เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นางสาวทัศนีย์ กริชชัยศักดิ์

นายสมยศ ศรีสูงเนิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033194

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2536

ภาควิชา โทรคมนาคม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1.ทัศนีย์ กริชชัยศักดิ์ 33100126

2.สมยศ ศรีสูงเนิน 33100399

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.สมยศ จุณณะปิยะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย นางสาวทัศนีย์ กริชชัยศักดิ์
นายสมยศ ศรีสูงเนิน

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สมยศ จุณณะปิยะ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารภายในองค์กรต่าง ๆ มีความนิยมอย่างสูงในการนำเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติมาใช้ ซึ่งอำนวยความสะดวกเป็นอย่างมากในการติดต่อภายในและติดต่อกับคู่สายขององค์การ ๆ ปริญญานิพนธ์นี้จะเป็นการนำเอาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ มาประยุกต์ใช้กับเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ซึ่งเครื่องชุมสายนี้สามารถต่อสายภายในได้ 4 คู่สาย และรับสายภายนอกได้ 1 คู่สาย เครื่องชุมสายนี้มีระบบทางผ่านสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล โดยมีการแยกทางผ่านสัญญาณเสียงของสายส่ง และสัญญาณรับด้วยวงจรไฮบริด ระบบเครื่องชุมสายนี้ยังใช้ไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลและไอซีแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก เป็นส่วนในการแปลงเสียงโทรศัพท์ เพื่อลดความยุ่งยากในการต่อวงจรแบบเดิม ๆ สำหรับระบบไมโครโปรเซสเซอร์นั้นได้ใช้ชิงเกิลชิพตระกูล MCS_51 เป็นส่วนควบคุมระบบ เพื่อให้ระบบมีขนาดเล็กลง ประสิทธิภาพสูงขึ้น ทั้งยังสามารถที่จะเพิ่มเติมความสามารถในด้านอื่น ๆ ได้สะดวกอีกด้วย

ABSTRACT

Nowsdays the communication system in the organization is very popular to use the Private Automatic Branch Exchange (PABX).It is very convenient to use this system to communicate inside the organization.The presentation of this project is an application of microprocessor which controls a PABX system.The capacity of this system is 4 internal subscriber lines and 1 external subscriber line. The system has a special capability in seperate speech path to transmission and reception signal with hybrid. In this system used IC analog to digital converter and digital to analog converter to convert telephone signal . It has good efficiency ,small size for using single chip in family of MCS_51 and easily to add more ability in the system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการ	4
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	7
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	48
บทที่ 5	สรุปและวิจารณ์	49
	กิตติกรรมประกาศ	
	บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสาร เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในระบบธุรกิจ อุปกรณ์การติดต่อสื่อสารหลาย ๆ อย่างได้ถูกนำมาใช้อำนวยความสะดวก โทรศัพท์ก็เป็นอุปกรณ์การติดต่อสื่อสารอย่างหนึ่งซึ่งสะดวก ประหยัดและง่ายต่อการใช้งาน เมื่อเริ่มต้นในการติดต่อทำธุรกิจนั้น เราจะต้องขอเลขหมายจากองค์การโทรศัพท์ตามความต้องการว่าจำเป็นต้องใช้โทรศัพท์มากน้อยแค่ไหน เมื่อธุรกิจมีความต้องการใช้โทรศัพท์มากขึ้น การมีโทรศัพท์สายตรงมาก เลขหมายก็ไม่ได้อำนวยความสะดวกให้กับผู้คนในสำนักงานเลย กลับเพิ่มภาระความยุ่งยากขึ้นมาเสียอีก สำนักงานที่มีคนมากขึ้น มีเครื่องโทรศัพท์มากขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้ "ระบบโทรศัพท์" เรียกว่าเป็นพัฒนาการของเครื่องโทรศัพท์ขึ้นมาอีกขั้น

โทรศัพท์ช่วยให้เราสื่อสารอย่างสะดวกสบาย และยิ่งถ้าเป็นระบบโทรศัพท์ก็ยิ่งสะดวกสบาย คุ้มค่ากับเงินที่จ่ายไปเป็นค่าระบบด้วย ระบบโทรศัพท์สามารถใช้เป็นสายติดต่อกันภายใน สามารถรับสายแทนกันเมื่อมีสายนอกเข้ามาก็สามารถรับโทรศัพท์นั้นได้จากทุกจุดที่ต้องการ

เจ้าหน้าที่ในสำนักงานสามารถประชุมร่วมกันโดยใช้โทรศัพท์เป็นสื่อตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป สามารถใช้โทรศัพท์เทนไมโครโฟนประกาศผ่านลำโพงให้ได้ยินกันทั่วทุกคน หรือจะจัดเป็นเฉพาะกลุ่มก็ได้ และยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่ระบบโทรศัพท์สามารถทำได้ คุณสมบัติเหล่านี้จะมีอยู่ในระบบโทรศัพท์ขนาดเล็ก จำนวนสายนอกเพียง 1 ถึง 2 สาย ไปจนถึงระบบโทรศัพท์ขององค์กรขนาดใหญ่ มีสายนอกเป็นร้อย ๆ สาย และมีจำนวนเครื่องภายในเป็นหมื่นเครื่อง และยิ่งเป็นระบบใหญ่ ความสามารถในการตอบสนองความสะดวกสบายให้แก่สำนักงานก็มีเพิ่มมากขึ้นกว่าระบบเล็ก ๆ

ทุกสำนักงาน ทุกองค์กรสามารถใช้ระบบโทรศัพท์ได้ทั้งสิ้น ถ้าต้องการความสะดวกสบายและความเป็นระเบียบในการทำธุรกิจ

ประเภทของระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ในสำนักงานมีอยู่ 3 ประเภท คือ

1)ระบบคีย์เทเลโฟน (KEY TELEPHONE)

2)ระบบตู้สาขา PABX = PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

3)ระบบโทรศัพท์แบบผสม (HYBRID)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์แต่ละแบบนั้น จะใช้งานต่างกันที่จำนวนโทรศัพท์ในสำนักงานนั้นต้องการมากน้อยเพียงใด การทำงานของระบบโทรศัพท์แต่ละแบบจะแตกต่างกันไปโดยสิ้นเชิง สำนักงานจะต้องเลือกระบบโทรศัพท์แบบใดแบบหนึ่งมาใช้ ไม่สามารถนำมาผสมปนเปกันได้เลย

ข้อเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบโทรศัพท์ทั้งสองแบบมีรายละเอียดดังนี้คือ

ระบบโทรศัพท์แบบคีย์เทเลโฟน

ประกอบด้วยตัวตู้และหัวเครื่องโทรศัพท์ที่มีปุ่มการทำงานต่าง ๆ มากมาย อยู่บนเครื่อง เราเรียกเครื่องโทรศัพท์แบบนี้ว่า ตัวเครื่องคีย์ และอาจมีจอตัวอักษรสามารถฝากข้อความและทำงานอื่น ๆ ได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอีกหรืออาจเรียกว่า ฟีจเจอร์ เทเลโฟน การเดินสายจากตู้ไปยังหัวเครื่องแบบนี้จะต้องเดินสาย 4 เส้น จากปุ่มต่าง ๆ ที่อยู่บนตัวเครื่อง ผู้ใช้ทุกคนสามารถเห็นภาวะการใช้โทรศัพท์ภายในสำนักงานได้ เนื่องจากมีปุ่มไฟแสดงไว้ ระบบโทรศัพท์แบบนี้จะมีคุณสมบัติมากน้อยเท่าไร ก็ขึ้นอยู่กับว่าเครื่องที่ใช้มีประสิทธิภาพขนาดไหน แต่ราคาก็จะสูงตามไปด้วย

ระบบโทรศัพท์แบบตู้สาขา

มีตัวตู้และตัวเครื่องโทรศัพท์เช่นเดียวกัน แต่จะใช้เครื่องโทรศัพท์แบบธรรมดาทั่วไป เราสามารถสร้างตู้สาขาให้มีจำนวนเลขหมายเท่าใดก็ได้ตามต้องการ ตู้สาขาที่ขายอยู่ในปัจจุบันมีตั้งแต่ขนาดเล็กจำนวน 1 สายนอก 4 สายใน ซึ่งส่วนใหญ่มักจะผลิตเองโดยคนไทยและสามารถใช้งานได้ดี ไปจนถึงตู้สาขาขนาดใหญ่ที่มีจำนวนคู่สายภายในและภายนอกจำนวนมาก

นอกจากระบบโทรศัพท์ทั้งสองแบบแล้ว ยังมีระบบโทรศัพท์อีกระบบหนึ่งที่ใช้กันมาก ซึ่งจะเป็นการผสมผสานระหว่างทั้งสองระบบเข้าด้วยกัน เราเรียกว่าระบบโทรศัพท์แบบไฮบริด ระบบนี้น่าจะเรียกว่าเป็นคีย์เทเลโฟนเทียม เพราะสามารถใช้เครื่องแบบคีย์เทเลโฟนปนกับเครื่องธรรมดา สามารถลดค่าใช้จ่ายในบางจุดที่ไม่มีความจำเป็นในการใช้โทรศัพท์มากนักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปริญญานิพนธ์นี้จะกล่าวถึงการพัฒนาชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติซึ่งควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์ และมีการใช้ไอซีเพื่อทำให้ขนาดของวงจรของตู้ชุมสายมีขนาดที่เล็กลงและมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น ซึ่งการทำงานของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะเป็นไปตามโปรแกรมที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำ การทำงานของตู้สาขาและความสามารถของตู้สาขานี้จะเป็นไปตามโปรแกรมที่เขียนเอาไว้ และสามารถที่จะขยายขีดความสามารถออกไปได้อีกโดยการปรับปรุงที่ส่วนของโปรแกรมนี้นั่นเอง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ คือ เครื่องที่ใช้ขยายคู่สายโทรศัพท์ให้มากขึ้น โดยสมัยก่อนจะมีโอเปอเรเตอร์เป็นคนรับสายโทรศัพท์ที่โทรเข้ามา และจะทำหน้าที่ต่อสายโทรศัพท์ไปยังเครื่องที่ผู้โทรเข้ามาต้องการติดต่อด้วย ซึ่งเกิดความยุ่งยากหลายประการทำให้มีการนำเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติมาใช้เพื่อแก้ปัญหาในส่วนนี้ และเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอลนี้ก็ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อความ flexible และความทันสมัยในการดำเนินธุรกิจที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง

สำหรับเครื่องที่ทำขึ้นมาในโครงงานนี้สามารถขยายคู่สายได้ไม่จำกัด โดยจะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับช่อง Speech path ไม่พอ สามารถติดต่อได้ทั้งระบบ Tone และ Pulse และสามารถโอนย้ายได้

2.1 คุณสมบัติของเครื่องชุมสายอัตโนมัติ แบบ Digital Speech Path

1. สามารถขยายคู่สายภายนอก และภายในได้ แล้วแต่ความต้องการ
2. ใช้ได้กับโทรศัพท์ทั้งระบบ Pulse และ Tone
3. สามารถโทรเข้ามาถึงโทรศัพท์ภายในได้เลยโดยไม่ต้องมีโอเปอเรเตอร์ โดยการหมุนเลขหมาย 7 ตัว ซึ่งเมื่อสายว่างอยู่องค์การโทรศัพท์ที่ต่อสายนอกกับเครื่องให้ แล้วเครื่องก็จะส่งสัญญาณให้หมุนหรือกดหมายเลขตัวที่ 8 ซึ่งเป็นหมายเลขของเครื่องภายในออกไปให้คู่สายนอก ถ้าหมุนตัวเลขผิด หรือไม่รู้ว่าต้องหมุนหมายเลขตัวที่ 8 เครื่องก็จะตัดสายนอกให้ไปติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์สายในเครื่องใดเครื่องหนึ่งโดยอัตโนมัติ
4. ขณะที่โทรศัพท์สายในพูดกันจะมี privacy คือไม่สามารถดักฟังจากเครื่องลูกเครื่องอื่นได้
5. เครื่องลูกสามารถเรียกออกข้างนอกได้ โดยหมุนหรือกดเลข 0 จะได้สัญญาณ Dial จากชุมสายขององค์การโทรศัพท์
6. สามารถโอนสายนอกให้เครื่องลูกเครื่องใดเครื่องหนึ่งได้ตลอดเวลา
7. เครื่องลูกทุก ๆ เครื่องสามารถติดต่อกันได้ครบทุกคู่ในเวลาเดียวกัน มีช่อง Speech Path ไม่จำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เนื่องจากเป็น Digital speech จึงสามารถพัฒนาให้ใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็น Digital ได้ เช่น เครื่อง PC หรือเครื่องพิมพ์

9. ในกรณีที่ปิดเครื่องชุมสายหรือไฟดับ เครื่องจะต่อสายนอกเข้ากับเครื่องภายในโดยตรง 1 เครื่อง

2..2 สัญญาณต่าง ๆ ภายในระบบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

ลักษณะสัญญาณต่าง ๆ ภายในเครื่องนี้เป็นดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่า เครื่องชุมสายโทรศัพท์พร้อมแล้วที่จะให้ผู้ใช้โทรศัพท์หมุนหรือกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วย มีลักษณะเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ต่อเนื่องกันตลอดเวลา

2. สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งแก่ผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากการหมุน หรือกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อแล้วว่าสามารถติดต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการได้ มีลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 400 Hz ดังและเงียบเป็นช่วง ๆ กล่าวคือ ดังประมาณ 1 วินาที และเงียบประมาณ 2 วินาที

3. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งแก่ผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากหมุนหรือกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วยทราบว่า ไม่สามารถติดต่อคู่สายนั้นได้ มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 500 Hz ดังและเงียบในช่วงเวลา 0.3 วินาทีเท่า ๆ กัน

4. สัญญาณเรียก (Ringing Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายใน เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีผู้อื่นต้องการติดต่อด้วย มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 25 Hz มีขนาดประมาณ 100 v ติดและดับเป็นช่วง ๆ เหมือนสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการทำงานของเครื่องชุมสายสาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นโดยสังเขป

การทำงานของโทรศัพท์ภายในของเครื่องเป็นดังนี้

เมื่อเริ่มยกหูหมุน ผู้ใช้จะได้รับสัญญาณให้หมุน ผู้ใช้จะเลือกว่าจะติดต่อภายนอกหรือภายใน ถ้าหมุนเลข 0 ก็ติดต่อกับสายนอกขององค์การโทรศัพท์ ถ้าจะติดต่อภายในด้วยกันเองก็หมุนหมายเลข 7 แล้วตามด้วยหมายเลขตั้งแต่ 1 ถึง 4 ในการเรียก ถ้าติดต่อไม่ได้จะได้รับสัญญาณไม่ว่าง แต่ถ้าติดต่อได้จะส่งสัญญาณเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ผู้ถูกเรียก และส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียกในเวลาเดียวกัน จากนั้นจะสามารถติดต่อกันได้

ส่วนการทำงานของสายนอกที่สามารถหมุนติดต่อถึงเครื่องลูกเครื่องใดเครื่องหนึ่งได้โดยตรงนั้นเป็นดังนี้ คือ เมื่อผู้ถูกเรียกจากสายนอกหมุนหรือกดหมายเลข 7 ตัวเข้ามาและสายว่าง ชุมสายขององค์การโทรศัพท์ก็จะทำการติดต่อให้เข้ากับเครื่องชุมสาย จากนั้นเครื่องชุมสายก็จะส่งสัญญาณให้หมุนหมายเลขตัวที่ 8 แก่ผู้เรียกสายนอก และเมื่อผู้เรียกสายนอกหมุนหมายเลขซึ่งเป็นหมายเลขที่ต้องการติดต่อแล้ว และหมายเลขนั้นว่าง เครื่องก็จะทำการส่งสัญญาณเรียกให้แก่หมายเลขที่ถูกทำการติดต่อ แต่ถ้าหมายเลขในนั้นไม่ว่าง เครื่องก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปให้แก่ผู้เรียกจากสายนอก และเครื่องจะทำการติดต่อให้แก่โทรศัพท์ภายในเครื่องใดเครื่องหนึ่งก่อน เพื่อรอให้หมายเลขที่ต้องการติดต่อว่าง จากนั้นก็จะสามารถโอนสายติดต่อกันได้

ในกรณีที่ผู้ใช้สายนอกไม่ทราบระบบการทำงานของเครื่องชุมสายนี้และหมุนเลขต่อไปไม่ถูก หรือไม่หมุนเลขหมายใด ๆ ต่อจากเลข 7 ตัวเดิม จะมีเครื่องลูกตอบรับสายนอกเครื่องหนึ่งเสมอ ซึ่งสามารถกำหนดเครื่องที่รับนี้ได้โดยอาศัย software ของระบบ microprocessor เป็นผู้กำหนด โดยทั่วไปจะเริ่มที่เครื่องเบอร์ 1 แล้ววนไปจนถึง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง

ใน PABX ที่สร้างขึ้นมานี้จะใช้ microcontroller เบอร์ 8051 (MCS-51) ซึ่งเป็น Single ship ประสิทธิภาพสูง สามารถใช้ได้กับงานทั่วไป ซึ่งแตกต่างกับ CPU ก็ตรงที่ CPU จะมีเพียงหน่วยประมวลผลอย่างเดียว แต่ microcontroller จะมีอุปกรณ์รอบข้างครบ เช่น port ,memory ,timer,counter ซึ่งการที่มีอุปกรณ์รอบข้างภายในตัวเองนี้ ทำให้การทำงานรวดเร็ว และมีเสถียรภาพมาก ถูกรบกวนจากสัญญาณรอบข้างน้อย

โครงสร้างสถาปัตยกรรม MCS-51

ลักษณะหลักทั่วๆ ไปของ MCS-51 จะประกอบด้วย

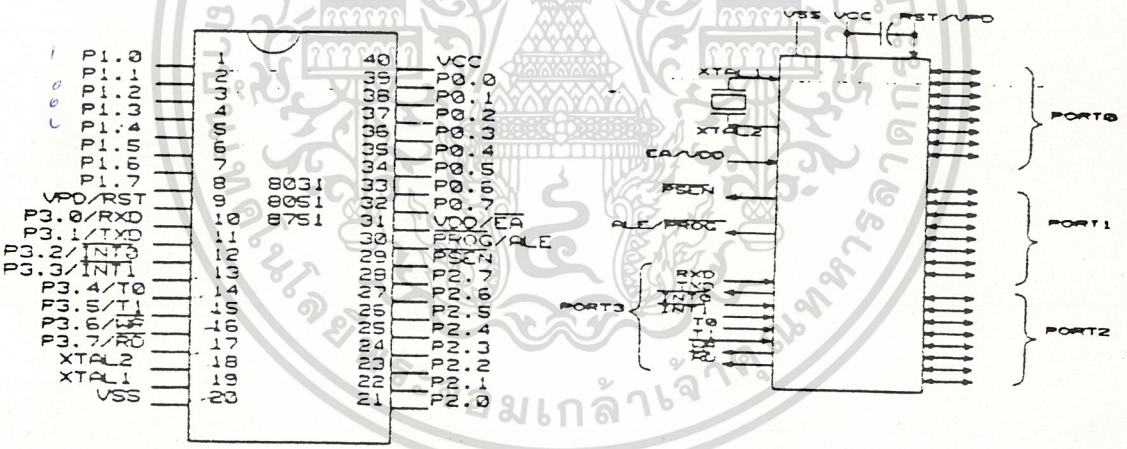
1. ใช้ HMOS และ CHMOS เทคโนโลยีในการสร้างและทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟขนาด 5 V. เพียงแหล่งเดียว
2. CPU มีขนาด 8 บิท
3. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรนาฬิกาบนชิป
4. ชุดแบงค์ (BANK) รีจิสเตอร์มี 4 ชุด แต่ละชุดมีรีจิสเตอร์ 8 ตัว ทำงานเช่นเดียวกับ MCS-48
5. มีตัวจับเวลา/ตัวนับ ขนาด 16 บิท 2 ชุด และสำหรับเบอร์ 8032/8052 มี 3 ชุด
6. มีพอร์ต I/O แบบขนานสองทิศทางจำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิท รวมทั้งหมดเป็น 32 เส้น แต่จะเหลือเพียง 16 เส้น สำหรับเบอร์ 8031 อีก 16 เส้น จะใช้ในการเข้าถึงทางแอดเดรสและข้อมูล
7. พอร์ตแบบอนุกรมสามารถที่จะโปรแกรมการรับส่งแบบ Full Duplex ที่ความเร็วสูง
8. หนึ่งวัฏจักรคำสั่งจะกินเวลา 1 μsec ด้วยการใช้คริสตัล 12 MHz
9. แอดเดรสข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
10. แอดเดรสโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
11. สามารถกำหนดเลขที่อยู่ข้อมูลขนาดไบต์หรือบิตได้โดยตรง
12. มีซอฟต์แวร์บิตแฟลกสำหรับผู้ใช้ที่กำหนดเองได้ถึง 128 ตำแหน่งบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8751H อยู่ในกลุ่มรุ่นเดียวกับ 8051AH ที่เราสามารถโปรแกรมได้ด้วยระบบไฟสามารถลบโปรแกรมออกได้ด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต นอกเหนือจากไอซีที่แสดงในตารางข้างบน ที่ใช้เทคโนโลยี HMOS แล้วยังมีตระกูลอื่นที่ใช้เทคโนโลยี CHMOS ที่ประหยัดพลังงานได้มากกว่า 4 เท่าของ HMOS ที่มีจำหน่ายขณะนี้คือ เบอร์ 80C51, 80C31, และ 87C51

3.1 การจัดขาลักษณะภายนอกของ MCS-51

รูปที่ 3.1 แสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอกของชิป MCS-51 ซึ่งจะมีการแบ่งกลุ่มการจัดขาตามสถาปัตยกรรมของ MCS-51 อยู่ 4 กลุ่ม คือ



รูปที่ 3.1 ลักษณะการจัดขาภายนอกของ MCS-51

1.กลุ่มขารับแหล่งจ่ายไฟฟ้า และระบบสัญญาณนาฬิกา

2.กลุ่มขาแอดเดรสและข้อมูล

3.กลุ่มขาควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.กลุ่มขาพอร์ตแบบขนานและอนุกรม

ขาบางขาจะทำหน้าที่ได้สองหน้าที่ขึ้นอยู่กับการติดตั้งด้วยซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ เช่น ขาที่ 32-39 จะทำหน้าที่ได้เป็นกลุ่มขาแอดเดรส และข้อมูลหรือจะทำหน้าที่เป็นกลุ่มขาพอร์ตแบบขนานเป็นต้น รายละเอียดหน้าที่ขาแต่ละขาจะมีดังนี้

ขา V_{ss} (ขา 20) เป็นขาสำหรับต่อลงดิน

ขา V_{cc} (ขา 40) เป็นขาที่ต่อแรงดันไฟกระแสตรงขนาด 5 V. และใช้สำหรับการโปรแกรม

ขา PORT 0 (P0.0-P0.7/ AD0-AD7) (ขา 32-39) ทำหน้าที่เป็นพอร์ต I/O 8 บิทแบบ Open Drain Bidirection สามารถที่จะขับโหลด TTL ได้ 8 ตัวการเขียนค่า '1' ไปที่พอร์ตนี้จะเป็นการปล่อยลอย (Float) ขาของพอร์ตนี้ ทำให้มันทำงานเป็นอินพุต มีอิมพีแดนซ์สูง ในการให้พอร์ตนี้บริการแบบ I/O และอีกหน้าที่หนึ่งของพอร์ต 0 จะทำงานเป็นมัลติเพลกซ์ ด้วยสัญญาณแอดเดรสไบต์ต่ำกับบัสข้อมูล สำหรับการใช้งานด้านหน่วยความจำภายนอก ในการใช้งานแบบนี้จะใช้สัญญะภายในเป็นตัวพูลอัพ

นอกจากหน้าที่หลัก 2 หน้าที่ดังกล่าวแล้ว พอร์ต 0 ยังใช้งานพิเศษเป็นตัวส่งข้อมูลออกทางพอร์ตนี้ เมื่อใช้บริการทางด้านการตรวจสอบโปรแกรม ROM ภายใน และการโปรแกรมตัว EPROMภายใน ถ้าใช้งานในสัญญะนี้การพูลอัพจากภายนอกจะต้องต่อด้วยค่า 10 กิโลโอห์ม

ขา PORT 1 (P1.0-P1.7) (ขา 1-8) เป็นพอร์ต I/O 8 บิต แบบ Open Drain Bidirection พร้อมด้วยการพูลอัพภายใน ถ้าเป็นพอร์ตเอาต์พุต บัฟเฟอร์สามารถขับโหลด TTL ตระกูล LSIได้ 4 ตัว พอร์ต 1 เมื่อถูกเขียนค่า '1' ด้วยโปรแกรม มันจะมีสถานะสูงด้วยการพูลอัพภายใน การให้สถานะเช่นนี้ จะเป็นการ Initial ใช้งานพอร์ตนี้ให้เป็นอินพุต ขณะที่พอร์ต 1 เป็นอินพุต การให้สัญญาณลงต่ำจะเป็นการจ่ายกระแสออกเนื่องจากการพูลอัพภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033191

ในเบอร์ 8052 ขา P1.0 และ P1.7 จะใช้งานเป็น T2 และ T2EX โดยขา T2 จะทำหน้าที่รับสัญญาณจากภายนอกให้ตัวจับเวลา 2 ทำงาน และขา T2EX จะเป็นอินพุตผ่านเข้าตัวจับเวลา 2 ถูกกระตุ้นให้ทำงานแบบปกติตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ หรือ Capture

ขา PORT 2 (P2.0-P2.7) (ขา 21-28)

เป็นพอร์ต I/O 8 บิตแบบ Open Drain Bidirection ด้วยการพูลอัพภายใน พอร์ต 2 ที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์-เอาต์พุตสามารถจ่ายโหลด TTL ตระกูล LS ได้ 4 ตัว อีกหน้าที่หนึ่งของพอร์ตจะถูกใช้งานเป็นตัวส่งแอดเดรสไบต์สูงด้วย เมื่อใช้งานร่วมกับหน่วยความจำภายนอก เพื่อให้แอดเดรสได้ถึง 16 บิท ด้วยการใช้งานแบบนี้ มันจะมีพูล-อัพภายในที่ช่วยให้การส่งค่า '1' ได้ระดับที่แน่นอน นอกจากการใช้งานสำหรับแอดเดรสอันดับสูง ยังใช้เป็นขาควบคุมในการใช้งานตรวจสอบและเขียนโปรแกรมเบอร์ 8751 และตรวจสอบโปรแกรม ภายใน 8051

ขา PORT 3 (P3.0-P3.7) (ขา 10-17)

เป็นพอร์ต I/O 8 บิทแบบพูลอัพภายใน นอกจากทำเป็นพอร์ต I/O ที่สามารถรับโหลด TTL พวกตระกูล LS ได้ 4 ตัวแล้วยังมีอีกหน้าที่หนึ่งของตระกูล MCS-51 ตามรายการข้างล่างนี้ด้วย

ขาพอร์ต	ขา	การทำงานตามฟังก์ชันพิเศษ
P3.0	10	RxD พอร์ตอนุกรมอินพุต
P3.1	11	TxD พอร์ตอนุกรมเอาต์พุต
P3.2	12	INT0 อินเตอร์รัพต์ภายนอกตัวที่ 1
P3.3	13	INT1 อินเตอร์รัพต์ภายนอกตัวที่ 2
P3.4	14	T0 สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวจับเวลา /ตัวนับ0
P3.5	15	T1 สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวจับเวลา /ตัวนับ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.6 16 WR สัญญาณควบคุมการเขียน

P3.7 17 RD สัญญาณควบคุมการอ่าน

การที่จะให้ทำงานตามฟังก์ชันข้างบนได้ จะต้องติดตั้งโปรแกรมด้วยการส่งค่า '1' ไบแลทช์ไว้ก่อนที่ให้ทำงานตามฟังก์ชันข้างบน

ขา RST (ขา 9) ต้องคงสภาพะค่าสูง เป็นเวลาประมาณอย่างน้อยสองวัฏจักรระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ทำงาน ขณะที่ต้องการรีเซตทั้งระบบงาน โดยจะต่อรีซิสเตอร์พูลดาวน์ (8.2 กิโลโอห์ม) จากขา RST ไปลงดิน และเพื่อให้ตัวชิปรีเซตได้โดยอัตโนมัติขณะเปิดไฟ จะใช้คาปาซิเตอร์ (10 ไมโครฟารัด) ต่อคร่อมระหว่างขา RST กับขา V_{cc}

ขา ALE/PROG เป็นขาแอดเดรสแลทช์อีนาเบิลด้วยการส่งพัลส์ออกไป ใช้สำหรับแลทช์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำจากพอร์ต 0 ในระหว่างการเข้าถึงข้อมูลจากหน่วยความจำภายใน ALE จะถูกส่งสัญญาณนาฬิกาออกมา แม้ว่าบางช่วงจังหวะจะไม่มีการเข้าถึงข้อมูลภายใน ดังนั้นจึงสามารถที่จะใช้สัญญาณจากขานี้เป็นตัวจับเวลาภายนอก หรือเป็นความถี่สัญญาณนาฬิกา แต่อย่างไรก็ตาม ความถี่สัญญาณนี้จะลดความถี่ช้าลงไปเท่าหนึ่งระหว่างการทำงานแบบการเข้าถึงของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้ยังจะใช้เป็นสัญญาณพัลส์เข้าสำหรับการควบคุมการโปรแกรม EPROM ภายในชิป

ขา PSEN Program Storage Enable เป็นสโตรบอ่านข้อมูลจากโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก เมื่อชิปทำงานด้วยโปรแกรมภายนอก ขา PSEN จะสร้างสโตรบต่ำสองครั้งภายในแต่ละวัฏจักรแมชชีน สัญญาณจะมีสภาพะสูงหรือพัลส์ต่ำทั้งสองลูกจะหายไป เมื่อทำงานในช่วงการอ่านหรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก และ PSEN จะไม่มีพัลส์ส่งออกถ้าชิปทำงานด้วยโปรแกรมหน่วยความจำภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา EA/V_{pp} มีสถานะสูง ตัว CPU ในชิปจะทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำภายใน(โดยที่โปรแกรมจะต้องไม่ยาวกว่า 4 กิโลไบท์ สำหรับเบอร์ 8051 AH และ 8 กิโลไบท์ สำหรับเบอร์ 8052 AH) การทำให้ EA มีสถานะต่ำจะเป็นการควบคุมให้ซีพียูทำงานตามโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก ซึ่งขยายโปรแกรมได้ยาวถึง 64 กิโลไบท์ ในตัว 8031 AH และ 8032 AH จะต้องต่อลงดินเช่นกันแม้ว่าจะไม่มี ROM อยู่ภายในก็ตาม ในตัว 8751 H จะใช้ขานี้จ่ายแรงดันขนาด 21 V. ขณะทำการเขียนโปรแกรมเข้า EPROM ของชิป 8751 H ตัวนี้

ขา XTAL1 (ขา 19) ใช้เป็นตัวอินพุตเข้าสู่ตัวออสซิลเลเตอร์ขยายแบบ Invert

ขา XTAL2 (ขา 18) ใช้เป็นตัวเอาต์พุตเข้าสู่ตัวออสซิลเลเตอร์ขยายแบบ Invert

ตามตารางที่ 3.1 MCS-51 ทั้งสามกลุ่ม คือ กลุ่มที่มี ROM กลุ่มที่ไม่มี ROM และพวก EPROM จะมีขาใช้งานเหมือนกันหมด ยกเว้นขา 1 จะใช้งานเป็น T2 และขา 2 เป็น T2EX ในเบอร์ 8032/8052 ตลอดถึงจังหวะเวลา (Timing Diagram) และคุณสมบัติทางไฟฟ้าทั้งสามจะแตกต่างกันเฉพาะการโปรแกรมบนชิป MCS-51 เท่านั้น ซึ่งแต่ละแบบจัดไปตามความต้องการของผู้ใช้ เช่น 8751 จะมี 4 กิโลไบต์ของ Ultra-violet-Erasable Programable Read Only Memory (EPROM) เหมาะสำหรับการพัฒนาเครื่องต้นแบบ และการผลิตอุปกรณ์ที่มีจำนวนจำกัด เมื่อต้องการจะเขียนโปร-แกรมเข้า EPROM จะมีตัวเขียนโปรแกรมพิเศษสำหรับเขียนโปรแกรมที่ผู้ออกแบบเขียนขึ้นมาได้ ถ้าโปรแกรมมีบักหรือส่วนผิดพลาดที่ต้องการจะแก้ไข ก็สามารถแก้ไขได้โดยการนำตัว 8751 นี้ไปล้างโปรแกรมเดิมออกด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต และอัดข้อมูลโปรแกรมที่ได้แก้ไขแล้วเข้าไปใหม่ ทำเช่นนี้จะกระทั่งได้โปรแกรมสมบูรณ์ และเมื่อต้องการผลิตจำนวนมากก็สามารถที่จะใช้ MCS-51 เบอร์ 8051 ที่มี 4 กิโลไบต์ของ ROM ซึ่งจะถูกอัดข้อมูลโปรแกรมตามความต้องการของผู้ออกแบบโดยโรงงานผู้ผลิตชิปเบอร์นี้ การผลิตลักษณะนี้จะถูกกว่าการใช้เบอร์ 8751 แต่โปรแกรมภายในจะมีสามารถลบ และโปรแกรมใหม่ได้ หลังการผลิตไปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเบอร์ 8031 จะไม่มีหน่วยความจำของโปรแกรมบนชิป แต่อาจต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกด้วย ROM,EPROM หรือ PROM ได้ถึง 64 กิโลไบต์ ดังนั้น 8031 จึงเหมาะสำหรับการใช้งานที่มีโปรแกรมมีขนาดใหญ่กว่า 4 กิโลไบต์ และสำหรับผู้ออกแบบที่ต้องการแยกส่วนของโปรแกรมออกจากชิป

จะเห็นได้ว่า 8031 เป็น single chip ตระกูล MCS_51 มีข้อดีที่เหนือกว่า Z80 ดังต่อไปนี้

1. มีหน่วยความจำ (Ram) ภายใน 128 ไบท์ โดยได้แบ่งออกเป็น รีจิสเตอร์ R0-R7 , สแต็ก (stack) และที่เหลือจากนั้นสามารถใช้ได้อย่างอิสระโดยสามารถอ้างถึงได้ทั้งเป็น byte และ bit ทำให้ผู้ใช้สามารถนำ Ram ส่วนนี้เอาไว้ใช้ในโปรแกรมได้สะดวก

2. มีพอร์ทภายนอกถึง 4 พอร์ทดังนี้

ก) พอร์ท 0 เมื่อทำงานกับหน่วยความจำ (Rom) หรือหน่วยความจำ (Ram) ภายนอกจะมีสัญญาณของ address ไบท์ต่ำ และ data มัลติเพลกซ์กันโดยจะแยกสัญญาณทั้งสองออกจากกันได้โดยใช้สัญญาณ ALE มาทำการ latch

ข) พอร์ท 1 สามารถใช้เป็นอินพุทและเอาท์พุท (Input/Output) โดยอิสระ

ค) พอร์ท 2 เมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำ Rom หรือ Ram ภายนอกจะมี address ไบท์สูงส่งออกมาที่พอร์ทนี้ เพื่อประกอบกับพอร์ท 0 รวมเป็น 16 bit

ง) พอร์ท 3 ใช้เป็นฟังก์ชันพิเศษ มีหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

WR เป็นขาสำหรับสัญญาณ Write หน่วยความจำภายนอก

RD เป็นขาสำหรับสัญญาณ Read หน่วยความจำภายนอก

T0 เป็นขาอินพุทสำหรับ Counter 0

T1 เป็นขาอินพุทสำหรับ Counter 1

INT0 ใช้อินเตอร์รัพท์ 0

INT1 ใช้อินเตอร์รัพท์ 1

RXD ใช้รับข้อมูลแบบ serial

TXD ใช้ส่งข้อมูลแบบ serial

ถ้าบางฟังก์ชันพิเศษเหล่านี้ไม่ได้ใช้งาน ก็สามารถใช้เป็นอินพุทหรือเอาต์พุทตามปกติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีวงจรนับ/วงจรตั้งเวลา (Counter/Timer) ภายใน 2 ตัว โดยสามารถโปรแกรมให้ทำงานได้ทั้งวงจรนับและวงจรตั้งเวลา

4. มีอินเตอร์เฟสข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Interface) อยู่ภายใน 2 ตัว โดยสามารถโปรแกรมให้มีการ Interrupt เมื่อรับหรือส่งครบไบท์ได้

ก) โหมด 0 ข้อมูลจะรับและส่งแบบ 8 บิท Buad Rate = 1/12 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา

ข) โหมด 1 ข้อมูลจะถูกส่งและรับแบบ 10 บิท โดยเพิ่ม Start, Stop Bit และสามารถโปรแกรม Buad Rate ได้

ค) โหมด 2 ข้อมูลจะถูกส่งและรับแบบ 11 บิท โดยเพิ่มข้อมูลขึ้นมาอีก 1 บิท (Program Bit) ซึ่งใช้เป็นพาริตี้บิทได้ สามารถโปรแกรม Baud Rate ได้ 2 ค่า 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา

ง) โหมด 3 เหมือนกับโหมด 2 แต่สามารถโปรแกรม Baud Rate ได้

5. มี Interrupt จาก 5 แหล่งที่สามารถกำหนดความสำคัญได้

ก) Interrupt 0 จะกระโดดไปที่ Address 0003H

ข) Interrupt 1 จะกระโดดไปที่ Address 0013H

ค) Interrupt timer 0 จะกระโดดไปที่ Address 000BH

ง) Interrupt timer 1 จะกระโดดไปที่ Address 001BH

จ) Interrupt จาก Serial Port จะกระโดดไปที่ Address 002BH

6. มีวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาภายใน เพียงแต่ต่อคริสตัลภายนอก และตัวเก็บประจุก็สามารถสร้างสัญญาณนาฬิกาให้กับ CPU ได้ทันที

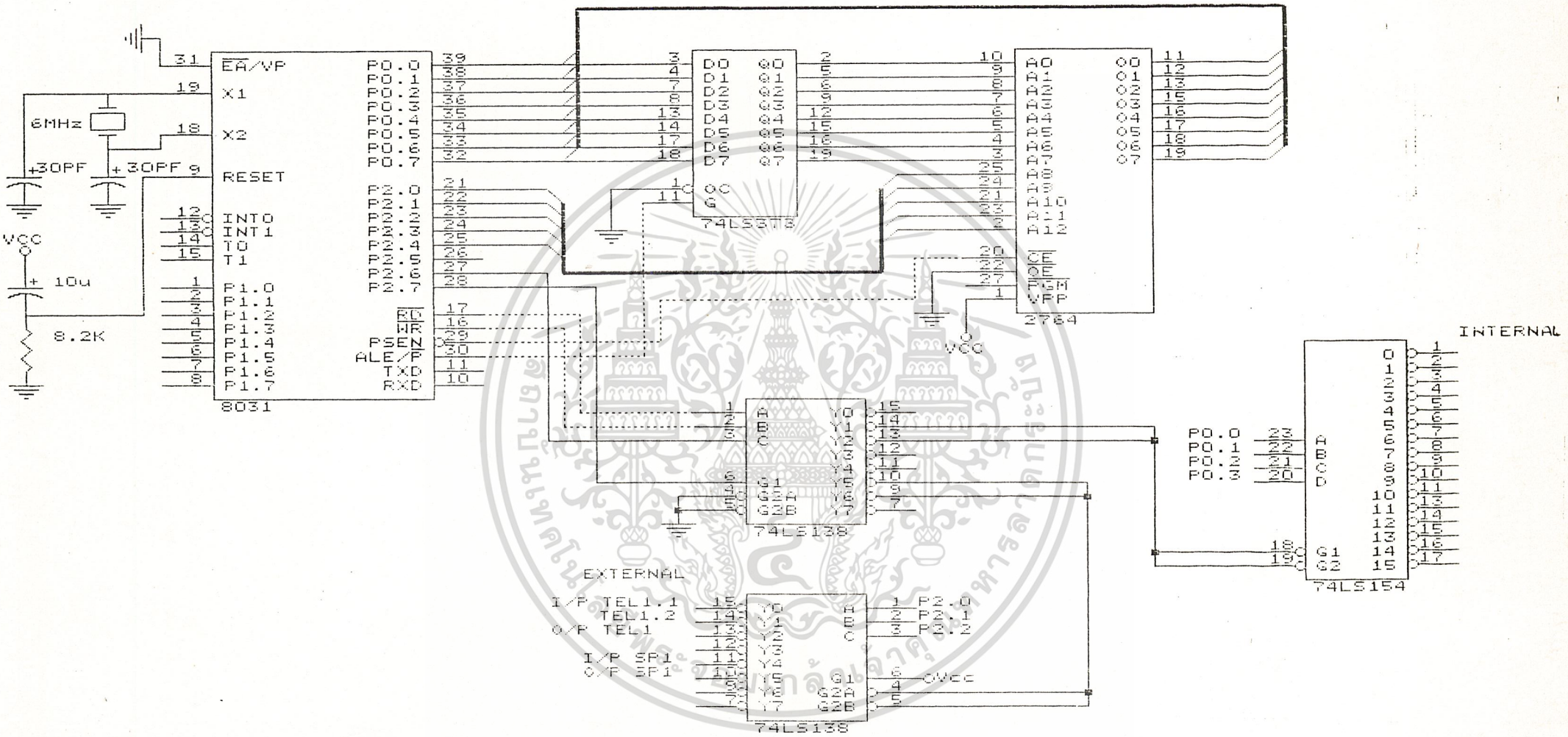
7. ใช้ Register ในการควบคุมอุปกรณ์ภายใน อินเตอร์รัพท์ และพอร์ทต่าง ๆ เรียกว่า SFR (Special Function Register) ในลักษณะ Direct Addressing Mode

3.2 การออกแบบระบบ Microprocessor

โครงสร้างของระบบ Microprocessor เป็นดังนี้

CPU จะติดต่อกับ memory ที่ใช้เก็บ monitor program โดยใช้ข้อมูล 8 บิท และ address 16 บิท และยังทำหน้าที่รับข้อมูลจากระบบชุมสายโทรศัพท์ เพื่อนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์

มาคำนวณตามข้อกำหนดของโปรแกรม และส่งไปควบคุมการทำงานของชุมสายโทรศัพท์ ข้อมูลจะต้องผ่านตัวเชื่อมกลางระหว่าง CPU กับระบบชุมสายโทรศัพท์ เรียกว่า Interface Unit และเนื่องจากระบบชุมสายโทรศัพท์เป็นระบบใหญ่ CPU จะต้องรับส่งข้อมูลหลายจุด จึงจำเป็นต้องมีส่วนถอดรหัส เรียกว่า Decoder

หน้าที่ที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือการรับส่งข้อมูลที่แปลงเป็น digital ไปยัง Speech path ของเครื่องลูกต่าง ๆ ด้วย CPU ก็จะต้องมีส่วนที่เป็น interface unit (A/D และ D/A) และส่วน Decoder กับ Speech path ด้วย

3.3 ส่วนที่ทำหน้าที่อินเตอร์เฟสกับโทรศัพท์

การควบคุม Hardware ของเครื่องชุมสายที่พัฒนาขึ้นด้วยระบบ Microprocessor

การควบคุมเครื่องชุมสายจะทำได้โดยอาศัยสัญญาณควบคุม สัญญาณควบคุมส่วนใหญ่ในชุมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณ Analog ที่มีศักดาไฟฟ้าเสียงหลายแบบ จึงจำเป็นต้องออกแบบวงจรสร้างสัญญาณต่าง ๆ เพื่อส่งเข้าทางจุดสัญญาณเข้า ให้ CPU รับรู้ข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำไปพิจารณาตัดสินใจตามข้อกำหนดของโปรแกรม โดยพิจารณาร่วมกับสถานะเดิมซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บไว้ใน Ram แล้วส่งข้อมูลออกไปควบคุมทางจุดสัญญาณออก พร้อมกับเก็บข้อมูลของสถานะใหม่ไว้ใน Ram เพื่อให้ CPU ใช้พิจารณาใหม่ต่อไป

3.3.1 ชื่อจุดสัญญาณเข้าออกที่ใช้ควบคุมเครื่องชุมสายที่พัฒนาขึ้น

หน่วยควบคุม	ชื่ออินพุทพอร์ท	ชื่อเอาท์พุทพอร์ท
TEL 1	8000	8004
TEL 2	8001	8005
TEL 3	8002	8006
TEL 4	8003	8007
EXT 1	A010,A020	A030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีจุดสัญญาณออกที่ CPU ใช้ควบคุมส่วน A/D และ D/A ของส่วน Speech path ด้วย

หน่วยควบคุม	ชื่ออินพุทพอร์ท A/D	ชื่อเอาท์พุทพอร์ท D/A
TEL 1	8008	800C
TEL 2	8009	800D
TEL 3	800A	800E
TEL 4	800B	800F
EXT 1	E010	E030

3.3.2 หน่วยควบคุมโทรศัพท์ภายใน (Internal Subscriber Controlling Unit)

จุดสัญญาณเข้าและวงจรสร้างสัญญาณต่าง ๆ

ในการควบคุมโทรศัพท์ภายในทุกเครื่องนั้น CPU จะรับข้อมูลเข้าทางสาย Data ซึ่งเป็นข้อมูล 8 บิท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

D0 - OUTPUT BIT 1 ของ MT_8870

D1 - OUTPUT BIT 2 ของ MT_8870

D2 - OUTPUT BIT 3 ของ MT_8870

D3 - OUTPUT BIT 4 ของ MT_8870

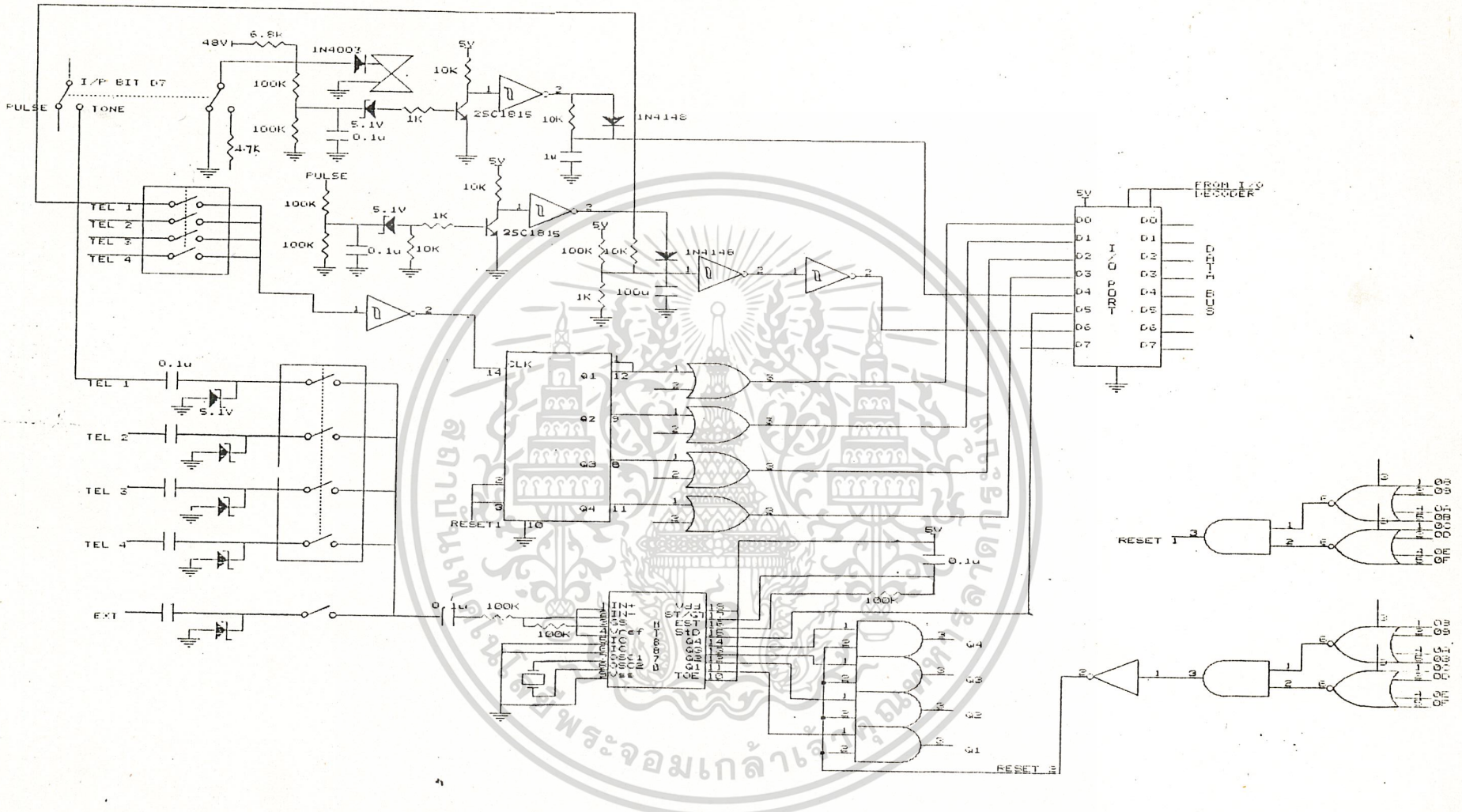
D4 - HANDSET BIT

D5 - STD BIT

D6 - DIAL BIT

D7 - TONE OR PULSE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรภาคอินพุท

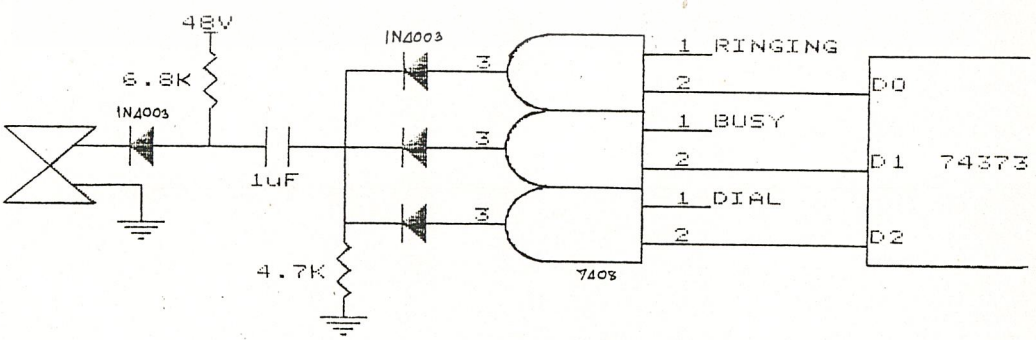
Microprocessor สามารถตรวจดูว่า โทรศัพท์ภายในเครื่องใดถูกใช้งานหรือไม่ โดยการตรวจบิทหูฟัง D4 ถ้าเป็นลอจิก 1 แสดงว่าโทรศัพท์ภายในเครื่องนั้น ๆ ไม่ถูกใช้งาน ถ้าโทรศัพท์ถูกใช้งาน (โทรศัพท์ถูกยกขึ้น) บิทหูฟังจะเป็นลอจิก 0 และ CPU จะตรวจบิท D7 เพื่อดูว่าโทรศัพท์ที่กำลังจะใช้อยู่นั้นเป็นแบบ Pulse หรือเป็นแบบ Tone ถ้าเป็นแบบ Pulse สวิทช์บิท D7 จะเป็นลอจิก 0 และถ้าเป็นแบบ Tone บิท D7 จะเป็นลอจิก 1 ต่อจากนั้น CPU จะตรวจดูบิท D5 (ถ้าเป็นโทรศัพท์แบบ Tone) หรือดูบิท D6 (ถ้าเป็นโทรศัพท์แบบ Pulse) ว่าเป็นลอจิก 1 หรือไม่ ถ้าเป็นแสดงว่าโทรศัพท์กำลังถูกหมุนหรือกดเข้ามา CPU จะเก็บข้อมูล D0-D3 ซึ่งเป็นผลลัพธ์มาจากวงจรนับหรือภาค MT8870 มาตรวจ และจะทราบได้ว่าโทรศัพท์ภายในเครื่องนั้นหมุนหมายเลขอะไร

3.3.3 จุดสัญญาณออกและวงจรสวิทช์ (Output port and switching circuit)

CPU ควบคุมโทรศัพท์ภายในด้วยการส่งข้อมูล 8 บิทออกไปค้าง (Latch) ที่จุดสัญญาณออก ข้อมูลที่ออกไปค้างนั้นจะถูกต่อเข้ากับวงจรสวิทช์ เพื่อควบคุมการทำงานของโทรศัพท์ภายใน

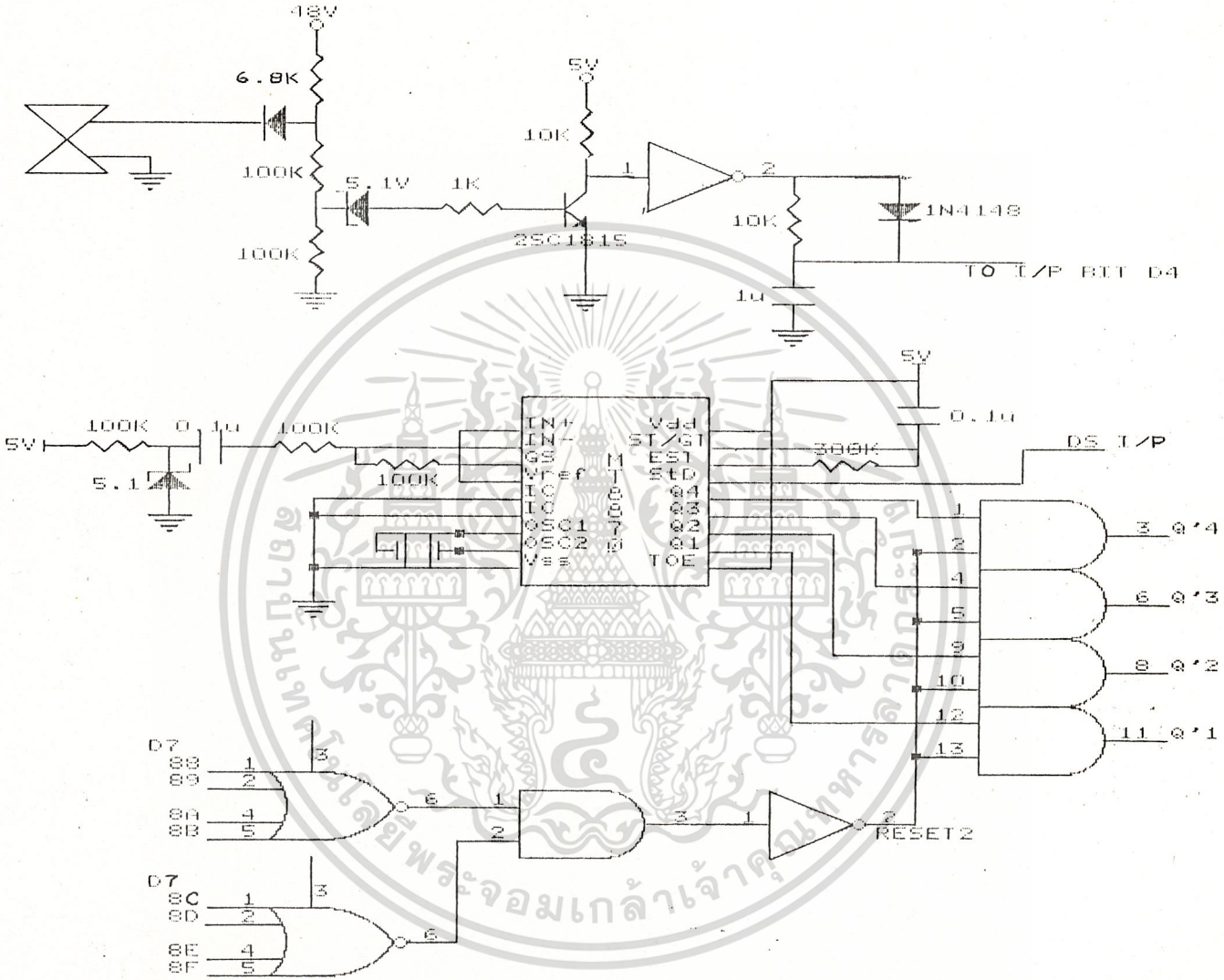
- สัญญาณต่าง ๆ เช่น Dial tone , Ringing tone , Ringback tone , และ Busy tone สร้างโดยใช้ IC เบอร์ 555

- การควบคุมสัญญาณ Dial tone , Ringback tone และ Busy tone นั้น เนื่องจากว่าเป็นสัญญาณที่มีขนาดต่ำ จึงสามารถใช้ AND Gate เป็นตัวเปิดปิดสัญญาณได้



รูปที่ 3.4 แสดงสวิทช์การเปิดปิดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

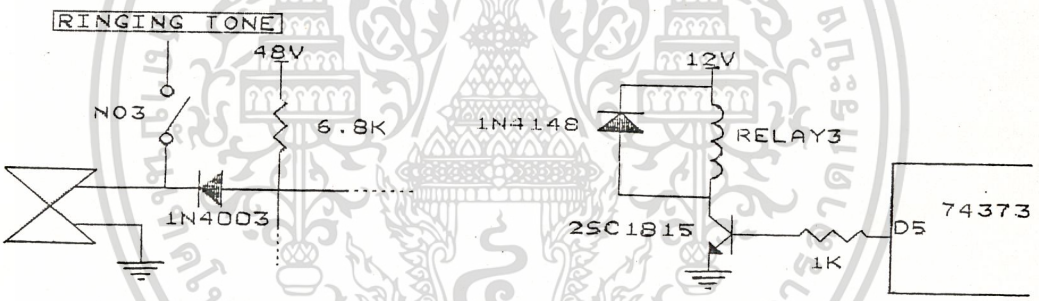


รูปที่ 3.5 แสดงวงจรถอดรหัสความถี่

จากคุณสมบัติของแอนเกทที่มี 2 อินพุท ถ้าอินพุทหนึ่งเป็นลอจิก 0 เอาท์พุทจะเป็นลอจิก 0 ตลอด หมายถึงการปิดเกทไม่ให้สัญญาณออกไปเลย และถ้าอินพุทขาหนึ่งเป็นลอจิก 1 เอาท์พุทจะเหมือนกับสัญญาณอินพุทอีกขาทุกประการ หมายถึงการเปิดเกทให้สัญญาณอินพุทอีกขาหนึ่งออกไปนั่นเอง ดังนั้นเมื่อ CPU ต้องการส่งสัญญาณใดออกไปยังวิทรศัพท์ภายใน ทำได้โดยการส่งข้อมูลลอจิก 1 ออกไปค้างที่บิทนั้นที่จุดสัญญาณออก และในทำนองเดียวกันก็ส่งลอจิก 0 ออกไปค้างที่บิทนั้น ๆ ถ้าไม่ต้องการให้สัญญาณนั้นออกไป

- การควบคุมสัญญาณ Ringing

เนื่องจากเป็นสัญญาณขนาดใหญ่ คือ ประมาณ 100V ดังนั้นการเปิด-ปิดสัญญาณนี้จึงต้องใช้ Relay ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรเปิด-ปิดสัญญาณ Ringing

วงจรสวิทช์ที่ใช้นั้นถูกควบคุมด้วยข้อมูลบิท D5 จากจุดสัญญาณออกไปเข้า Transistor ที่ควบคุมการ Trig Relay ดังนั้น CPU สามารถส่งข้อมูลบิท D5 เป็นลอจิก 0 หรือ 1 ไปควบคุมได้

- จุดสัญญาณที่ใช้ควบคุมวิทรศัพท์ภายใน

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D0 - RINGING TONE

D1 - BUSY TONE

D2 - DIAL TONE

D5 - RINGING

D6 - ควบคุม ANALOG SWITCH และวงจรนับ

D7 - ควบคุมการ REST ภาคถอดหมายเลขแบบส่งความถี่

รูปที่ 3.7 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมโทรศัพท์ภายใน

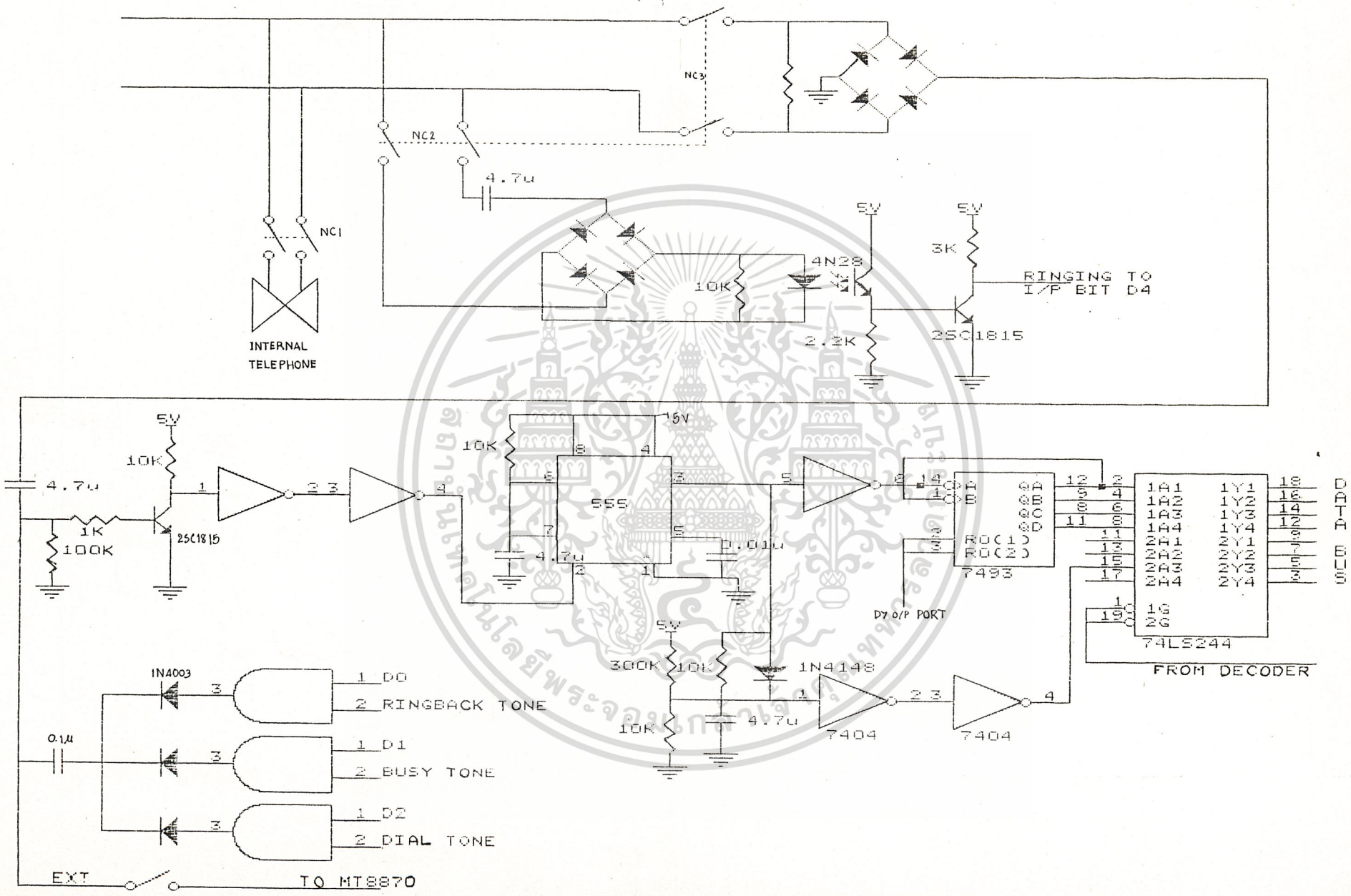
3.4 หน่วยควบคุมคู่สายภายนอก (External lines controlling units)

วงจรควบคุมสายนอกเป็นดังรูปที่ 3.8 อธิบายการทำงานได้ดังนี้

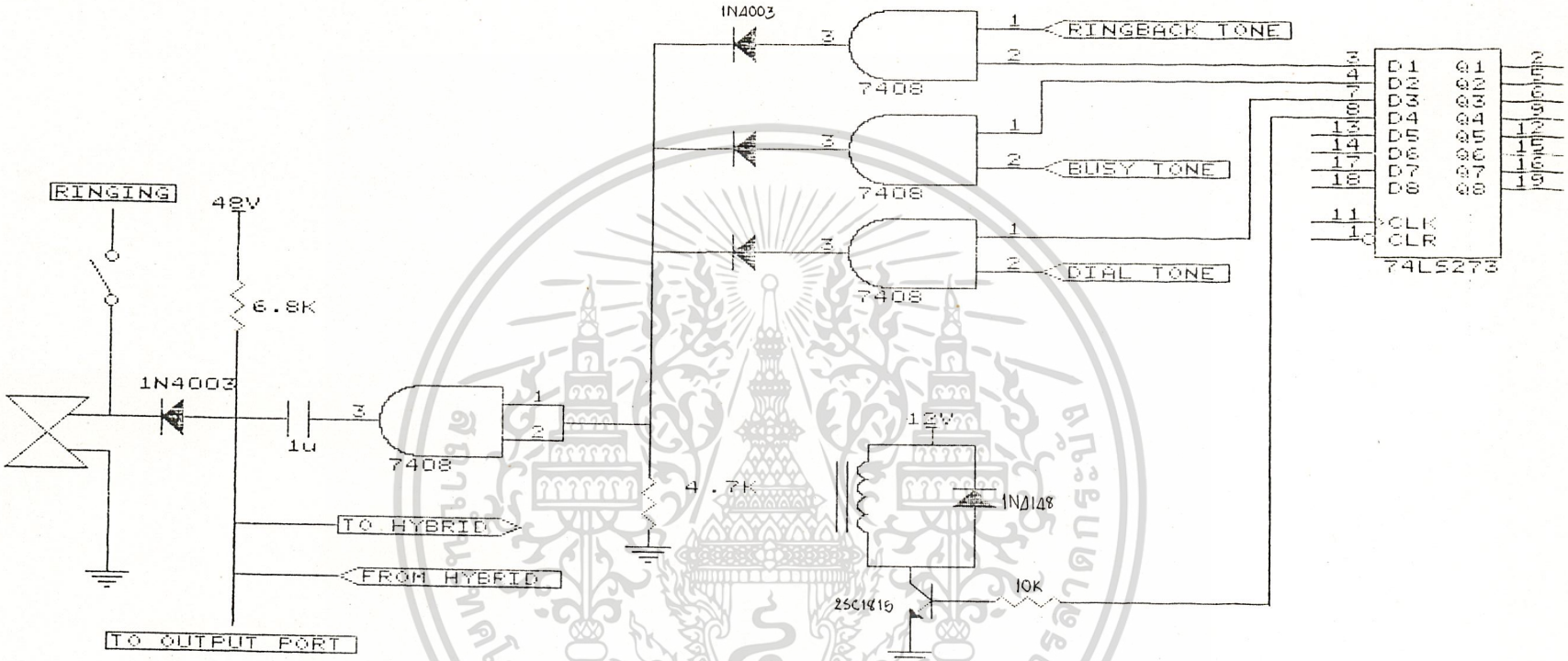
เมื่อสายนอกหมุนหมายเลข 7 ตัวเสร็จ และชุมสายขององค์การโทรศัพท์พบว่าสายนอกของเครื่องชุมสายว่าง ก็จะส่งสัญญาณ Ringing ให้กับเครื่องชุมสายของเรา เครื่องชุมสายจะมีภาค Ringing detector เพื่อตรวจสอบว่ามีสัญญาณเรียกเข้ามาหรือไม่ โดยนำ O/P จากภาคนี้เข้า I/P Bit D4 เพื่อให้ CPU รู้ว่ามีสัญญาณเรียกเข้ามาหรือไม่ ถ้าตรวจสอบแล้วปรากฏว่ามีสัญญาณเรียกเข้ามา CPU ก็จะส่งข้อมูล Bit D7 ให้ Relay 3 ทำงาน เพื่อทำการพักสาย (Hold) เอาไว้ เนื่องจากหม้อแปลงมี Impedance 600 Ohm ซึ่งคล้ายกับสภาพที่โทรศัพท์ยกหู ดังนั้นเมื่อ Hold เอาไว้ก็เปรียบเสมือนว่าเครื่องได้รับการเรียกนั้นแล้ว ต่อจากนั้น CPU ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนแก่ผู้เรียกจากภายนอกเพื่อให้หมุนหรือกดหมายเลขที่ 8 เข้ามา แต่เนื่องจากเครื่องชุมสายไม่สามารถรู้ได้ว่าหมายเลขที่หมุนเข้ามานั้นเป็นแบบ Pulse หรือแบบ Tone จึงต้องให้สัญญาณตัวที่ 8 นั้นเข้าอินพุททั้งภาควงจรนับและภาค MT8870 ซึ่งเมื่ออินพุทเป็นแบบ Pulse วงจรนับก็จะทำงาน และเมื่ออินพุทเป็นแบบ Tone ภาค MT8870 ก็จะทำงาน

สำหรับการทำงานของวงจรปรับขนาดสัญญาณ Pulse วงจรสร้างสัญญาณต่าง ๆ และวงจรภาค MT8870 ก็จะมีหลักการทำงานคล้ายกับสายใน แต่ไม่ต้องมีการนำมา OR กันก่อน คือแบบ Pulse ก็ใช้ 1 Port และแบบ Tone ก็ใช้ 1 Port แยกจากกันโดยอิสระ ส่วนขา Reset ของ 7493 ก็ใช้ O/P Bit 5 มาควบคุม

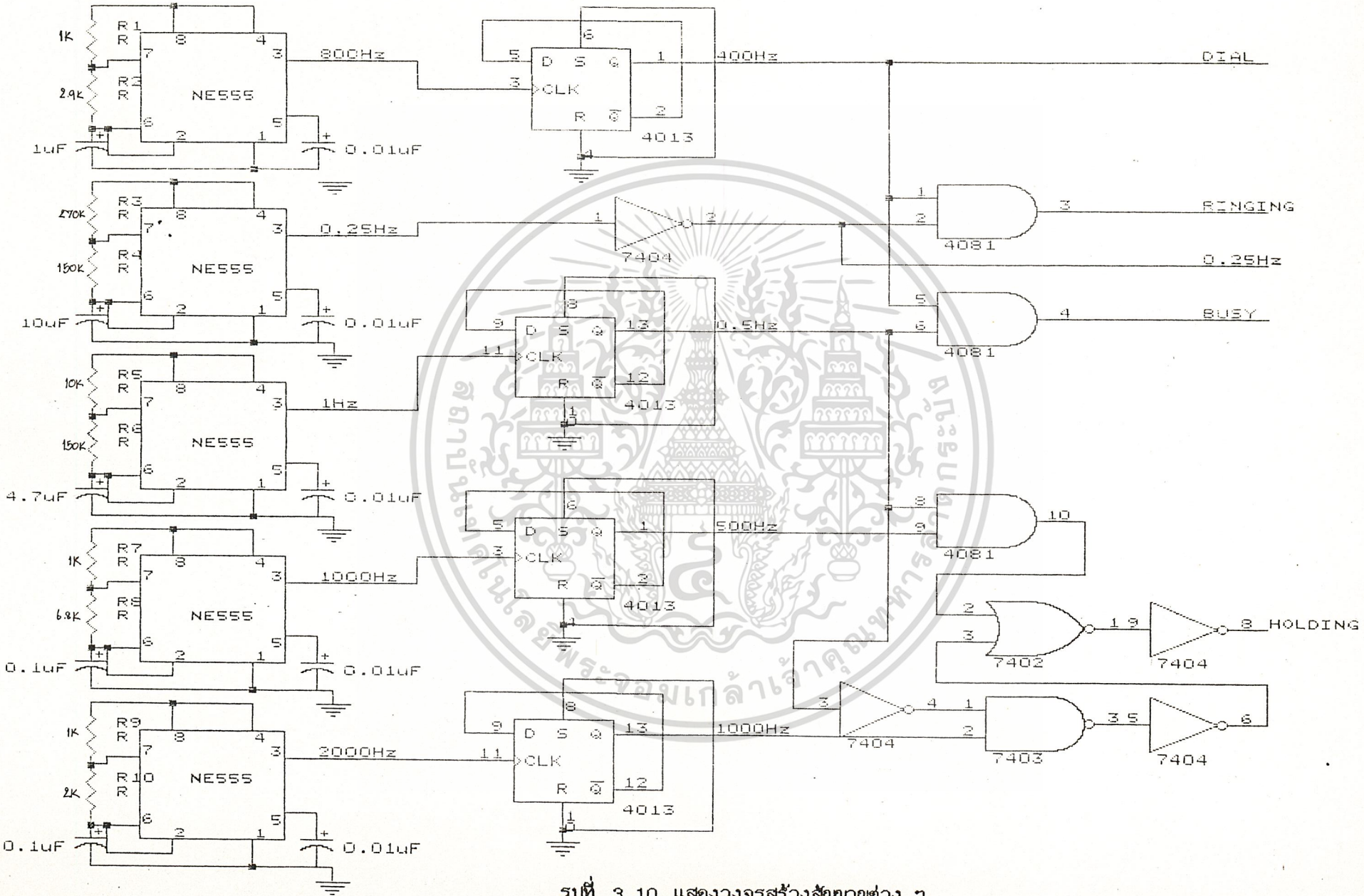
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรควบคุมการติดต่อสายนอก



รูปที่ 3.9 วงจรภาคเอาท์พุท



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรสร้างสัญญาณต่าง ๆ

ส่วนของวงจร O/P Port ก็คล้ายกับการทำงานของสายใน มี O/P Bit ของสัญญาณเสียงต่าง ๆ , บิทควบคุมช่องทางการติดต่อ , บิทควบคุม Analog Switch และบิทควบคุมการ Hold ส่วนการควบคุมการหมุนหมายเลขที่ 8 นั้นจะใช้ Software เป็นตัวควบคุม

- จุดสัญญาณเข้าที่ใช้ควบคุมสายนอก

  D0-D3 - O/P from counter or MT 8870

  D4 - Ringing detector

  D5 - STD bit เมื่อเป็นแบบ Tone

  D6 - Dial bit เมื่อเป็นแบบ Pulse

  D7 - not used

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

รูปที่ 3.11 แสดงบิทอินพุทที่ใช้ควบคุมสายนอก

- จุดสัญญาณออกที่ใช้ควบคุมสายนอก

  D0 - RINGBACK TONE

  D1 - BUSY TONE

  D2 - DIAL TONE

  D5 - RESET COUNTER

  D6 - ANALOG SWITCH CONTROL

  D7 - HOLD LINE

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

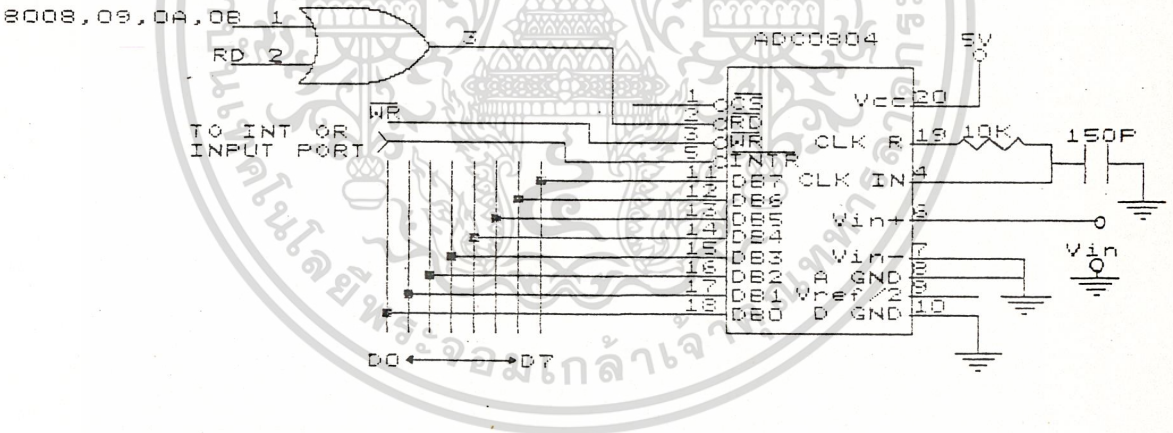
รูปที่ 3.12 แสดงบิทเอาท์พุทที่ใช้ควบคุมสายนอก

3.5 ส่วนทางผ่านสัญญาณเสียงพูด

ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นทางผ่านสัญญาณเสียงพูด (speech path) นี้จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านสัญญาณเสียงในการติดต่อจากโทรศัพท์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งที่ต้องการได้ ทางผ่านสัญญาณเสียงพูดที่ใช้ในระบบเป็นแบบดิจิตอล (Digital speech path) ที่มีการทำงานเป็นแบบ Time switch ซึ่งมีหลักการทำงานดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.1 ในส่วนทางผ่านสัญญาณเสียงพูดนี้สามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอก (analog signal) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (digital signal) ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอก และส่วนที่ทำหน้าที่ไฮบริด (hybrid)

3.5.1 ส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

ในส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลนี้จะใช้ไอซีเบอร์ ADC 0804 ซึ่งจะมีวงจรใช้งานเป็นดังรูป



รูปที่ 3.13 วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรดังรูปที่ 3.13 ไอซี ADC0804 จะใช้เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกที่ได้จากเครื่องโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิท โดยไอซี ADC0804 จะถูกออกแบบให้ใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์โดยเฉพาะ เนื่องจากมีขา CS (Chip select) , Rd (Read) , WR (Write) และขา INTR (Interrupt request) ADC0804 ใช้ 8 บิท SAR (SUCCESSIVE APPROXIMATION REGISTER) สำหรับการรับสัญญาณอนาลอก ที่เป็นอินพุทเข้ามานั้นจะใช้ทรานดิวเซอร์แบบโพเทนทิโอเมตริกซ์ดังรูป 3.14 ซึ่งจะกำหนดให้ค่าของสัญญาณอนาลอกที่เข้ามาเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 5 โวลต์ ($5V_{p-p}$) เท่านั้น

รูปที่ 3.14 วิธีการทั้งสองวิธีสำหรับสัญญาณอินพุทของ A/D Converter

เมื่อต้องการแปลงสัญญาณ สัญญาณนาฬิกาจะสามารถตั้งได้จากวงจรภายนอก เมื่อไอซีเปลี่ยนสัญญาณจากอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเรียบร้อยแล้ว ก็จะส่งสัญญาณ INT (interrupt) ออกมา ซึ่งส่วนสัญญาณ INT นี้จะนำไปเป็นสัญญาณ NMI (nonmaskable interrupt) ให้วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบทราบ เนื่องจากเอาท์พุทของไอซี ADC0804 นี้เป็น tri-state output latch จึงสามารถต่อได้โดยตรงกับบัสข้อมูล (data bus) ได้ สำหรับการควบคุมการอ่านข้อมูล วงจรส่วนควบคุมการทำงานจะส่งสัญญาณ RD และสัญญาณที่ได้จากวงจรถอดรหัส (detector) ที่ระบุตำแหน่งของเครื่องโทรศัพท์มาเป็นสัญญาณ RD สำหรับไอซี ADC0804 ซึ่งเมื่อมีการอ่านข้อมูลจะทำให้รีเซตสัญญาณ INT ของไอซี ADC0804 เพื่อทำให้สัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลใหม่อีกครั้ง สำหรับไอซี ADC0804 ของเครื่องจะถูกระบุโดยตำแหน่งหน่วยความจำซึ่งกำหนดไว้ตามรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก

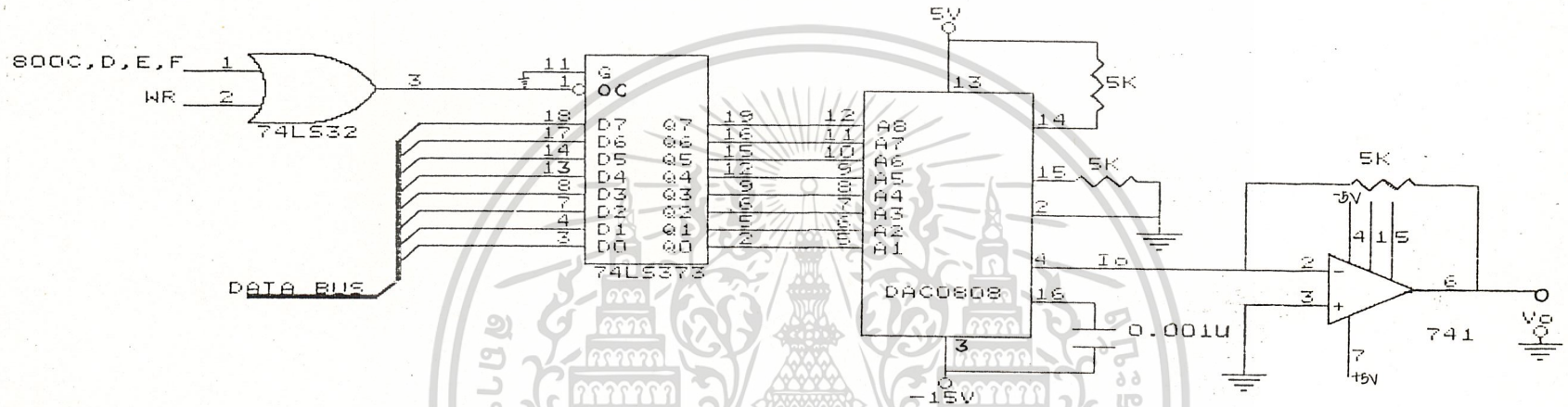
ในส่วนนี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณที่เป็นสัญญาณดิจิตอลให้กลับมาเป็นสัญญาณอนาลอก เพื่อที่จะส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ ในส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกนี้จะใช้ไอซีเบอร์ DAC0808 ซึ่งเป็นไอซี D/A (digital to analog convertor) ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณ ซึ่งมีวงจรที่ใช้งานตามรูป

จากวงจรรูป 3.15 ในวงจรส่วนนี้ไอซี 74373 จะทำหน้าที่รับข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิตอลจากบัสข้อมูล โดยมีสัญญาณที่ได้จากวงจรถอดรหัส ที่ระบุตำแหน่งของเครื่องโทรศัพท์จากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ มาเป็นสัญญาณควบคุมการรับข้อมูลของไอซี 74373 สำหรับตำแหน่งการรับข้อมูลของเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกระบุโดยตำแหน่งหน่วยความจำซึ่งกำหนดไว้ดังรูป เมื่อไอซี 74373 รับข้อมูลแล้วจะส่งข้อมูลไปให้ไอซี DAC0808 ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอก สัญญาณอนาลอกที่ได้จะมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 5 โวลต์ ซึ่งสามารถปรับระดับการเปลี่ยนแปลงนี้ได้จากค่า $V_{ref}(+)$ และ $V_{ref}(-)$ ซึ่งได้จากสมการที่ 3.1

$$V_{output}=(A_1/2+A_2/4+.....+A_8/256) \quad .....3.1$$

เมื่อเป็น high level A=1 และ A=0 เมื่อเป็น low level สัญญาณอนาลอกที่ได้จะส่งไปให้ไอซี 741 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ซึ่งสามารถปรับระดับแรงดันเปรียบเทียบได้จากค่าความต้านทานที่ต่อคร่อมอยู่ ในการใช้งานจะปรับไว้ที่ 2.5 โวลต์ เพื่อให้ค่าเอาท์พุทเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0-5 โวลต์ สัญญาณอนาลอกที่ได้นี้จะถูกส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ที่ต้องการได้

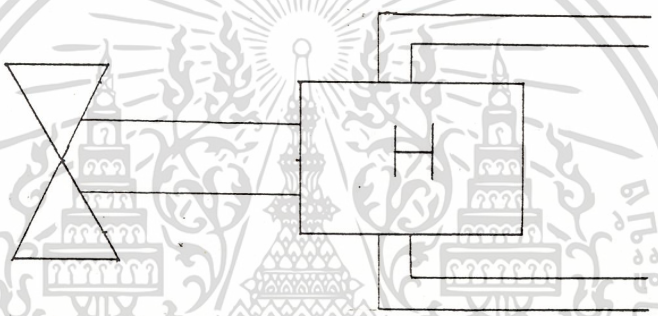
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก

3.5.3 ส่วนวงจรไฮบริด (hybrid)

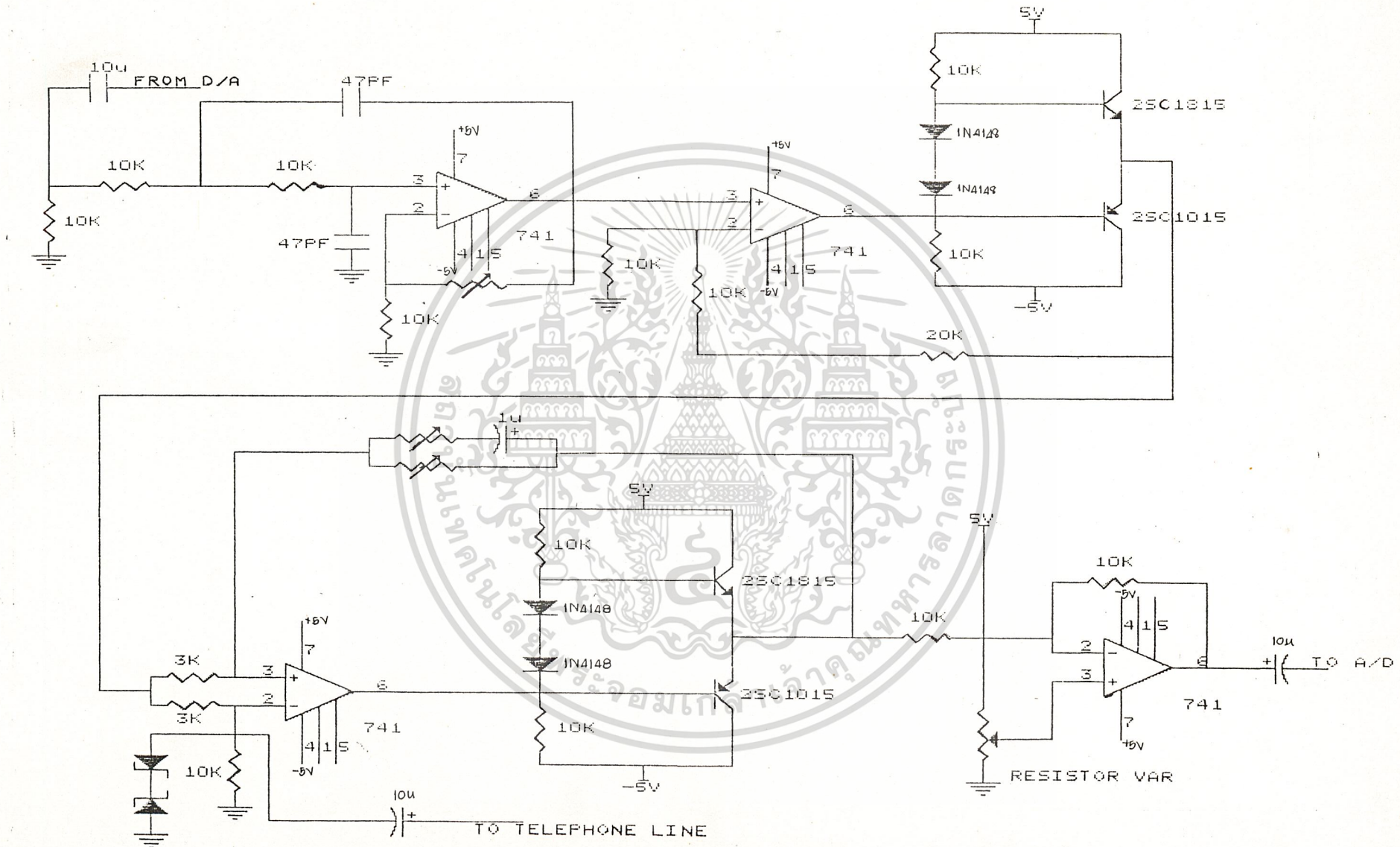
ไฮบริดที่ใช้นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวแยกสัญญาณ โดยกำหนดทิศทางการรับและการส่งสัญญาณตามรูป 3.16 ซึ่งรับสัญญาณอนาลอกจาก เครื่องโทรศัพท์ส่งไปให้วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอก เป็นสัญญาณดิจิตอล และรับสัญญาณอนาลอกจากวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกแล้วส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ และทำหน้าที่กันไม่ให้สัญญาณอนาลอกที่ได้จากวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก ถูกส่งไปยังวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล



รูปที่ 3.16 ไฮบริด

จากวงจรรูปที่ 3.17 สัญญาณอนาลอกจากวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกจะถูกส่งไปให้ไอซี 1 โดยมีคาปาซิเตอร์ C_1 ทำหน้าที่กันกระแสไฟตรง DC จากวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งใช้ไอซี 1 นี้ทำหน้าที่เป็นวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (low pass filter) ที่มีช่วงของการกรองความถี่ (cut off frequency) อยู่ที่ 3.4 kHz สัญญาณที่ได้จากเอาท์พุทของไอซี 2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณแบบ non-inverting โดยมีทรานซิสเตอร์ TR_1 และ TR_2 ทำหน้าที่ขยายกระแสของสัญญาณ ซึ่งต่อกันแบบ complementary สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากไอซี 2 นี้จะถูกส่งไปให้ไอซี 3 ซึ่งเป็นวงจรไฮบริด ซึ่งมีการทำงานเป็นแบบ differential ampifier จะทำให้ไม่มีสัญญาณออกมา เมื่อรับสัญญาณจากวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 วงจรไฮบริด

สัญญาณไอซี 2 โดยมีความต้านทาน R_{14} ทำหน้าที่ปรับกระแสรั่วไหล (leak) ทางกระแสตรง DC และมีค่าความต้านทาน R_{13} ค่าคาปาซิเตอร์ C_5ทำหน้าที่ปรับกระแสรั่วไหลทางกระแสสลับ AC ดังนั้นจึงมีเฉพาะค่าศักดาไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทาน R_{17} เพื่อที่จะส่งสัญญาณไปให้เครื่องโทรศัพท์ สำหรับคาปาซิเตอร์ C_4 จะทำหน้าที่กันกระแสไฟตรงที่จ่ายให้เครื่องโทรศัพท์ไม่ให้รบกวนวงจรไฮบริด และยังมี zener diode Z_1 และ Z_2 ทำหน้าที่กันพัลส์ที่เกิดจากการหมุนหน้าปัดโทรศัพท์มารบกวนวงจร ในกรณีที่มีสัญญาณเสียงจากโทรศัพท์เข้ามา ไอซี 3 จะทำหน้าที่เป็นวงจรขยายโดยมี TR_3 และ TR_4 เป็นทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขยายกระแสสัญญาณ ซึ่งต่อกันแบบ complementary สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากไอซี 3 จะถูกส่งไปยังไอซี 4 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณแบบ inverting สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากไอซี 4 นี้จะส่งไปให้วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล โดยมี C_5 ทำหน้าที่กันกระแสไฟตรงจากวงจรไฮบริดไปรบกวนวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

3.6 โฟล์วชาร์ทของระบบ

การทำงานของระบบควบคุมสามารถแสดงได้ตามโฟล์วชาร์ทนี้

3.6.1 แสดงการทำงานของโปรแกรมวางหูสายใน

จากโฟล์วชาร์ทของสายใน ตอนแรกโปรแกรมจะทำการเช็คดูว่าสายในนั้นยกหูหรือเปล่า ซึ่งจะตรวจสอบโดยการ scan เริ่มจากเครื่องที่ 1,2,3,4 และวนกลับมาที่เครื่อง 1 ใหม่ไปเรื่อย ๆ โดย CPU จะกำหนดตำแหน่ง input port ของเครื่อง แล้วนำข้อมูลเข้ามาทางสายบัส และตรวจสอบบิทที่ 4 ซึ่งเป็น handset bit ดูว่าบิทนั้นเป็น 0 หรือเปล่า ถ้าเป็น 0 แสดงว่าเครื่องนั้นมีการยกหูขึ้น

ถ้าเป็น 1 แสดงว่าไม่มีการยกหู แต่จะต้องพิจารณาก่อนว่าเครื่องนั้นอาจจะวางหูเนื่องจากเลิกใช้งาน ถ้าเป็นการเลิกใช้ ก็จะทำการ clear flag ต่าง ๆ และ clear สถานะต่าง ๆ เสียก่อน เพื่อที่จะพร้อมมาใช้ต่อไป

หรือว่ายังไม่มีการยกหู แต่มีสัญญาณ ringing เรียกอยู่ (รอให้ผู้ใช้มารับ) ในกรณีนี้จะมีการ delay รอให้สัญญาณ ringing ทำงาน เนื่องจาก CPU ทำงานได้เร็วมาก ในระหว่างนี้ CPU จะกลับไป scan เครื่องอื่นต่อไป

หรือว่าไม่มีการยกหู เนื่องจากเครื่องนั้นไม่ถูกใช้อะไร ซึ่ง CPU จะทำการตรวจสอบสถานะต่างๆ เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการใช้เครื่อง และจะกลับไป scan เครื่องอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ 1 เนื่องจากการเลิกใช้ CPU จะตรวจสอบ EXT1 ของเครื่องนั้น ๆ ว่าสายในสายนั้นได้ทำการติดต่อสายนอกอยู่หรือเปล่า (ความจริงแล้วอาจจะไม่ได้หมายความถึงเลิกใช้อย่างเดียว อาจรวมไปถึงกรณีที่ 2 ด้วย) ในกรณีนี้ CPU จะไปทำงานที่ EXCLR SUBROUTINE

ในกรณีที่ 2 (ความจริงแล้วกรณีที่ 2 ถือว่าเป็นกรณีที่รอสัญญาณ ringing (เฉพาะสายในเรียกกันเท่านั้น ไม่เกี่ยวกับสายนอก) หลังจากที่ CPU ตรวจ EXTF แล้วพบว่าเป็น 0 คือไม่มีการติดต่อกับสายนอก CPU จะตรวจ ringing flag ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตอนนี้สายในกำลังมีสัญญาณ ringing อยู่ ซึ่ง CPU จะทำการตรวจ ring timer flag ว่า timer ตัวใดที่ว่าง ถ้าพบตัวที่ว่างก็จะทำการ delay เวลาในการส่ง ringing tone ไปยังเครื่องที่ติดต่อด้วย (called sub) ซึ่งกรณีนี้จะเช็คว่า timer=0 หรือเปล่า ถ้ายังไม่เท่ากับ 0 จะ retไปทำการ scan เครื่องอื่นต่อ ถ้าเท่ากับ 0 แล้วยังไม่มีการยกหู CPU จะหยุดส่งสัญญาณ ringing

(called sub) ผู้ถูกเรียก -reset ringing F
-reset timer N F
-reset ring N timer F

(call sub) ผู้เรียก -ส่ง busy tone ไปให้
-reset ringback F
-stop ringback tone
-set ready F เพื่อ CPU จะได้รู้ว่าได้รับบริการจาก CPU แล้ว

ในกรณีที่ 3 คือไม่มีการใช้สายในเครื่องนั้น CPU จะตรวจ ringback flag ผู้เรียกอาจจะวางหูไปในขณะที่ยังมี ringing อยู่ในสายผู้ถูกเรียก ฉะนั้นถ้าพบว่า ringback F=1 แล้ว จะทำการ

-reset ringback tone to called sub
-reset ringing tone to called sub

และทำการเช็ค ring N timer F และทำการ reset ให้หมด หลังจากนั้นก็กลับไป scan เครื่องอื่นต่อไป

ถ้า ringback F=0 ก็จะตรวจสอบ use F ถ้าเป็น 0 คือไม่มีการใช้ IC8870 หรือ counter จะทำการ clear all flag เพื่อรอใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า use F เป็น 1 แสดงว่ามีการใช้ IC8870 หรือ counter อยู่ แสดงว่าวางหูไปเนื่องจากยกเลิกการโทร CPU จะ reset use IC F และ clear all F และ ret กลับไปทำการ scan ต่อไป

3.6.2 แสดงการทำงานของโปรแกรมยกหูสายใน

ถ้า handset bit=0 คือแสดงว่ามีการยกหู CPU จะตรวจสอบต่อไปว่าเป็น tone หรือ pulse โดยดูที่บิทที่ 7

ถ้าเป็น 1 จะเป็นแบบ tone

ถ้าเป็น 0 จะเป็นแบบ pulse จะไปเช็ค use F ก่อน

ถ้า use F เป็น 1 ก็จะกลับไปทำงานที่เดียวกับถ้าเป็นแบบ tone ถ้าเป็น 0 จะเช็ค dial bit ว่าเป็น 0 หรือ 1 ถ้ายังเป็น 1 อยู่จะ ret ถ้าเป็น 0 ก็จะรู้ว่าเป็นการยกหูไม่ใช่การหมุน (สัญญาณ dial bit จะช้ากว่า handset bit) จะทำงานต่อไปที่เดียวกับถ้าเป็นแบบ tone ต่อจากนั้นก็จะเช็ค ready F ถ้าเป็น 1 แสดงว่า CPU ได้บริการสายนั้นแล้วจะผ่านไปเลย ถ้ายังเป็น 0 อยู่จะตรวจ ringback F ว่ายกหูเนื่องจากไปเรียกสายอื่นหรือไม่ ถ้า ringback F เป็น 1 แสดงว่ายกหูเนื่องจากไปเรียกสายอื่นจะทำการ ret ถ้าเป็น 0 จะตรวจดู ringing F ดูว่ายกหูเนื่องจากถูกเรียกหรือไม่ ถ้าใช่ คือเป็น 1 ก็จะทำ speech path routine

-นำเบอร์ของผู้เรียกไปไว้ใน speech path RAM ของผู้ถูกเรียก

-นำเบอร์ของผู้ถูกเรียกไปไว้ใน speech path RAM ของผู้เรียก

-set call or called F ผู้เรียก

-reset call or called F ผู้ถูกเรียก

-set ready F ของทั้งผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

ถ้า ringing F=0 ก็จะตรวจ use IC F ว่าถูกใช้อยู่หรือไม่ ถ้าไม่ได้ใช้อยู่ก็จะได้ให้สายที่กำลังยกหูอยู่นี้ใช้ แต่ถ้ากำลังถูกใช้อยู่ ก็จะตรวจว่าสายที่กำลังยกหูอยู่นี้เป็นผู้ใช้อยู่หรือเปล่า (เนื่องจาก IC8870 และ counter มีอยู่เพียง 1 ชุดเท่านั้น) ถ้าไม่ได้ใช้ไอซีนี้อยู่ก็จะส่ง busy tone ไปให้ ซึ่งการส่ง busy tone จะต้องมีการ set สถานะต่าง ๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-send busy tone

-set ready F

-reset use F และ dial timer F

จากนั้นก็มาตรวจดูว่าเป็น tone or pulse ถ้าเป็น pulse ถ้าเป็น dial time F ว่าเริ่มจับเวลาหรือยัง ถ้ายังไม่มี dial time F ก็จะมาดู dial bit ว่าเป็น low หรือ high ถ้าเป็น high แสดงว่ากำลังถูกหมุนอยู่ก็จะ ret ถ้าเป็น low แสดงว่าหมุนเสร็จแล้วก็จะผ่านไป

ต่อมาก็จะตรวจ push number ว่าเข้ามาหรือยัง ถ้ายังเป็น 0 แสดงว่ายังไม่มีการ push number ก็จะส่ง dial tone ออกไป ถ้าเป็น 1 ก็จะหยุดส่ง dial tone (เป็น 1 ในที่นี้หมายถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการ compare กับ 0 คือถ้ามากกว่า 0 ไม่ว่าเป็นเท่าไร จะได้ผลออกมาเป็น 1 เหมือนกัน) เสร็จแล้วจะไปทำการ

set -IC decoder , counter

-used IC F

-use F

-timer F

-timer counter

จากนั้นจะตรวจ dial timer F ถ้าเป็น 1 ก็จะ delay ต่อ ถ้าเป็น 0 ก็เริ่ม delay ซึ่งระหว่างที่ delay จะทำการเช็คว่ามีการกดเข้ามาหรือเปล่า

ถ้าไม่มีจน delay หมด คือ =0แล้วจะ reset use IC F และไปยัง Sbusy ถ้ามีการกดเข้ามา ก็จะเพิ่มค่าใน 20C0H อีก 1 และมีการเปรียบเทียบ ค่ากับ 2 คือมีการกดเข้ามาครบ 2 ตัวหรือยัง ถ้าไม่เท่ากับ 2 (คือต้องเท่ากับ 1) ก็จะตรวจว่า

ถ้าเป็น 0 ก็ call EXTR ROUTINE (กดเรียกสายนอก)

ถ้าเป็น 9 ก็ call TRANL ROUTINE (รอนสาย)

ถ้าไม่ใช่ 0 กับ 9 ก็จะ ret

แต่ถ้า compare แล้วเป็น 0 (คือการกดเลขครบ 2 ตัวแล้ว) ก็จะ reset 20C0H และตรวจเลขนั้นว่าเป็นเลขของสายในหรือเปล่า (ใช้การเปรียบเทียบไปเรื่อย ๆ) ถ้าไม่ใช่ก็แสดงว่ากดผิด จะไปยัง Sbusy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นก็จะตรวจว่า สายที่ถูกเรียกยกหูอยู่หรือเปล่า ถ้ายกหูอยู่แสดงว่าใช้อยู่นั่นเองก็จะส่ง busy tone ไปให้ผู้เรียก ถ้าไม่ได้ยกหูอยู่ก็จะตรวจว่ามี ringing F หรือเปล่า ถ้ามีอยู่ก็แสดงว่าถูกเรียกจากสายอื่นอยู่แล้ว (ก็คือถูกใช้อยู่นั่นเอง) ก็จะส่ง Sbusy ให้ผู้เรียก

ถ้าไม่มี ringing F แสดงว่าว่าง ก็จะทำการ

-send ringback tone (call sub)

-set ringback F (call sub)

-send ringing tone (called sub)

-set ringing F (called sub)

จากนั้น CPU ก็จะทำการตรวจสอบ timer F ทั้ง 4 ว่ามี timer ตัวไหนว่าง ถ้าไม่มี Sbusy ถ้ามีตัวใดว่างก็จะ

-set timer N F

-set ring N time F

-timer counter

CPU จะตรวจว่า ผู้รับยกหูหรือยัง ขณะเดียวกันก็ลดค่า counter ลงด้วย ถ้าผู้รับไม่ยกหูจนค่า counter = 0 แล้ว CPU จะยกเลิกคือ

call sub -stop ringing tone

-send busy tone

-set ready F

-reset ringback F

called sub -stop ringing tone

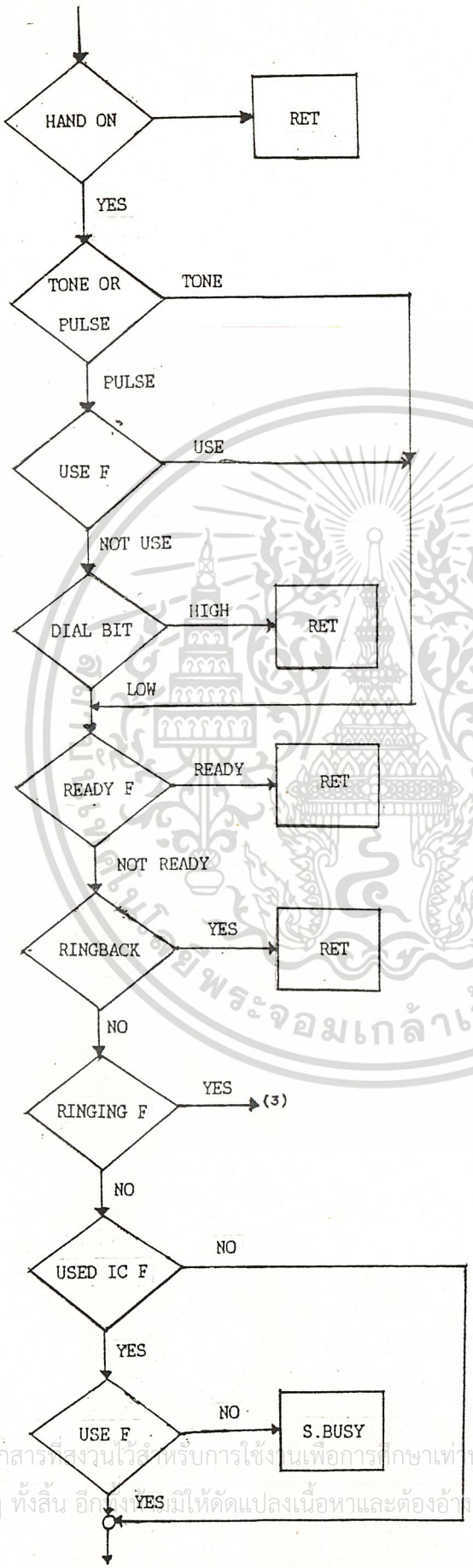
-reset ringing F

-reset timer F

-reset ring N time F

แต่ถ้ายกหูก็จะทำ speech path routine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DETIAL OF S.BUSY

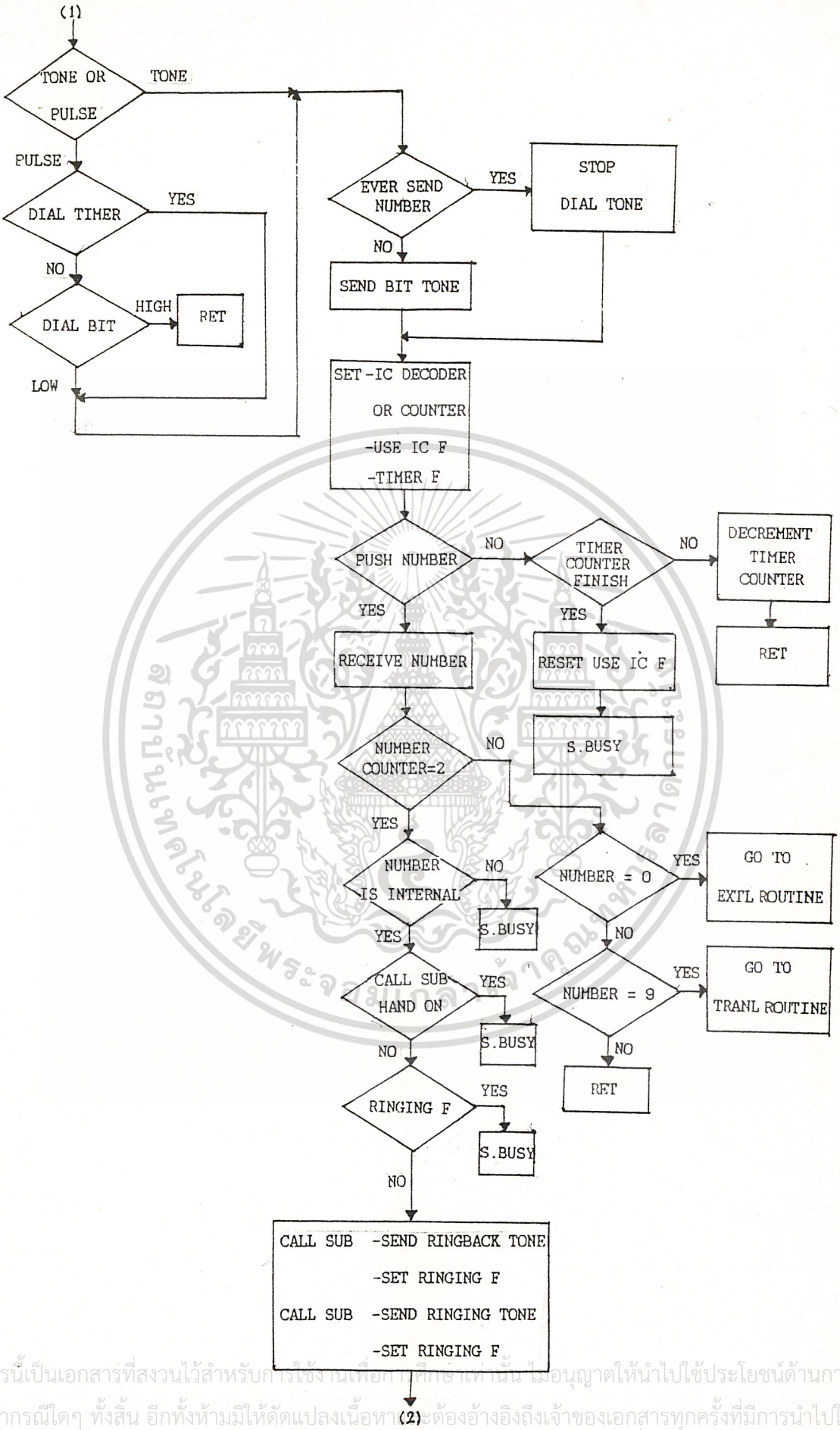
-SEND BUSY TONE

-SET READY F

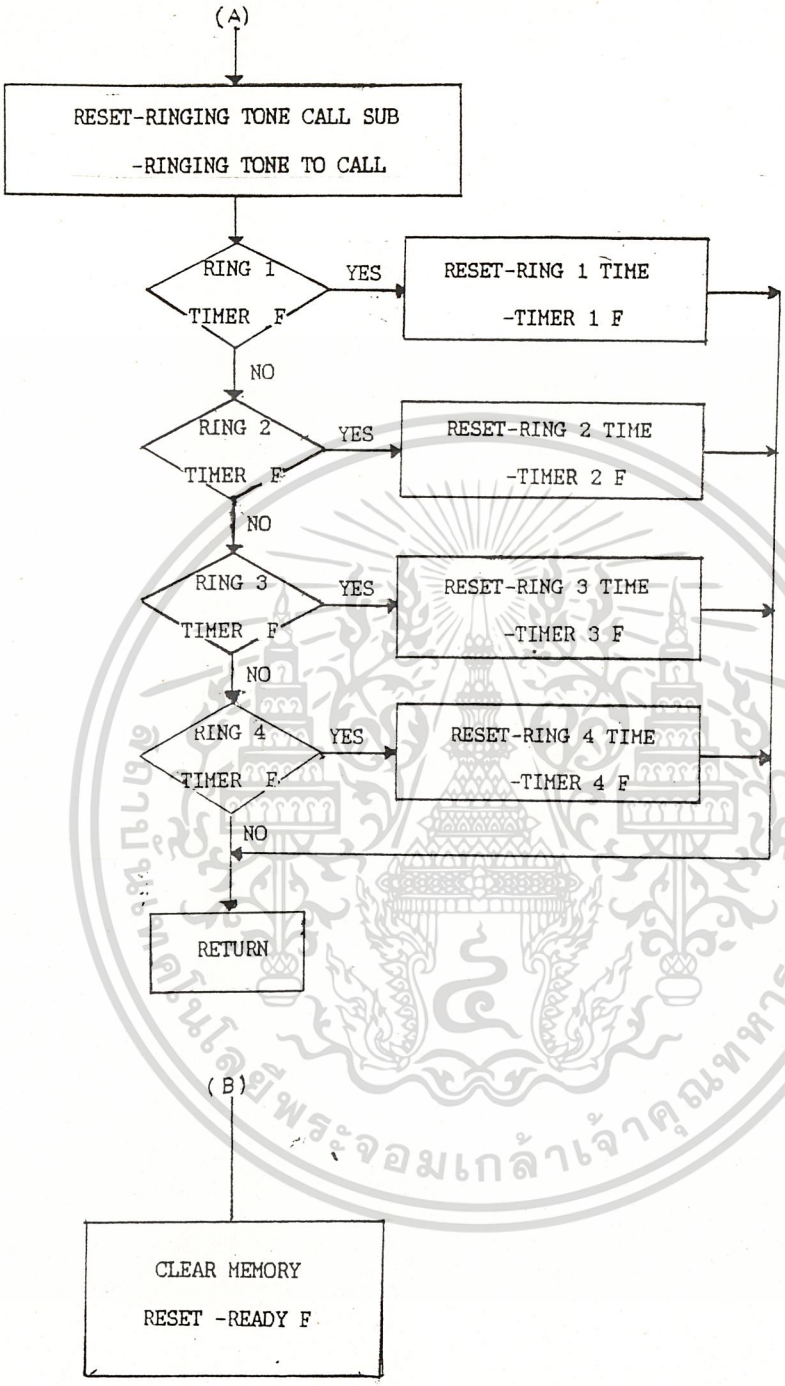
-RESET USE F AND DIAL TIMER F

-RET

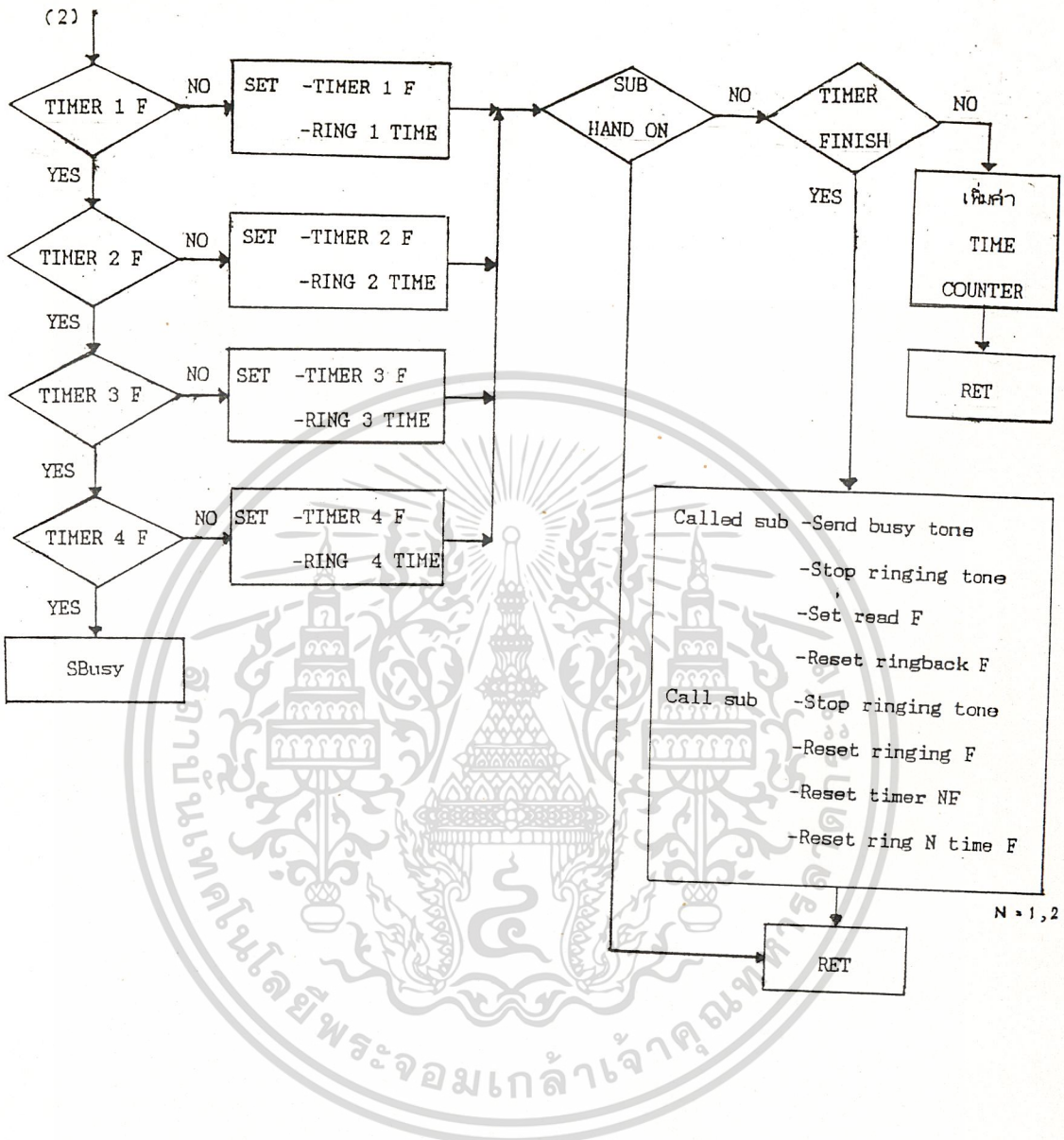
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 แสดงการทำงานโปรแกรมควบคุมสายนอก

โปรแกรมจะตรวจเช็คดูว่ามีสายนอกโทรเข้ามาหรือไม่ที่ bit ringing detector และจะ delay ชั่วระยะหนึ่ง เพื่อเช็คว่าสายนอกที่โทรเข้ามาวางหูไปก่อนหรือเปล่า ถ้าไม่ก็จะทำการ hold สายนอกไว้ โดยถ้าเป็นแบบ tone หรือ pulse ก็เข้ามาตาม port ซึ่งแยกกันไว้แล้ว จากนั้นจะเช็คว่า port ที่ hold ไว้นั้น กำลังเรียกติดต่อกับสายในอยู่หรือเปล่า ถ้าใช่ก็จะไปจัดการสายในนั้น ๆ ต่อไป

ต่อจากนั้น CPU ก็จะเริ่มรับสัญญาณตัวที่ 8 โดยเริ่มเช็ค IC8870 หรือ counter 7493 ว่าว่างหรือไม่ ถ้าไม่ว่างก็จะตัดไปที่ subroutine cutel 1 ก่อน แต่ถ้าว่างก็จะเริ่มเช็คตัวที่ 8 ว่าเป็นเบอร์ภายในสายใน 1-4 หรือเปล่า ซึ่งในกรณีที่สายนอกหมุนหมายเลขผิด หรือไม่ยอมหมุนภายในเวลาที่กำหนด ก็จะตัดเข้า subroutine cutel 1 จากนั้นก็จะทำการเช็ค called sub สายใน ถ้ากำลังยกหูหรือกำลังถูกเรียกโดยสายในสายอื่นอยู่ ก็จะตัดเข้า subroutine cutel 1

ถ้าไม่ใช่ทั้ง 2 กรณีดังกล่าว โปรแกรมก็จะเริ่มส่งสัญญาณ ringing tone ไปยัง EXT line และเริ่มจับเวลา ถ้า called sub ไม่ยอมยกหูภายในเวลาที่กำหนด ก็จะตัดเข้า subroutine cutel 1 แต่ถ้ายกหู ก็จะทำ speech path routine

3.6.3.1 Subroutine cutel 1

จะทำการเช็ค sub สายใน โดยเริ่มตั้งแต่ sub 1 วนไปเรื่อย ๆ ถึง 4 ว่ามีสายใดวางหูอยู่ ถ้าเจอก็ทำการเคลียร์สถานะ และติดต่อเข้ากับสายนอก ซึ่งรออยู่ได้เลย และเริ่มส่งสัญญาณ ringing tone เพื่อเรียกให้สายนั้นยกหูขึ้น ซึ่งถ้าไม่ยอมยกหูขึ้นในเวลาที่กำหนด ก็จะวนตรวจสายในอื่น ๆ ต่อไปเรื่อย ๆ

3.6.3.2 EXTL subroutine

เมื่อผู้ใช้สายในกดหมายเลข 0 โปรแกรมจะออกมาทำงานที่ subroutine นี้ ซึ่งจะทำการต่อกับ port สายนอก โดยต้องเช็คก่อนว่าโทรศัพท์สายในเครื่องที่เรียกเป็นระบบ tone หรือ pulse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3.3 EXTLR subroutine

ในกรณีที่โทรศัพท์สายใน ซึ่งติดต่อกับสายนอกวางหูลง โปรแกรมจะทำการเคลียร์ port ให้กับสายในที่ถูกเรียกนั้นทันทีก่อน และจะพิจารณากรณีต่อไปนี้คือ

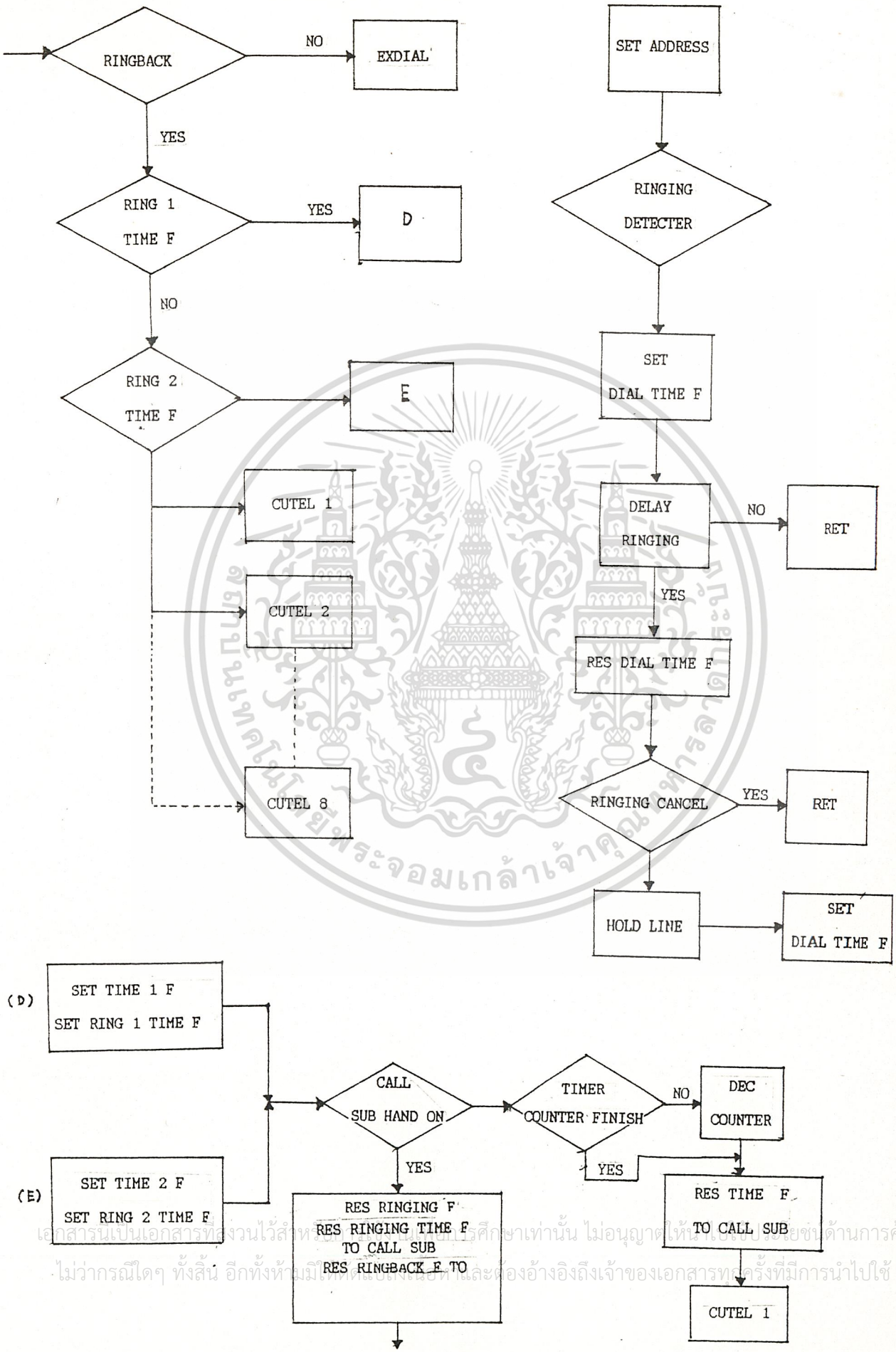
กรณีที่ 1 วางไปเลยเพราะเลิกติดต่อ โปรแกรมก็จะทำการเคลียร์ speech path RAM และ flag ต่าง ๆ ให้ตามปกติทั้งของ port สายในและสายนอก แล้ว ret ไปยังโปรแกรมเริ่มต้น

กรณีที่ 2 ถ้าวางหูเพราะต้องการรอนสายนอกให้กับสายในอื่น ๆ ที่สายนอกต้องการติดต่อด้วย (ซึ่งกรณีนี้เกิดจาก subroutine cutel นั่นเอง) ก็จะทำการตรวจสอบว่าสายในสายนั้นหลังจากวางหูแล้วได้ยกหูมาเพื่อต้องการหมุนเบอร์รอน ภายในเวลาที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่ก็แสดงว่าอยู่ในกรณี 1 แต่ถ้าหมุนก็จะตรวจว่าหมุนหมายเลข 9 ซึ่งเป็น TRANL subroutine หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็แสดงว่า สายในสายนั้นวางหูเพราะเลิกติดต่อและต้องการจะโทรไปหาสายในสายอื่น ๆ ตามปกติ ซึ่งโปรแกรมจะทำการวนไปเคลียร์ port ของสายนอกซึ่งยังค้างอยู่ไว้ก่อน แล้ว RET ไปยังโปรแกรมเริ่มต้นใหม่

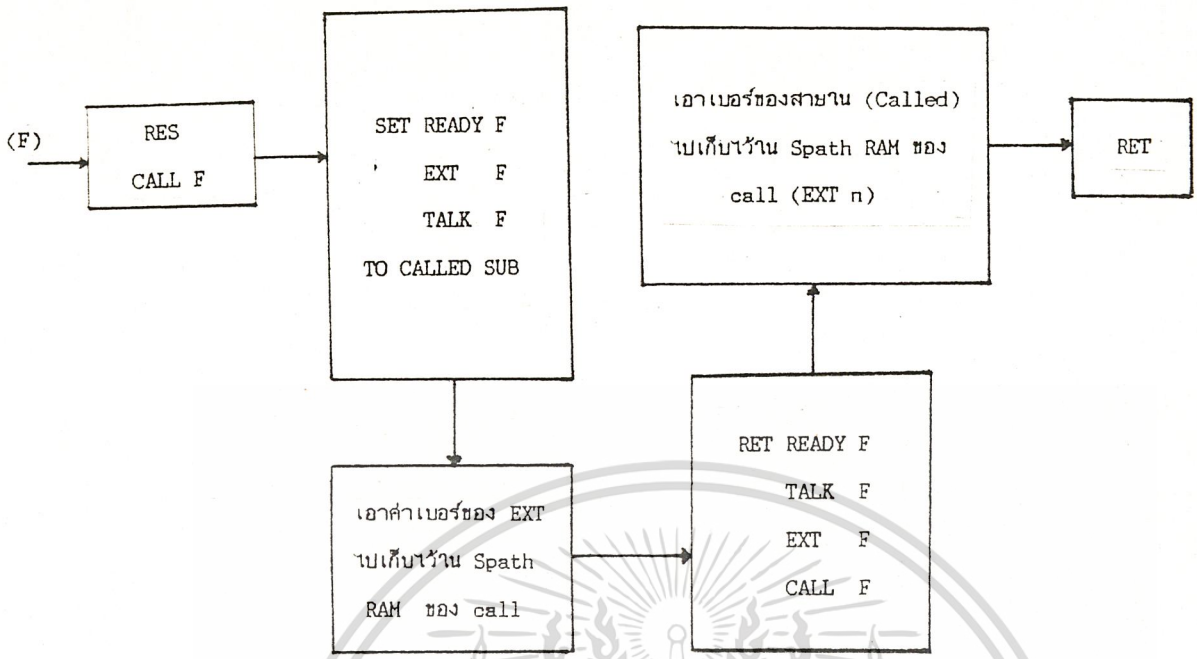
3.6.3.4 TRANL subroutine

โปรแกรมจะทำการตรวจว่า called sub สายในที่ได้รับการรอน กำลังยกหูอยู่หรือไม่ ถ้ายกหูอยู่ ก็จะเปลี่ยน sub สายในที่เป็นผู้เรียกรอนให้กลับไปติดต่อกับ EXT line ใหม่ แต่ถ้าวางหูอยู่ ก็จะทำการเคลียร์สถานะของสายในนั้นและเริ่มส่งสัญญาณ ringing tone สายในนั้น เพื่อรอเวลาว่าจะยกหูขึ้นมาติดต่อภายในเวลาที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่ก็จะเคลียร์ port สายนอกเลย ถ้ายกภายในเวลาที่กำหนดก็จะทำการติดต่อให้กับ EXT line

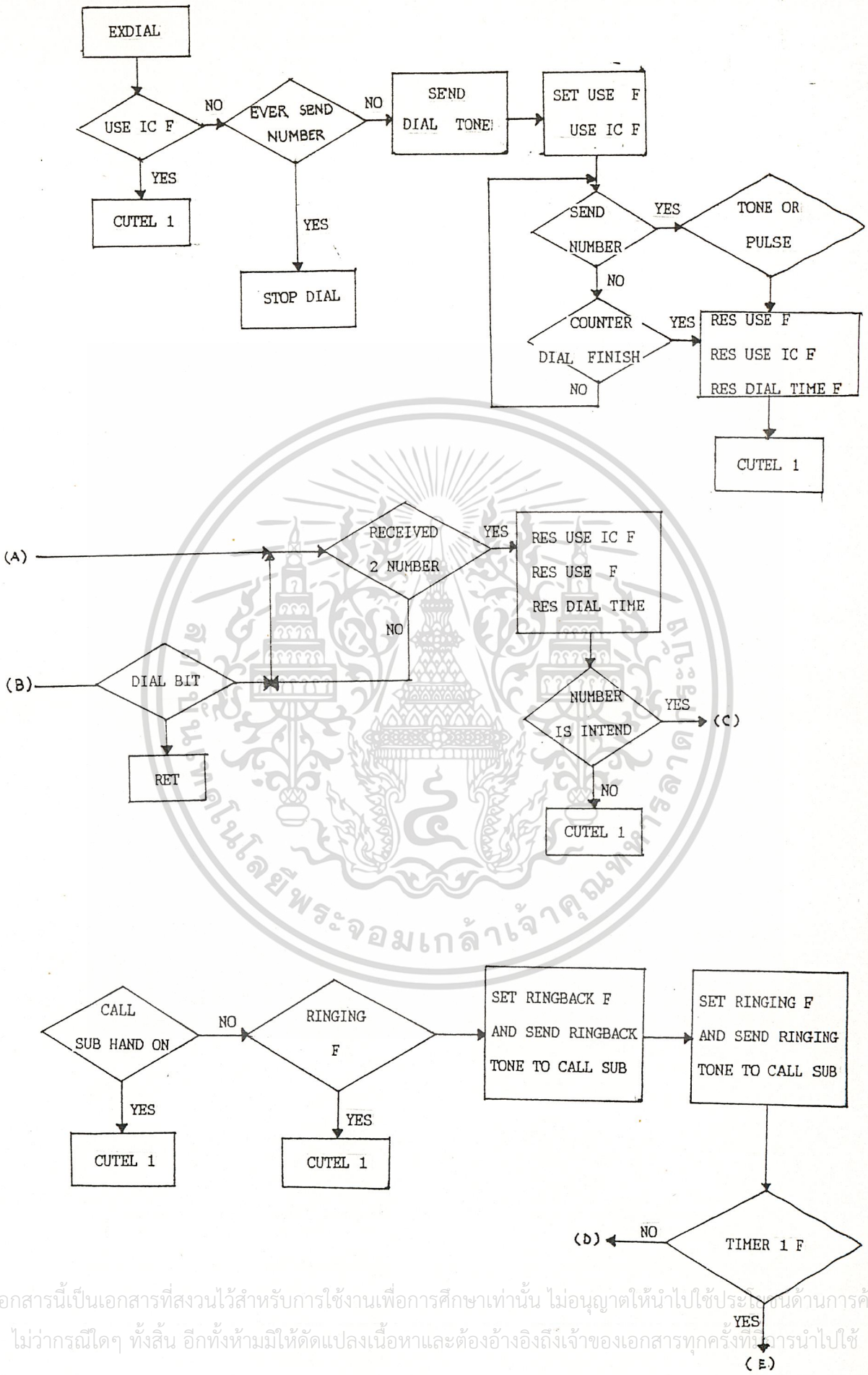
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



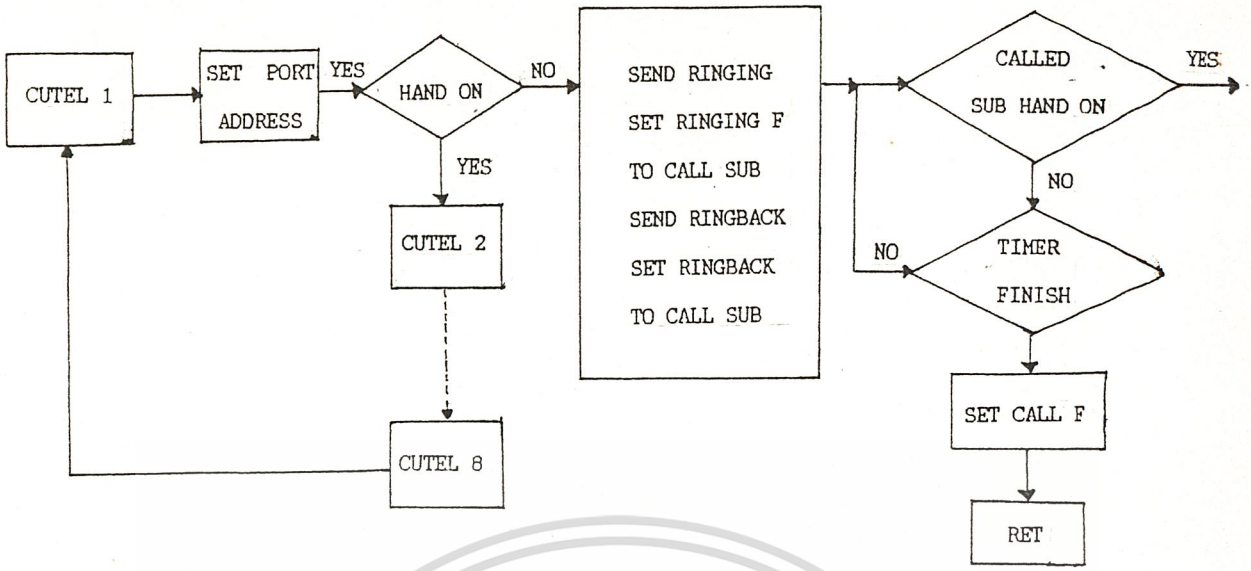
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

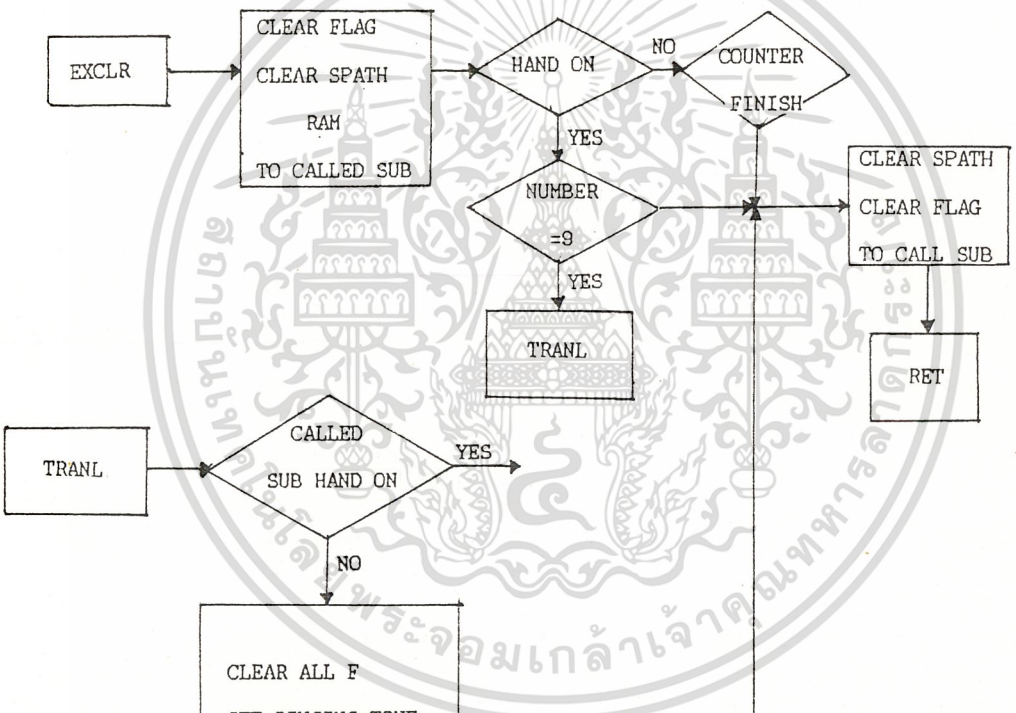


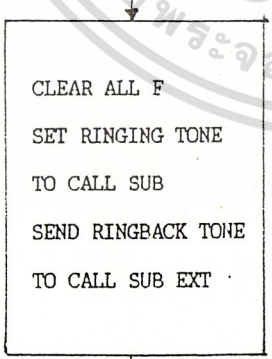
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

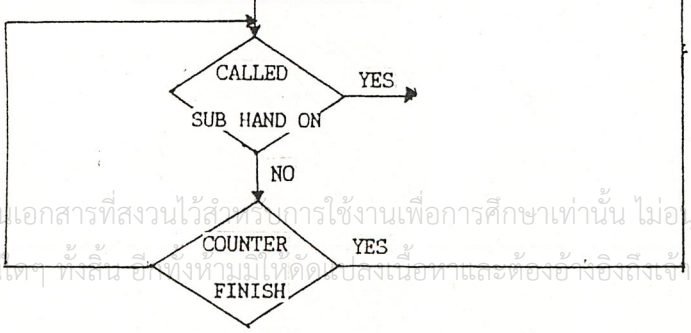


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

ได้ทำการทดลองต่อวงจรส่วนต่าง ๆ ตามส่วนย่อย ๆ ของระบบ เมื่อนำมาทำการทดสอบวงจรโดยการป้อนสัญญาณโทรศัพท์ และสัญญาณอื่น ๆ ที่จำเป็น ปรากฏว่าได้ผลการทดลองดังนี้

1. ในส่วนของวงจรไฮบริดสามารถให้สัญญาณเสียงผ่านได้ แต่ยังมีเสียงรบกวนบ้าง ซึ่งอาจเป็นเพราะสัญญาณรบกวนที่เกิดจากตัวอุปกรณ์ที่ใช้

2. ในส่วนของวงจรติดต่อภายในและภายนอกสามารถทำงานได้ โดยทดสอบด้วยการป้อนสัญญาณ sine wave สัญญาณทางด้านเอาท์พุทที่วัดได้ออกมานั้น คล้าย sine wave ตัวเดิม ผิดเพี้ยนบ้างเล็กน้อย

3. ในส่วนของวงจรถอดรหัสความถี่ ซึ่งใช้ไอซี MT8870 เป็นตัวถอดรหัสนั้น เมื่อนำไปทดสอบด้วยการต่อกับเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่ม และทดสอบการแสดงผลโดยการติดหลอด LED สามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง

4. ในส่วนของวงจร input และ output ของสัญญาณ จากการตรวจสอบด้วยการป้อนสัญญาณ sine wave เข้าไป สัญญาณที่ออกมานั้นค่อนข้างมีสัญญาณรบกวน ซึ่งรูปคลื่นสัญญาณก็ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เมื่อทดสอบกับสัญญาณเสียงพอฟังได้บ้าง ซึ่งต้องทำการปรับปรุงต่อไป

5. ในส่วนของการสร้างสัญญาณต่าง ๆ ของโทรศัพท์ คือ Dial Tone, Busy Tone, Ringback Tone ฯลฯ ซึ่งใช้ไอซี NE555 ก็สามารถสร้างสัญญาณต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

6. ในด้านของวงจร A/D เมื่อทดสอบด้วยการป้อนสัญญาณ sine wave เข้าไป สามารถแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลได้ แต่เมื่อนำสัญญาณดิจิตอลนั้นมาเป็นอินพุทให้กับวงจรส่วน D/A สัญญาณอนาลอกที่ได้กลับมามีความผิดเพี้ยนไปจากเดิม ซึ่งมีผลต่อระบบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้น เมื่อทดสอบในแต่ละส่วนนั้น สามารถทำงานได้ แต่เมื่อนำมาประกอบกันเรียบร้อยแล้วปรากฏว่ามีสัญญาณรบกวนค่อนข้างมาก สัญญาณเสียงที่ได้มีความผิดเพี้ยน ซึ่งเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการใช้งานของชุมสายนี้ ในส่วนของทางผ่านของสัญญาณเสียงนั้นได้ใช้วงจรไฮบริดทดแทนไอซีสำเร็จรูป ซึ่งหายากและราคาแพง ถ้าสามารถใช้ไอซีสำเร็จรูปแทนได้ก็จะทำให้ระบบมีเสถียรภาพดีขึ้น และลดขนาดของวงจรลงไปได้อีก

การทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ ถูกควบคุมโดยซอฟแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS_51 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ง่ายต่อการพัฒนาระบบต่อไป

ในส่วนที่มีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นนั้น เราสามารถนำเอาคาปาซิเตอร์มาต่อคร่อมระหว่างไฟเลี้ยงและกราวด์ของระบบ ทำให้สัญญาณรบกวนนั้น ๆ ลดลงได้บ้างแต่ก็ยังไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้ ซึ่งถ้าสามารถลดขนาดของสัญญาณรบกวนให้เหลือน้อยมากเท่าไร ก็จะยิ่งส่งผลดีให้กับคุณภาพของสัญญาณเสียงมากขึ้นเท่านั้น ทั้งยังลดการผิดพลาดของระบบลงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์สมยศ จุณณะปิยะ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ

ทางผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งหลายมา ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

นางสาวทัศนีย์ กริชชัยศักดิ์

นายสมยศ ศรีสูงเนิน

ผู้จัดทำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กรเทพ อมรสิทธิพิพัฒน์ และคณะ,"เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ",วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2533.

[2] บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, "คู่มือเทียบเบอร์ IC TTL" ,กรุงเทพฯ,2521.

[3] พิพัฒน์ เลาหสงคราม, "ไมโครคอนโทรลเลอร์", ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] พีรพล ผดุงพจน์ และคณะ, "เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติระบบดิจิตอลสปีชพาทส์" , วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง,2534.

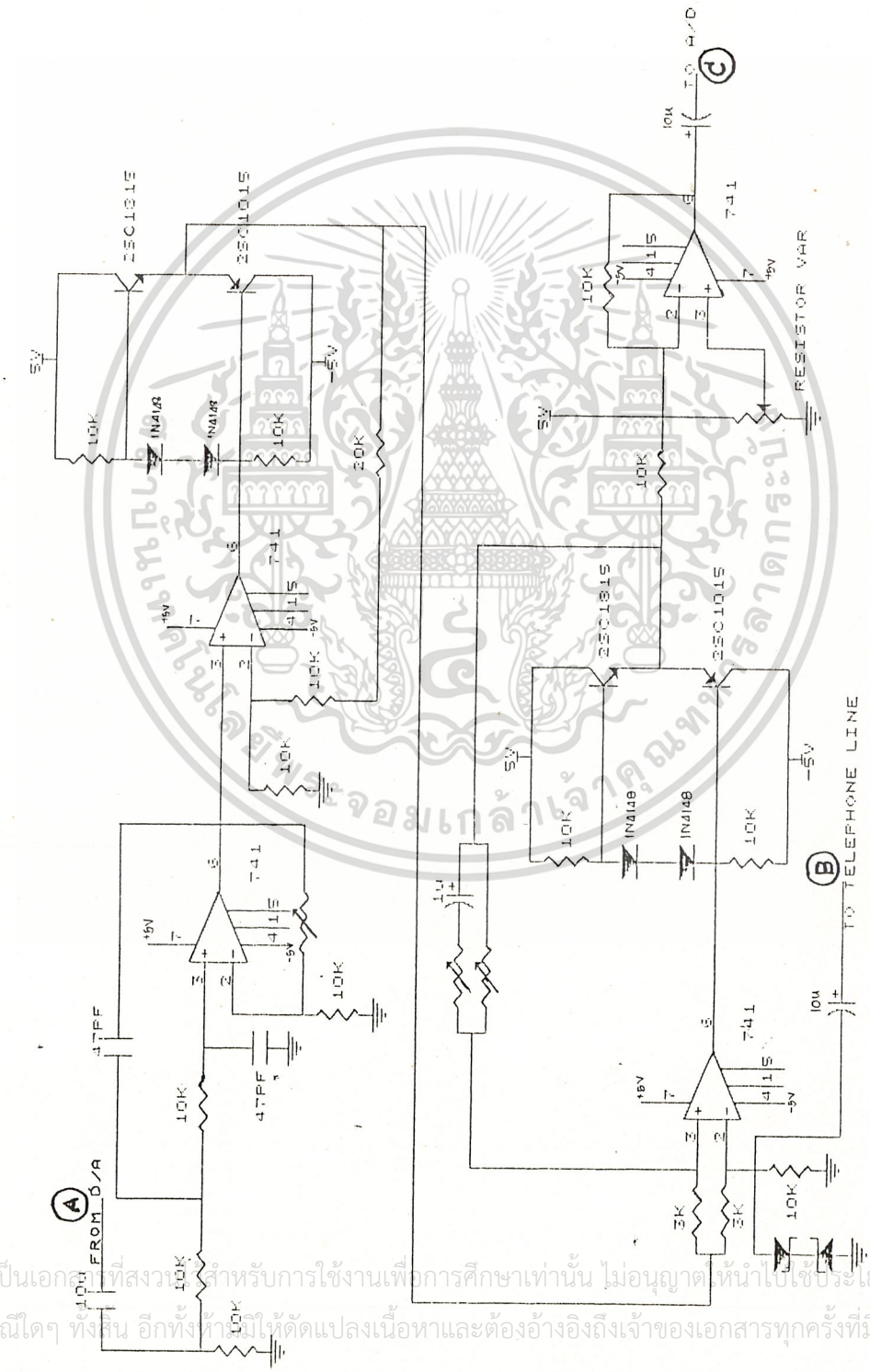
[5] อดิศร อุ่นอ่อน,นิเวศ พรวรรณะศิริเวช,"ชุมสายโทรศัพท์ระบบอัตโนมัติแบบคู่สาขา" ,วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง,2534.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเสริม

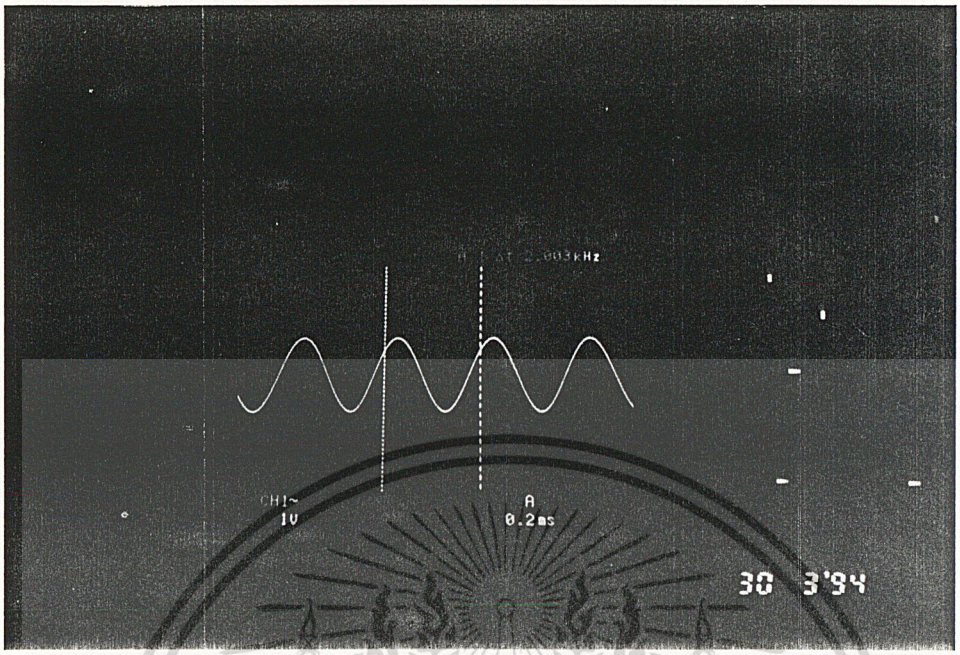
จากผลการทดลองที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น มีรายละเอียดของผลการทดลองดังนี้

1.วงจรไฮบริด รูปที่ 1 เมื่อป้อนสัญญาณ sine wave เข้าที่จุด A แล้ววัดสัญญาณเอาท์พุทที่จุด B สัญญาณที่วัดได้มีลักษณะคล้ายกับสัญญาณอินพุทที่ป้อนเข้าไป และเมื่อป้อนสัญญาณแบบเดียวกันเข้าที่จุด B แล้ววัดสัญญาณเอาท์พุทที่จุด C สัญญาณที่ได้ก็มีลักษณะคล้ายกับสัญญาณอินพุทที่ป้อนเข้าไปเช่นกัน เป็นไปตามหลักการของไฮบริด

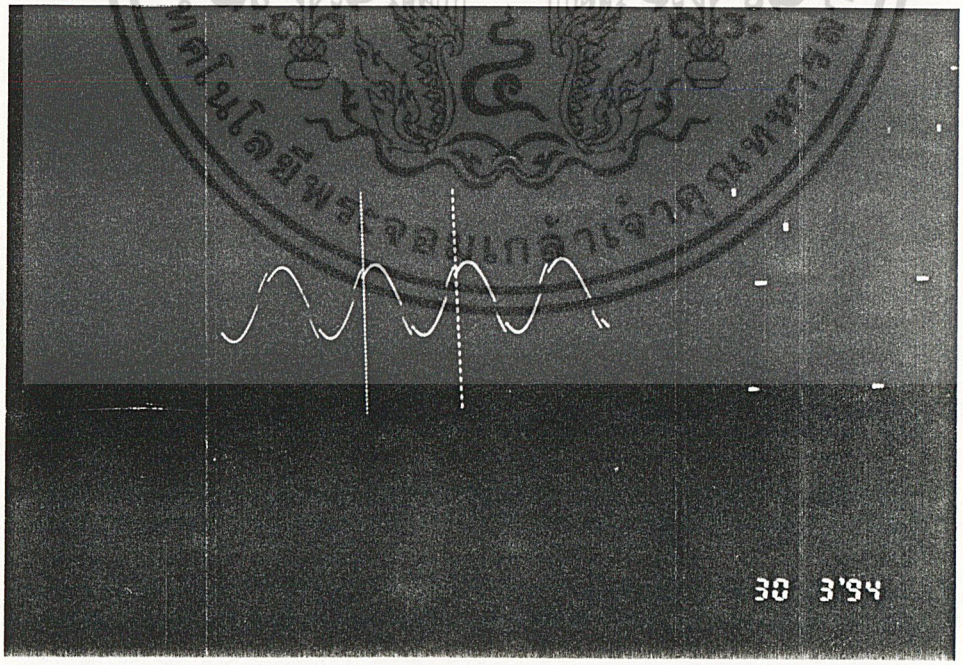


รูปที่ 1 วงจรไฮบริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 สัญญาณอินพุทที่ให้ทดสอบวงจรไฮบริด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

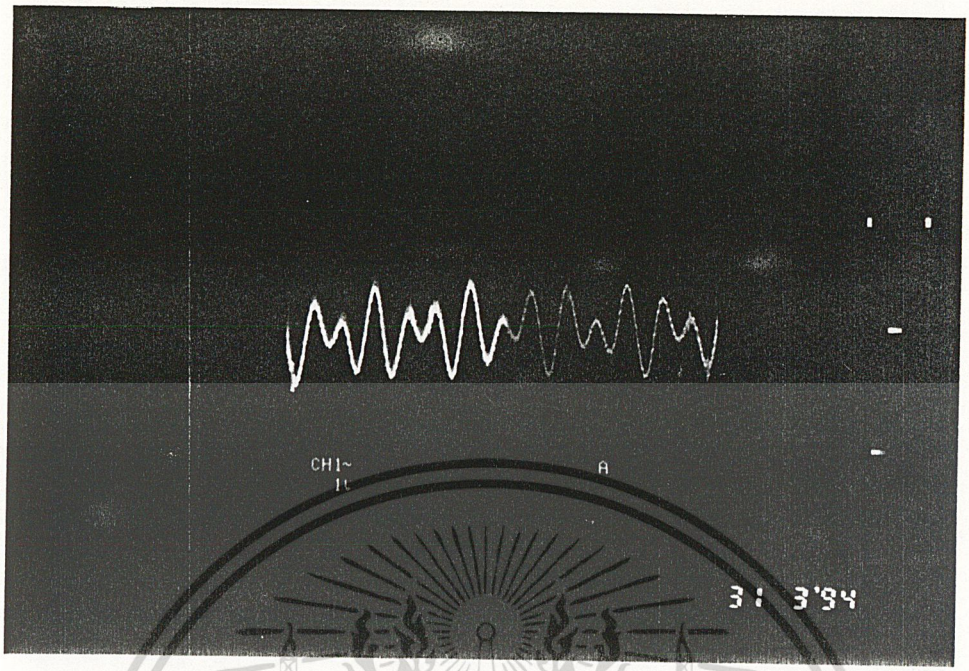
รูปที่ 3 สัญญาณเอาท์พุทที่วัดได้ที่จุด B และ C

2.วงจรถอดรหัสความถี่ ใช้ MT8870 เป็นตัวถอดรหัส และใช้ LED เป็นตัวแสดงผล เมื่อเรากดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์จะได้รูปสัญญาณดังรูปที่ 4 ซึ่งเป็นสัญญาณ Multi-frequency และสัญญาณไฟที่หลอด LED จะสว่างตามค่าของ Q1 , Q2 , Q3 , Q4 ดังรูปที่ 5 ซึ่งเป็นการกดหมายเลข 8 จะได้ Q3 สว่าง และค่า Q ทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 1

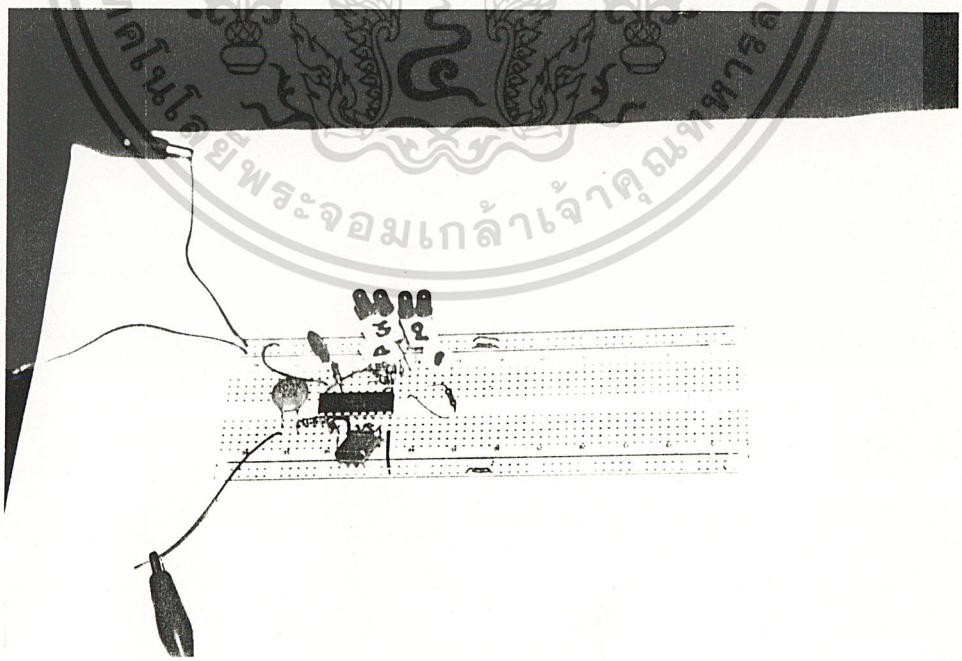
F_{LOW}	F_{HIGH}	NO.	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	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

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการถอดรหัสของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 แสดงสัญญาณ Multi-frequency ของการกดปุ่มโทรศัพท์หมายเลข 8

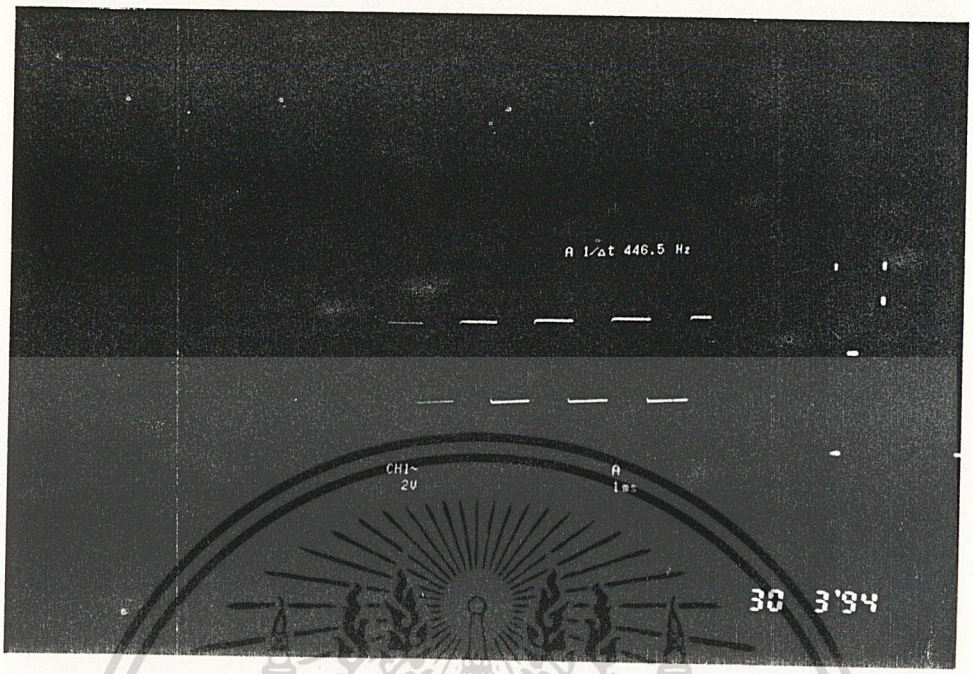


รูปที่ 5 แสดงผลการถอดรหัสของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

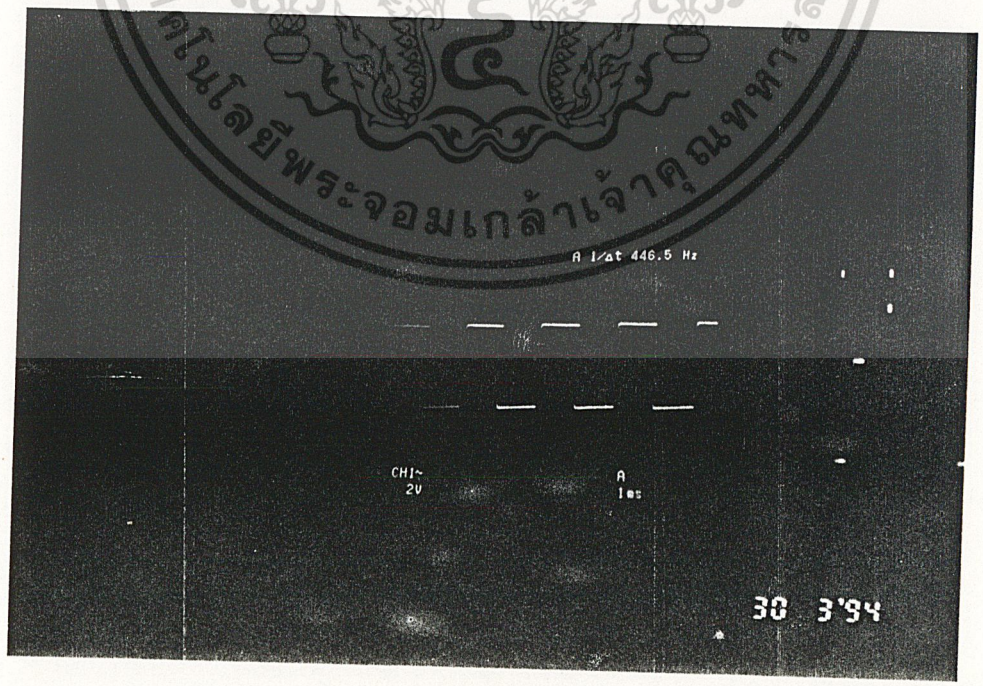
3.วงจรสร้างสัญญาณโทรศัพท์ ลักษณะของสัญญาณเป็นดังนี้

3.1 Dial Tone มีความถี่ 400 Hz ดังตลอดเวลาดังรูปที่ 6



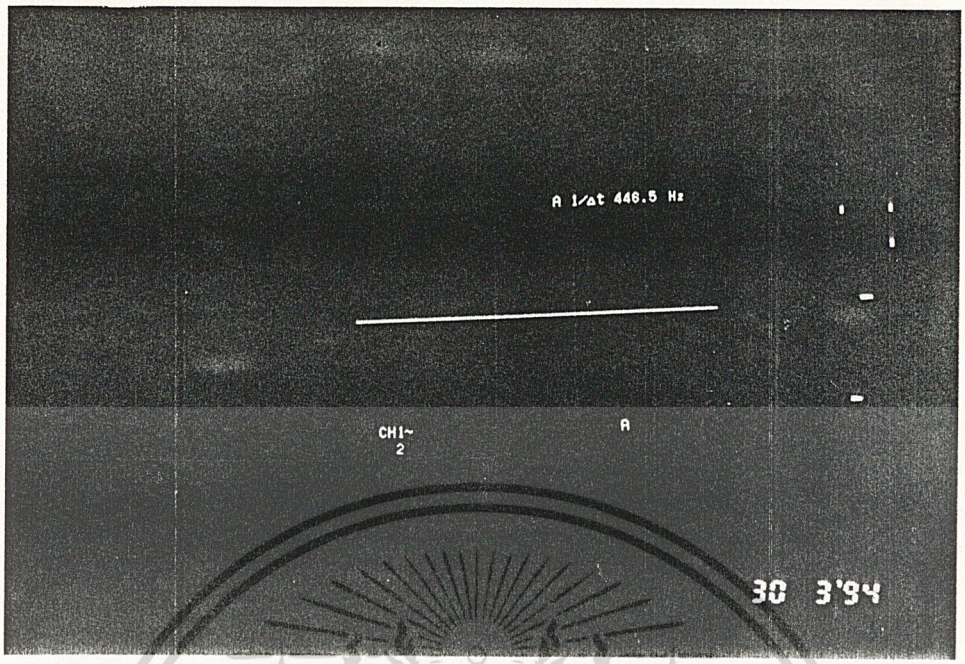
รูปที่ 6 ลักษณะสัญญาณ Dial Tone

3.2 Ringback Tone มีความถี่ 400 Hz ดัง 1 วินาที สลับกับเงียบ 3 วินาที ดังรูปที่ 7 และ รูปที่ 8



รูปที่ 7 สัญญาณ 400 Hz ดัง 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

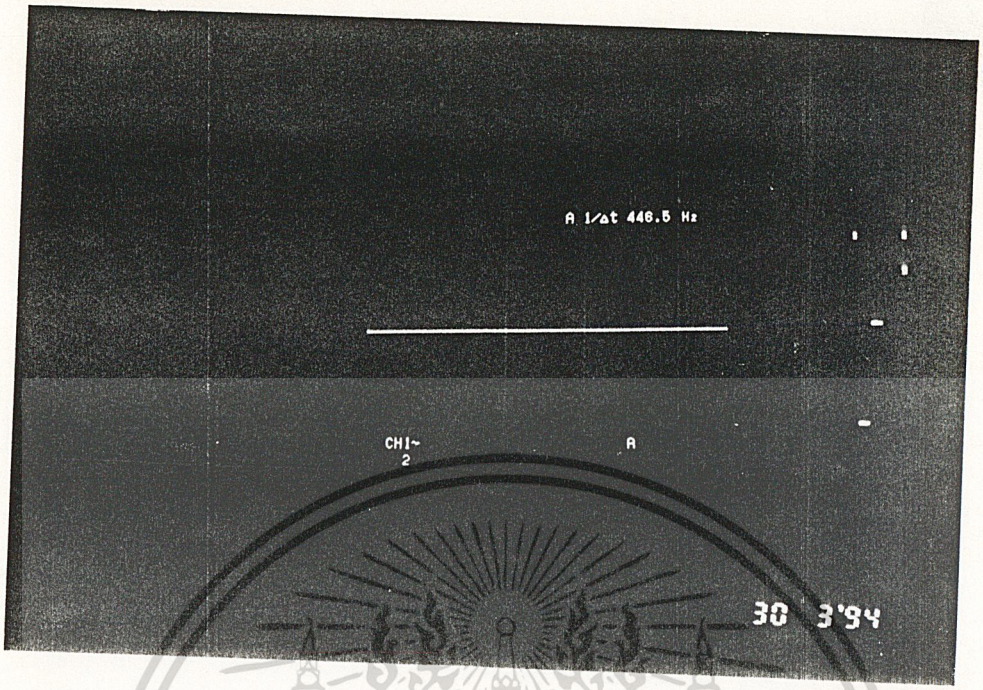


รูปที่ 8 ไม่มีสัญญาณนาน 3 วินาที

3.3 Busy Tone มีความถี่ 400 Hz ดัง 1 วินาทีและไม่มีสัญญาณ 1 วินาที สลับกันไปดังรูปที่ 9 และรูปที่ 10

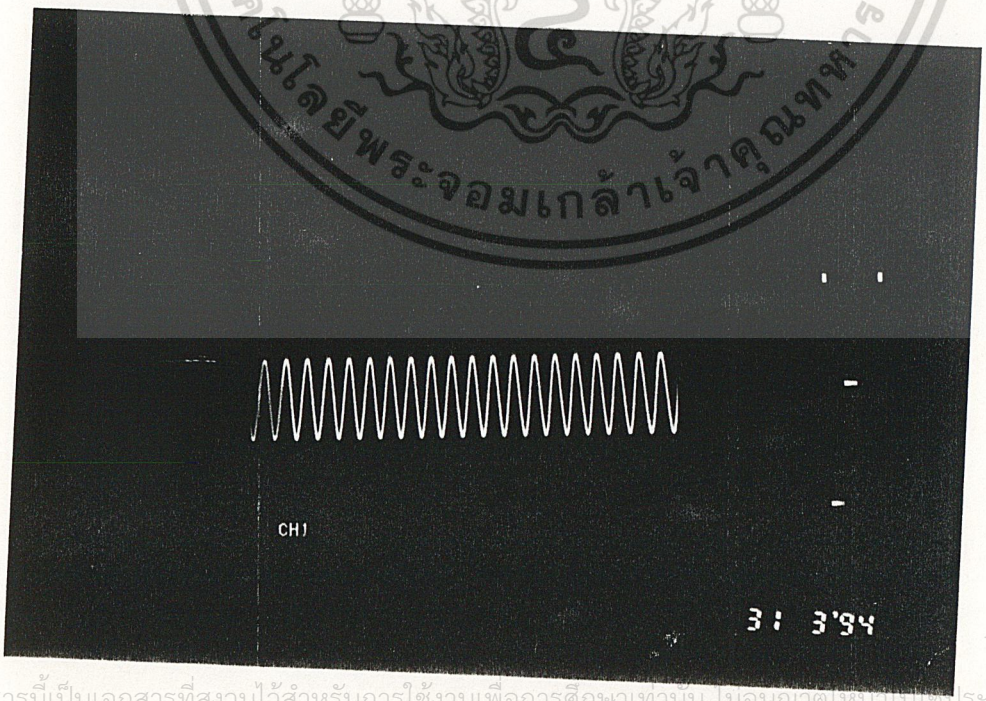
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9 สัญญาณความถี่ 400 Hz ดัง 1 วินาที



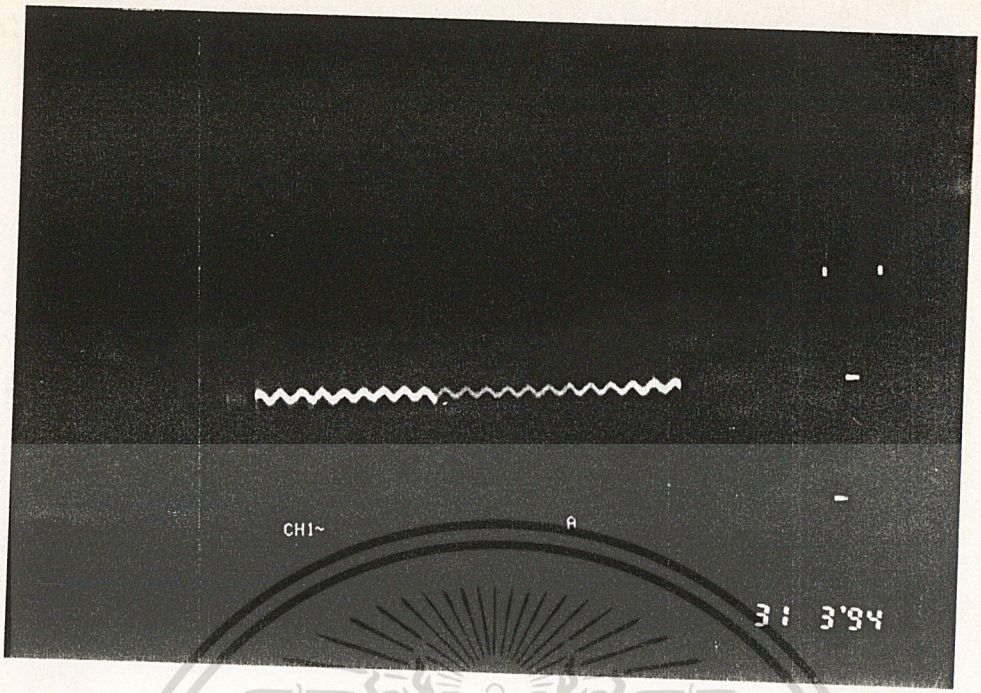
รูปที่ 10 ไม่มีสัญญาณนาน 1 วินาที

4.วงจร A/D และ D/A เมื่อป้อนสัญญาณอินพุทดังรูปที่ 11 เข้าไปในอินพุทของ A/D จะได้สัญญาณซึ่งเป็นดิจิตอลออกมา แล้วนำสัญญาณที่ได้ไปป้อนเป็นอินพุทให้กับ D/A จะได้สัญญาณเอาท์พุทออกจาก D/A ดังรูปที่ 12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 11 สัญญาณอินพุทที่ป้อนให้กับวงจร A/D



รูปที่ 12 สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากวงจร D/A

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้