speech path system to communicate between the signal channels which is the advantage to the internal line extension. Besides it is used easier than the cross point switch or relay system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
บทนำ		1
	ประเภทของระบบโทรศัพท์	2
บทที่ 1	ทฤษฎีเบื้องต้นประกอบการทำงานของวงจร	5
	ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	5
	เครื่องโทรศัพท์หน้าปัดแบบกดปุ่ม	7
	สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย	9
	ส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายใน	13
	ส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก	16
	ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก	16
	การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF	17
	การทำงานของไอซีเบอร์ MT8870	18
บทที่ 2	ระบบชุมสายโทรศัพท์ขนาดย่อย	25
บทที่ 3	หลักการทำงานและการออกแบบวงจร	28
	1. ส่วนติดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน (SLIC)	28
	2. ส่วนกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Generator)	29
	3. ส่วนถอดรหัสความถี่สัญญาณ (DTMF)	30
	4. ส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Control)	32
	5. ส่วนสวิทช์คัดต่อ (DPDT)	33
	6. ส่วน Power Supply	33
	7. ส่วน Speech Path	33
	8. ส่วนที่ใช้ติดต่อกับโทรศัพท์ภายนอก	49
	9. ส่วนเขียน RAM Control Speech Path และ Interface กับ MCS-51	49
	10. Control Board (MCS-51)	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 รายละเอียดทาง SOFTWARE	50
บทที่ 5 ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง	60
ผลการทดลอง	60
ผลการทดลอง เมื่อนำวงจรแต่ละส่วนมาประกอบกัน	62
บทสรุปและวิจารณ์	63
แนวทางการพัฒนา	64
ภาคผนวก ก MICROCONTROLER MCS-51	65
โปรแกรม SOFTWARE	76
เอกสารอ้างอิง	96
กิตติกรรมประกาศ	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ระบบดิจิตอลสปิชพาทส์ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE)

บทนำ (Introduction)

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสาร เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในระบบธุรกิจ อุปกรณ์การติดต่อสื่อสารหลาย ๆ อย่าง ได้ถูกนำมาใช้อำนวยความสะดวก โทรศัพท์ก็เป็นอุปกรณ์ การติดต่อสื่อสารอย่างหนึ่งซึ่งสะดวก ประหยัดและง่ายต่อการใช้งาน เมื่อเริ่มต้นในการติดต่อทางธุรกิจนั้น เราจะขอเลขหมายจากองค์การโทรศัพท์ ตามความต้องการว่าจำเป็นต้องใช้โทรศัพท์ในธุรกิจมากน้อยแค่ไหน เมื่อธุรกิจมีความต้องการใช้โทรศัพท์มากขึ้น การมีโทรศัพท์สายตรงมาก เลขหมายก็ไม่ได้อำนวยความสะดวกให้กับผู้คนในสำนักงานเลย กลับเพิ่มภาระความยุ่งยากขึ้นมาเสียอีก สำนักงานที่มีคนมากขึ้น มีหมายเลขมากขึ้น มีเครื่องโทรศัพท์มากขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้ "ระบบโทรศัพท์" เรียกว่าเป็นพัฒนาการของเครื่องโทรศัพท์ขั้นมาอีกขั้น ระบบโทรศัพท์มีมานานแล้ว สมัยก่อนสำนักงานที่เหมาะสมจะใช้ระบบโทรศัพท์ มักจะเป็นสำนักงานที่ทำธุรกิจขนาดใหญ่ แต่ปัจจุบันไม่เป็นอย่างนั้น เดี๋ยวนี้เรามีระบบโทรศัพท์ใช้แม้แต่ในบ้าน สิ่งเหล่านี้เป็นเหมือนตัวแทนของเทคโนโลยีที่มีบทบาทมากขึ้นทุกที ในชีวิตประจำวันของเราทุกคน

โทรศัพท์ช่วยให้เราสื่อสารอย่างสะดวกสบาย และยิ่งถ้าเป็นระบบโทรศัพท์ที่ยิ่งสะดวกสบายคุ้มค่ากับเงินที่จ่ายไปเป็นค่าระบบอีกด้วย ระบบโทรศัพท์สามารถใช้เป็นสายติดต่อกันภายในสามารถรับสายแทนกัน เมื่อมีสายนอกเข้ามาก็สามารถรับโทรศัพท์นั้นได้จากทุกจุดที่ต้องการ

เจ้าหน้าที่ในสำนักงานสามารถประชุมร่วมกันโดยใช้สายโทรศัพท์เป็นสื่อตั้งแต่ 3 คน ขึ้นไป สามารถใช้โทรศัพท์เทนไมโครโฟนประกาศผ่านลำโพงให้ได้ยินกันทั่วทุกคน หรือ เฉพาะกลุ่มแล ะยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่ระบบโทรศัพท์สามารถทำได้ คุณสมบัติเหล่านี้จะมีอยู่ในระบบโทรศัพท์ขนาดเล็กจำนวนสายนอกเพียง 1 ถึง 2 สาย ไปจนถึงระบบโทรศัพท์ขององค์กรขนาดใหญ่ มีสายนอกเป็นร้อย ๆ สาย และ จำนวนเครื่องภายในเป็นหมื่นเครื่อง และยิ่งเป็นระบบใหญ่ ความสามารถในการตอบสนองความสะดวกสบายให้แก่สำนักงานก็มีเพิ่มมากขึ้นกว่าระบบเล็ก ๆ

ทุกสำนักงาน ทุกองค์กร สามารถใช้ระบบโทรศัพท์ได้ทั้งสิ้น ถ้าต้องการความเป็นระเบียบและความสะดวกสบายในการทำธุรกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange) เป็นระบบซึ่งนำมาใช้ขยายการใช้ประโยชน์ของคู่สายโทรศัพท์ให้กว้างขึ้น โดยการขยายคู่สายจากองค์การโทรศัพท์ภายนอกตั้งแต่หนึ่งคู่สายขึ้นไป ให้เป็นคู่สายโทรศัพท์ภายในหลาย ๆ คู่สาย ซึ่งปัจจุบันได้มีการทำขึ้นมาตั้งแต่ระบบใหญ่มาก ๆ ที่ใช้ตามโรงงาน โรงแรม ซึ่งมีคู่สายภายในหลายร้อยคู่สาย และระบบเล็กที่ใช้ตามสำนักงาน หรือบ้านพัก ซึ่งมีคู่สายในไม่กี่คู่สาย ในระบบขนาดเล็กที่มีการทำและพัฒนากันขึ้นมานั้นก็จะมีทั้งระบบที่มี การต่อแบบใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ,ระบบครอสพอยน์สวิทช์ (Cross Point Switch) และระบบดิจิตอล (Digital) ซึ่งในระบบดิจิตอลนี้ จะมีข้อได้เปรียบในด้าน การขยายคู่สายในอนาคต รวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพของซอฟท์แวร์ที่ควบคุมระบบได้ดีกว่า แต่ในการทำออกมาในปัจจุบันคงต้องคำนึงถึงราคาต้นทุนการผลิต และขีดความสามารถในการนำไปใช้งานของผู้ใช้

สำหรับโครงงานนี้ ได้พัฒนาและออกแบบระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติในระบบดิจิตอลที่มีการควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroler) โดยขยายคู่สายจากองค์การโทรศัพท์ภายนอก 2 คู่สาย ให้เป็นคู่สายโทรศัพท์ภายใน 14 คู่สายภายใน ระบบที่สร้างขึ้นจะใช้กับโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ซึ่งใช้วิธีการผสมความถี่ (Dual Tone Multi Frequency หรือ DTMF) เท่านั้น ซึ่งในการทำงานจะทำการแปลงสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณรับและส่ง ที่แยกจากกัน (2 ออก 4) โดยนำไอซี (Integrate Circuit) โทรศัพท์มาใช้งาน และใช้การแบ่งเวลา (Time Sharing) ในการแบ่งช่องสัญญาณเสียงอุปกรณ์ที่ทำจะทำได้ตามท้องตลาดทั่วไป โดยแบ่งเป็นส่วนสำคัญของระบบได้ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนฮาร์ดแวร์ที่ติดต่อกับโทรศัพท์ทั้งหมด
2. ส่วนทางเดินสัญญาณเสียงระบบดิจิตอล (Digital Speech Path)
3. ส่วนซอฟท์แวร์ที่ใช้ควบคุมและฮาร์ดแวร์ที่ใช้ติดต่อกับบอร์ดคอนโทรลเลอร์

ประเภทของระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ในสำนักงานมีอยู่ 3 ประเภท คือ

1. ระบบคีย์เทเลโฟน (Key Telephone)
2. ระบบคู่สายขา PABX (Private Automatic Branch Exchange)
3. ระบบโทรศัพท์แบบผสม (Hybridge)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์แต่ละแบบนั้น จะใช้งานต่างกันที่จำนวนโทรศัพท์ในสำนักงานนั้นต้องการมากน้อยเพียงใด การทำงานของระบบโทรศัพท์แต่ละแบบจะแตกต่างกันไปโดยสิ้นเชิง สำนักงานจะต้องเลือกระบบโทรศัพท์แบบใดแบบหนึ่งมาใช้ ไม่สามารถนำมาผสมปนเปกันได้เลย

ข้อเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบโทรศัพท์ทั้ง 3 แบบ มีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบโทรศัพท์แบบคีย์เทเลโฟน

ประกอบด้วยตัวตู้ และหัวเครื่องโทรศัพท์ ที่มีปุ่มการทำงานต่าง ๆ มากมายอยู่บนเครื่อง เราเรียกเครื่องโทรศัพท์แบบนี้ว่า หัวเครื่องคีย์ หรือ หัวเครื่องแบบฉลาด และอาจมีจอตัวอักษรสามารถฝากข้อความและทำงานอื่น ๆ ได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอีกหรืออาจเรียกว่า ฟีเจอร์เทเลโฟน (Feature Telephone) การเดินสายจากตู้ไปยังหัวเครื่องแบบนี้จะต้องเดินสาย 4 เส้น จากปุ่มต่าง ๆ ที่อยู่บนตัวเครื่อง ผู้ใช้ทุกคนสามารถเห็นภาวะการใช้โทรศัพท์ในสำนักงานได้ เนื่องจากมีปุ่มไบแสดงไว้ ระบบโทรศัพท์แบบนี้จะมีคุณสมบัติมากน้อยเท่าไร ก็ขึ้นอยู่กับว่าเครื่องที่ใช้จะสามารถทำงานได้ขนาดไหน แต่ยิ่งมีความสามารถก็ยิ่งราคาสูง ซึ่งตามปกติถ้าสำนักงานคิดจะใช้ระบบโทรศัพท์แบบคีย์เทเลโฟน จะต้องลงทุนสูงในเรื่องของราคาของหัวเครื่อง ยิ่งถ้าจำนวนสายภายในมีมาก การลงทุนซื้อหัวเครื่องที่มีราคาสูงจึงเป็นการลงทุนที่ค่อนข้างมาก ด้วยเหตุนี้เอง เราจึงพบว่าระบบโทรศัพท์แบบคีย์เทเลโฟนมักจะมีใช้ในสำนักงานขนาดเล็ก และสำนักงานขนาดกลางที่มีจำนวนสายภายนอกและสายภายในไม่มาก

2. ระบบโทรศัพท์แบบตู้สาขา

มีตัวตู้ และหัวเครื่องเช่นเดียวกัน แต่หัวเครื่องของระบบโทรศัพท์แบบนี้จะเป็นเครื่องโทรศัพท์แบบธรรมดาที่ใช้กันทั่วไป เราสามารถสร้างตู้สาขาให้มีจำนวนเลขหมายเท่าใดก็ได้ตามต้องการ ตู้สาขาที่ขายอยู่ปัจจุบันมีตั้งแต่ขนาดเล็กจำนวน 1 สายนอก 4 สายใน ซึ่งส่วนใหญ่มักจะผลิตเองโดยคนไทยและสามารถใช้งานได้ดีไปจนถึงตู้สาขาขนาดใหญ่สำหรับองค์กรขนาดใหญ่ที่มีจำนวนเลขหมายเป็นร้อยสายและมีเครื่องภายในเป็นสาขามาก

3. ระบบโทรศัพท์แบบผสม

ซึ่งเป็นระบบหนึ่งที่ใช้กันมาก เป็นการผสมผสานระหว่างทั้งสองระบบข้างต้นเข้าด้วยกัน ระบบนี้น่าจะเรียกว่า คีย์เทเลโฟนเทียม เพราะสามารถใช้หัวเครื่องแบบคีย์เทเลโฟน ปนกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวเครื่องธรรมดา สามารถลดค่าใช้จ่ายในบางจุดที่ไม่มีความจำเป็นในการใช้โทรศัพท์มาก

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะกล่าวถึงการพัฒนาชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล (Digital) ซึ่งควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroler) และใช้ระบบดิจิตอลในการค้นค่อช่องสัญญาณติดต่อแทนการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) และครอสพอยน์สวิทช์ (Cross Point Switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

ทฤษฎีเบื้องต้นประกอบการทำงานของวงจร

ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

อุปกรณ์ที่สำคัญเกือบจะทั้งหมดที่ผู้ใช้มีในระบบโทรศัพท์ ก็คือ เครื่องโทรศัพท์ (Subscriberset) อุปกรณ์โทรศัพท์มีหน้าที่สร้างสัญญาณส่งไปยังชุมสาย (Dialing) เพื่อให้ชุมสายทราบถึงหมายเลขที่กำลังติดต่อ ส่วนสัญญาณ (ringing) , ส่วนส่ง (Transmitting) , ส่วนรับ (Receiving) ซึ่งส่วนทั้งหมดนี้จะอยู่ที่ผู้ใช้อุปกรณ์โทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักใหญ่ ๆ 7 องค์ประกอบด้วยกัน คือ

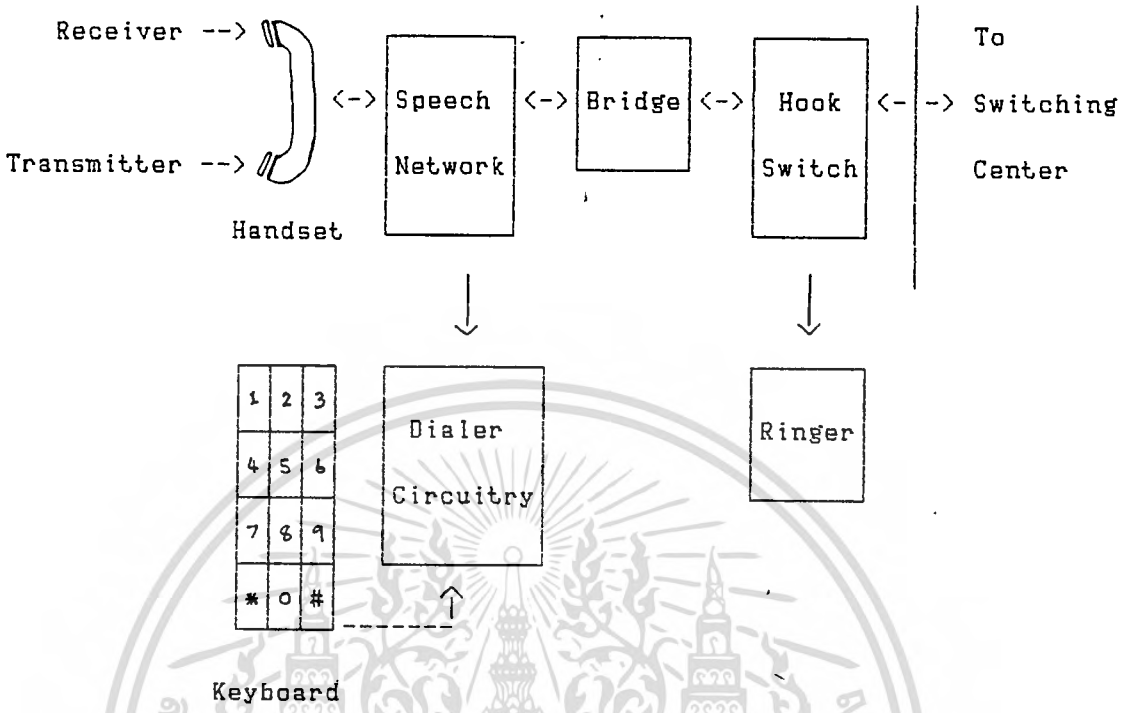
1. ส่วนรับ (Receiver)
2. ส่วนส่ง (Transmitter)
3. สปีช เนทเวิร์ค (Speech network)
4. ฮุคสวิทช์ (Hook Switch)
5. กระดิ่ง (Ringer)
6. ไดอัลเลอร์ (Dialer)
7. วงจรแปลงสัญญาณไฟตรง (Bridge Rectifier)

Block Diagram ในรูปที่ 1.1 แสดงให้เห็นถึงการต่อร่วมกันขององค์ประกอบหลักทั้ง 7 ภายในเครื่องโทรศัพท์

ตำแหน่งของส่วนส่งส่วนรับปกติจะติดอยู่ที่ ตัวพูดหูฟัง (Handset) ของเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งในส่วนส่ง จะมีหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณทางเสียง (Voice Signal) ให้เป็น สัญญาณทางไฟฟ้า (Electrical Signal) ซึ่งสัญญาณนี้ จะถูกส่งไปที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ (Switching Center) แต่สำหรับส่วนรับ มีหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง สัญญาณที่ส่วนรับนั้นจะประกอบด้วยสัญญาณเบสความถี่เสียง (Voiceband Signal) จากสวิทชิ่งเซ็นเตอร์ และจะคอยลดทอนการป้อนกลับจากส่วนส่ง

สำหรับ Speech Network จะมีหน้าที่แยกสัญญาณส่ง และรับภายในเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นสัญญาณทั้งหมดระหว่างสวิทชิ่งเซ็นเตอร์ และเครื่องรับโทรศัพท์ อาจจะส่งไปในคู่สายเดียวกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 แสดง Block Diagram ของเครื่องโทรศัพท์

ชุดสวิทช์มีอยู่ 2 สภาวะ คือ ออนฮุค กับ ออฟฮุค ทั้ง 2 ภาวะนี้ขึ้นอยู่กับว่า สัญญาณว่าง (Dial) หรือใช้งาน (Busy) ตามลำดับ ในสภาวะออฟฮุคปกติจะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหู เมื่อยกหู กระแสที่ส่งจะบอกให้อุปกรณ์สวิทชิ่งเซ็นเตอร์รับรู้ว่าอยู่ใน ออฟฮุค สวิทชิ่งเซ็นเตอร์จะปิดกันสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal) และเตรียมรับสัญญาณแมวกรน (Dial Signal) ฮุคสวิทช์จะต่อสายโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเมื่ออยู่ในสภาวะออนฮุค และต่อสายโทรศัพท์กับสปีชเนทเวิร์คในสภาวะออฟฮุค

ในสภาวะออฟฮุค วงจรโทรศัพท์จะรับ DC Bias จาก Power Supply ที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ ส่วนสภาวะออนฮุคจะปรากฏสัญญานกระดิ่ง เมื่อมีผู้เรียกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ประมาณ 80 Vrms และ 20-30 Hz ซึ่งปกติจะถูกสร้างสัญญาณขึ้นที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์และถูกส่งมาทำให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ทำงาน

มีอยู่ 2 วิธีที่จะใช้ส่ง Dial ไปที่สวิทชิ่งเซนเตอร์ คือ

1. สร้างพัลซ์ (Pulse generation)

2. สร้างโทน (Tone generation)

Dial แบบหมุน (Rotary type Dialers) จะสร้างพัลซ์ส่งไปตามสายและพัลซ์จะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งไปและนับที่สวิทชิ่ง เซ็นเตอร์ ส่วนแบบกด (Tone Dialer) จะสร้างเสียงที่เกิดจากการรวมกันของความถี่ที่แตกต่างกัน

สวิทชิ่ง เซ็นเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์คือ Central office ซึ่ง Central office นี้จะต่อรวมเป็นกลุ่มในเขตหรือเส้นทาง เพื่อความเหมาะสมของสวิทชิ่ง เซ็นเตอร์ เราต้องจัดลำดับของสวิทชิ่ง เซ็นเตอร์ให้ต่อร่วมกับ Central office ทั้งหมด

ซึ่งรวมไปถึงการต่อร่วมกันระหว่างผู้ใช้กับผู้เรียก ซึ่งปกติจะเลือกเส้นทางผ่านลำดับของ Toll Trunk ที่ต่ำที่สุดระหว่างเครื่องโทรศัพท์และ Central office อาจมีรีโมทคอนเซนเตอร์และตู้ชุมสายส่วนตัว (PBXs) คอนเซ็นเตอร์มีหน้าที่ลดการเชื่อมต่อระหว่างทุก ๆ คู่สายกับ Central office โดยวิธีการ Multiplexing และรูปแบบของ Trunk sharing

ตู้ชุมสายสาขาส่วนตัว ทำหน้าที่เหมือนสวิทชิ่ง เซ็นเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์กลุ่มย่อย เช่น ภายในสำนักงานธุรกิจจะมีตู้ไว้สำหรับใช้ในบริษัท ซึ่งตู้นี้จะต่อกับ Central office โดยผ่าน Analog หรือ Digital trunks

เครื่องโทรศัพท์หน้าปัดแบบกดปุ่ม (Push Buttom Dial Telphone Set)

1. <u>ระบบหน้าปัดแบบกดปุ่ม</u>

ในระบบสวิทช์ สัญญาณเรียกของผู้เช่า (Subscriber's address signal) เป็นสัญญาณจังหวะไฟตรงที่เท่ากับจำนวนครั้งของการหมุนของหน้าปัดเพื่อให้แผงสวิทช์ทำงาน

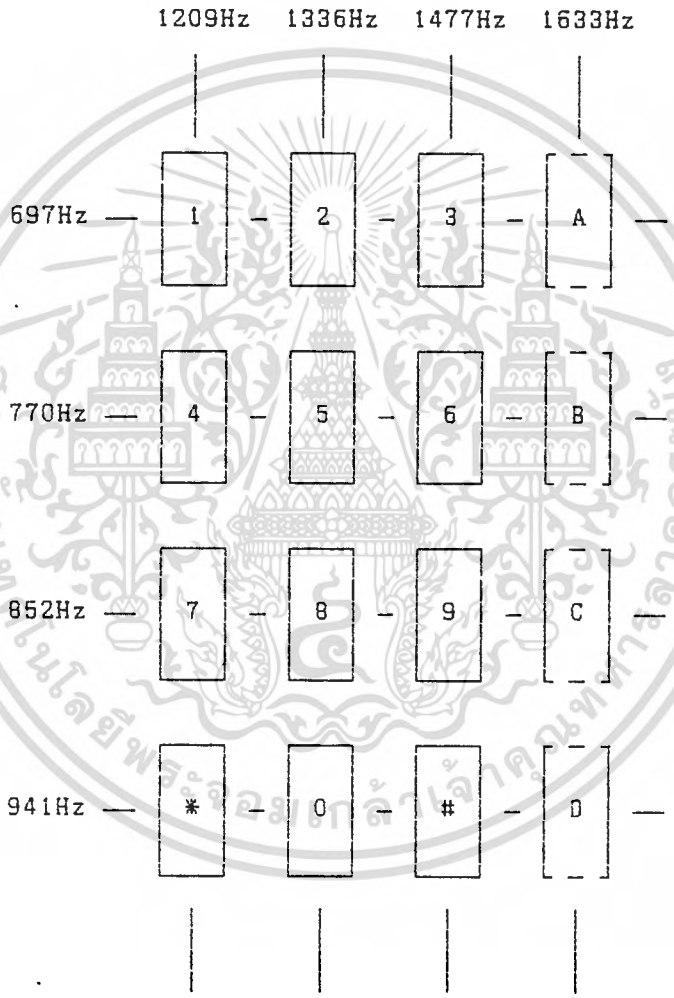
จากการพัฒนาด้านแผงสวิทชิอิเล็คทรอนิคส์ เราจึงมีระบบสัญญาณหลายความถี่ (Multi frequency signal system) ขึ้น ระบบนี้มีลักษณะดังนี้

1. เวลาของการหมุนของหมายเลขได้ลดลงมาก
2. การหมุนหมายเลขง่ายกว่า
3. สามารถเพิ่มปุ่มกดอื่นนอกจากปุ่มกดหมายเลข เพื่อส่งสัญญาณบริการประเภทอื่นได้ด้วย
4. เราใช้สัญญาณความถี่ของเสียง (Voice frequency signal) ซึ่งสามารถส่งระหว่างสถานีได้และสามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบสัญญาณ

เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าปัดเป็นแบบกดปุ่ม และใช้กรรมวิธีของ Dual Tone Multi Frequency (DTMF) ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์นั้นโดยทั่วไปหน้าปัดจะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 row 3 column และในเครื่องโทรศัพท์บางแบบอาจจะมีปุ่มถึง 16 ปุ่ม โดยเพิ่ม column ที่ 4 ขึ้นมาอีกดังแสดงตามรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงการจัดปุ่มและระบบสัญญาณ

ความถี่ที่ใช้ในแต่ละ row และ column จะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ทั้ง 4 rows เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ และความถี่ทั้ง 4 columns เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่สูง การกดปุ่มที่เลขหมายใด ๆ จะทำให้วงจรอิเลคทรอนิคส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่ เช่น เมื่อกดหมายเลข 5 ความถี่ที่ผลิตออกมาคือ 770Hz และ 1336Hz เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม

มีดังนี้

1. สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขลงได้ ผลก็คือเวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้ง (holding time) ลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับ traffic ได้มากขึ้น
2. สามารถใช้วงจร ทาง solid state electronic หนอุปกรณ์ทางด้าน mechanic จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งเลขหมาย
3. สามารถเพิ่มปุ่มกดขึ้นได้อีก 4 ปุ่ม (Column 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่น ๆ
4. มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ stored program control

สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

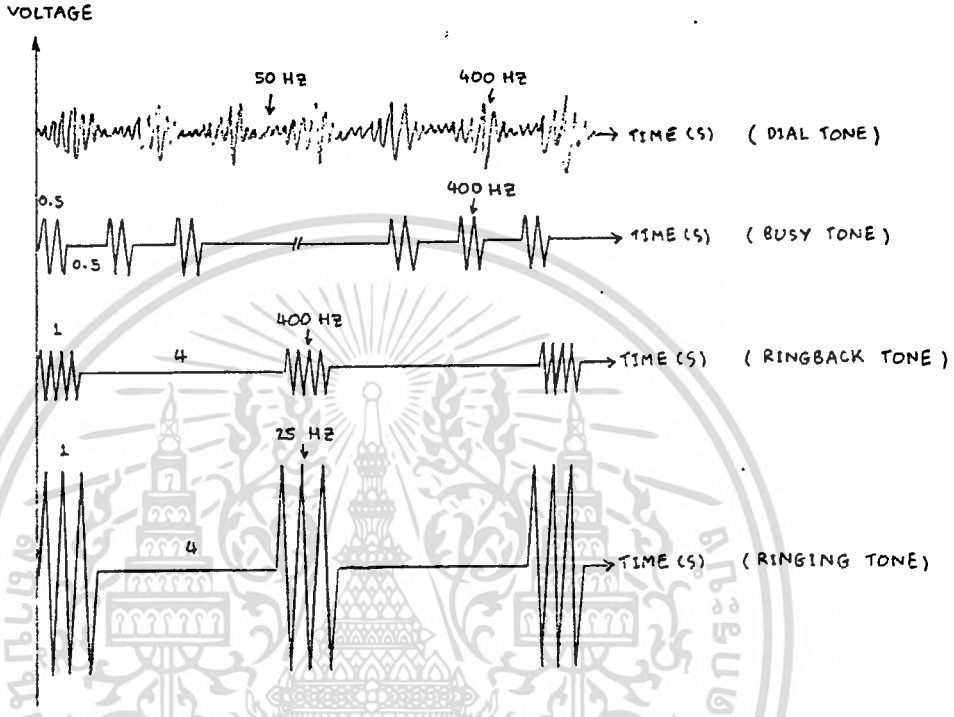
สัญญาณสมาชิก (Subscriber Signal) สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งต่อสภาวะต่าง ๆ ว่าควรจะทำอย่างไร เมื่อได้ยินสัญญาณนั้นประกอบด้วย

1. สัญญาณให้หมุน (DT : Dial Tone) ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกรู้ว่าให้กดปุ่มเลขหมายผู้รับได้เป็นสัญญาณต่อเนื่อง 400Hz modulated ด้วยความถี่ประมาณ 50 Hz แบบ AM
2. สัญญาณไม่ว่าง (BT : Busy Tone) ใช้เพื่อเตือนผู้เรียกว่าผู้รับไม่ว่าง ควรวางหูก่อนสักระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มเรียกใหม่ เป็นสัญญาณ 400Hz ช่วงเวลาของการส่งประมาณ 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที
3. สัญญาณเรียกกลับ (RBT : Ring Back Tone) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าเรียกสำเร็จ เป็นสัญญาณ 400Hz ช่วงเวลาการส่งประมาณ 1 วินาที เงียบประมาณ 4 วินาที
4. สัญญาณกริ่งเรียก (RGT : Ringing Tone) ใช้เมื่อมีการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

034717

ด้วยกริ่ง เรียกผู้รับมาตอบ การเรียกเป็นสัญญาณ 25Hz ช่วงเวลาการส่งและเงียบเช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับ



รูปที่ 1.3 แสดงสัญญาณพื้นฐานในเครื่องชุมสายโทรศัพท์

1. ระบบต่อต้านผู้เรียก

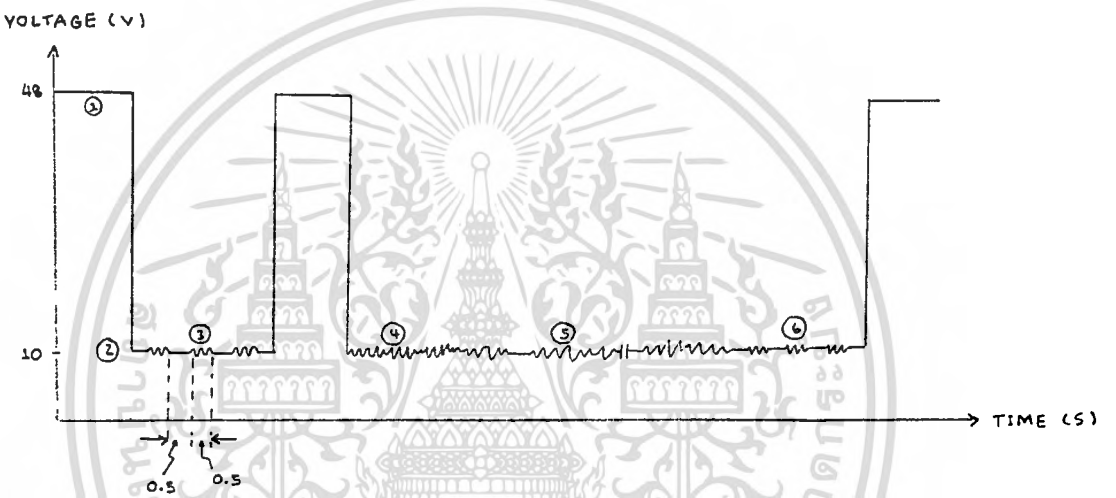
เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้น เพื่อจะทำการเรียก จะทำให้ DC Voltage ที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 โวลท์ เป็น 10 โวลท์ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียก (ถ้าไม่ว่าง ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก ทำให้ผู้เรียกวางหูและเริ่มทำการเรียกใหม่) เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน ก็จะทำการกดหมายเลขของผู้รับปลายทางเป็นสัญญาณ DTMF วงจรคู่สายของเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำการแปรรหัสและปฏิบัติการ พร้อมกันนั้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะตัดสัญญาณให้หมุนทันทีที่สัญญาณ DTMF ที่กดหมายเลขตัวแรก

เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์รับหมายเลขของผู้รับ ก็จะทำการแปรตัวเลขระบุจากปลายทางจากรหัสชุมสายที่กดหมายเลขมา เมื่อรู้ตำแหน่งของผู้รับแล้ว เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะจองผ่านระหว่างผู้เรียกและผู้รับแล้วส่งสัญญาณกริ่งเรียกกลับไปยังผู้เรียก และในขณะเดียวกันวงจรคู่สาย

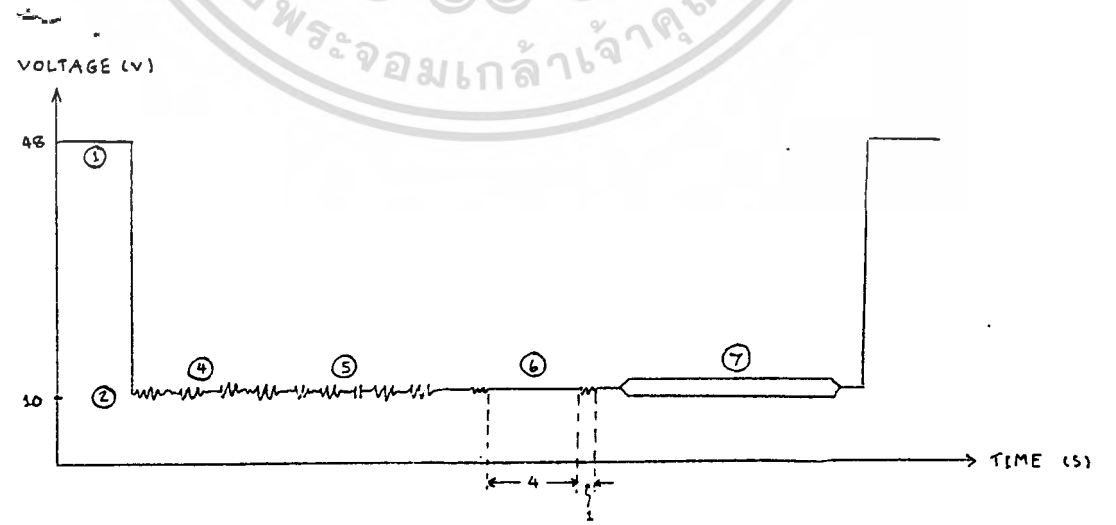
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ส่งสัญญาณกริ่ง เรียกไปยังผู้รับด้วย

เมื่อผู้รับมาตอบรับการ เรียก สัญญาณตอบรับจะถูกส่งไปยัง เครื่องชุมสายโทรศัพท์ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำการตัดสัญญาณกริ่ง เรียกด้านผู้รับและยก เลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้ เรียก และทำให้ทางผ่านระหว่าง RBT และผู้เรียกว่าง ขณะ เดียวกันก็จะสร้างทางผ่านด้านผู้รับการสนทนา จึงสามารถ เริ่มต้นได้



รูปที่ 1.4 แสดงผู้ เรียกทำการ เรียกผู้รับไม่สำเร็จ

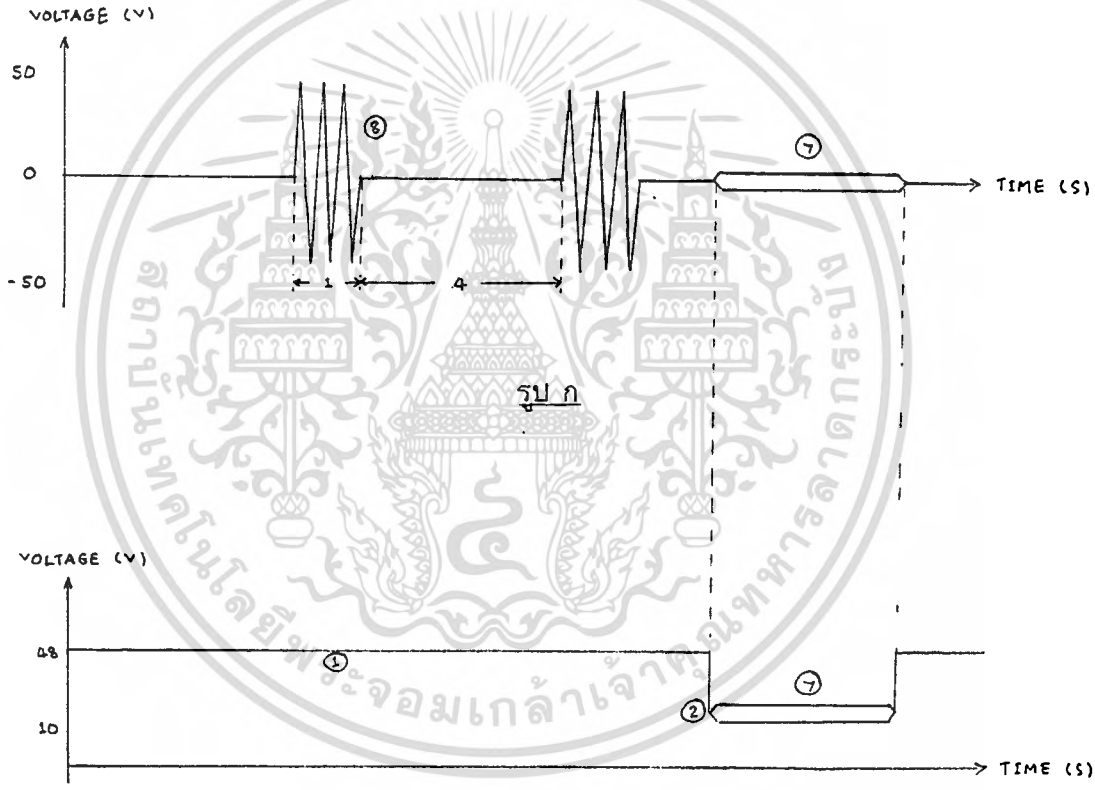


รูปที่ 1.5 แสดงผู้ เรียกทำการ เรียกผู้รับสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบการเรียกด้านผู้รับ

เมื่อผู้รับถูกเรียกจากผู้เรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียก ขนาด 100 Vdc ไปยังผู้รับเพื่อทำการเรียกผู้รับ ดังรูปที่ 1.4 เมื่อผู้รับตอบการเรียกจะทำให้ DC Voltage เปลี่ยนจาก 48V เป็น 10V ทำให้วงจรคู่สายตัดสัญญาณกริ่งเรียกระหว่างผู้เรียกกับผู้รับ การสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ ดังรูปที่ 1.5 สถานะวางหูของผู้เรียกจะเลือกทางเสียงผู้พูดผ่านและทำให้ผู้รับวางหูตาม วงจรคู่สายจะตรวจรู้ว่าเป็นการเลิกสนทนาติดต่อ



รูป ก

รูป ข

รูปที่ 1.6 แสดงลักษณะของสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก

ก. ทำการวัดสัญญาณทางด้าน AC

ข. ทำการวัดสัญญาณทางด้าน DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนคิดค่อของคู่สายโทรศัพท์ภายใน

ในส่วนการติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายในเราใช้ไอซีเบอร์ MC3419-1L ของบริษัทโมโตโรล่า ซึ่งถูกออกแบบมาให้ทำหน้าที่เป็นวงจรไฮบริดทรานสฟอร์เมอร์(Hybrid Transformer Circuit) ในเครื่องชุมสายอัตโนมัติ และยังทำหน้าที่เป็น ซับสไครเบอร์ แคริเออร์ อีควิปเมนท์ (Subscriber Carrier Equipment) ทำการเปลี่ยนการส่งสัญญาณจากแบบ 2 สายให้ไปเป็นแบบ 4 สาย

ก่อนที่จะกล่าวถึงการทำงานของวงจรส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายในซึ่งใช้ไอซีเบอร์ MC3419-1L นี้ จะขอกล่าวถึงทฤษฎีของวงจรไฮบริดทรานสฟอร์เมอร์และการแปลงการส่งสัญญาณจากแบบ 2 สาย (Two Wire Differential) ให้เป็นแบบ 4 สาย (Four Wire Single End) โดยทั่วไปก่อนเพื่อให้เข้าใจและอธิบายการทำงานได้ง่ายขึ้น

<u>วงจรไฮบริดทรานสฟอร์เมอร์</u>

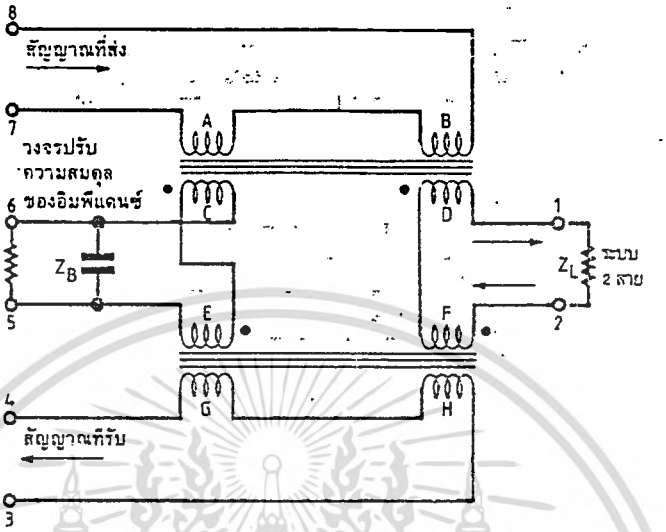
วงจรไฮบริดทรานสฟอร์เมอร์ มีหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อของระบบวงจร 2 สายกับวงจร 4 สาย เพื่อการทำงานในลักษณะ ฟูลดิวเพล็กซ์ (Full Duplex) ซึ่งหมายถึงการส่งสัญญาณระหว่างวงจรจะเกิดขึ้นทั้ง 2 ทิศทางในเวลาเดียวกัน ระบบวงจรแบบ 2 สาย มักถูกใช้ในวงจรที่ใช้งานในเครื่องของผู้ใช้เพราะมีราคาถูกกว่าระบบวงจรแบบ 4 สาย แต่ส่วนอื่นนั้นเราจะใช้เน็ทเวอร์คแบบ ระบบวงจรแบบ 4 สาย เกือบทั้งหมด ดังนั้นเราจึงใช้วงจรไฮบริดทรานฟอร์เมอร์ที่เครื่องศูนย์กลางสำหรับเชื่อมต่อวงจรท้องถิ่นกับสายหลัก และ ระหว่างสายหลักกับสายหลักในระบบโทรศัพท์

สำหรับชุมสายโทรศัพท์ แบบอัตโนมัติแบบถึงเครื่องลูกโดยไม่ใช้พนักงานรับสาย (PABX) นั้นเราใช้วงจรไฮบริดนี้เพื่อทำหน้าที่แปลงระบบวงจร 2 สายให้เป็นระบบวงจรแบบ 4 สาย เพื่อใช้ติดต่อกันระหว่างโทรศัพท์เครื่องลูกภายใน

นอกจากนี้ภายในตัวโทรศัพท์เองก็มีวงจรแปลง 2 สายให้เป็น 4 สาย อยู่ภายใน (2 สายสำหรับการส่ง และ 2 สายสำหรับการรับ) แต่ภายในโทรศัพท์นั้นใช้วงจรป้องกัน เสียงข้างเคียง (Anti Side Tone) มากกว่าที่จะเป็นวงจรแปลงจากระบบ 2 สายให้เป็นระบบ 4 สาย

ไฮบริดเป็น มัลติเพิลไวนดิ้งทรานสฟอร์เมอร์ (Multiple Winding Transformer) แบบหนึ่งสามารถแสดงได้ด้วยวงจรดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.7 วงจรไฮบริด

จากรูปสัญญาณถูกส่งเข้ามายังปลายสาย 7-8 ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำทางสนามแม่เหล็กข้ามไปยังขดลวด C และ D โดยกระแสที่ไหลผ่านขดลวด A และ B จะเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นในขดลวด D จะทำให้กระแสไหลผ่านวงจร 2 สายซึ่งต่ออยู่ที่ปลายสาย 1-2 สำหรับการส่งผ่านสัญญาณต่อไป และกระแสที่เกิดขึ้นจะไหลผ่านขดลวด F ซึ่งทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นในขดลวด H

ในทำนองเดียวกัน การเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่เกิดในขดลวด C จะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านวงจรสมดุลย์ (Balance Network) และขดลวด E อิมพีแดนซ์ (Impedance) Z_B ของวงจรสมดุลย์มีค่าเท่ากับไลน์อิมพีแดนซ์ (Line Impedance) Z_L เพราะ Z_R เท่ากับ Z_L รอบขดลวดบนขดลวด C และ E และวงจร D และ F เท่ากัน ทำให้การเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนขดลวด G และ H เท่ากัน (ขดลวด G และ H ก็มีจำนวนรอบเท่ากัน)

จะเห็นว่า ขดลวด C และ E มีการต่อขั้วเดียวกันเข้าหากัน ต่างจากขดลวด D และ F ดังนั้น การเหนี่ยวนำไฟฟ้าในขดลวด G มีเฟสตรงกันข้ามกับขดลวด H (การเหนี่ยวนำไฟฟ้าในขดลวด G และ H มีขนาดเท่ากัน) ทำให้หักล้างซึ่งกันและกันจนหมด เหตุผลอันนี้ ทำให้สัญญาณจากตัวส่งที่ปรากฏที่ปลายสาย 7-8 ถูกส่งไปที่ปลายสาย 1-2 แต่ไม่ปรากฏที่ปลายสาย 3-4 ซึ่งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังตัวรับ ระดับสัญญาณที่ปลายสาย 1-2 จะเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของระดับอินพุทที่ปลายสาย 7-8 เพราะระดับสัญญาณที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งจะสูญเสียไปในวงจรสมดุลย์

ในทำนองเดียวกัน เมื่อปรากฏสัญญาณเข้ามาที่ปลายสาย 1-2 กระแสไหลผ่านขดลวด D และ F และทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่ขดลวด B และ H โวลท์เตจที่เกิดขึ้นใน H จะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านวงจรตัวรับและขดลวด G และ H กระแสที่ไหลผ่านขดลวด G (ซึ่งเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านขดลวด H) จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวด E และผ่านขดลวด C ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นใน A แต่การเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นใน A จะต่างเฟสกับใน B 180 องศา (เพราะขดลวด C และ E ต่อขั้วเหมือนกันขนกัน) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าไม่มีสัญญาณที่ปลายสาย 1-2 จากสายส่งไปปรากฏที่เทอร์มินอล 7-8 ซึ่งเป็นปลายสายตัวส่ง

ในไอซีเบอร์ MC3419-1L นี้จะทำหน้าที่เป็นวงจรไฮบริดแล้ว ยังทำหน้าที่เป็น ซับสไครเบอร์แคริเออร์อีควิปเมนท์ (Subscriber Carrier Equipment) ดังที่ได้กล่าวมาในตอนต้น กล่าวคือ มันสามารถที่จะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรของโทรศัพท์ มีความสามารถในการรับสัญญาณและส่งสัญญาณของโทรศัพท์ บอกสภาวะการรับสัญญาณและส่งสัญญาณของโทรศัพท์ และยังสามารถบอกถึงสภาวะของฮุคสวิทช์ (Hook Switch) ได้ (คือสามารถเช็คสภาวะ Loop ได้นั่นเอง)

ตามวงจรเมื่อมีการวางหูโทรศัพท์ ไอซีเบอร์ MC3419-L จะแสดงสถานะของฮุคออกมาเป็นค่าลอจิกหนึ่ง ในขณะนี้จะมีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน R_R และตัวต้านทาน R_T เพียงเล็กน้อย ค่าแรงดันตกคร่อมคู่สายประมาณ 48 โวลต์ แต่ถ้ามีการยกหูโทรศัพท์เกิดขึ้น ไอซีเบอร์ MC3419-L จะทำการจ่ายกระแสให้กับคู่สาย ซึ่งกระแสจะถูกขับโดยทรานซิสเตอร์คาร์ลิงตัน (Dalington Transistor) เพื่อให้กระแสมีค่ามากพอที่เครื่องลูกจะสามารถทำงานได้ ค่าแรงดันตกคร่อมคู่สายในขณะนี้จะมีค่าประมาณ 12 โวลต์

ส่วนการส่งสัญญาณริงกิ้ง (Ringing Signal) ไปยังเครื่องลูกสามารถทำได้โดยให้ค่าลอจิกเข้าที่จุดริงอีนาเบิล (Ring Enable) ซึ่งเราใช้ทรานซิสเตอร์ควบคุมออปโต้ไอโซเลเตอร์ (Opto Isolator) ในการส่งผ่านของสัญญาณริงกิ้ง ถ้าให้ลอจิกหนึ่งที่จุดริงอีนาเบิลก็จะเป็นการปล่อยให้สัญญาณริงกิ้งผ่านไปเครื่องลูกได้ แต่ถ้าให้ลอจิกศูนย์จะเป็นการบังคับไม่ให้สัญญาณริงกิ้งผ่านไปเครื่องลูก

สำหรับการส่งสัญญาณให้หมุน , สัญญาณสายไม่ว่าง และสัญญาณเรียกกลับ เราจะนำส่วนสร้างสัญญาณต่าง ๆ มาเชื่อมต่อระหว่างส่วนสร้างสัญญาณกับภาครับของ MC3419-L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนคิดค่าของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก

ในส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอกนั้น เราใช้ไอซีเบอร์ MC34014 ซึ่งถูกออกแบบมาทำหน้าที่ เป็นเทเลโฟนสปีชเนทเวอร์คอินทีเกรตเซอร์กิต (Telephone Speech Network Integrated Circuit) ทำหน้าที่ เป็นส่วนเชื่อมต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก โดยจะทำการแยกสัญญาณเสียงที่ส่งมาจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกซึ่งเป็นวงจร 2 สาย ให้เป็นวงจร 4 สาย ส่งไปส่วนดัดค่าของสัญญาณคิดค่า (ซึ่งในที่นี้เป็นระบบดิจิตอล) สำหรับไอซีเบอร์ MC34014 นี้ สามารถใช้อุปกรณ์ภายนอกมาต่อร่วมเพื่อกำหนดอัตราการขยายของสัญญาณรับส่ง และยังสามารถปรับสัญญาณความถี่ข้างเคียง (Side Tone) ให้เหมาะสมได้ด้วย ถ้าสัญญาณความถี่ข้างเคียงมีค่าต่ำเกินไปจะทำให้ผู้พูดใช้เสียงดังเกินไป แต่ถ้าสัญญาณความถี่ข้างเคียงมีค่าสูงเกินไปจะทำให้ผู้พูดใช้เสียงเบาเกินไป และไอซีเบอร์ MC34014 จะรวมสัญญาณทั้งรับส่งจากคู่สายโทรศัพท์ภายในซึ่งเป็นวงจร 4 สาย ไปเป็นวงจร 2 สาย เพื่อส่งให้ชุมสายโทรศัพท์ภายนอกต่อไป

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

ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก (Detect Ringing)

ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกนี้เป็นส่วนที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่ ตรวจสอบว่ามีสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกเข้ามาหรือไม่ ถ้ามีสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกก็จะส่งสัญญาณแสดงสถานะออกไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับทราบ

ในการออกแบบวงจรส่วนดังกล่าวนี้ เราใช้ไอซีเบอร์ MC34012 ซึ่งตามปกติไอซีเบอร์นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวสร้างสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ แต่ในที่นี้เรานำมาดัดแปลงใช้งานโดยนำเอาเอาท์พุทที่ใช้ต่อกับอุปกรณ์เพียซโซ (Piezo Sound Element) มาผ่านไดโอดบริด (Diode Bridge) ทำการแปลงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงแทน สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงที่เกิดขึ้นนี้จะมีความเรียบค่อนข้างสูง เนื่องจากเอาท์พุทที่ใช้ต่อกับอุปกรณ์เพียซโซนั้นจะอยู่ในช่วง 500-2K Hz เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาไอซีเบอร์ MC34012 ก็จะให้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงออกมาตามจังหวะสัญญาณเรียก สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้นี้จะนำไปใช้ขับ ออปโต้ไอโซเลเตอร์ ส่งผ่านต่อไปยังไมโครคอนโทร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลอร์ ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบสภาวะของสัญญาณเรียก โดยสถานะลอจิก เป็นหนึ่ง เมื่อมีสัญญาณเรียกจากภายนอก เข้ามา แต่ถ้าไม่มีสถานะลอจิกจะ เป็นศูนย์

การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF

การเข้ารหัสความถี่ระบบ DTMF (Dual Tone Frequency Encoder)

ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF นี้จะใช้การส่งสัญญาณไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์ ระบบนี้มีข้อดีเหนือระบบพัลซ์อยู่หลายอย่าง เช่น หมุนโทรศัพท์ได้รวดเร็วกว่า และสามารถที่จะส่งสัญญาณไปบนสายส่ง เสียงระดับใด ๆ ก็ได้ วิธีนี้เป็นการส่งสัญญาณแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่า โดยแต่ละค่าประกอบด้วยสัญญาณคลื่นรูปซายน์ (Sine Wave) 2 แบบ แบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group Frequency) และอีกแบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency) ลักษณะของความถี่ระบบ DTMF แสดงได้ดังรูปที่ 1.8

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

รูปที่ 1.8 ความถี่ DTMF

การถอดรหัสความถี่ระบบ DTMF (DTMF Decoder)

การรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ ซึ่ง เกิดจากการกดปุ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (Tone หรือ DTMF) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิตอล

ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่จำเป็นที่จะไม่ทำให้การถอดรหัสสัญญาณ DTMF เกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งผู้ออกแบบวงจรจะต้องคำนึงถึง เสมอ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

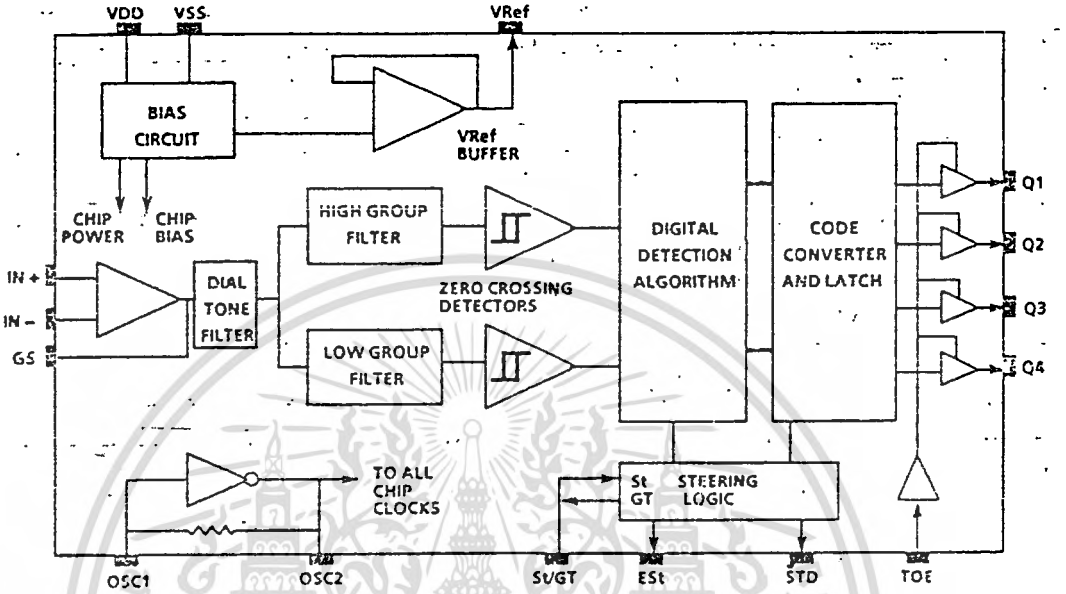
1. วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความถี่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน 2% และจะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า 3% จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ไปได้
2. วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ก็ต่อเมื่อ ได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที
3. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้องก็ต่อเมื่อ สัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้ เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที
4. วงจรถอดรหัสจะต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 dB ได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF มีแอมปลิจูดแตกต่างกันมากกว่า 6 dB
5. วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลาไม่ว่าขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูด หรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัส ก็ไม่ทำให้การถอดรหัสเกิดความผิดพลาด

การทำงานของไอซีเบอร์ MT8870

โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ MT8870 ภายในประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอล ในส่วนของวงจรกรองความถี่ ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ (Switch Capacitor Filter) สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัส ใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกมาเป็นเลขฐานสอง ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 บิท และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ข้างนอกและเอาท์พุทเป็นวงจรแลตช์ (Latch) 3 สถานะ



รูปที่ 1.9 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

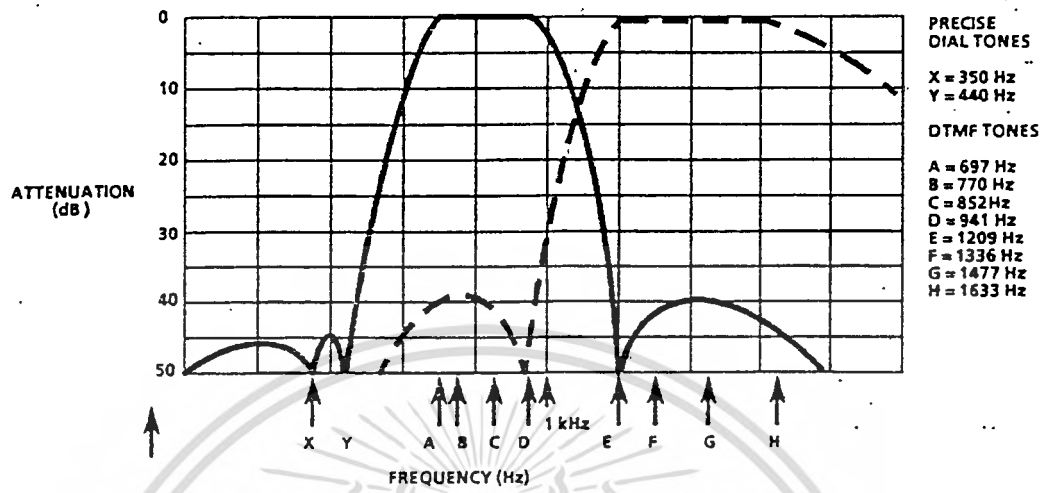
ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870 ประกอบด้วย 5 ส่วนสำคัญ ๆ คือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
2. ภาคถอดรหัส (Decode Section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Amplifier)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

1. ภาคกรองความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF) ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิด คาปาซิเตอร์ (Six Order Switched Capacitor Band Pass Filter) ซึ่งความถี่แยกได้ 2 ช่วง คือ ความถี่สูง และ ความถี่ต่ำ

เอกสารนี้มีเจตนาไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.10 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ทางโทรศัพท์ที่ถูกกรอง เรียบร้อยแล้ว จะถูกผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกมาเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานหรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (Early Steeting) ก็จะทำงาน (Active) สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่นั้น แสดงดังรูปที่ 1.11

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้ความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรจะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลานานเท่าใดสามารถตั้งโดยใช้ค่าความต้านทานและค่าตัวเก็บประจุภายนอก สัญญาณที่ขา EST เป็นระดับสัญญาณสูง (High) นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ทางโทรศัพท์เข้ามา จากรูป เมื่อขา EST เป็นระดับสูงทำให้ค่าแรงดัน V_C สูงขึ้นจนถึงค่า เทรชโฮลด์ (Treshold) วงจรถอดรหัสจึงถอดรหัสออกมาเป็นเลขฐานสอง ขนาด 4 บิท

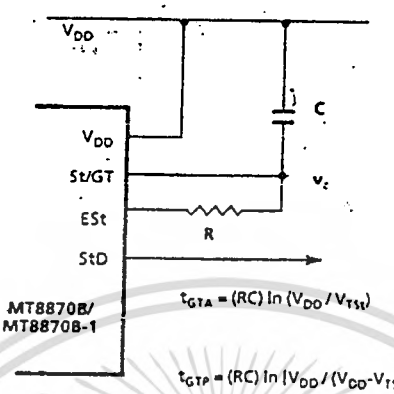
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

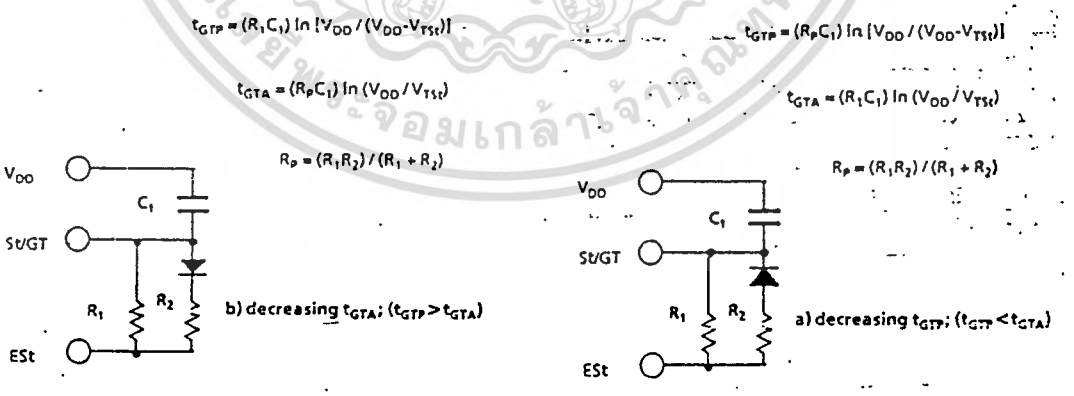
L=LOGIC LOW , H=LOGIC HIGH , Z=HIGH IMPEDANCE

รูปที่ 1.11 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.12 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย

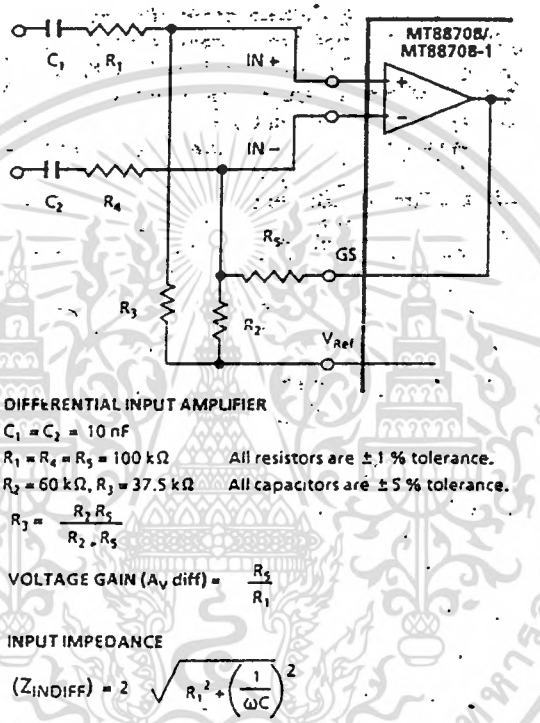


รูปที่ 1.13 แสดงวงจรการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ พร้อมวิธีคำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราการขยายโดยวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปอีกดังรูปที่ 1.14

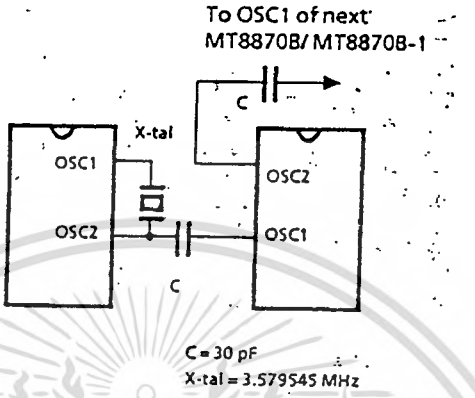


รูปที่ 1.14 แสดงวงจรขยายความแตกต่างด้านอินพุท

5. ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีมีวงจรสร้างสัญญาณเวลาอยู่ภายในแล้ว เพียงแต่ต่อคริสตอล (Cristal) ขนาด 3.579 MHz ก็จะใช้งานได้ทันที ดังรูปที่ 1.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.15 แสดงการต่อวงจรกำเนิดความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 2

ระบบชุมสายโทรศัพท์ขนาดย่อย

ระบบชุมสายโทรศัพท์ที่ตั้งใจจะพัฒนาขึ้นนี้ จะเป็นแบบ Digital Speech Path คือมีการแบ่งเวลาในช่องทางเดินเสียงแบบ Digital โดยใช้หลักการของ TDM (Time Division Multiplex)

โดยหลักการจะใช้ Microcontroller Board-51 ในการควบคุมระบบทั้งหมด โดยจะให้ซีพียูเขียนข้อมูลลงใน RAM Control Speech Path เพื่อไปควบคุมการเปิด Gate เพื่อให้โทรศัพท์แต่ละตัวติดต่อกันได้

สำหรับฐานเวลาในส่วน Speech Path จะใช้ฐานเวลาเดียวกันในการควบคุม Multiplexer , A/D , RAM Control Speech Path โดยเมื่อ Multiplexer รับสัญญาณเข้ามาในแต่ละช่องโทรศัพท์จะถูกแปลงโดย A/D ในช่วงนั้น ๆ แล้วส่งไปยัง Speech Path เพื่อทำการ Latch ข้อมูลไว้จนกว่าจะมีการควบคุมจาก Ram Control Speech อีกที จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยัง D/A เพื่อแปลงข้อมูลให้เป็นสัญญาณเสียงและทำการส่งต่อไปยังโทรศัพท์อีกทีหนึ่ง

ตัวบอร์ด ซีพียู จะมีการส่งข้อมูลออกพอร์ต เพื่อไป Control สัญญาณเสียงที่สร้างขึ้นใน Tone Gen(Dial , Busy , Ringing) โดยผ่านส่วน Tone Control เพื่อส่งสัญญาณ Tone ที่ต้องการให้กับโทรศัพท์เครื่องที่ต้องการ

ดังรูปที่ 2.1 แสดง Block Diagram ของ PABX อธิบายการทำงานได้ดังนี้

- **ส่วน CPU** จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิท ทำงานผ่าน Input/Output Port เป็นส่วนประมวลผล

- **Telephone Interface** ใช้ไอซี Telephone Speech Network Interface Circuit แปลงสัญญาณที่มาจากองค์การโทรศัพท์ 2 สาย คือ Tip กับ Ring ให้เป็นสัญญาณ Transmit-Ground , Recieve-Ground 4 เส้นด้วยกัน

- **Telephone Detect Ringing** เป็นส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก จากคู่สายภายนอกโดยใช้ไอซีเบอร์ MC34012 เป็นตัวตรวจสอบสัญญาณนี้

- **SLIC (Subscriber Loop Interface Circuit)** เป็นส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน โดยการแปลงสัญญาณ Tip/Ring ให้เป็นสัญญาณ Transmit/Recieve เทียบกับ Ground และยังทำหน้าที่ในการจ่ายไฟเลี้ยงกระแสตรงให้แก่โทรศัพท์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Analog Multiplexer จะรับสัญญาณเสียงจากแต่ละช่อง ที่มาจากภาคส่งของส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายในกับภายนอกมาจัดเวลา แล้วส่งออกไปเป็นรูปของขบวนสัญญาณแต่ละช่องเรียงไปในคาบเวลาหนึ่ง โดยใช้อัตราการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

- Analog to Digital ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียง (Analog) ที่ผ่านการแบ่งช่วงเวลาแล้วให้เป็นสัญญาณดิจิตอล 7 บิท

- Latch จะเป็นตัวนำข้อมูลเข้าให้ถูกช่องของแต่ละเครื่องโทรศัพท์ และเก็บข้อมูลไว้ระยะหนึ่ง

- Digital to Analog ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลที่เข้ามา ให้เป็นสัญญาณอนาลอก

- DPDT เป็นตัวเลือกการเชื่อมต่อ ระหว่างสัญญาณโทรศัพท์กับเสียงพูดว่าจะให้เป็นสัญญาณใดต่อเข้าสู่ภาครับของส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทั้งภายในและภายนอก และสัญญาณก็จะถูกส่งผ่านไปยังหูฟังของโทรศัพท์ได้

- ส่วนควบคุมและนับเวลา (Clock , Counter) นับเวลาเป็นฐาน 2 จำนวน 3 บิท เพื่อเป็นแอดเดรสในการจัดเวลา

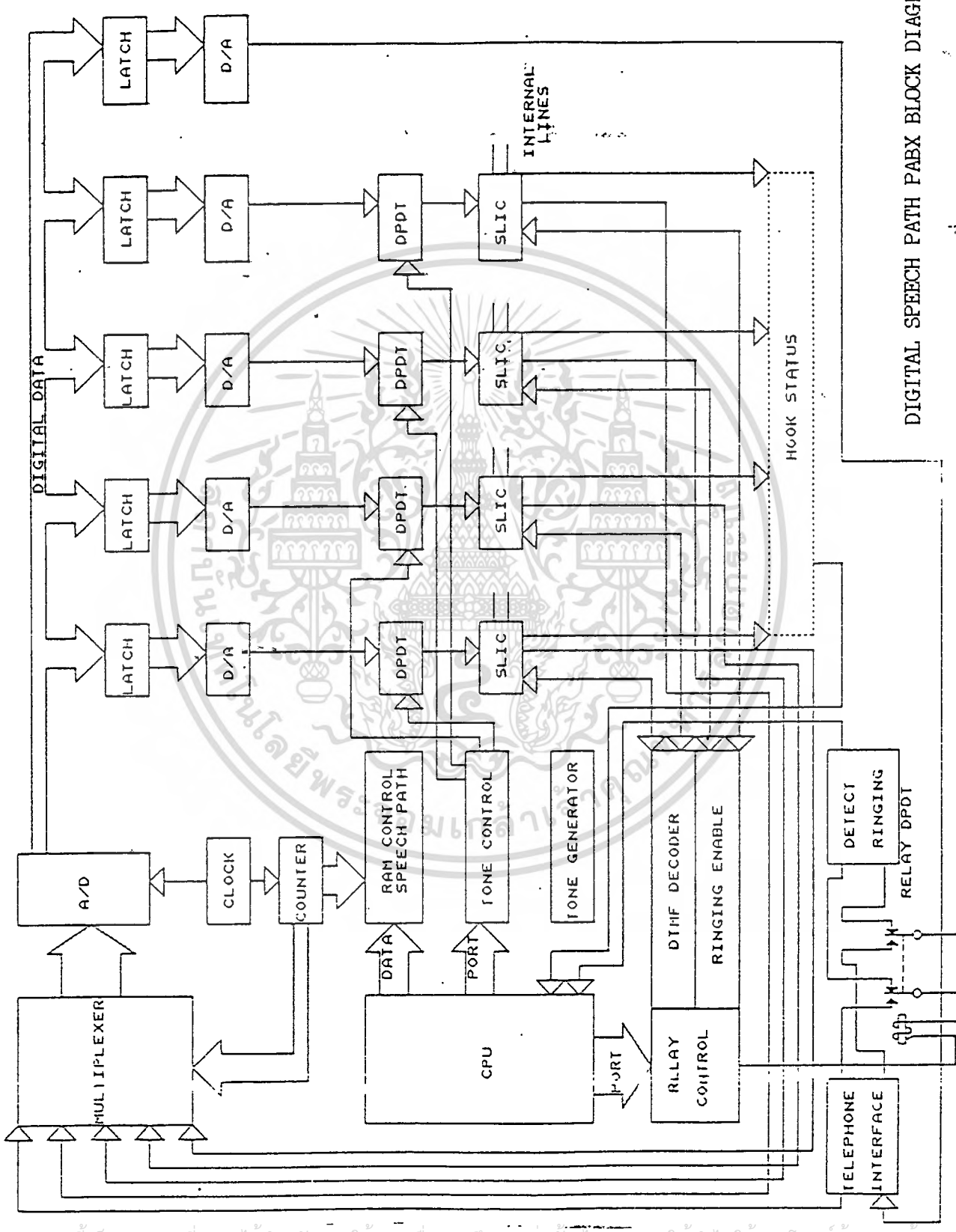
- Tone Generator เป็นส่วนกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ต่าง ๆ (Busy , Dial , Ringing , Ringback) ไปยังส่วน Tone Control

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

- Relay Control ควบคุม Relay ให้เชื่อมต่อคู่สายภายนอกกับระบบชุมสายย่อย

- DTMF (Dial Tone Multi Frequency Decoder). เป็นส่วนรับสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ และแปลงความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มมาให้เป็นเลขฐานสอง ส่งไปให้ไมโครโปรเซสเซอร์รับรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการทำงานและการออกแบบวงจร

1. ส่วนคิดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน (SLIC) (รูปที่ 3.1)

ในวงจรส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายในระบบชุมสายย่อย ใช้ไอซีเบอร์ MC3419-1L โดยสามารถแบ่งหน้าที่การทำงานของวงจรในส่วนนี้ได้เป็นดังนี้

1.1 เป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณ 2 สาย (2 Wire Differential) ในส่วนของเครื่องผู้ใช้เป็น 4 สาย (4 Wire Single End) เป็นวงจรประเภทไฮบริด (Hybrid Circuit) เพื่อนำเอาสัญญาณ 4 สายมาใช้ติดต่อกันภายในระบบ เป็นแบบส่งสัญญาณระหว่างวงจรสองทิศทางในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) ซึ่งในไอซีเบอร์นี้มีวงจรอยู่แล้ว เพียงแต่ต่ออุปกรณ์ภายนอกอีกเล็กน้อยก็จะได้วงจรไฮบริดอย่างสมบูรณ์ โดยค่า Transhybrid Transmission Gain สำหรับการรับส่งสัญญาณ สามารถเพิ่มหรือลดสัญญาณเข้ามา โดยการปรับ R_{RX} (Transhybrid Reception Gain Resistance) และ ปรับสัญญาณที่ส่งออกโดยปรับ R_{TX} (Transhybrid Transmission Resistance) ที่ขา RXI และ TXO ตามลำดับ

1.2 เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับคู่สายโทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นเพื่อใช้งานโดยกระแสจะถูกขับโดย ทรานซิสเตอร์คาร์ลิงตัน (Daringtон Transistor) ที่ต่ออยู่กับขา EP,BP,BN,EN

นอกจากนี้ไอซีตัวนี้ยังแสดงสถานะการยกหูเป็นลอจิกให้รับทราบได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกกับขา HBO สถานะที่แสดงคือ

- เมื่อหูโทรศัพท์วางอยู่สถานะฮุค (Hook Status) จะมีค่าลอจิกเป็น "1" มีแรงดันตกคร่อมคู่สายประมาณ 48 โวลต์
- เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นสถานะฮุค จะมีค่าลอจิกเป็น "0" มีแรงดันตกคร่อมคู่สายประมาณ 12 โวลต์

สำหรับการส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังเครื่องโทรศัพท์สามารถทำได้โดยให้ลอจิกควบคุมที่จุด Ringing Enable ซึ่งใช้ Opto Isolator เป็นตัวส่งผ่านสัญญาณเรียก

- ถ้าให้ลอจิก "1" ที่ Ringing Enable สัญญาณเรียกจะผ่านไปยังเครื่องโทร-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียง

- ถ้าให้ลอจิก "0" สัญญาณเรียกจะผ่านไปเครื่องไม่ได้ สัญญาณเรียกจากส่วนสร้างสัญญาณจะป้อนเข้าที่จุด Ringing Gen

2. ส่วนกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Generator) (รูปที่ 3.2)

ส่วนนี้มีหน้าที่ในการกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ ซึ่งมีอยู่ 4 แบบ คือ

1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

บอกถึงสถานะพร้อมให้ผู้เรียกสามารถกดหมายเลขโทรศัพท์ออกได้ สัญญาณนี้จะมีความถี่ประมาณ 40 Hz

2. สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone)

บอกถึงสถานะที่ผู้เรียกสามารถต่อโทรศัพท์ถึงผู้ถูกเรียกได้แล้ว แต่ผู้ถูกเรียกยังไม่ได้รับสาย จะมีความถี่ประมาณ 400 Hz ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที

3. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

บอกถึงสถานะที่เมื่อติดต่อผู้ถูกเรียกแล้วสายของผู้ถูกเรียกไม่ว่างอยู่ สัญญาณนี้จะมีลวามถี่ 400 Hz ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที

4. สัญญาณเรียก (Ringing Tone)

เป็นสัญญาณที่ส่งไปเพื่อให้กระดิ่งโทรศัพท์ดัง เมื่อมีการเรียกเข้ามา สัญญาณนี้จะมีความถี่ประมาณ 50 Hz ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที เข้าจังหวะกับการติดและดับของสัญญาณเรียกกลับ และมีระดับสัญญาณโวลต์เตจประมาณ 80 ถึง 120 โวลต์

ในส่วนของวงจรจะประกอบด้วย ส่วนกำเนิดสัญญาณไดอัล ซึ่งใช้ไอซีออปแอมป์ 741 ต่อแบบวินบริดออสซิลเลเตอร์ (Wene Bridge Oscillator) จำนวน 2 ตัว ซึ่งแต่ละตัวจะให้กำเนิดสัญญาณซึ่งมีความถี่ต่างกันเล็กน้อย คือ 395 และ 405 Hz จากสัญญาณสองค่านี้จะนำมาผ่านวงจรมิกเซอร์ ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ 1583 ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์แบบดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมป์ (Differential Amplifier) ภายในและทรานซิสเตอร์เบอร์ 1815 เป็นส่วนกระแสคงที่ สัญญาณซึ่งผ่านการผสมจะได้สัญญาณเป็นรูปไซน์ ซึ่งมีความถี่รวมกัน 2 ความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ Busy จะได้จากการนำเอาสัญญาณ 1 Hz ซึ่งได้จากไอซีเบอร์ 555 มาควบคุมการปิดเปิดอนาลอกเบอร์ 4066 ซึ่งจะให้สัญญาณ 400 Hz ผ่านหรือไม่ผ่าน

สัญญาณ Ringback จะได้จากการนำเอาสัญญาณ 0.25 Hz ซึ่งได้จากไอซีเบอร์ 555 มาควบคุมการปิดเปิดอนาลอกสวิทช์เบอร์ 4066 ซึ่งจะให้สัญญาณ 400 Hz ผ่านหรือไม่ผ่านเช่นกัน สำหรับอินเวอร์เตอร์เบอร์ 7404 จะนำมาใช้เมื่อกรณีจังหวะที่สัญญาณควบคุม (1 Hz หรือ 0.25 Hz) การปิดเปิดสวิทช์อนาลอก ถ้าเป็นค่า "0" จะทำให้สวิทช์เปิดไม่ให้สัญญาณ 400 Hz ผ่าน แต่ขณะนี้สัญญาณที่เอาท์พุทจะเป็นสัญญาณรบกวนแทน ดังนั้นในจังหวะนี้จะต้องให้เอาท์พุทเป็นกราวด์ ดังนั้นจึงต้องใช้อินเวอร์เตอร์เบอร์ 7404 มากลับสัญญาณควบคุม คือในจังหวะที่สัญญาณควบคุมเป็น "1" จะให้สัญญาณ 400 Hz ผ่าน แต่เมื่อเป็น "0" จะให้สัญญาณกราวด์ผ่านแทน

สัญญาณ Ringing จะได้จากไอซีเบอร์ 555 กำเนิดสัญญาณพัลซ์ 50 Hz ผ่านเข้าอนาลอกสวิทช์เบอร์ 4066 ซึ่งมีสัญญาณ 0.25 Hz มาควบคุมการปิดเปิด สัญญาณที่ได้นี้จะนำไปผ่านวงจรขยายดาร์ลิงตันคลาสเอ ซึ่งจะขยายให้ได้สัญญาณ 100 วัตต์ วงจรขยายนี้จะประกอบไปด้วย 668,669,648 ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ที่ทนกระแสได้สูง

3. ส่วนถอดรหัสความถี่สัญญาณ (DTMF) (รูปที่ 3.3)

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่ ถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ ซึ่งเป็นความถี่ผสมที่เกิดจากการกดปุ่มของตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ให้เป็นตัวเลขทางดิจิตอล ที่สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับวงจรส่วนควบคุมต่อไปได้

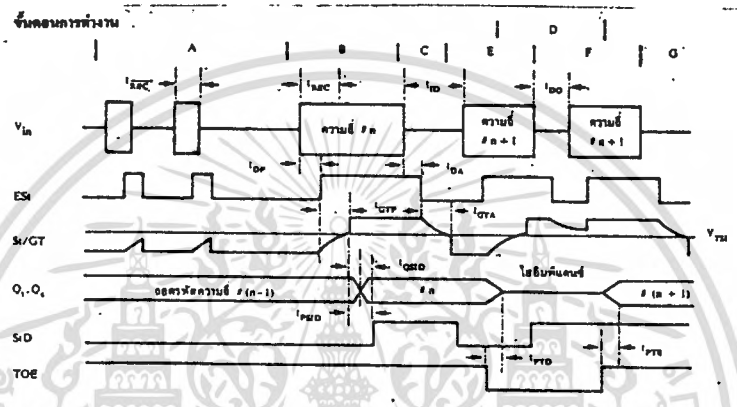
สำหรับวงจรถอดรหัสความถี่สัญญาณโทรศัพท์ในโครงงานนี้ ใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสอง ขนาด 4 บิท ตามค่าความถี่ที่เกิดขึ้นจากการกดปุ่มหมายเลขต่าง ๆ ของโทรศัพท์

วงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์มีหลักการ คือไอซี MT8870 จะทำการแยกสัญญาณความถี่ที่เข้ามาทางอินพุทออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานหรือไม่เพื่อป้องกันไม่ให้ความถี่อื่นผสมเข้ามาด้วย นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยตรวจสอบระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงระยะเวลาพอสมควร มิฉะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นไอซีจะไม่รับสัญญาณความถี่ที่ถูกกดนั้นมาถอดรหัส เนื่องจากระยะเวลาจองสัญญาณความถี่นั้นน้อยเกินไป

การทำงานของไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์สามารถเขียนอธิบายเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



V_{in} - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา

ESt - Early Sterring output ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง

St/GT - Steering input/Guard Time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก

Q_1-Q_4 - เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต

StD - Delayed Steering output ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไป มีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

TOE - Tone Output Enable (input) ใช้ควบคุม Q_1-Q_4 ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ์

$t_{\overline{REC}}$ - คาบเวลานานสุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง

t_{REC} - คาบเวลาสั้นสุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง

t_{ID} - เวลาสั้นสุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ

t_{DO} - เวลานานสุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

t_{DP} - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{DA} - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{GTP} - การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF

t_{GTA} - การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ส่วนสวิทช์คัดต่อ (DPDT) (รูปที่ 3.5)

ส่วนสวิทช์คัดต่อนี้ มีหน้าที่ ในการเลือกสัญญาณระหว่างสัญญาณเสียงซึ่งมาจากวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก กับสัญญาณโทรศัพท์ซึ่งมาจากส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ สัญญาณที่สวิตช์คัดต่อจะผ่านไปยังวงจรส่วนติดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายใน

วงจรในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยไอซีที่สำคัญคือ ไอซีเบอร์ 4066 และ 4069 โดยไอซี 4066 จะเป็นสวิตช์อนาลอกคอยตัดต่อสัญญาณให้ผ่านหรือไม่ผ่าน ส่วนไอซี 4069 จะเป็น Inverter สัญญาณควบคุมการตัดต่อจะมาจากพอร์ตจากวงจรควบคุมระบบ โดยเมื่อสัญญาณเป็น "1" จะทำการตัดต่อให้สัญญาณผ่านไปยังวงจรส่วนติดต่อคู่สายโทรศัพท์ภายในได้ แต่เมื่อเป็น "0" จะยอมให้สัญญาณโทรศัพท์ผ่านเข้าไปแทน

6. ส่วน Power Supply (รูปที่ 3.6)

ใช้สำหรับต่อไฟกระแสตรงต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในวงจร PABX ทั้งหมดนี้

7. ส่วน Speech Path

เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมในการติดต่อ เพื่อให้โทรศัพท์สามารถคุยกับโทรศัพท์เครื่องอื่น ๆ ได้ อาศัยการควบคุมโดยการเขียนข้อมูลผ่าน Ram Control Speech Path ส่วน Speech Path ใน PABX นี้ใช้วิธี การแบ่งสัญญาณตามหลักการ TDM (Time Division Multiplex) และนำไปผ่าน วงจร A/D เพื่อแปลง Speech ที่เป็น Analog ให้เป็น Digital แล้ว Latch ค่าไว้ที่ Buffer แล้วรอการควบคุมจาก Ram เมื่ออ่านข้อมูลจาก Ram แล้วให้เปิด Buffer นั้น ก็จะผ่านสัญญาณซึ่งเป็น Digital แปลงกลับให้เป็น Analog อีกครั้ง เพื่อส่งให้กับ SLIC โทรศัพท์ต่อไป

ในส่วนของ Hardware ส่วนนี้สามารถแบ่งย่อย ได้เป็น 3 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วง A สัญญาณที่ขา EST เป็นลอจิกสูง เนื่องจากตรวจพบว่ามีความถี่เข้ามาแต่คาบเวลาหรือระยะเวลาที่เข้ามาไม่ถูกต้อง (คาบเวลาสั้นไป) จึงไม่ทำการถอดรหัสความถี่นี้ ดังนั้นเอาท์พุทไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ช่วง B มีความถี่เข้ามาอีกครั้ง (ความถี่ n) ซึ่งมีคาบเวลาที่ถูกต้อง (เท่ากับ หรือมากกว่าเวลาที่การ์ดไหม์กำหนดไว้) ดังนั้นความถี่ที่เข้ามาใหม่นี้จะถูกถอดรหัสและแลทช์ไว้ที่เอาท์พุท

ช่วง C หมดความถี่ n ตรวจสอบช่วงห่างว่าถูกต้อง เอาท์พุทยังคงถูกแลตช์ไว้จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

ช่วง D ความถี่ n+1 เข้ามาใหม่ สัญญาณที่ลอจิก EST เปลี่ยนเป็นลอจิกสูงอีกครั้งหนึ่ง

ช่วง E เอาท์พุทเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพความต้านทานสูง เนื่องจากการดิสเอเบิ้ลเอาท์พุท (สัญญาณที่ TOE เป็นลอจิกต่ำ)

ช่วง F ความถี่ n+1 เข้ามาใหม่อย่างถูกต้อง และอีนาเบิลเอาท์พุท แล้วจึงทำการถอดรหัสและแลตช์ไว้

ช่วง G หมดความถี่ n+1 ช่วงเวลาห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังแลตช์อยู่จนกว่าจะมีความถี่ใหม่เข้ามา

4. ส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Control) (รูปที่ 3.4)

ส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์นี้ มีหน้าที่ในการเลือกสัญญาณโทรศัพท์ คือ สัญญาณ Busy, สัญญาณ Dial, สัญญาณ Ringback ว่าจะให้สัญญาณใดผ่านเข้าไปยังส่วนสวิทช์ดิดต่อสัญญาณซึ่งการทำการควบคุมนี้จะได้รับคำสั่งมาจากพอร์ตของส่วนควบคุมระบบซึ่งจะเป็นสัญญาณ "0" หรือ "1" ในกรณีที่เป็นสัญญาณ "1" ก็จะยอมให้สัญญาณผ่านไปได้ แต่เมื่อเป็น "0" ก็จะไม่ยอมให้สัญญาณผ่าน

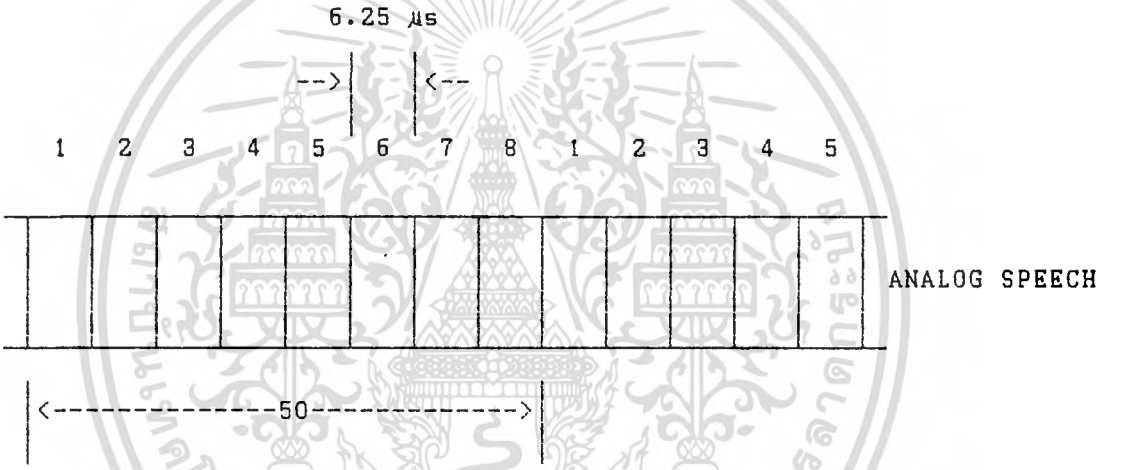
วงจรส่วนนี้จะประกอบไปด้วย ไอซีเบอร์ 4066 เป็นอนาลอกสวิทช์ ซึ่งจะมีอินพุทเป็นสัญญาณโทรศัพท์ต่าง ๆ และเอาท์พุทต่อกับส่วนดิดต่อ ส่วนสัญญาณที่มาจากพอร์ทแต่ละบิทจะมาเข้าขาของอนาลอกสวิทช์ตรงช่องของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. <u>ส่วน Counter และ Multiplexer</u> (รูปที่ 3.7)

เป็นส่วนที่สร้างความถี่ที่คงที่ เพื่ออ่านข้อมูลจาก Ram และ Multiplex สัญญาณให้ Synchronize กันและควบคุมการ Convert Data ของส่วน A/D ด้วย

สัญญาณเสียงจะผ่านเข้าทาง Multiplexer (4051) ซึ่งมีทั้งหมด 7 ช่องสัญญาณ ทำการ Multiplex ด้วยความเร็ว 12.5 ไมโครวินาที ต่อ 1 ช่องสัญญาณ หรือ 100 ไมโครวินาที ต่อ 1 รอบ ซึ่งสัญญาณยังคงเป็น Analog อยู่แต่แบ่งเป็นช่อง ๆ ตามเวลาดังรูป



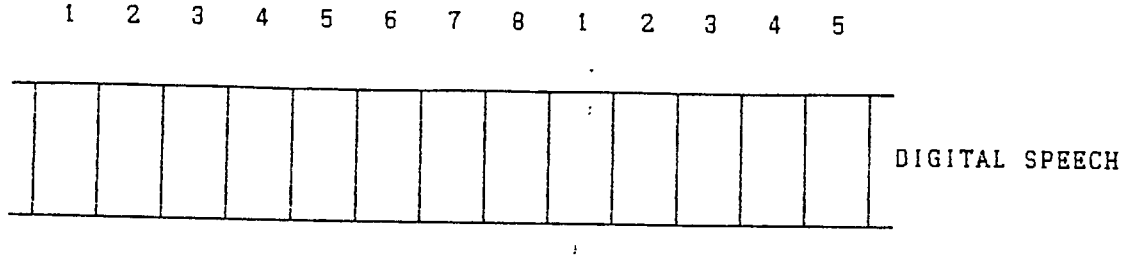
กำหนดความเร็วของ Clock โดยคำนวนจาก Bandwidth เสียงในโทรศัพท์ 4 KHz Sampling 5 เท่า 20 KHz ดังนั้น 1 รอบสัญญาณจึงเป็น 50 ไมโครวินาที แบ่งเป็น 8 ช่อง จึงต้องมีความเร็วเป็น 160 KHz

2. <u>ส่วน A/D (Analog to Digital Converter)</u> (รูปที่ 3.8)

จะแปลงสัญญาณที่ผ่านจาก MUX แปลงเป็น Digital 7 บิท โดยใช้ CA3306 ซึ่งเป็น A/D แบบ 6 บิท 2 ตัวต่อ Cascade กัน อาศัย Clock ที่เป็น Conversion Time 320 KHz

ทำให้สัญญาณที่ได้ขณะนี้ เป็น Digital ซึ่งถูกแบ่งตามเวลาดังรูป ซึ่งค่านี้จะถูกคงค่าไว้ใน Bus ในช่วงเวลานั้น ๆ โดย 74LS374 ทำหน้าที่ Latch Data ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

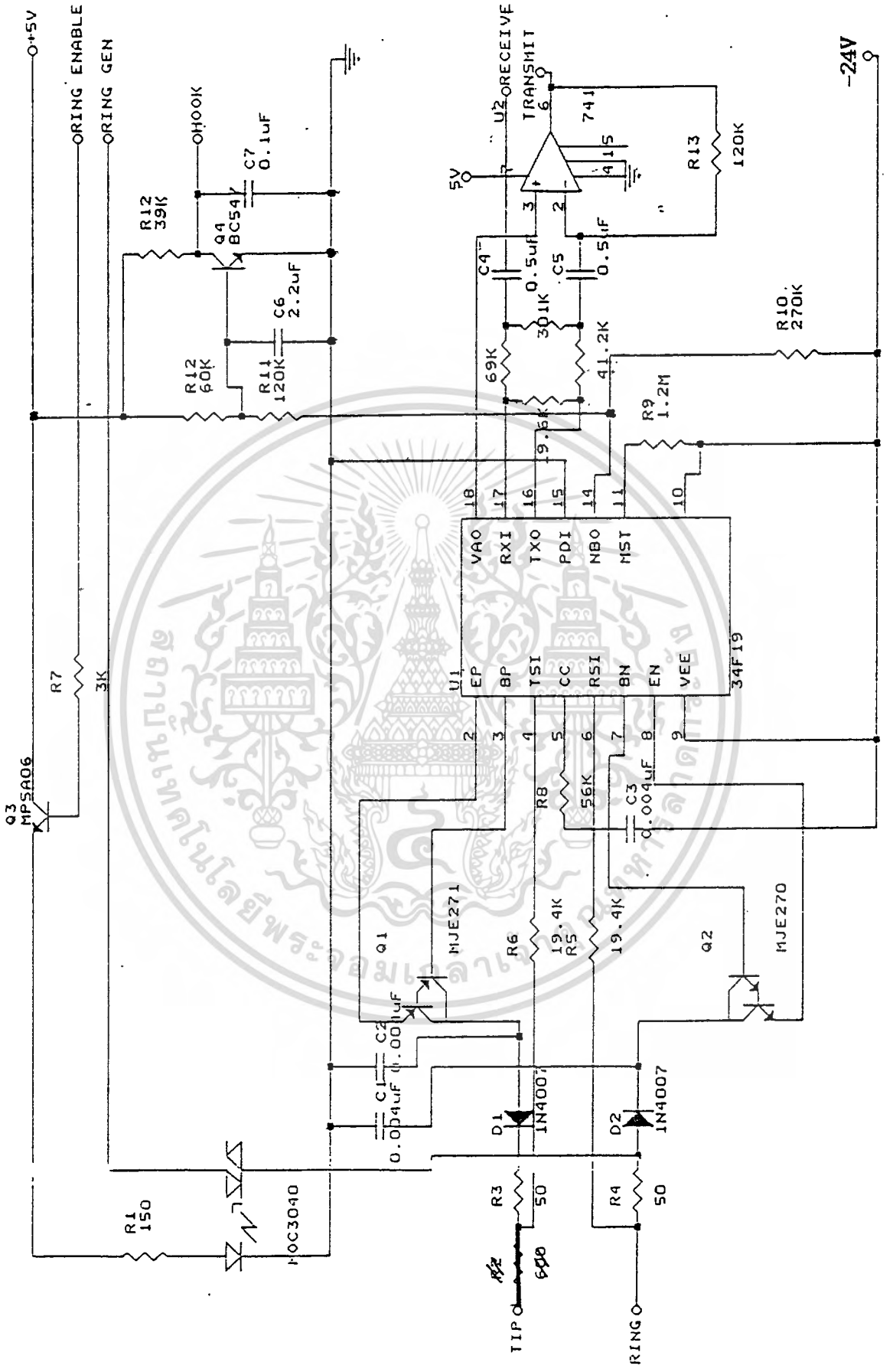


3. ส่วน D/A (Digital to Analog Converter) (รูปที่ 3.9)

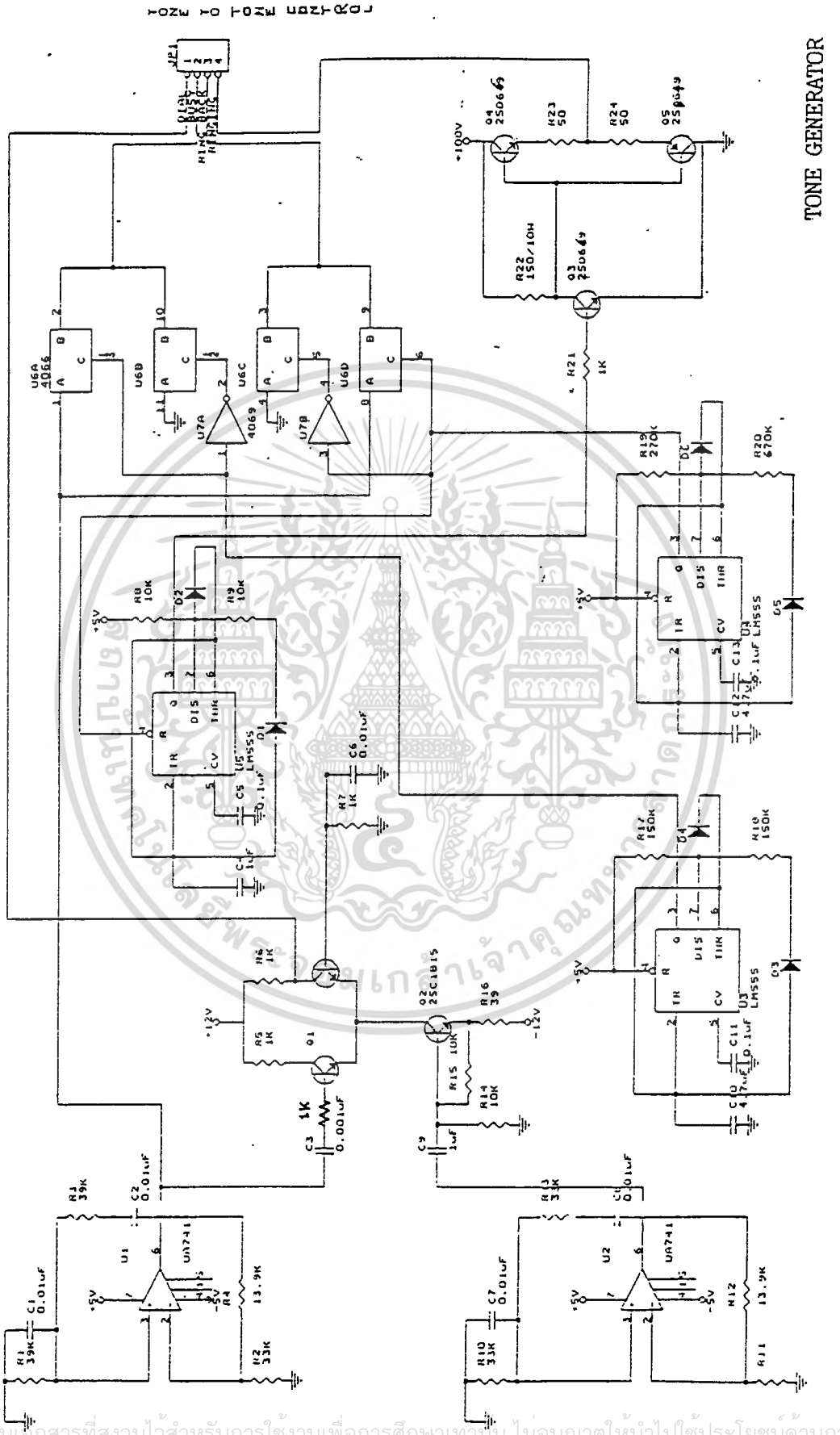
สัญญาณ Digital ที่ถูก Latch ไว้ จะถูกนำไปควบคุมการเปิด Gate โดย Ram Control Speech Path ควบคุมการ Enable Latch ตัวใด ๆ ให้ตรงกันในช่องสัญญาณ D/A นี้จะทำการแปลงสัญญาณที่เป็น Digital Speech ให้กลับไปเป็น Analog Speech โดยใช้ ไอซี DAC0800 ต่อเข้าในแต่ละช่องสัญญาณ ส่งสัญญาณ Analog ให้กับโทรศัพท์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT

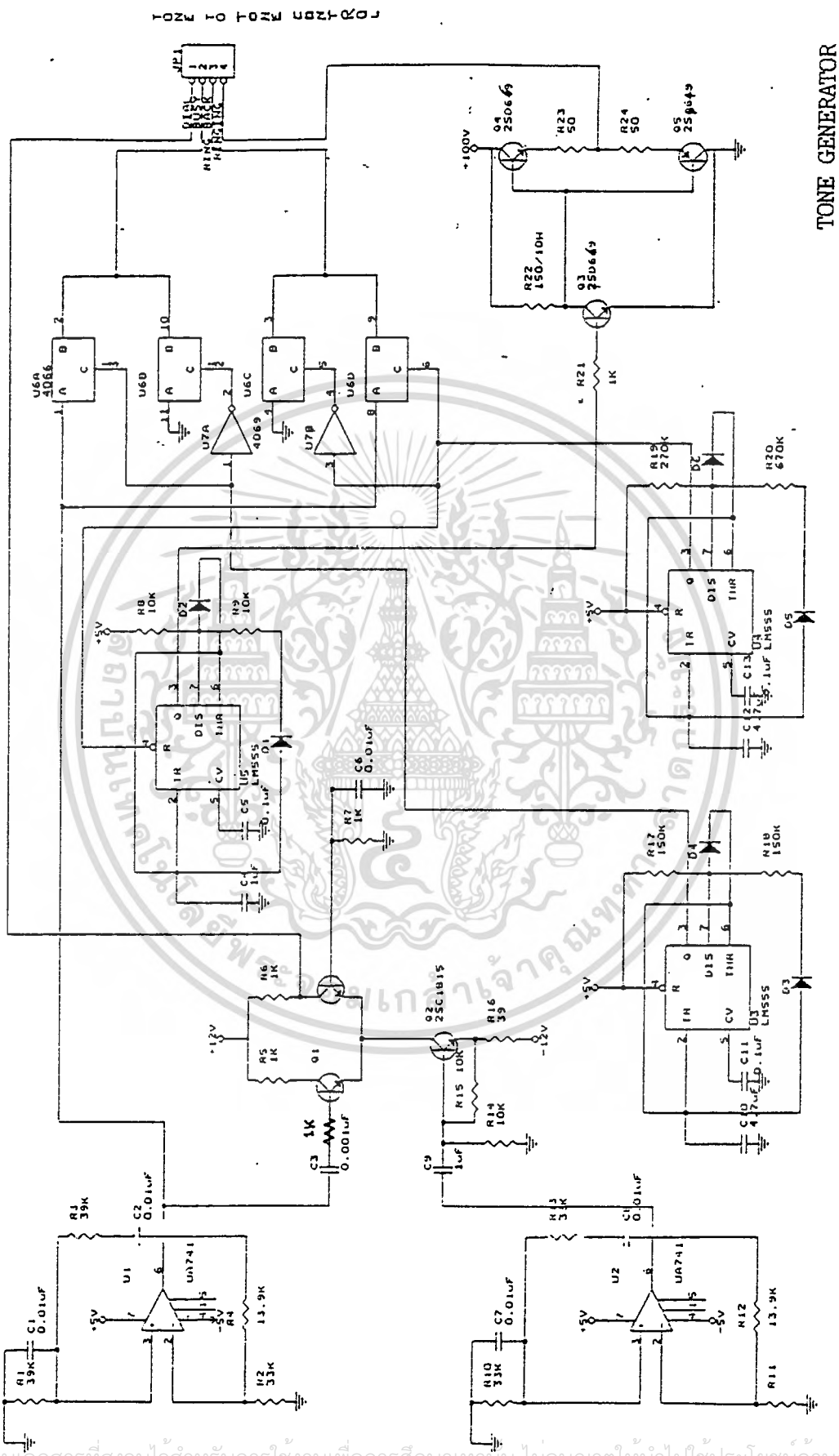


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2

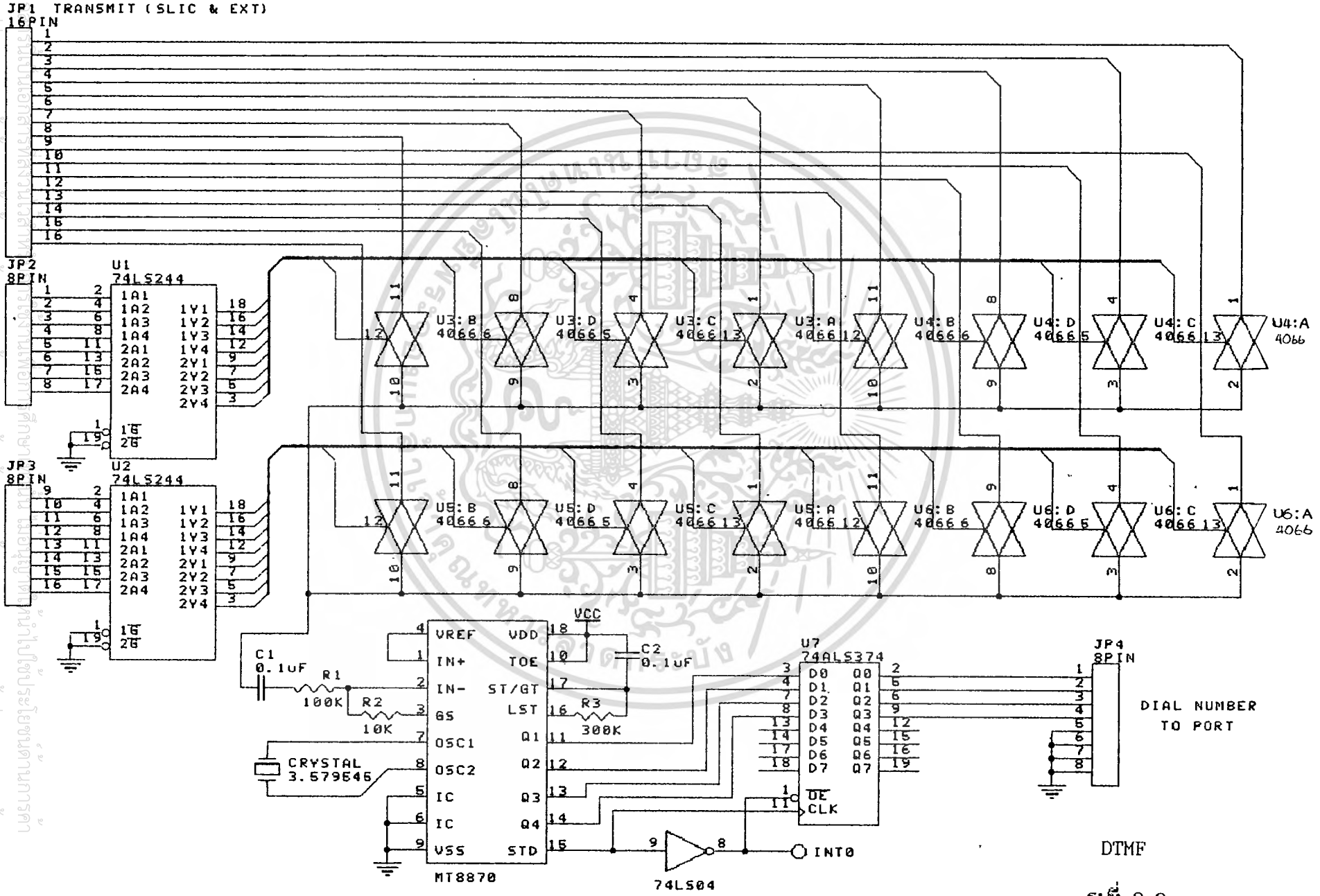
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TONE GENERATOR

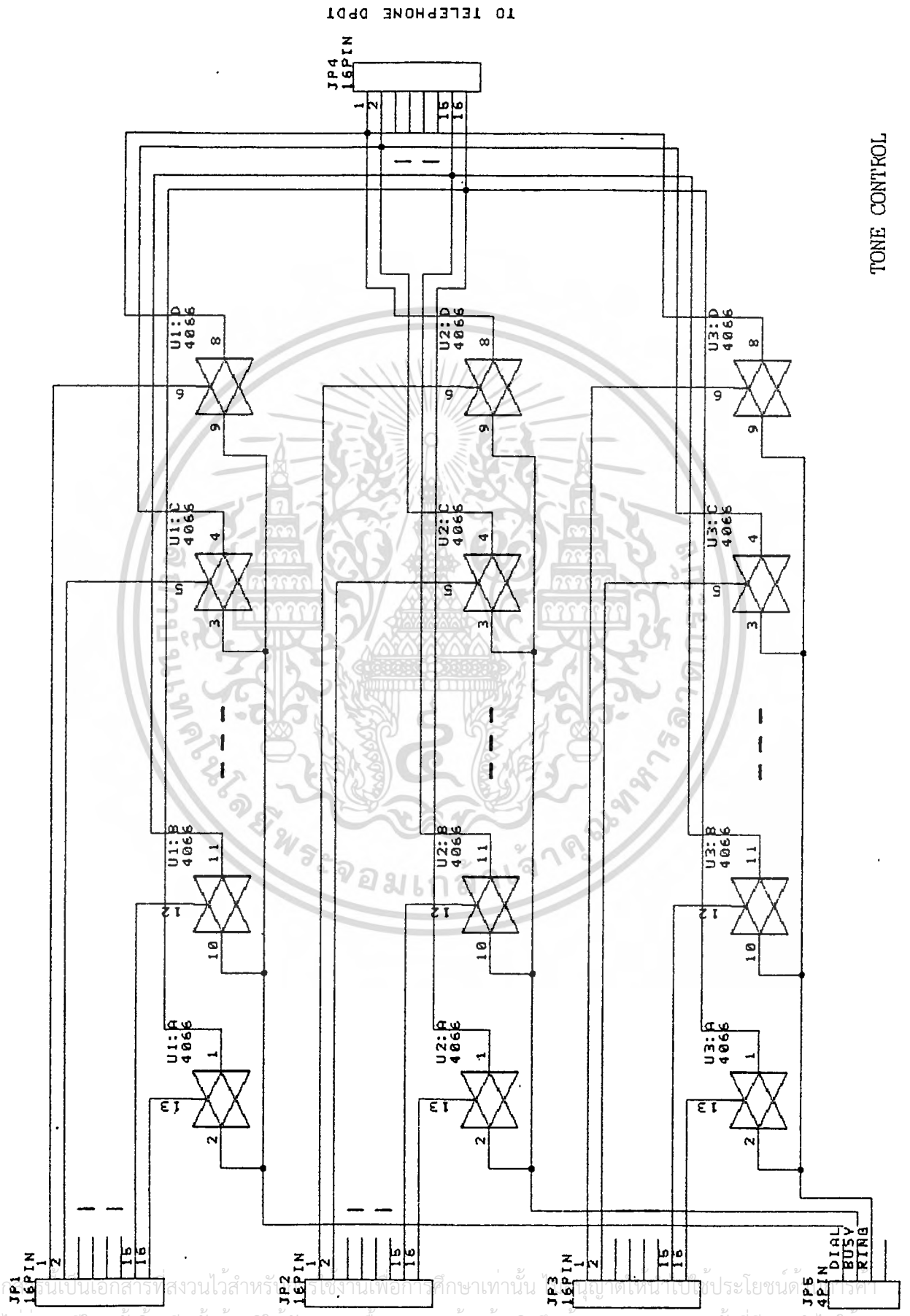
รูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


JP1 TRANSMIT (SLIC & EXT)
16PIN
DATA CONTROL FROM PORT
JP2
8PIN
U1
74LS244
JP3
8PIN
U2
74LS244
U3:B 4066 6
U3:D 4066 5
U3:C 4066 13
U3:A 4066 12
U4:B 4066 6
U4:D 4066 5
U4:C 4066 13
U4:A 4066
U5:B 4066 6
U5:D 4066 5
U5:C 4066 13
U5:A 4066 12
U6:B 4066 6
U6:D 4066 5
U6:C 4066 13
U6:A 4066
VCC
C1 0.1uF
R1 100K
R2 10K
C2 0.1uF
R3 300K
VREF
IN+
IN-
GS
OSC1
OSC2
IC
IC
VSS
VDD
TOE
ST/GT
LST
Q1
Q2
Q3
Q4
STD
MT8870
CRYSTAL 3.579545
U7
74ALS374
D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7
Q0 Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7
OE
CLK
74LS04
INT0
JP4
8PIN
DIAL NUMBER TO PORT

DTMF

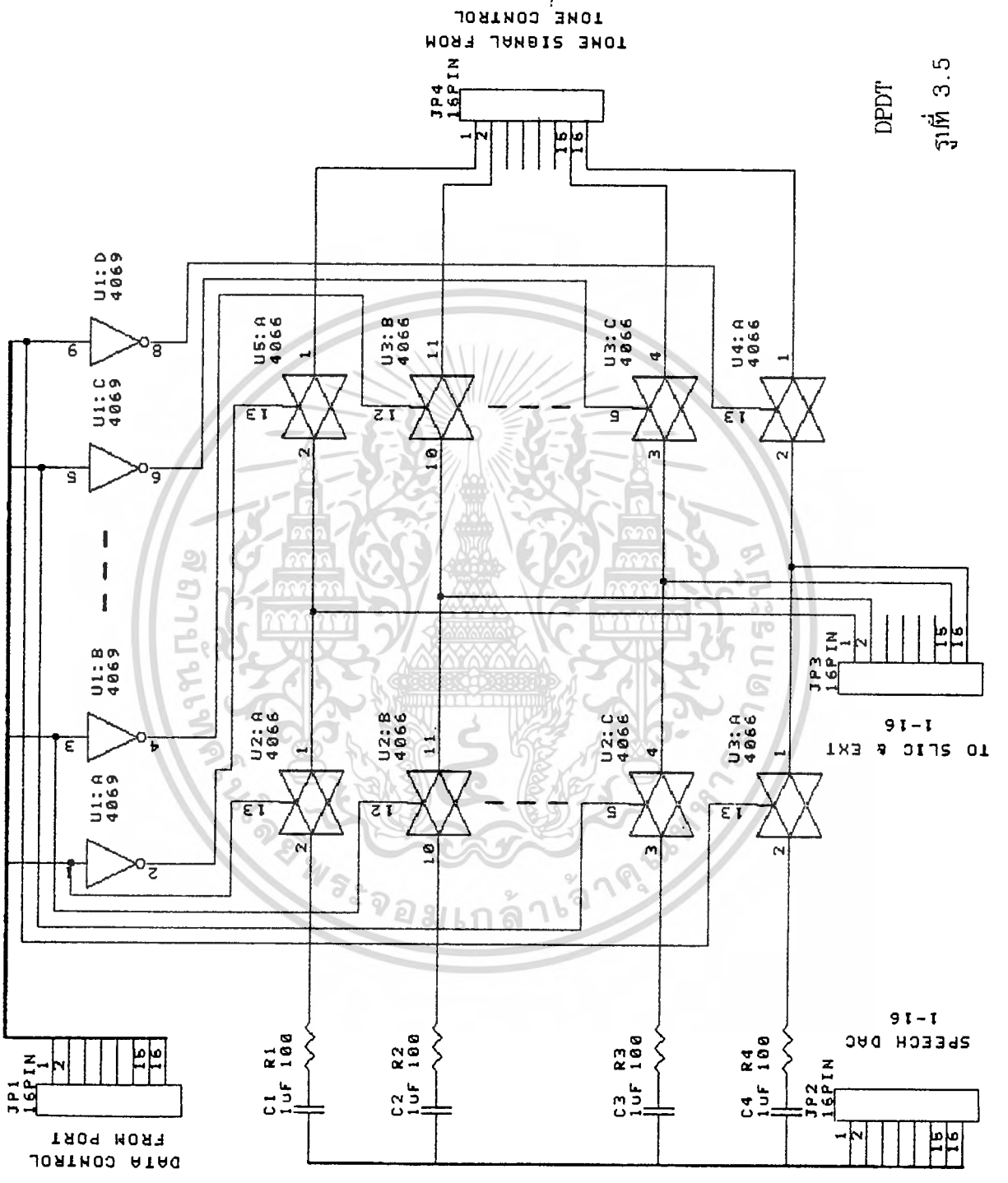
รูปที่ 3.3



TONE CONTROL

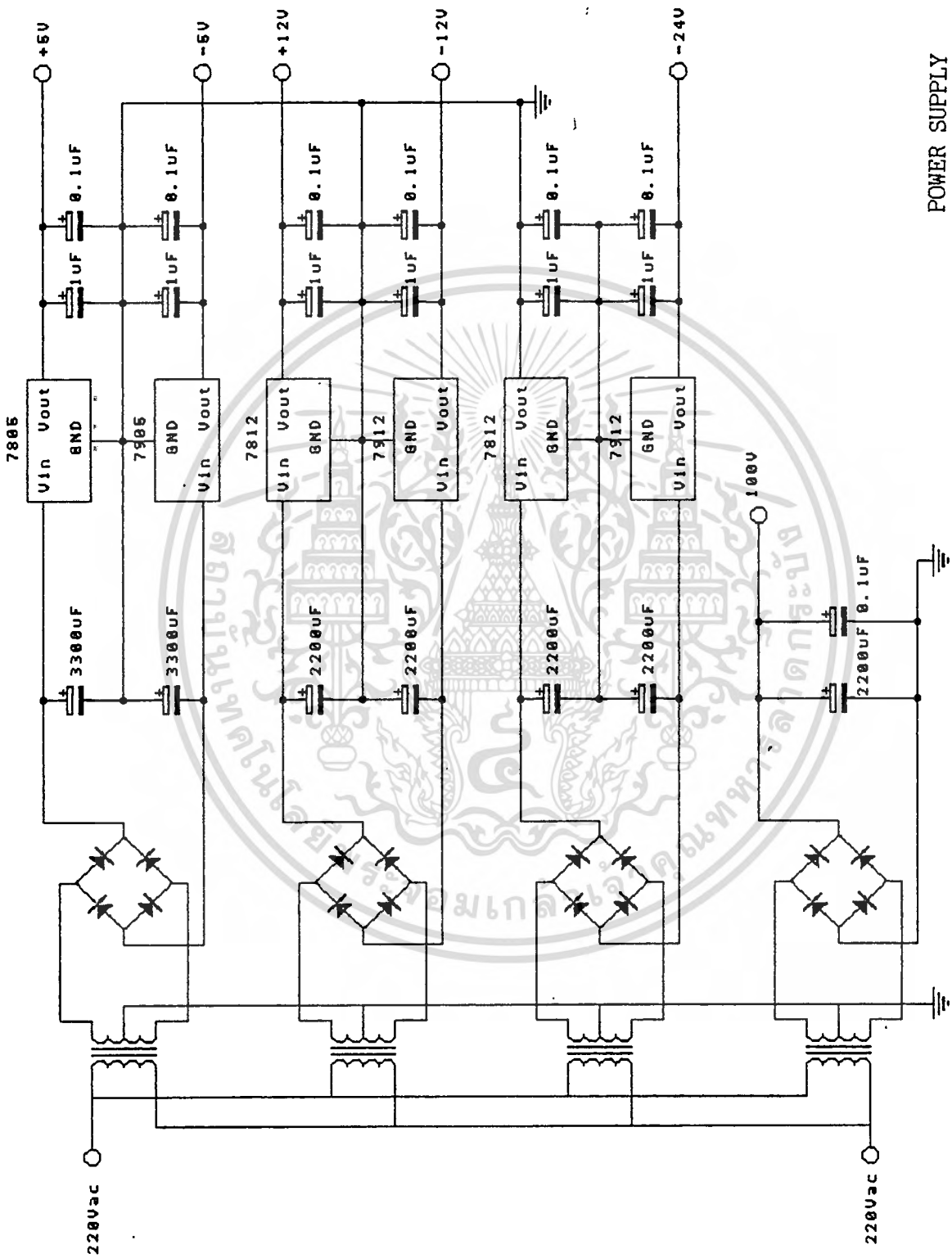
รูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5

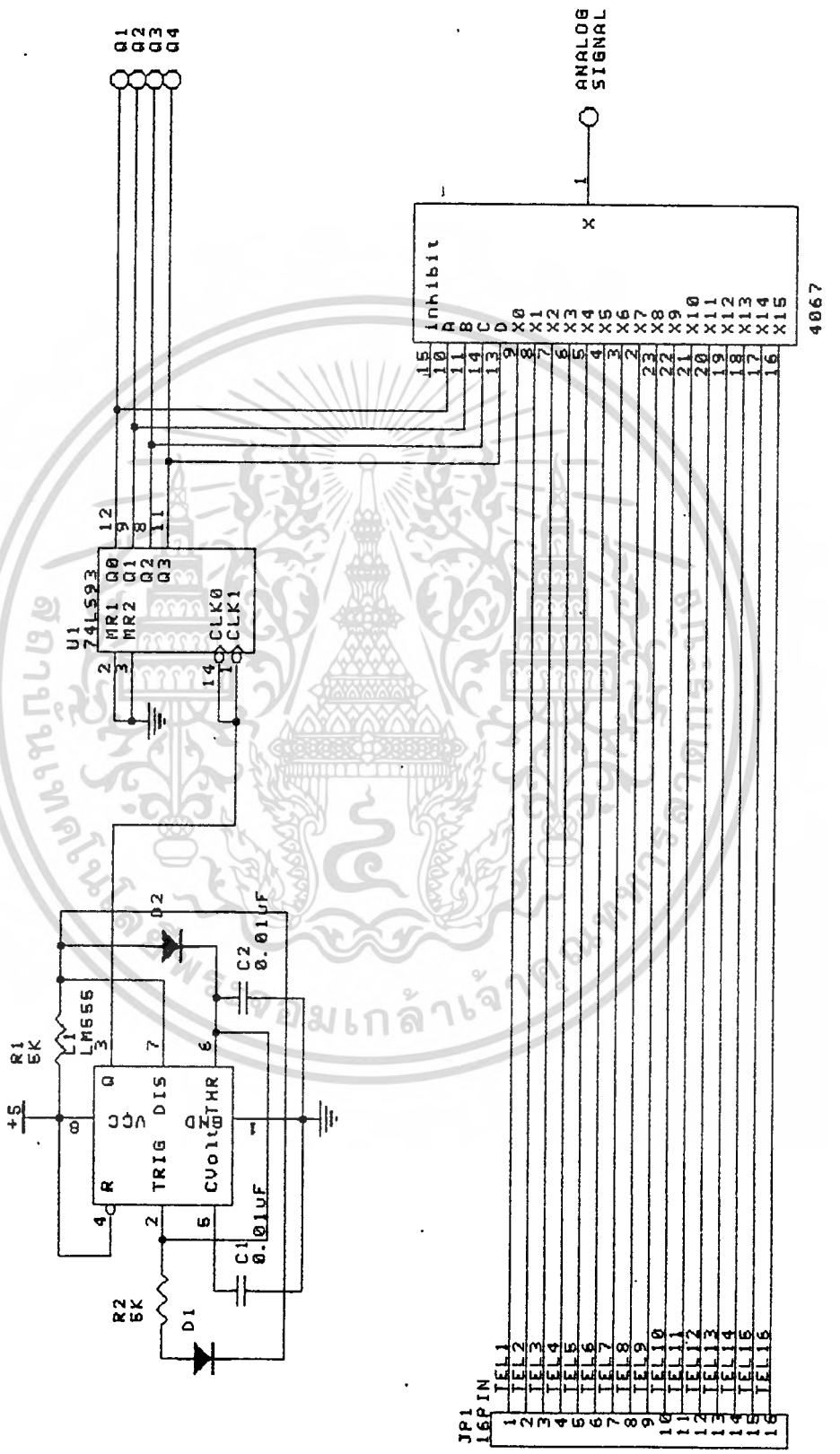
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



POWER SUPPLY

รูปที่ 3.6

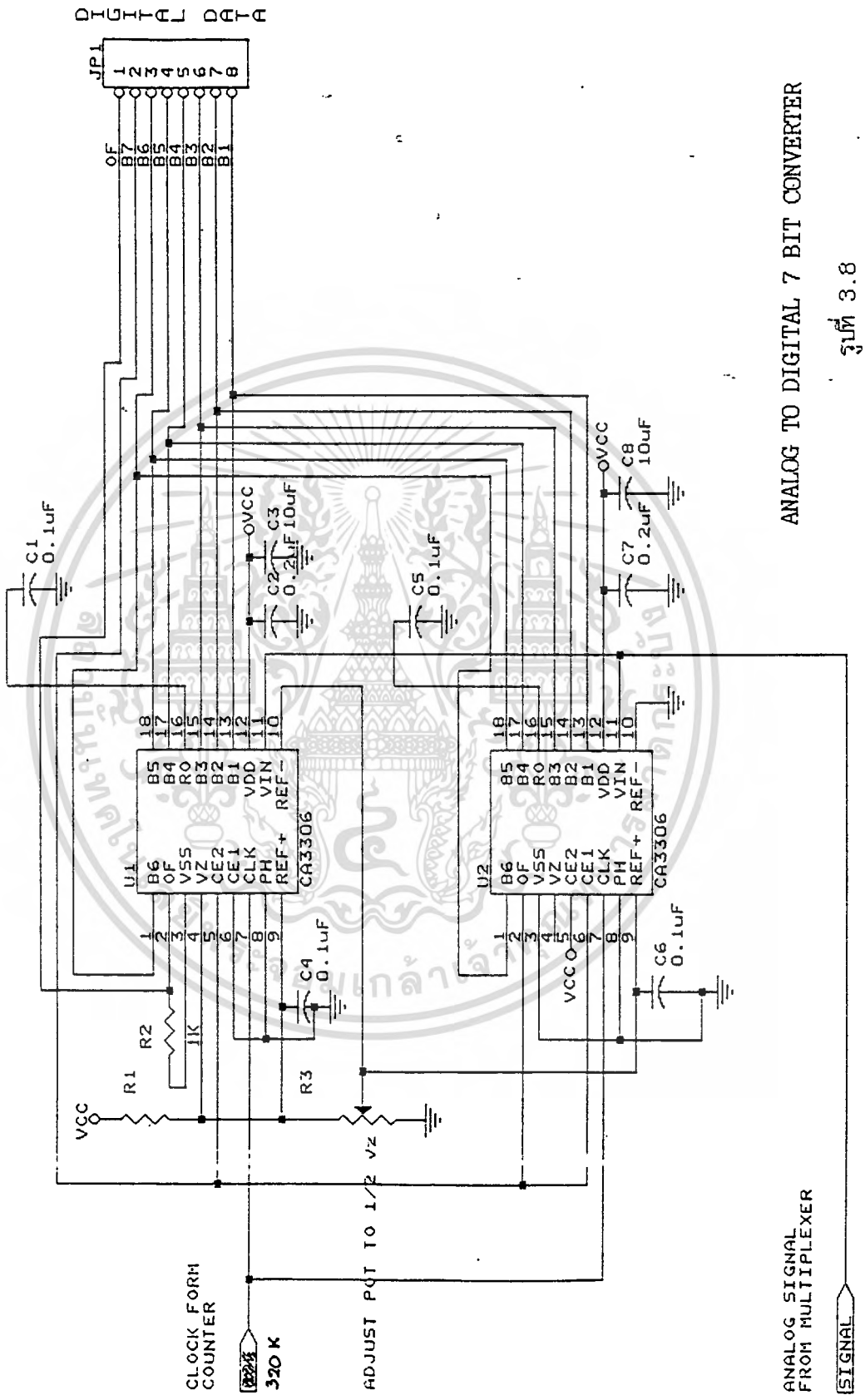
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COUNTER & MULTIPLEXER

รูปที่ 3.7

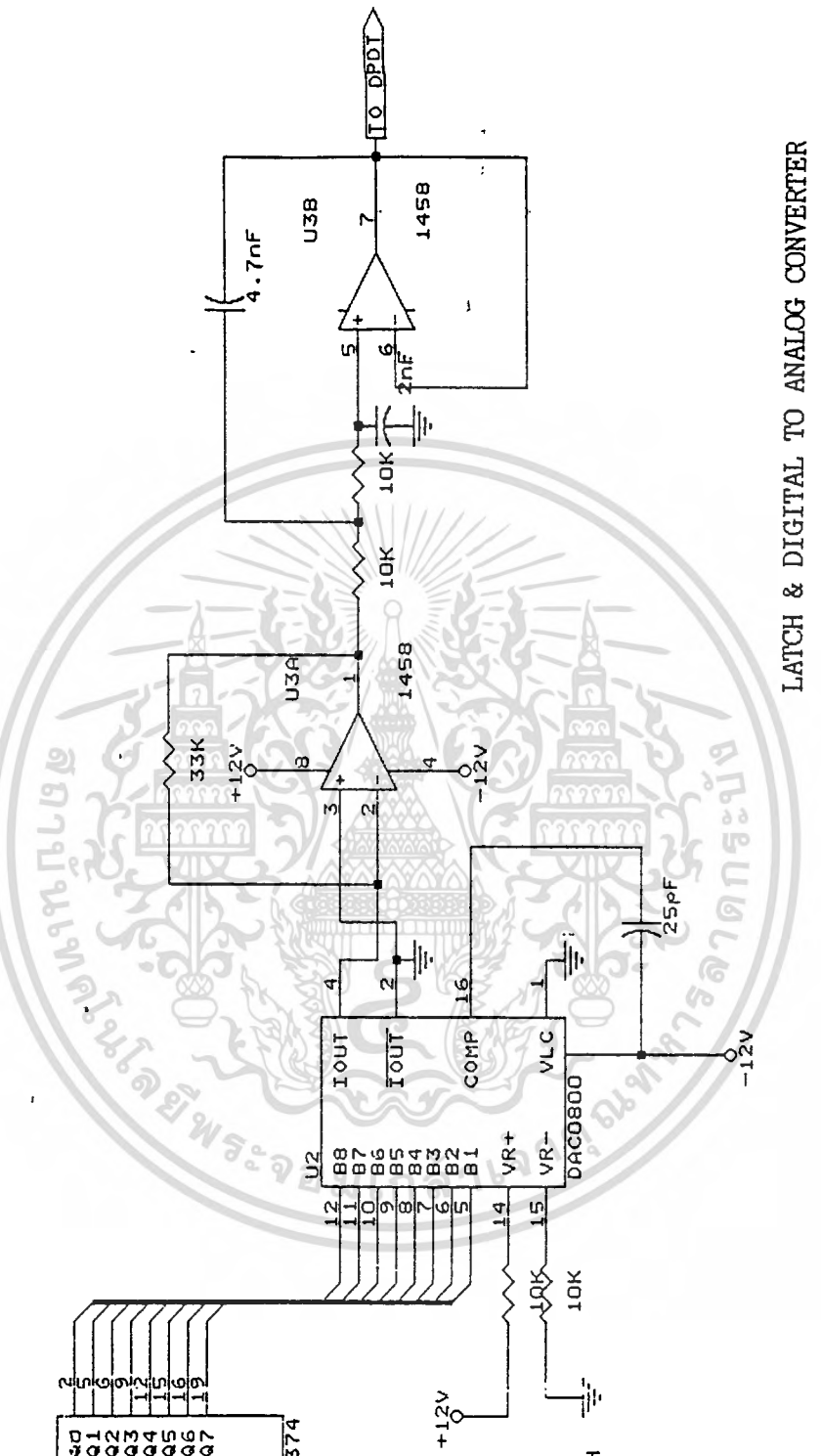
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ANALOG TO DIGITAL 7 BIT CONVERTER

รูปที่ 3.8

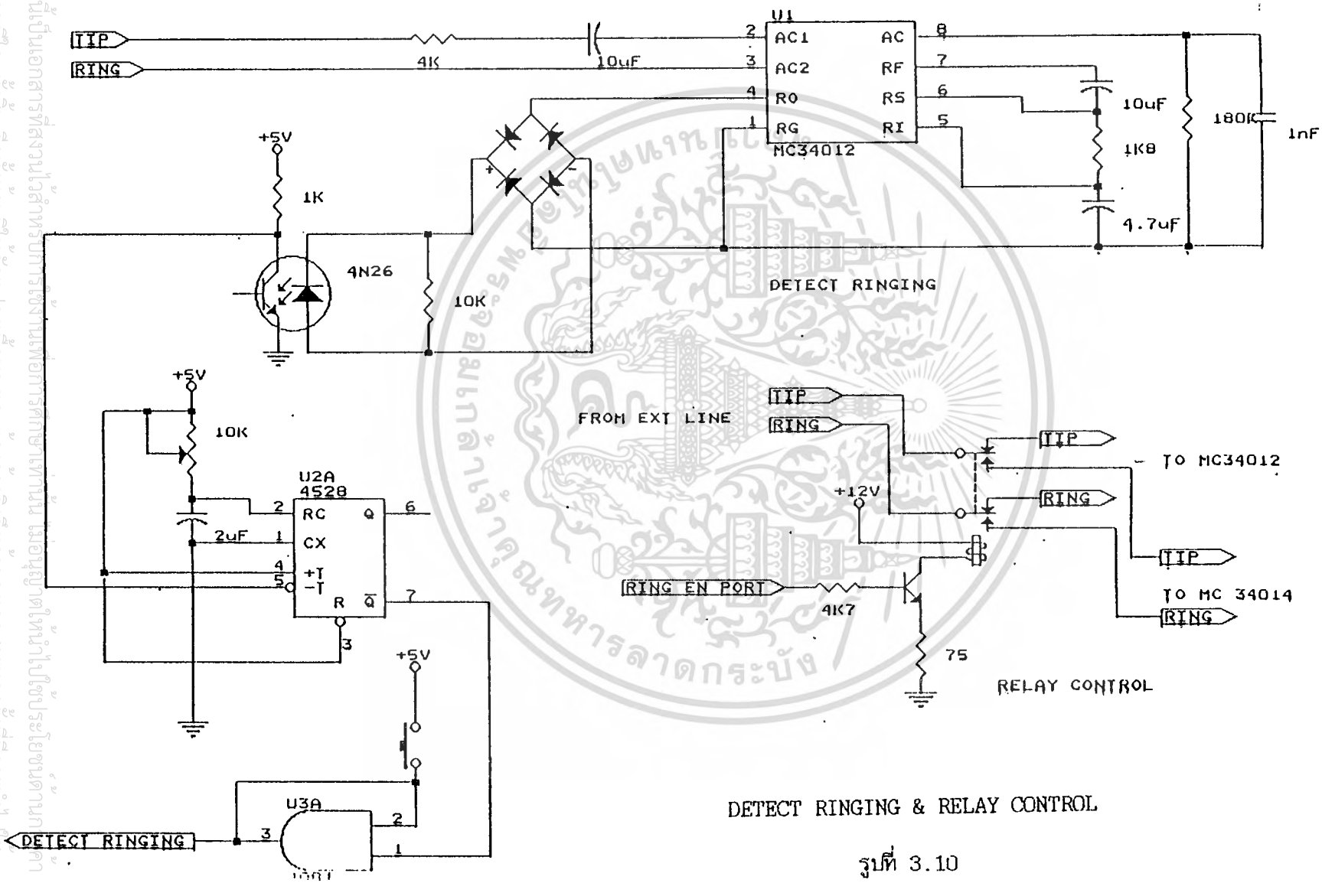
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LATCH & DIGITAL TO ANALOG CONVERTER

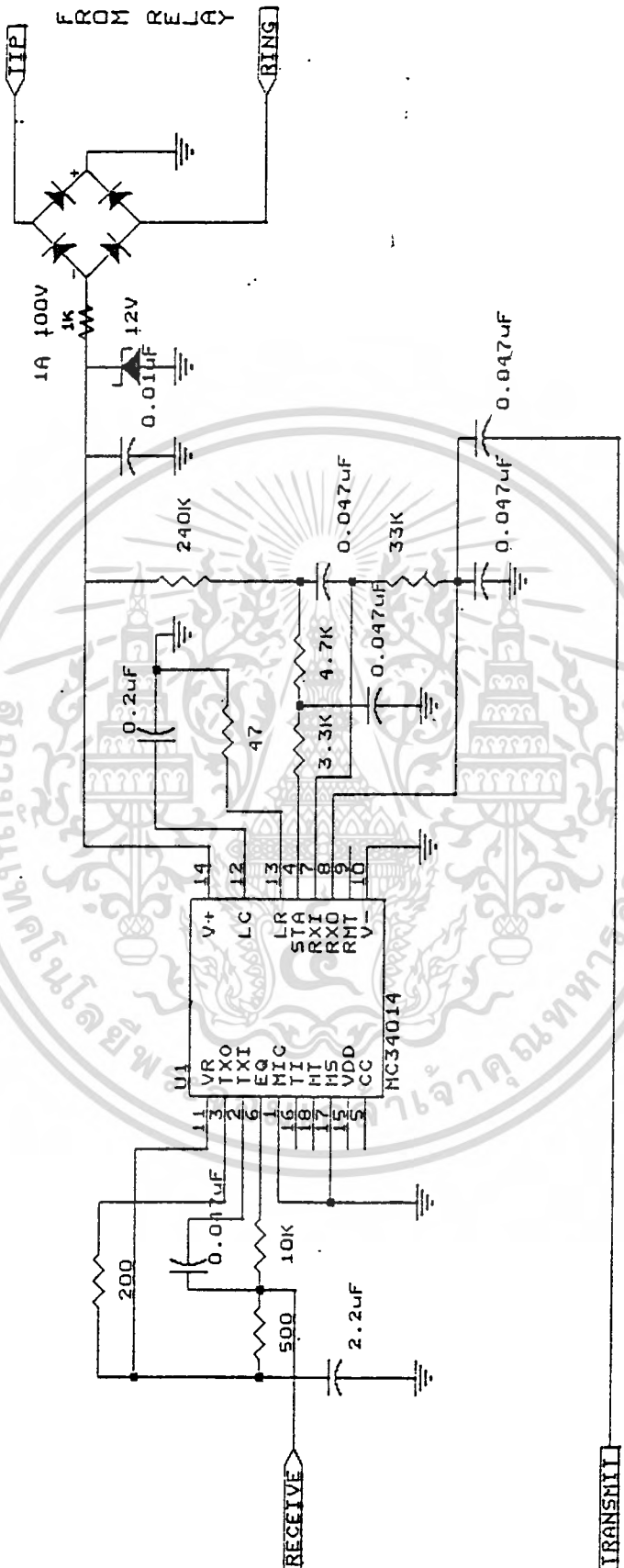
รูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DETECT RINGING & RELAY CONTROL

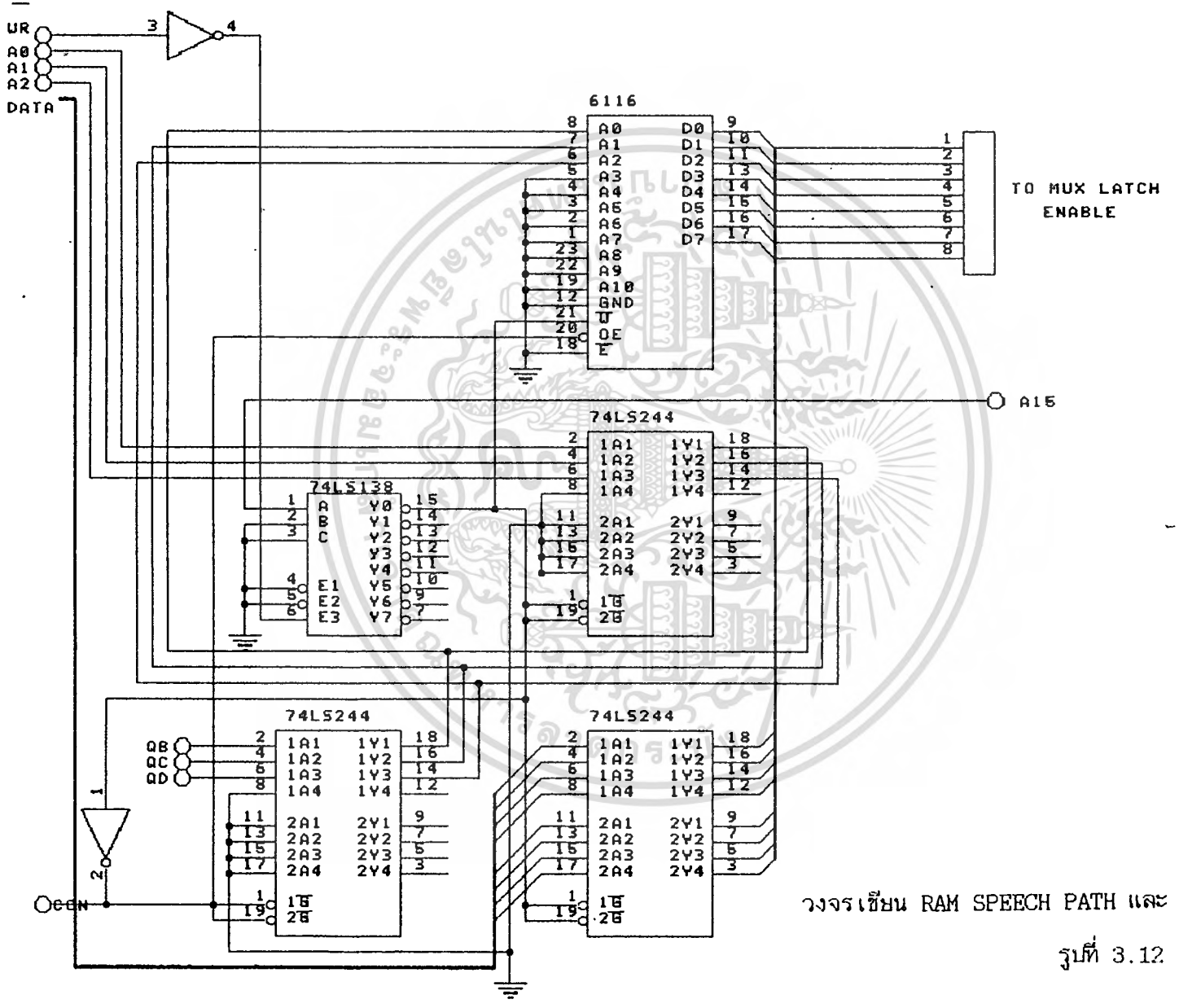
รูปที่ 3.10



EXTERNAL LINE

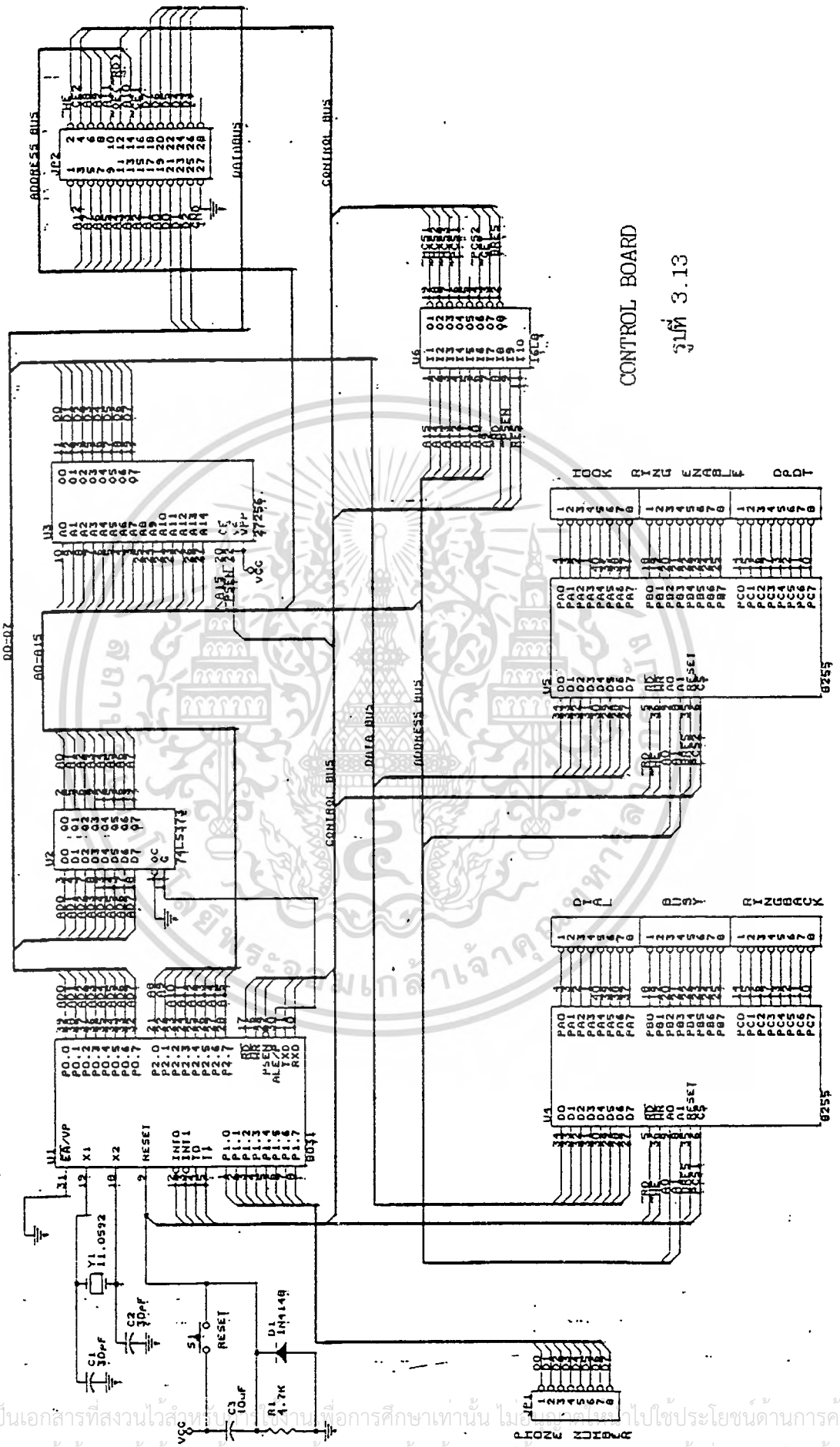
รูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรเชียน RAM SPEECH PATH และ INTERFACE กับ MCS-51

รูปที่ 3.12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ส่วนที่ใช้ติดต่อกับโทรศัพท์ภายนอก

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ใช้ตรวจสอบสัญญาณเรียกภายนอก และควบคุม Relay ส่วนนี้จะคอยตรวจเช็คสัญญาณ Ringing จากองค์การโทรศัพท์ โดยใช้ไอซี MC34012 (Detect Ringing IC) เมื่อมีสัญญาณ Ringing จะแปลงให้เป็นค่า Low แล้วส่งเข้า Port ของ MCS-51 เมื่อ MCS-51ได้รับสัญญาณ ก็จะส่ง Ring Enable ออกไปเพื่อ Enable Relay Control ให้องค์การโทรศัพท์รับทราบสัญญาณการยกหูของ PABX และตัด Ringing ไป (รูปที่ 3.10)

2. ส่วนที่ใช้ในการพูดคุยกับสายโทรศัพท์จากภายนอก เมื่อ Relay ตัดเข้าส่วนนี้ จะแสดงถึงการยกหูของ PABX ซึ่งใช้ไอซี 34014 เป็นวงจร Hybrid แปลง Tip,Ring สายนอกให้เป็น Transmit,Receive เพื่อคุยกับโทรศัพท์ภายใน PABX ไอซีตัวนี้จะใช้ไฟเลี้ยงจากองค์การโทรศัพท์เลย โดยผ่าน Bridge Rectifier (รูปที่ 3.11)

9. ส่วนเขียน Ram Control Speech Path และ Interface กับ MCS-51 (รูปที่ 3.12)

ส่วนนี้เป็นส่วนที่ Decode Address ในส่วนของ Data Memory ของ MCS-51 ขณะที่เขียนข้อมูลที่ใช้เชื่อมต่อโทรศัพท์ใน RAM 6116

ส่วนในเวลาที่ไม่เขียนข้อมูลลงใน Ram จะใช้สัญญาณจาก Counter มาควบคุมการ Read Data ออกจาก Ram ซึ่ง Data เหล่านั้นจะนำไปควบคุมการ Enable Latch ในส่วนของ D/A

10. Control Board (MCS-51) (รูปที่ 1.13)

ส่วนนี้เป็นหัวใจในการควบคุมทั้งหมดใน PABX ใช้ Microcontroler 8031 เป็นตัวควบคุม และเขียนข้อมูลออก Port โดยผ่านทาง 8255 2 ตัว แบ่งออกเป็น 6 Port คือ Dial ,Busy,Ringing,Ringback,Hook,DPDT รับค่าการกดหมายเลข ผ่าน Port 1 ของ 8031 และ Write ข้อมูล ลง Ram Control Speech Path ในพื้นที่ของ Data Memory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

รายละเอียดทาง SOFTWARE

หลักการทำงานของโปรแกรม

1. หลักการทำงานของโปรแกรมหลัก (Main Program)

การทำงานจะเริ่มจากการ Set ค่าเริ่มต้นของโปรแกรม คือการ Set Port ควบคุมของ 8255 ทำการเคลียร์ค่าที่อยู่ภายใน Register ที่ใช้ทั้งหมดและค่าของ Port 1 ที่รับค่าตัวเลขจากการกดปุ่ม Port ทุก Port ที่เป็น Output Port (Dial,Busy,Ringback,Ring enable,Hook,DPDT) และเคลียร์ Ram Control Speech Path เมื่อเสร็จแล้วให้ Scan ค่า Hook ซึ่งเป็นค่าที่บอกให้ PABX เริ่มการทำงาน และตรวจสอบ Register อื่น ๆ ด้วย

2. โปรแกรมตรวจสอบการยกหู (Wait Hook)

เป็นโปรแกรมที่ตรวจสอบการยกหูของโทรศัพท์ทุกเครื่องว่ามีการยกหูเพื่อ หรือวางหูใด ๆ หรือไม่ และแปลงเลขเครื่องให้เป็นเลขฐาน 2

3. โปรแกรมส่งค่าสัญญาณให้กดหมายเลข (Dial)

เป็นโปรแกรมที่ใช้ส่งค่า Dial ออก Port โดยเช็คค่าจาก Register

4. โปรแกรมรับหมายเลขโทรศัพท์ (Get Number)

จะคอยรับหมายเลขโทรศัพท์ และ แปลงหมายเลขซึ่งเป็นฐาน 2 ให้เป็นหมายเลขเครื่อง (Bit)

5. โปรแกรมส่งสัญญาณที่ใช้ติดต่อโทรศัพท์ (Tone)

เป็นส่วนในการส่งสัญญาณต่าง ๆ ให้กับเครื่องโทรศัพท์ เพื่อบอกสถานะการติดต่อ

6. โปรแกรมเขียนข้อมูลลง RAM CONTROL SPEECH PATH

เป็นส่วนที่จะนำหมายเลขที่ยกหู และเครื่องที่จะติดต่อ ให้สามารถพูดคุยกันได้ผ่าน Speech Path โดยข้อมูลที่เขียนลง RAM จะเป็นช่อง 8 Byte แรก เมื่อต้องการให้เครื่องใดคุยก็ให้ Bit นั้น ๆ เป็น Low (เพื่อ Enable Latch)

7. โปรแกรมวางหูโทรศัพท์ (WHODEC)

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่จัดการเกี่ยวกับการวางหูโทรศัพท์ และให้สัญญาณที่สำคัญในการติดต่อต่าง ๆ แก่เครื่องลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

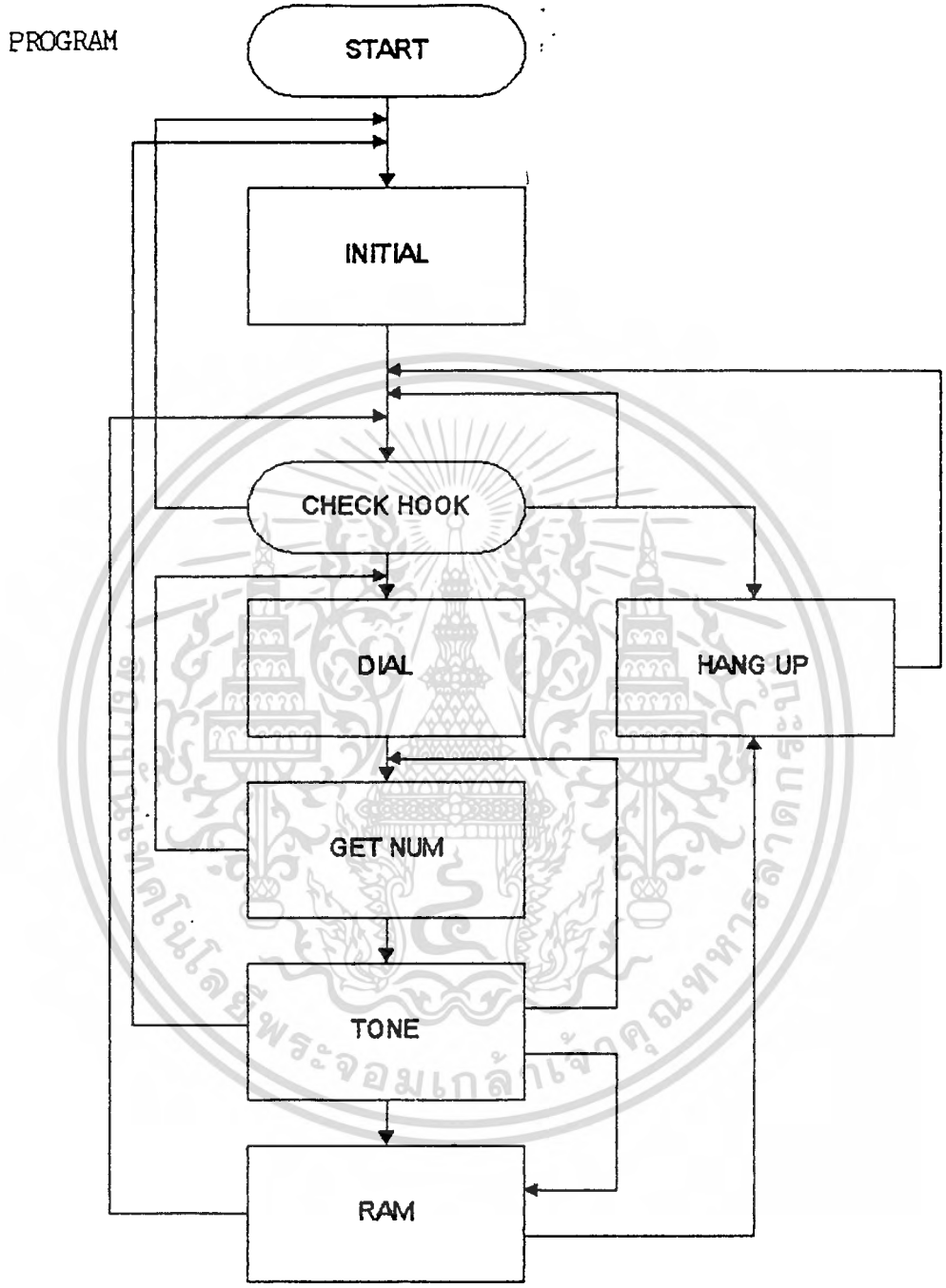
ADDRESS	BYTE	LSB MSB 0 1 2 3 4 5 6 7
000	0	1 1 1 1 1 1 1 1
001	1	1 1 1 1 1 1 0 1
010	2	1 1 1 1 1 1 1 1
011	3	1 1 1 1 1 1 1 1
100	4	1 1 1 1 1 1 1 1
101	5	1 1 1 1 1 1 1 1
110	6	1 0 1 1 1 1 1 1
111	7	1 1 1 1 1 1 1 1

ตาราง แสดงข้อมูล 8 Byte แรกใน RAM

(เครื่อง 2 คุยกับเครื่อง 7)

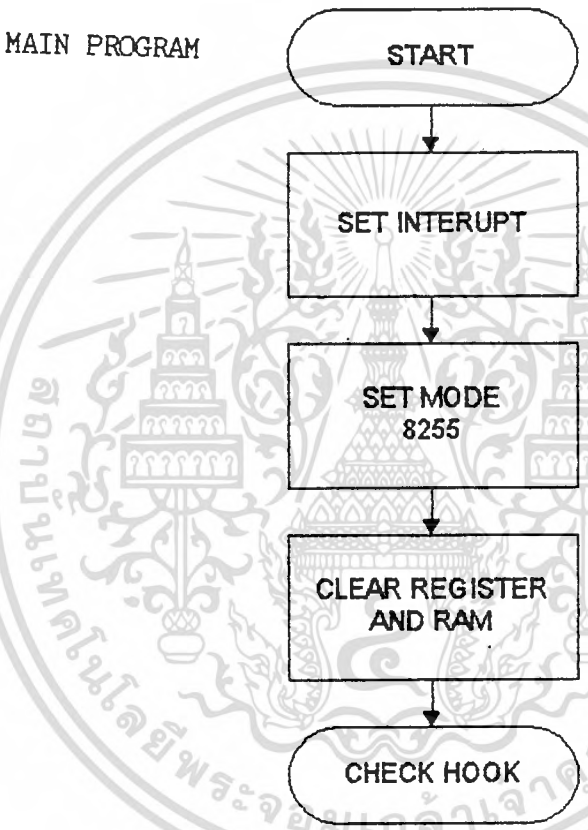
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิโปรแกรมการทำงาน



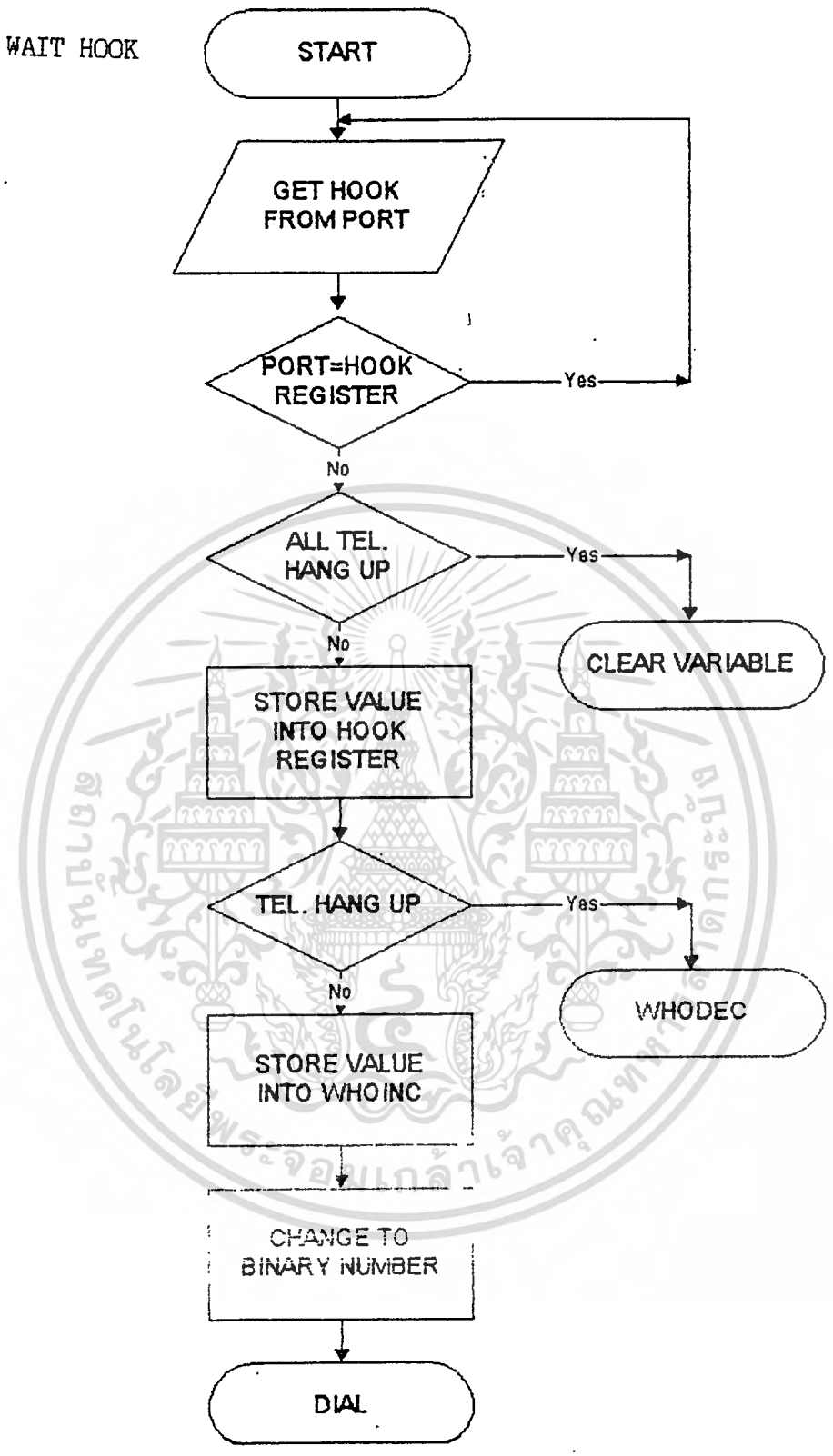
รูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



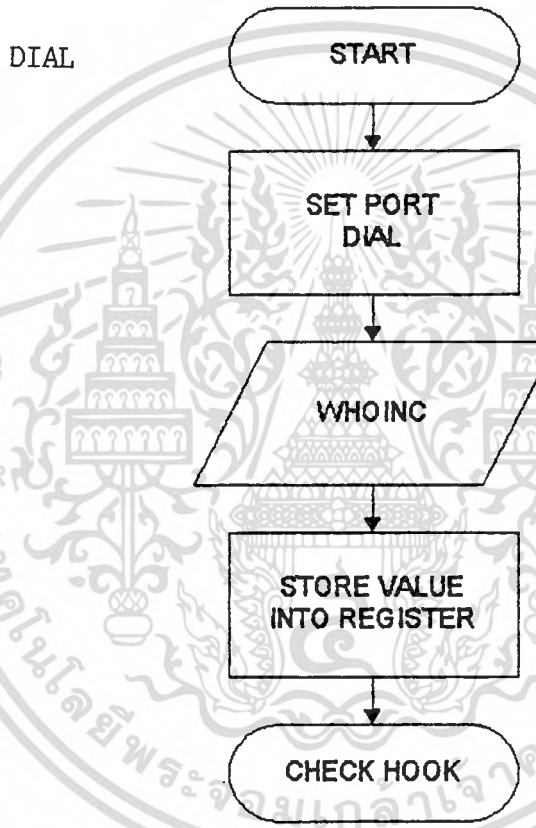
รูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



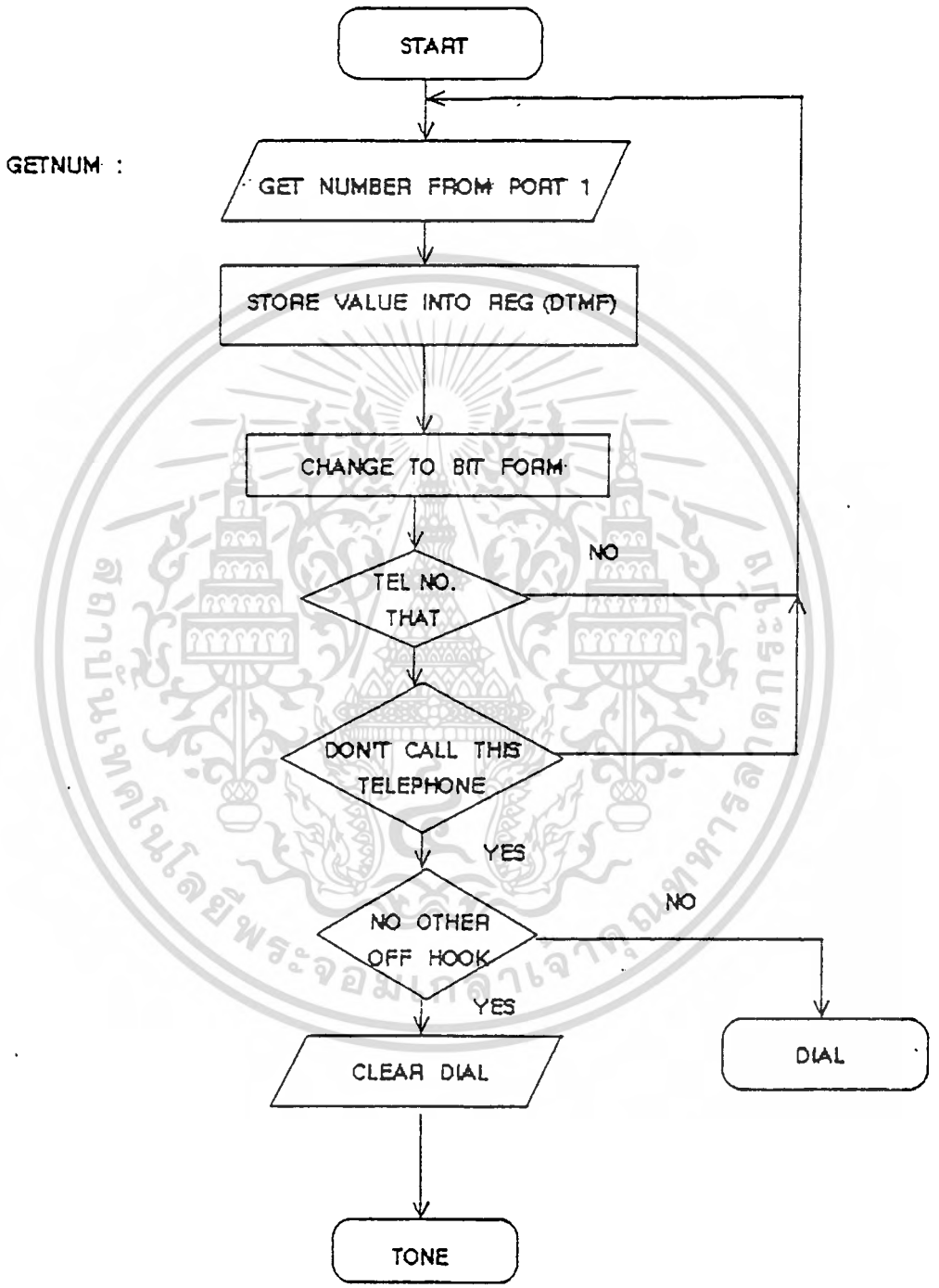
รูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4

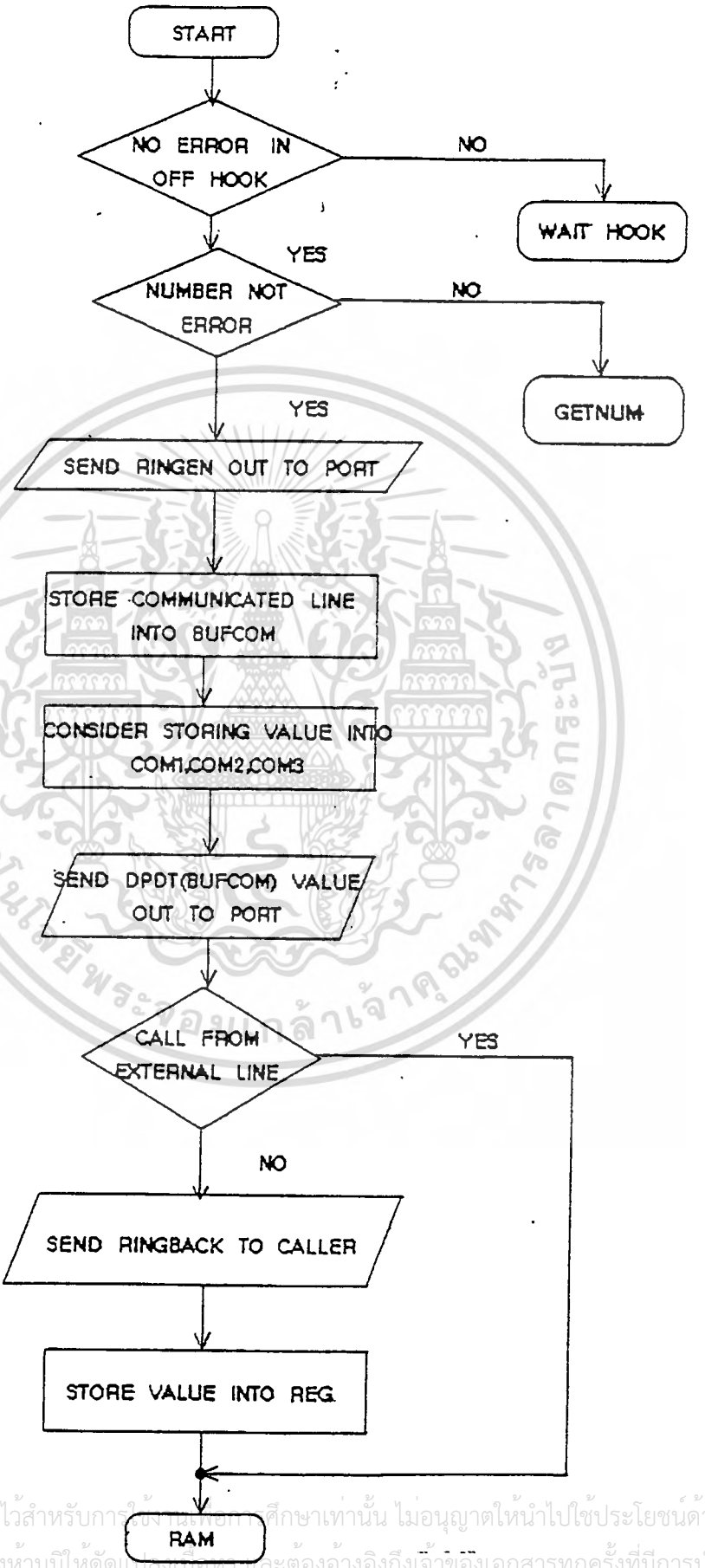
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5

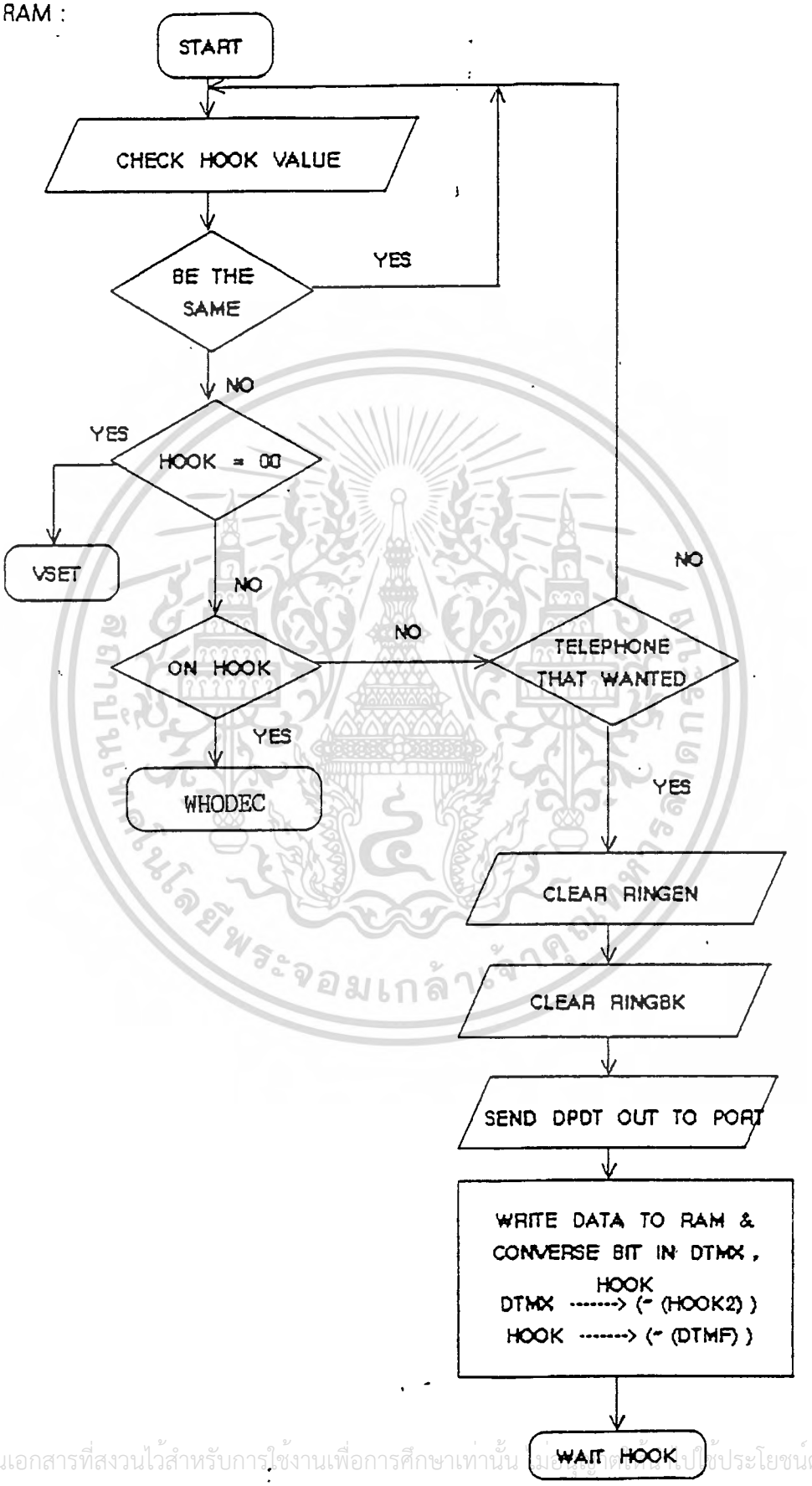
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TONE :

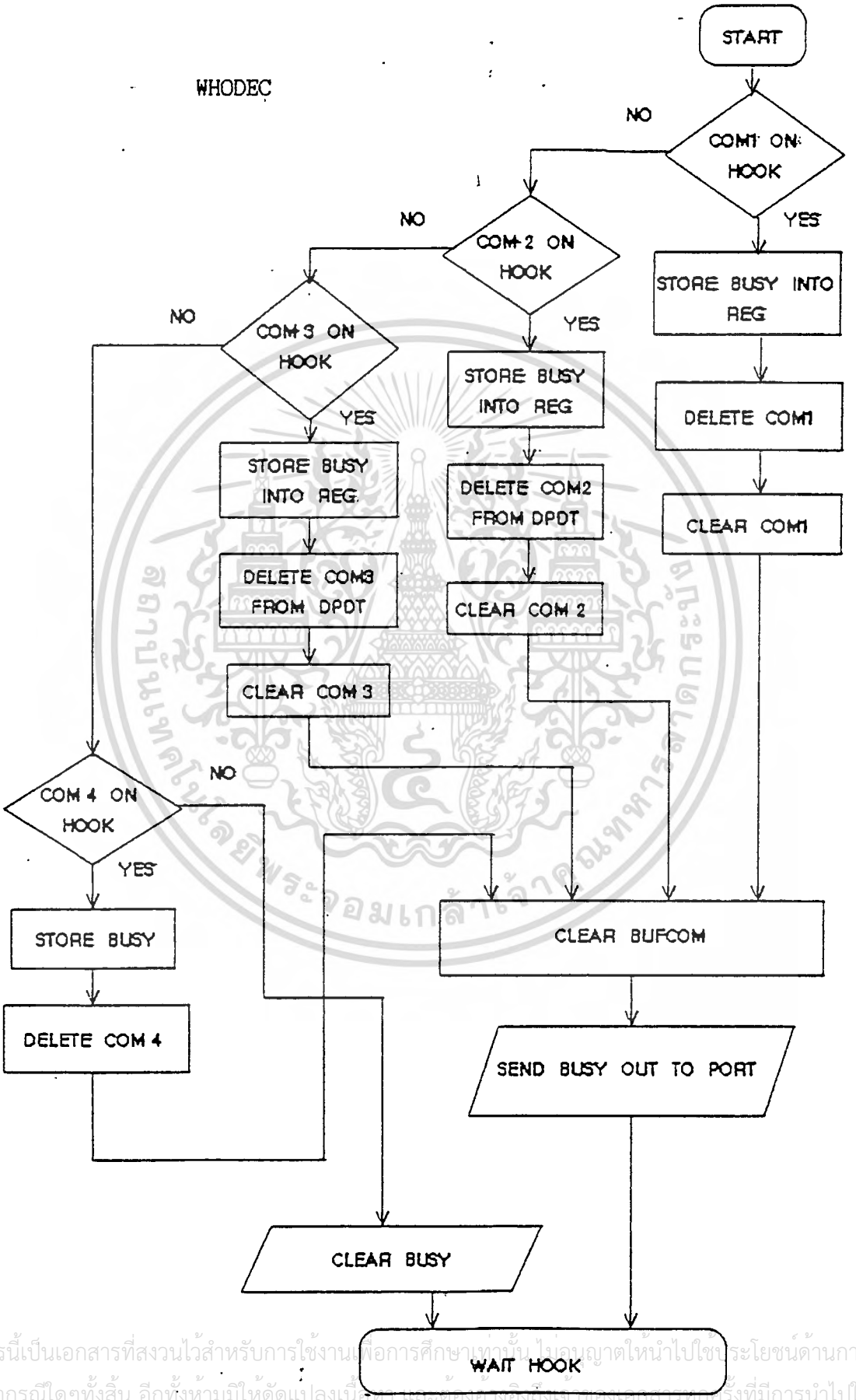


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RAM :



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง

1. ส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายใน (SLIC)

เมื่อนำส่วนติดต่อ (Transmit & Receive) ของ SLIC แต่ละโทรศัพท์มาต่อครงกัน คือ Transmit ของ SLIC เครื่องหนึ่งก็ต่อกับ Receive ของอีกเครื่องหนึ่ง แล้วระดับสัญญาณที่ได้อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ดี โดยไม่มีสัญญาณรบกวน คือสามารถพูดติดต่อกันได้ ระหว่างโทรศัพท์ 2 เครื่องผ่านส่วน SLIC นี้

2. ส่วนกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Gen)

วงจรในส่วนนี้สามารถให้กำเนิดสัญญาณความถี่ของแต่ละสัญญาณตามต้องการได้ เมื่อนำมาต่อกับคู่สายภายในก็จะได้ยินสัญญาณชัดเจน

3. ส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (DTMF)

ทดสอบโดยกดหมายเลขโทรศัพท์ภายในแล้ว สามารถถอดรหัสได้ถูกต้องตามหมายเลข

4. ส่วนควบคุมสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Control)

สามารถใช้งานได้ดี ให้ผลสัญญาณที่ออกมาเป็นสัญญาณตัวเดิม เอาท์พุทของสัญญาณเมื่อลองใส่สัญญาณ Sine ลงไปอยู่ในระดับใช้ได้ สามารถกำหนดได้ว่าต้องการสัญญาณโทรศัพท์ใดไปออกที่โทรศัพท์หมายเลขใดได้

5. ส่วนสวิทช์คัดต่อ (DPDT)

สามารถใช้งานได้ดี โดยทดลองใส่สัญญาณ Sine เข้าไปที่อนาลอกสวิทช์ เอาท์พุทที่ออกมาอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ สามารถเลือกสัญญาณระหว่างสัญญาณเสียงและสัญญาณโทรศัพท์ได้โดยการป้อน ลอจิก "0" หรือ "1" ให้แก่วงจร

6. ส่วน Speech Path

ทุกส่วนทำงานได้ดี แต่ยังมี Noise ที่ออกมาจากการแปลงเป็นสัญญาณอนาลอก แล้วการพูดคุยยังคงเป็นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ส่วน INTERFACE BOARD

ทางานได้ดี สามารถเขียนข้อมูลลงใน RAM ได้ไม่ผิดพลาด เมื่อเช็คข้อมูลโดยอาศัย RAM PACK แล้วใช้ COUNTER นับ ADDRESS ก็ไม่มีปัญหาใด ๆ

8. ส่วนติดต่อกับโทรศัพท์ภายนอก

สามารถใช้ได้ดี ได้ยินเสียงชัดเจน ทั้งสายในและสายนอก

9. ส่วน SOFTWARE

การทางานพื้นฐานที่ถูกปฏิบัติการโดยโปรแกรมใช้งานได้ดี แต่ยังขาดฟังก์ชันพิเศษบางอย่าง เช่น การประชุมร่วมกันทางโทรศัพท์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง เมื่อนำวงจรแต่ละส่วนมาประกอบกัน

1. เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นเมื่อนำวงจรแต่ละส่วนมาประกอบกัน ซึ่งสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นทำให้ระบบควบคุมการทำงานเกิด ERROR ขึ้น จะทำการปรับปรุง SOFTWARE ใหม่

2. เมื่อทำการแยกกราวด์ (GROUND) อนาลอกและดิจิตอลออกจากกัน นำคาปาซิเตอร์มาต่อคร่อมที่ไฟเลี้ยงและกราวด์ของไอซีในบอร์ดควบคุม สามารถลดปริมาณสัญญาณรบกวนลงไปได้มาก จนบอร์ดควบคุมสามารถทำงานได้ตามปกติ

3. เมื่อทดลองใช้โทรศัพท์โทรถึงกัน จะได้ยินสัญญาณรบกวนอยู่เล็กน้อย แต่สัญญาณเสียงอยู่ในเกณฑ์ดีพอสมควร เมื่อลากสายไปต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายในที่อยู่ห่างออกไปประมาณ 100 เมตร คุณภาพเสียงและความดังยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4. เมื่อทำการทดสอบโดยการต่อคู่สายโทรศัพท์ภายนอก กับเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ สัญญาณเสียงที่มาจากองค์การโทรศัพท์ที่ได้ยินจากเครื่องโทรศัพท์ภายในเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ได้ยินเสียงชัดเจน และเมื่อโทรออกไปข้างนอกก็สามารถได้ยินเสียงชัดเจนเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปและวิจารณ์

เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่ได้สร้างขึ้น ใช้ระบบทางผ่านเสียงสัญญาณ สปีชพาร์ท เป็นระบบดิจิตอล แทนที่จะใช้เป็นระบบรีเลย์ หรือ ครอสพอยน์สวิทช์ ซึ่งการเพิ่มความสามารถ ห้รือ ขยายเลขหมายทำได้ง่ายกว่า โดยอาศัยส่วนเชื่อมต่อเพิ่มขึ้นเท่านั้น

แม้ว่าการทดลอง การทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ จะให้ผลได้ตามที่ต้องการก็ตาม แต่ฟังก์ชันการทำงานก็ยังอยู่ในขอบเขตที่จำกัด ทั้งนี้เนื่องจาก SOFTWARE

นอกจากนี้ ปัญหาสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ก็ยังเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการสร้างเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติดังกล่าว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการพัฒนา

1. HARDWARE ที่ออกแบบไว้สำหรับเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ ออกแบบไว้สำหรับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก 1 คู่สาย และภายใน 7 คู่สาย การจะขยายระบบจะต้องมีการออกแบบ HARDWARE บางส่วน โดยเฉพาะส่วนควบคุมทางผ่านทางเดินของสัญญาณเสียงใหม่

2. การทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้ถูกควบคุมโดย SOFTWARE ดังนั้นการพัฒนาฟังก์ชันต่าง ๆ สามารถเพิ่มเติมขึ้นได้อีกจาก SOFTWARE

3. การลดขนาดของสัญญาณรบกวนให้เหลือน้อยมากเท่าไร ก็จะยิ่งส่งผลดีให้กับคุณภาพของสัญญาณเสียงมากขึ้นเท่านั้น ทั้งยังทำให้โอกาสการทำงานผิดพลาดของระบบลดลงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

MICROCONTROLER MCS-51

Microcontroler เป็นอุปกรณ์ทางไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ปัจจุบันจะทวีความสำคัญและความนิยมในการนำไปใช้งานมากขึ้น เนื่องจากมีความสามารถและความคล่องตัวในการทำงานสูง บางเบอร์สามารถที่จะทำงานควบคุมระบบได้โดยที่ไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอก ทำให้สะดวกและประหยัดงบประมาณได้มาก Microcontroler ตระกูลที่นิยมมาใช้กันมากในขณะนี้คือ ตระกูล MCS-51

สถาปัตยกรรม MCS-51

Microcontroler ตระกูล MCS-51 ได้รับการออกแบบให้ในตัวมันมี พอร์ตอินพุท พอร์ตเอาท์พุท หน่วยความจำ สายควบคุมต่าง ๆ และมีชุดคำสั่งมากเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูลถึงระดับบิต ทั้งยังมีวงจรตั้งเวลา และวงจรนับอยู่ครบครัน ทำให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกมาก ลักษณะทั่วไปของ Microcontroler ตระกูลนี้ มีดังนี้

1. สร้างโดยใช้เทคโนโลยี CHMOS ใช้แรงดันไฟเลี้ยง 5 โวลต์
2. หน่วยประมวลผลกลาง 8 บิต
3. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรนาฬิกาบนชิพ
4. มีชุดรีจิสเตอร์แบงค์ 4 ชุด
5. มีวงจรตั้งเวลา และวงจรนับ ขนาด 16 บิต 2 ชุด (เบอร์ 8032 และ 8052 จะมี 3 ชุด)
6. มีอินพุท เอาท์พุทพอร์ต 2 ทิศทางแบบขนาน จำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต รวม 32 เส้น แต่จะเหลือเพียง 16 เส้นสำหรับเบอร์ 8031 เนื่องจากอีก 16 เส้นถูกใช้ในการเข้าถึงบัสตำแหน่ง และบัสข้อมูล
7. มีพอร์ตแบบอนุกรม ที่สามารถจะรับส่งโปรแกรมแบบ Full Duplex ความเร็วสูง
8. หนึ่งวัฏจักรคำสั่ง จะใช้เวลาเพียง 1 ไมโครวินาที ด้วยคริสตอล 11.0592
9. ติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
10. ติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. สามารถกำหนดตำแหน่งข้อมูลขนาดไบต์ หรือ บิต ได้โดยตรง

12. ตัวโปรเซสเซอร์สามารถใช้งานแบบบูลีนได้ จึงเหมาะที่จะใช้ในงานควบคุม

13. มีคำสั่งคูณและหารทางฮาร์ดแวร์ ซึ่งสามารถทำได้ในเวลา 4 ไมโครวินาที

14. สามารถรับการอินเตอร์รัพ ได้ 5 ตำแหน่ง พร้อมสามารถจัดลำดับความสำคัญของอินเตอร์รัพได้ 2 ระดับ

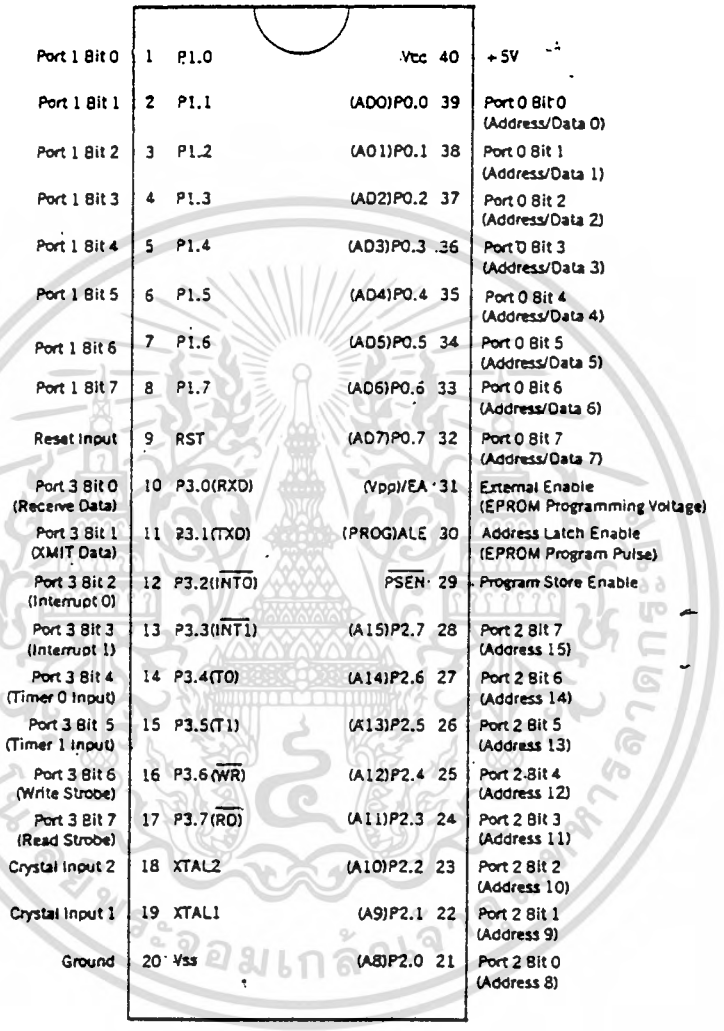
15. การใช้พื้นที่สแตก สำหรับโปรแกรมย่อยต่าง ๆ ทำได้ง่ายและกว้างกว่า

16. ตัวเลขทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ได้ทั้งฐานสองและฐานสิบ

ใน Microcontroler ตระกูล MCS-51 จะมีทั้งแบบมีหน่วยความจำอยู่ภายใน และไม่มีหน่วยความจำภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดลักษณะภายนอกของ MCS-51



รูปที่ 1 แสดงการจัดขาของ Microcontroler MCS-51

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ขา Vss (ขา 20) เป็นขาสำหรับต่อลงกราวด์
- ขา Vcc (ขา 40) เป็นขาสำหรับต่อไฟเลี้ยงขนาด 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา Port0 (P0.0-P0.7/AD0-AD7 :ขา 32-39) เป็นพอร์ตอินพุท เอาท์พุท หากเขียนค่า "1" ไปที่พอร์ตนี้จะกลายเป็นพอร์ตอินพุท สำหรับการใช้งานกับหน่วยความจำภายนอก จะทำงานมัลติเพล็กซ์ระหว่างสัญญาณตำแหน่งไบต์ต่ำกับบัสข้อมูล นอกจากนี้ยังเป็นพอร์ตส่งข้อมูลออกไปเมื่อใช้บริการค้นการตรวจสอบโปรแกรม ROM ภายใน และ การโปรแกรมตัว EPROM ภายใน หากใช้งานในลักษณะนี้ต้องต่อตัวความต้านทานค่า 10 กิโลโอห์ม พูลอัพภายนอก

- ขา Port1 (P1.0-P1.7 :ขา 1-8) เป็นพอร์ตอินพุท เอาท์พุทขนาด 8 บิต พร้อมด้วยการพูลอัพภายใน สามารถขับโหลด ทีทีแอลตระกูลแอลเอส ได้ 4 ตัว หากเขียนค่า "1" มาที่พอร์ตนี้จะกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุท สำหรับเบอร์ 8052 ขา P1.0-P1.7 จะใช้งานเป็นอินพุทผ่านเข้าวงจรตั้งเวลาชุดที่ 2

- ขา Port2 (P2.0-P2.7/AD8-AD15 :ขา 21-28) เป็นพอร์ตอินพุท เอาท์พุทแบบพูลอัพภายใน เมื่อทำงานเป็นเอาท์พุท จะสามารถจ่ายโหลด ทีทีแอลตระกูลแอลเอส ได้ 4 ตัว นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวส่งบัสตำแหน่งในไบต์สูงด้วย เมื่อใช้งานกับหน่วยความจำภายนอก เพื่อให้ทำงานได้ 16 บิต และยังใช้เป็นขาสำหรับควบคุมการใช้งานและเขียนโปรแกรมเบอร์ 8751 และตรวจสอบโปรแกรมภายในด้วย

- ขา Port3 (P3.0-P3.7 :ขา 10-17) เป็นอินพุท เอาท์พุทขนาด 8 บิต นอกจากจะใช้งานกับโหลด ทีทีแอล ได้แล้ว ยังสามารถทำหน้าที่พิเศษได้อีก ดังนี้

ขาพอร์ต	หน้าที่
P3.0	RXD (อินพุทของพอร์ตอนุกรมที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์)
P3.1	TXD (เอาท์พุทของพอร์ตอนุกรมที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์)
P3.2	INT0 (อินเตอร์รัพภายนอก 0)
P3.3	INT1 (อินเตอร์รัพภายนอก 1)
P3.4	T0 (อินพุทจากภายนอกสำหรับวงจรตั้งเวลา 0)
P3.5	T1 (อินพุทจากภายนอกสำหรับวงจรตั้งเวลา 1)
P3.6	WR (สโตรบสำหรับการเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก)
P3.7	RD (สโตรบสำหรับการอ่านหน่วยความจำข้อมูลภายนอก)

การที่จะให้พอร์ตทำงานตามที่กำหนดไว้ จะต้องเริ่มต้นด้วยการส่งค่า "1" ไปแลตช์ที่บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของรีจิสเตอร์ควบคุมต่าง ๆ ไว้ก่อนที่จะให้ทำงานตามที่กำหนด

- ขา RST (ขา 9) เป็นขาสำหรับทำการรีเซ็ตตัว Microcontroler โดยต่อตัวต้านทาน 8.2 กิโลโอห์มจากขา RST ลงกราวด์ และต่อตัวเก็บประจุค่า 10 ไมโครฟารัด ระหว่างขา RST กับไฟเลี้ยง

- ขา ALE/PROG คือขาแอดเดรสแลทช์อินาเบิล เมื่อส่งพัลส์ออกมา จะใช้ในการแลทช์ค่าซึ่งเป็นไบต์ต่ำจาก Port0 ในระหว่างการเข้าถึงข้อมูลจากภายใน

- ขา PSEN (ขา 29) คือขา Program Storage Enable เป็นสัญญาณใช้อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

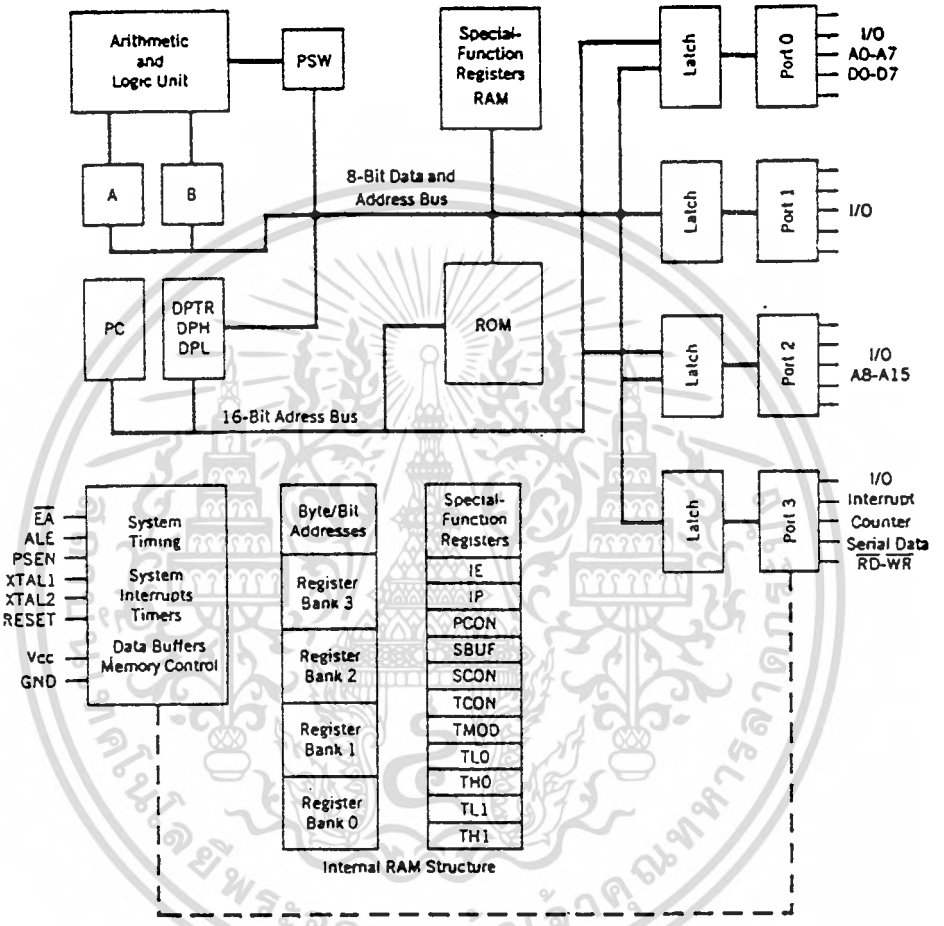
- ขา EA/Vpp (ขา 31) เมื่อขานี้มีสถานะ "1" ซีพียูจะทำงานตามโปรแกรมที่มีอยู่ในหน่วยความจำภายใน หากขานี้มีสถานะ "0" จะเป็นการควบคุมให้ทำงานตามโปรแกรมในหน่วยความจำภายนอก

- ขา XTAL 1 (ขา 19) ใช้เป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

- ขา XTAL 2 (ขา 18) ใช้เป็นเอาท์พุทออกจากออสซิลเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดโครงสร้างภายในของ MCS-51



รูปที่ 2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ MCS-51

โครงสร้างภายใน MCS-51 ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำทั้งแบบ RAM และ ROM หรือ EPROM พอร์ตอินพุท พอร์ตเอาท์พุท โหมดรีจิสเตอร์สถานะ แต่ละส่วนจะติดต่อกันด้วยบัสข้อมูลขนาด 8 บิต และจะมีบัฟเฟอร์สำหรับการติดต่อข้อมูลภายนอกผ่าน พอร์ตอินพุท เอาท์พุท เมื่อต้องการขยายหน่วยความจำ และพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดหน่วยความจำ

MCS-51 มีการจัดหน่วยความจำแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. <u>หน่วยความจำโปรแกรม</u> (Program Memory) จำนวน 64 กิโลไบต์ หน่วยความจำโปรแกรม มีได้ทั้งภายในและภายนอก หากที่ขา EA มีสถานะ "1" MCS-51 จะบริการหน่วยความจำโปรแกรมภายในซึ่งต้องมีความยาวไม่เกิน 4 กิโลไบต์สำหรับ 8051 และไม่เกิน 8 กิโลไบต์สำหรับเบอร์ 8052 หากที่ขา EA เป็น "0" MCS-51 จะบริการหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกทั้งหมด

2. <u>หน่วยความจำข้อมูล</u> (Data Memory) เช่นเดียวกับหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูลก็แบ่งเป็นภายในและภายนอก หน่วยความจำข้อมูลภายในจะแบ่งตามลักษณะงานดังนี้ คือ 128 ไบต์ของบริเวณตำแหน่งล่างในเนื้อที่ RAM ภายใน ที่บริเวณตำแหน่งบนในเนื้อที่ RAM ภายในอีก 128 ไบต์ ซึ่งในเนื้อที่หน่วยความจำในส่วนนี้จะมีเฉพาะในเบอร์ 8052 เท่านั้น และอีก 128 ไบต์จะใช้เป็นที่เก็บรีจีสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register;SFR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รีจีสเตอร์ใน MCS-51

<u>แอคคิวมูเลเตอร์</u> (Accumulator:ACC)

เป็นรีจิสเตอร์ที่คำสั่งส่วนใหญ่จะอ้างถึง ใช้เป็นแหล่งกระทำหรือถูกกระทำในการทำงานทางลอจิก โดยจะถือว่าค่าภายในรีจีสเตอร์นี้เป็นตัวตั้ง เมื่อ MCS-51 ทำงานในคำสั่งทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร ACC จะเป็นตัวเก็บค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการกระทำคำสั่ง และยังใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทข้อมูล เมื่อมีการติดต่อกับอุปกรณ์หรือหน่วยความจำภายนอก รวมไปถึงการตรวจสอบตารางข้อมูลด้วย

<u>รีจีสเตอร์ B</u>

เป็นรีจีสเตอร์พิเศษที่ใช้งานสำหรับคำสั่งคูณและหาร โดยรีจีสเตอร์นี้ ใช้เป็นที่เก็บตัวคูณหรือตัวหาร และเป็นที่เก็บผลลัพธ์ตัวที่สองของการคูณและเศษที่ได้หลังจากการหาร

<u>รีจีสเตอร์แสดงสถานะโปรแกรม</u> (Program Status Word:PSW)

เป็นรีจีสเตอร์ซึ่งใช้แสดงผล ที่ได้หลังจากการใช้คำสั่งต่าง ๆ และเป็นตัวเลือกการทำงานของกลุ่มรีจีสเตอร์ต่าง ๆ

<u>รีจีสเตอร์ควบคุม</u> (Control Register)

ประกอบด้วยกลุ่มรีจีสเตอร์ดังต่อไปนี้

1. รีจีสเตอร์ควบคุมโหมดตั้งเวลาและวงจรนับ (Timer/Counter mode control: TMOD)

2. รีจีสเตอร์ควบคุมวงจรตั้งเวลาและวงจรนับ (Timer/Counter control:TCON)

3. รีจีสเตอร์ควบคุมวงจรตั้งเวลาและวงจรนับ 2 (Timer/Counter control 2: T2CON)

4. รีจีสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม (Serial port control register:SCON)

5. รีจีสเตอร์การอินเตอร์รัพอินาเบิล (Interrupt enable register:IE)

6. รีจีสเตอร์ควบคุมลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพ (Interrupt priority: IP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. รีจีสเตอร์ควบคุมพลังงาน (Power control register:PCON)

ตัวชี้ข้อมูล (Data pointer:DPTR)

เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต สามารถเลือกแบ่งเป็นรีจีสเตอร์ 8 บิต 2 ตัวใช้งานอิสระต่อกันได้ ใช้เป็นฐานของตำแหน่งในรีจีสเตอร์ เมื่อมีการกระโดดโดยทางอ้อม อันเป็นผลมาจากการใช้คำสั่งเกี่ยวกับตารางข้อมูล และชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอก

ตัวชี้สแตก (Stack Pointer:SP)

เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 8 บิตที่ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราว หรือเก็บสถานะระหว่างการบริการอินเตอร์รัพ จะเพิ่มค่าขึ้นโดยอัตโนมัติก่อนที่ข้อมูลจะถูกนำมาเก็บในหน่วยความจำ ระหว่างการใช้คำสั่ง PUSH และ CALL และจะลดค่าลงหลังจากที่สแตกถ่ายเทข้อมูลออกไปแล้ว ด้วยการใช้คำสั่ง POP และ RET

ใน MCS-51 สแตกมีเนื้อที่ 128 ไบต์ และเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 07H ดังนั้นสแตกจะเริ่มบรรจุข้อมูลเข้าที่ตำแหน่ง 08H นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงค่าในตัวรีจีสเตอร์ได้ ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของสแตกไปยังที่ใด ๆ ของ RAM ภายในชิพ

บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serial data buffer:SBUF)

แบ่งเป็นรีจีสเตอร์ 2 ตัว ตัวหนึ่งเป็นบัฟเฟอร์การส่ง อีกตัวหนึ่งเป็นบัฟเฟอร์การรับ เมื่อข้อมูลถ่ายเข้า SBUF จะเข้าไปยังบัฟเฟอร์ตัวส่งซึ่งถูกจัดเตรียมไว้สำหรับการส่งข้อมูลอนุกรม เมื่อข้อมูลจะออกจาก SBUF ก็จะเป็นการนำข้อมูลออกจากบัฟเฟอร์ตัวรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งของ MCS-51

MCS-51 มีคำสั่งทั้งสิ้น 111 คำสั่ง ประกอบด้วย

คำสั่งหนึ่งไบต์ จำนวน 49 คำสั่ง

คำสั่งสองไบต์ จำนวน 45 คำสั่ง

คำสั่งสามไบต์ จำนวน 17 คำสั่ง

โดยแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มการโอนย้ายข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

   1.1 การโอนย้ายข้อมูลเพื่อจุดประสงค์ทั่วไป ได้แก่ คำสั่ง MOV,PUSH,POP

   1.2 การโอนย้ายข้อมูลโดยใช้แอคคิวมูเลเตอร์ ได้แก่ คำสั่ง XCH,XCHD,MOVX, MOVC

   1.3 การโอนย้ายข้อมูลกำหนดตำแหน่งข้อมูลรหัส ได้แก่ คำสั่ง MOV,DPTR,#DATA

2. กลุ่มคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

   2.1 คำสั่งการบวกกัน ได้แก่ INC,ADD,ADDC,DA

   2.2 คำสั่งการลบกัน ได้แก่ DEC,SUB

   2.3 คำสั่งการคูณกัน ได้แก่ MUL

   2.4 คำสั่งการหารกัน ได้แก่ DIV

3. กลุ่มตรรกศาสตร์ (ลอจิก) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

   3.1 คำสั่งการทำงานโอเปอร์แรนด์ภายในตัวมันเอง ได้แก่ CLR,SETB,CPL,RL, RLC,RR,RRC,SWAP

   3.2 คำสั่งการทำงานโอเปอร์แรนด์ร่วมระหว่าง 2 โอเปอร์แรนด์ ได้แก่ ANL, ORL,XRL

4. กลุ่มคำสั่งควบคุมการโอนย้ายข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

   4.1 เรียกโปรแกรมย่อยโดยไม่ต้องตั้งข้อแม้ แล้วกลับคืนมาที่โปรแกรมหลัก ได้แก่ ACALL,LCALL,RET,AJMP,LJMP,JMP @ A+DPTR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การกระโดดแบบมีข้อแม้ ได้แก่ JZ,JNZ,JC,JNC,JB,JNB,JBC,CJNZ, DJNZ

4.3 การกลับคืนจากการอินเตอร์รัพ ได้แก่ RETI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************
;*                    DIGITAL SPEECH PATH                        *
;*          PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE                    *
;*                       PROGRAM                                 *
;*****************************************************************
                ORG     8000H
DIALP           EQU     0FE00H
BUSYP           EQU     0FE01H
RINGBKP         EQU     0FE02H
HOOKP           EQU     0FC00H
RINGENP         EQU     0FC01H
DPDTP           EQU     0FC02H
HOOKR           EQU     20H
DIALR           EQU     21H
BUSYR           EQU     22H
RINGBKR         EQU     23H
RINGENR         EQU     24H
DPDTR           EQU     25H
DTMF            EQU     26H
DTMB            EQU     27H
HON             EQU     28H
HON2            EQU     29H
HUP             EQU     2AH
COMM1           EQU     2BH
COMM2           EQU     2CH
SPECIAL         EQU     2DH
COMM3           EQU     2EH
COMM4           EQU     2FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RSTART      EQU     0000H
ENDVEC      EQU     0036H.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************
;                          START                                 *
;*****************************************************************
INITIAL:  MOV     A,#80H
          MOV     DPTR,#0FE03H
          MOVX    @DPTR,A           ;P1 A,B,C=OUT
          CLR     A
          MOV     DPTR,#DIALP
          MOVX    @DPTR,A
          MOV     DPTR,#BUSYP
          MOVX    @DPTR,A
          MOV     DPTR,#RINGBKP
          MOVX    @DPTR,A
          MOV     A,#90H
          MOV     DPTR,#0FC03H
          MOVX    @DPTR,A           ;P2 A=IN B,C=OUT
          CLR     A
          MOV     DPTR,#RINGENP
          MOVX    @DPTR,A
          MOV     DPTR,#DPDTP
          MOVX    @DPTR,A
          CLR     EA                ;DISABLE ALL INTERUPTS
          MOV     HOOKR,A
          MOV     DIALR,A
          MOV     BUSYR,A
          MOV     RINGBKR,A
          MOV     RINGENR,A
          MOV     DPDTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     DTMF,A
            MOV     DTMB,A
            MOV     HON,A
            MOV     HON2,A
            MOV     HUP,A
            MOV     COMM1,A
            MOV     COMM2,A
            MOV     SPECIAL,A
            MOV     COMM3,A
            MOV     COMM4,A
            CLR     RS1
            CLR     RS0                 ;SELECT REGISTER BANK 0
            MOV     DPTR,#RSTART
            MOV     A,#0FFH
            MOV     R0,#08H
INITRAM:    MOVX    @DPTR,A
            INC     DPTR
            DJNZ    R0,INITRAM          ;CLEAR RAM 00-07
            MOV     R0,#00H
            MOV     R1,#01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************
;                        CHECK HOOK                           *
;*************************************************************
CHECKHOOK: MOV     DPTR.#HOOKP
           MOVX    A,@DPTR          ;READ HOOK PORT
           CPL     A
           CJNE    A,HOOKR,CHECK1   ;HOOK CHANGE JUMP TO CHECK1
           SJMP    CHECKHOOK        ;INPORT NEW HOOK
CHECK1:    CJNE    A,#00H,CHECK2    ;ALL TEL. HANG UP
           AJMP    INITIAL          ;JUMP TO INITIAL
CHECK2:    MOV     R2,A
           SUBB    A,HOOKR          ;HANG ON OR HANG UP
           JBC     PSW.7,C_HUP      ;JUMP IF HANG UP
           SJMP    C_HON
C_HUP:     MOV     A,R2
           XRL     A,HOOKR
           MOV     HUP,A
           MOV     HOOKR,R2
           AJMP    HANGUP
C_HON:     MOV     A,R2
           XRL     A,HOOKR
           MOV     HON,A            ;STORE IN HANG ON REG.
           MOV     HOOKR,R2
           JB      40H,C_HON1
           JB      41H,C_HON2
           JB      42H,C_HON3
           JB      43H,C_HON4
           JB      44H,C_HON5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JB      45H,C_HON6
                JB      46H,C_HON7
                JB      47H,C_HONEX
                SJMP    CHECKHOOK       ;NOT HANG ON
C_HON1:         MOV     HON2,#00H       ;WHO HANG ON=TEL. No.0->HON2=00
                SJMP    HOOKEND
C_HON2:         MOV     HON2,#01H
                SJMP    HOOKEND
C_HON3:         MOV     HON2,#02H
                SJMP    HOOKEND
C_HON4:         MOV     HON2,#03H
                SJMP    HOOKEND
C_HON5:         MOV     HON2,#04H
                AJMP    HOOKEND
C_HON6:         MOV     HON2,#05H
                SJMP    HOOKEND
C_HON7:         MOV     HON2,#06H
                SJMP    HOOKEND
C_HONEX:        MOV     HON2,#07H
HOOKEND:        SJMP    DIAL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************
;                    SEND DIAL                                    *
;*****************************************************************
DIAL:       MOV     A,#0FFH
            MOV     P1,A                ;INITIAL DTMF
            MOV     A,HON
            JB      47H,RELAY
            MOV     DPTR,#DIALP
            MOVX    @DPTR,A             ;MOVE DATA HANG ON TO PORT DIAL
            MOV     DIALR,A             ;STORE DATA TO DIAL REG.
            SJMP    GETNUM
RELAY:      MOV     DPTR,#RINGENP
            MOVX    @DPTR,A             ;SWITCH RELAY (PAPX ACCEPT)
            MOV     DIALR,A
            SJMP    GETNUM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************
;                  GET NUMBER FROM MT8870                   *
;*************************************************************
GETNUM:   MOV     DTMB,#00H
          MOV     A,P1              ;GET NUMBER FROM PORT 1
          ANL     A,#0FH            ;MASK NOT USE BIT
          MOV     DTMF,A            ;STORE IN DTMF REG.
          CJNE    A,#0AH, NOEXT
          SETB    3FH
          SJMP    NEXT
NOEXT:    CJNE    A,#01H,NOT1
          SETB    38H
          SJMP    NEXT
NOT1:     CJNE    A,#02H,NOT2
          SETB    39H
          SJMP    NEXT
NOT2:     CJNE    A,#03H,NOT3
          SETB    3AH
          SJMP    NEXT
NOT3:     CJNE    A,#04H,NOT4
          SETB    3BH
          SJMP    NEXT
NOT4:     CJNE    A,#05H,NOT5
          SETB    3CH
          SJMP    NEXT
NOT5:     CJNE    A,#06H,NOT6
          SETB    3DH
          SJMP    NEXT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NOT6:   CJNE   A,#07H,NOTALL    ;CONVERT NUMBER TO TELEPHONE BIT
        SETB   3EH              ;STORE TEL. IN DTMB
        SJMP   NEXT
NOTALL: SJMP   GETNUM           ;WAIT NEW NUMBER
NEXT:   MOV    A,DTMB
        CJNE   A,#00H,NNEXT     ;NO NUMBER TO CALL
        SJMP   GETNUM           ;GET NEW NUMBER
NNEXT:  CJNE   A,HON,NOERR      ;SAME NUMBER (CALLER)
        MOV    DTMB,#00H        ;CLEAR SAME NUMBER (CALLER)
        SJMP   GETNUM           ;GET NEW NUMBER
NOERR:  MOV    A,DTMB
        ANL    A,HOOKR
        JZ     NOTBUSY          ;JUMP IS NOT BUSY
        CLR    A
        MOV    DPTR,#DIALP
        MOVX   @DPTR,A
        MOV    A,DIALR
        MOV    DPTR,#BUSYP
        MOVX   @DPTR,A          ;SEND BUSY TO PORT
        MOV    BUSYR,A
        LJMP   CHECKHOOK
NOTBUSY: CLR   TR0              ;STOP TIMER
        MOV    8CH,#00H
        MOV    8AH,#00H         ;CLEAR TIMER
        CLR    A
        MOV    DIALR,A          ;CLEAR DIAL(REG)
        MOV    DPTR,#DIALP
        MOVX   @DPTR,A          ;CLEAR DIAL (PORT)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************
:          GET TONE TO TELEPHONE THAT COMMUNICATE          *
:*************************************************************
TONE:    MOV     A,DTMB
         CJNE    A,#00H,TONE2     ;WAIT FOR NUMBER
         SJMP    TONE
TONE2:   MOV     DPTR,#RINGENP
         JB      07H,RELAY2
         MOVX    @DPTR,A          ;SEND RING ENABLE TO Rx
         SJMP    TOUCH2
RELAY2:  ORL     A,#80H
         MOVX    @DPTR,A
TOUCH2:  MOV     RINGENR,A        ;STORE IN RING ENABLE REG.
         ORL     A,HON            ;ADD SEND AND RECEIVE = COMM4
         MOV     COMM4,A          ;STORE IN COMM4 REG.
         CLR     A
         CJNE    A,COMM1,NOCOM1
         MOV     COMM1,COMM4      ;COM 1 EMPTY,STORE COMM4 IN IT
         SJMP    CON
NOCOM1:  CJNE    A,COMM2,COM3
         MOV     COMM2,COMM4      ;COM 2 EMPTY,STORE BUFCOM IN IT
         SJMP    CON
COM3:    MOV     COMM3,COMM4      ;COM 3 EMPTY,STORE BUFCOM IN IT
CON:     MOV     A,COMM4
         ORL     A,DPDTR          ;ADD BUFCOM AND DPDT
         MOV     DPDTR,A          ;STORE IN DPDT REG.
         JB      3FH,GO           ;DON'T SEND RINGBACK TO EXT. CALLE
         SJMP    RINGBK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RINGBK:   MOV     DPTR,#RINGBKP     ;PORT RINGBACK
          MOV     A,HON
          MOVX    @DPTR,A           ;SEND RINGBACK TO CALLLER
          MOV     RINGBKR,A         ;STORE IN RINGBACK REG.
GO:       SETB    TR0               ;START TIMER 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************
:   WAIT HOOK AND SEND TONE & SPEECH COMMUNICATE ROUTINE  *
;*************************************************************
WAIT1:    MOV     DPTR,#HOOKP
          MOVX    A,@DPTR           ;IMPORT HOOK
          CPL     A
          MOV     SPECIAL,A         ;USE STORE DATA(SPECIAL)
          CJNE    A,HOOKR,CHEC1     ;HOOK NO CHANGE
          SJMP    WAIT1             ;IMPORT NEW HOOK
CHEC1:    CJNE    A,#00H,CHEC2      ;HANG UP TEL. EVERY LINES
          AJMP    INITIAL
CHEC2:    ANL     A,DPDTR
          XRL     A,DPDTR           ;HOOK AND &XOR DPDT REG.
          MOV     HUP,A             ;STORE HANG UP LINE IN HANGUP
          SJMP    JK
JH:       AJMP    HANGUP
JK:       MOV     A,HOOKR           ;HAVE NEW LINE
          XRL     A,SPECIAL         ;DETECT FOR ONLY HANG ON HOOK
          CJNE    A,DTMB,WAIT1      ;WRITE HOOK FOR NUMBER
          MOV     HOOKR,SPECIAL     ;CORRECT HOOK THAT WANT
          CLR     TR0               ;STOP TIMER
          MOV     8CH,#00H
          MOV     8AH,#00H          ;CLEAR TIME OUT
          JB      47H,RELAY1
          CLR     A
          MOV     DPTR,#RINGENP
          MOVX    @DPTR,A           ;CLEAR RING ENABLE PORT
          MOV     RINGENR,A         ;CLEAR RING ENABLE REG
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    TOUCH
RELAY1:         MOV     A,#80H
                MOVX    @DPTR.A
                MOV     RINGENR,A
TOUCH:          MOV     DPTR,#RINGBKP
                MOVX    @DPTR,A             ;CLEAR RING ENABLE PORT
                MOV     RINGBKR,A           ;CLEAR RING ENABLE REG
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************
;                        SEND SPEECH                          *
;*************************************************************
            MOV     A,DPDTR
            MOV     DPTR,#DPDTP
            MOVX    @DPTR,A             ;OUT PORT DPDT SPEECH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************
;           WRITE RAM CONTROL SPEECH PATH ROUTINE           *
;*************************************************************
TALK:     CLR     A
          JB      38H,A7
          JB      39H,A6
          JB      3AH,A5
          JB      3BH,A4
          JB      3CH,A3
          JB      3DH,A2
          JB      3EH,A1
          JB      3FH,A0
A7:       SETB    ACC.0
          SJMP    G27
A6:       SETB    ACC.1
          SJMP    G27
A5:       SETB    ACC.2
          SJMP    G27
A4:       SETB    ACC.3
          SJMP    G27
A3:       SETB    ACC.4
          SJMP    G27
A2:       SETB    ACC.5
          SJMP    G27
A1:       SETB    ACC.6
          SJMP    G27
A0:       SETB    ACC.7           ;TRANSFER
G27:      CPL     A               ;COMPLEMENT DTMX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     P2,#00H
        MOV     R0,HON2         ;R0=HOOK2
        MOVX    @R0,A           ;~DTMX-->((HOOK2))
        CLR     A
        JB      40H,AA7
        JB      41H,AA6
        JB      42H,AA5
        JB      43H,AA4
        JB      44H,AA3
        JB      45H,AA2
        JB      46H,AA1
        JB      47H,AA0
AA7:    SETB    ACC.0
        SJMP    G28
AA6:    SETB    ACC.1
        SJMP    G28
AA5:    SETB    ACC.2
        SJMP    G28
AA4:    SETB    ACC.3
        SJMP    G28
AA3:    SETB    ACC.4
        SJMP    G28
AA2:    SETB    ACC.5
        SJMP    G28
AA1:    SETB    ACC.6
        SJMP    G28
AA0:    SETB    ACC.7
G28:    CPL     A               ;COMPLEMENT HOOK REG.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R0,DTMF         ;R0=DTMF
        DEC     R0
        MOVX    @R0,A           ;HOOK-->DTMF
        LJMP    CHECKHOOK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************
;                        HANGUP                               *
;*************************************************************
HANGUP:   MOV     A,HUP
          ANL     A,COMM1          ;HANGUP AND COM 1
          CJNE    A,#00H,HCOM1
          SJMP    XCOM1
HCOM1:    MOV     A,COMM1
          XRL     A,DPDTR          ;DEL COM1 FROM DPDT
          MOV     DPDTR,A          ;STORE IN DPDT REG.
          MOV     DPTR,#DPDTP      ;DPDT PORT
          MOVX    @DPTR,A          ;GET TONE TO PHONE NO HANG UP
          MOV     A,HUP
          CPL     A
          ANL     A,COMM1
          ORL     A,BUSYR
          MOV     DPTR,#BUSYP
          MOVX    @DPTR,A
          MOV     BUSYR,A
          MOV     COMM1,#00H       ;CLEAR COM 1
          LJMP    CHECKHOOK
XCOM1:    MOV     A,HUP
          ANL     A,COMM2          ;HANGUP AND COM2
          CJNE    A,#00H,HCOM2
          SJMP    XCOM2
HCOM2:    MOV     A,COMM2
          XRL     A,DPDTR          ;DEL COM2 FROM DPDT
          MOV     DPDTR,A          ;STORE IN DPDT REG.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#DPDTP     ;DPDT PORT
        MOVX    @DPTR,A         ;GET TONE TO PHONE NO HANG UP
        MOV     A,HUP
        CPL     A
        ANL     A,COMM2
        ORL     A,BUSYR
        MOV     DPTR,#BUSYP
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     BUSYR,A
        MOV     COMM2,#00H      ;CLEAR COM 2
        LJMP    CHECKHOOK
XCOM2:  MOV     A,HUP
        ANL     A,COMM3         ;HANGUP AND COM3
        CJNE    A,#00H,HCOM3
        SJMP    XCOM3
HCOM3:  MOV     A,COMM3
        XRL     A,DPDTR         ;DEL COM3 FROM DPDT
        MOV     DPDTR,A         ;STORE IN DPDT REG.
        MOV     DPTR,#DPDTP     ;DPDT PORT
        MOVX    @DPTR,A         ;GET TONE TO PHONE NO HANG UP
        MOV     A,HUP
        CPL     A
        ANL     A,COMM3
        ORL     A,BUSYR
        MOV     DPTR,#BUSYP
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     BUSYR,A
        MOV     COMM3,#00H      ;CLEAR COM 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LJMP    CHECKHOOK
XCOM3:          MOV     A,HUP
                ANL     A,COMM4         ;HANGUP AND COM3
                CJNE    A,#00H,HCOM4
                SJMP    NOCOM
HCOM4:          MOV     A,COMM4
                XRL     A,DPDTR         ;DEL COM4 FROM DPDT
                MOV     DPDTR,A         ;STORE IN DPDT REG.
                MOV     DPTR,#DPDTP     ;DPDT PORT
                MOVX    @DPTR,A         ;GET TONE TO PHONE NO HANG UP
                MOV     A,HUP
                CPL     A
                ANL     A,COMM4
                ORL     A,BUSYR
                MOV     DPTR,#BUSYP
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     BUSYR,A
                MOV     COMM4,#00H      ;CLEAR COM 4
                LJMP    CHECKHOOK
NOCOM:          MOV     A,HUP
                CPL     A
                ANL     A,BUSYR
                MOV     DPTR,#BUSYP
                MOVX    @DPTR,A         ;CLEAR BUSY PORT
                MOV     BUSYR,A         ;CLEAR BUSY REG.
                LJMP    CHECKHOOK
                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Motorola Technical Information Center. "Motorola Telecomnuni cation Device Data", Motorola U.S.A, 1989
2. ธวัชชัย เสื่อนฉวี, "เทคโนโลยีโทรศัพท์", ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์ บางกอกน้อย กรุงเทพฯ
3. บรรณาธิการ; "ไอซีหน้าสน MT8870", เซมิคอนดักเตอร์อิเล็คทรอนิคส์ ซีเอ็ดยูเคชัน, ฉบับที่ 88 กันยายน-ตุลาคม 2531, หน้า 210-214
4. บรรณาธิการ, "สึกอึกนิคกับโทรศัพท์ ตอน 1-5", เซมิคอนดักเตอร์อิเล็คทรอนิคส์, ซีเอ็ดยูเคชัน, ฉบับที่ 120-124 กันยายน 2534-กุมภาพันธ์ 2535
5. คู่มือไอซีดิจิตอล, กฤษดา วิศวธีรานนท์, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประภากร สุวรรณะ เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาช่วยดูแล เอาใจใส่ อบรมสั่งสอน ตักเตือน ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำมาโดยตลอด

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคน ในห้อง Project ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษา ตลอดจนให้กำลังใจในการทำโครงงานชิ้นนี้

ความดีความชอบของโครงงานชิ้นนี้ ขอมอบให้ทุกคนที่เกี่ยวข้องไว้ ณ ที่นี้

และขอบคุณสิ่งแวดล้อม ธรรมชาติ รอบตัวเรา ที่ทำให้โครงงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้