ทางผ่านสัญญาณเสียงแบบดิจิตอลสำหรับชุมสายโทรศัพท์อีเล็กทรอนิกส์สาขาอัตโนมัติขนาดเล็ก

DIGITAL-SPEECH-PATHS SMALL PABX

วิศิษฐ์ สรรพอาษา

VISIT SUBPA-ASA

อาจารย์ที่ปรึกษา

สิทธิชัย โภไคยอุดม Ph.D.

กอบชัย เดชหาญ วศ.ม.

ADVISORS

SITTHICHAI POOKAIYAUDOM Ph.D.

KOBCHAI DEJHAN M.ENG.

วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๒๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

บทคัดย่อ		III
ABSTRACT		IV
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	โครงสร้างระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น	2
บทที่ 3	หลักการใหม่ที่ใช้ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้น	4
	3.1 หลักการใหม่ในส่วนควบคุมการทำงานของระบบฯ	4
	3.2 หลักการใหม่ในส่วนทางผ่านสัญญาณเสียง	4
	3.3 ไฮบริดอีเล็กทรอนิกส์	6
บทที่ 4	ส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายใน	7
	4.1 บทนำ	7
	4.2 วงจรแสดงสภาวะการใช้งานของสายโทรศัพท์ภายใน	7
	4.3 วงจรนับพัลส์	9
บทที่ 5	ส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายนอก	13
	5.1 บทนำ	13
	5.2 ส่วนวงจร HOLD LINE	13
	5.3 ส่วนวงจรสร้างสัญญาณพัลส์	14
	5.4 ส่วนวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก	16
บทที่ 6	ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ	18
	6.1 บทนำ	18
	6.2 วงจรหน่วยประมวลผล วงจรหน่วยความจำและวงจรสัญญาณอินเทอร์รัพ	18
	6.3 วงจรถอดระหัส	21
บทที่ 7	ส่วนทางผ่านสัญญาณเสียงพูด	24
	7.1 บทนำ	24
	7.2 ส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	24
	7.3 ส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก	26
	7.4 ส่วนวงจรไฮบริด	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8 ส่วนสร้างสัญญาณโทรศัพท์ 30

8.1 บทนำ 30

8.2 วงจรกำเนิดสัญญาณไดแอล สัญญาณไม่ว่างและสัญญาณเรียกกลับ 30

8.3 วงจรควบคุมการจ่ายสัญญาณไดแอล สัญญาณไม่ว่างและสัญญาณเรียกกลับ 32

8.4 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกและวงจรควบคุมการจ่ายสัญญาณเรียก 34

8.5 สรุป 36

บทที่ 9 โปรแกรมควบคุมและผังการทำงาน 37

9.1 บทนำ 37

9.2 โปรแกรมย้ายตำแหน่งข้อมูล 38

9.3 โปรแกรมทางผ่านสัญญาณเสียง 39

9.4 โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้น 41

9.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ภายในและภายนอก 43

9.6 โปรแกรมตรวจสอบอินเทอร์รัพสายภายนอกและเมื่อหมุนหมายเลขโทรศัพท์ภายใน 47

9.7 โปรแกรมย่อยสายภายนอกติดต่อสายภายใน 51

9.8 โปรแกรมย่อยสายภายในติดต่อสายภายนอก 54

9.9 โปรแกรมย่อยวางหู 56

9.10 โปรแกรมย่อยถูกเรียก 58

9.11 โปรแกรมสายภายในและสายภายนอก 60

9.12 โปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียงสายภายใน 66

9.13 โปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียงสายภายนอก 68

9.14 โปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียงการโอนสาย 69

9.15 ตำแหน่งของสถานะต่าง ๆ 71

บทที่ 10 การทดสอบระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น 72

บทที่ 11 บทสรุป 75

กิตติกรรมประกาศ 76

เอกสารอ้างอิง 77

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ 80

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ได้มีการพัฒนาระบบชุมสายโทรศัพท์อีเล็กทรอนิกส์สาขาอัตโนมัติกันมาก วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เน้นถึงการพัฒนาตัวระบบชุมสายขนาดเล็ก โดยมีการนำเอาทางผ่านสัญญาณเสียงแบบดิจิตอลมาใช้เป็นครั้งแรก เพราะการพัฒนาที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาเฉพาะตัวชุมสาย แต่ทางผ่านสัญญาณเสียงยังเป็นแบบอนาลอก นอกจากนี้ได้ทำการพัฒนาตัวชุมสายให้ได้ดีกว่าแบบอื่นๆ โดยทันสมัยกว่าตลอดจนมีข้อดีกว่าที่เคยทำการวิจัยและพัฒนากันมาในประเทศ การนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาทำการควบคุมและสั่งงานระบบทั้งหมดเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพดีตลอดจนความแน่นอนแม่นยำ พร้อมกันนี้การทำงานของระบบเป็นลักษณะการทำงานแบบ SPC ชนิดดิจิตอล ระบบนี้ยังสามารถที่จะขยายเป็นระบบใหญ่ได้ง่ายมากและสิ้นเปลืองน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Many kinds of electronics private automatic branch exchange (EPABX) have been developed. The thesis mainly deals with the development of small EPABX. The use of digital speech paths is now being introduced in Thailand for the first time, while previous developments used analog speech paths. The thesis also present new technignes for up-to-date EPABX, using a microprocessor to control the whole system, achieving better efficientcy and reliability. This EPABX works on the same principle as digital stored program control (SPC), that means, it can be used as the prototype of SPC. The system can easily be extended to large size.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันระบบการสื่อสาร เป็นสิ่งจำ เป็นอย่างยิ่งในระบบธุรกิจ ซึ่งถ้ามีการสื่อสารที่ดีจะทำให้นำไปสู่การพัฒนาทาง เศรษฐกิจที่ดี ดังจะ เห็นได้จากประ เทศที่มีฐานะทาง เศรษฐกิจดีมักจะ เป็นผู้นำในการพัฒนาทางด้านระบบสื่อสาร และจะ เห็นได้ว่าปัจจุบันการพัฒนาทางด้านการสื่อสารได้ เจริญรุดหน้าไปอย่างรวด เร็วมาก ระบบการสื่อสารในประ เทศไทยส่วนใหญ่จะ เป็นการนำ เข้ามาจากต่างประ เทศ ส่วนการพัฒนาทางด้านการสื่อสารในประ เทศยังไม่สามารถก้าวตาม เทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ทัน ซึ่งสัง เกตุได้จากการพัฒนาระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) ในลาดกระบัง เท่าที่ผ่านมา [1-6] จะ เห็นได้ว่าการพัฒนาจะ เน้น เป็น เฉพาะส่วน ๆ เท่านั้น เช่น เน้นการพัฒนาส่วนควบคุมอัตโนมัติโดยใช้วงจรอี เล็กทรอนิกส์ทั้งหมด จนกระทั่งถึงการประยุกต์นำไมโครโปร เซส เซอร์ (microprocessor) มาทำหน้าที่ เป็นส่วนควบคุม แต่ก็ยัง เป็นส่วนควบคุมการตัดต่อของรี เลย์ (relay) ที่ทำหน้าที่ เป็นทางผ่านสัญญาณ เสียง (speech path) ซึ่งยัง เป็นแบบอนาลอก (analog) นั่น เอง จึง เห็นได้ว่าในอดีตที่ผ่านมาระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) ที่พัฒนาขึ้นจะ เน้นการพัฒนาไปในส่วนระบบควบคุม เป็นหลัก ซึ่งไม่ได้ เน้นการพัฒนาการถ่ายทอดสัญญาณ เสียงทางโทรศัพท์ให้มีประสิทธิภาพขึ้นแต่อย่างไร

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ PABX ที่มีส่วนควบคุมการทำงาน และส่วนที่ เป็นทางผ่านสัญญาณ เสียง เป็นแบบดิจิตอล (digital) ทั้งหมด โดย เน้นถึงการนำไอซี A/D (analog to digital convertor) และไอซี D/A (digital to analog convertor) มาทำหน้าที่ เป็นทางผ่านสัญญาณ เสียง [8,9] แทนระบบ เดิมซึ่งยังใช้รี เลย์ (relay)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

โครงสร้างระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น

ในส่วนของโครงสร้างระบบฯจะสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ โดยจะแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ตามลักษณะการทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ซึ่งได้แก่[23,24]

ก. ส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายใน

ข. ส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายนอก

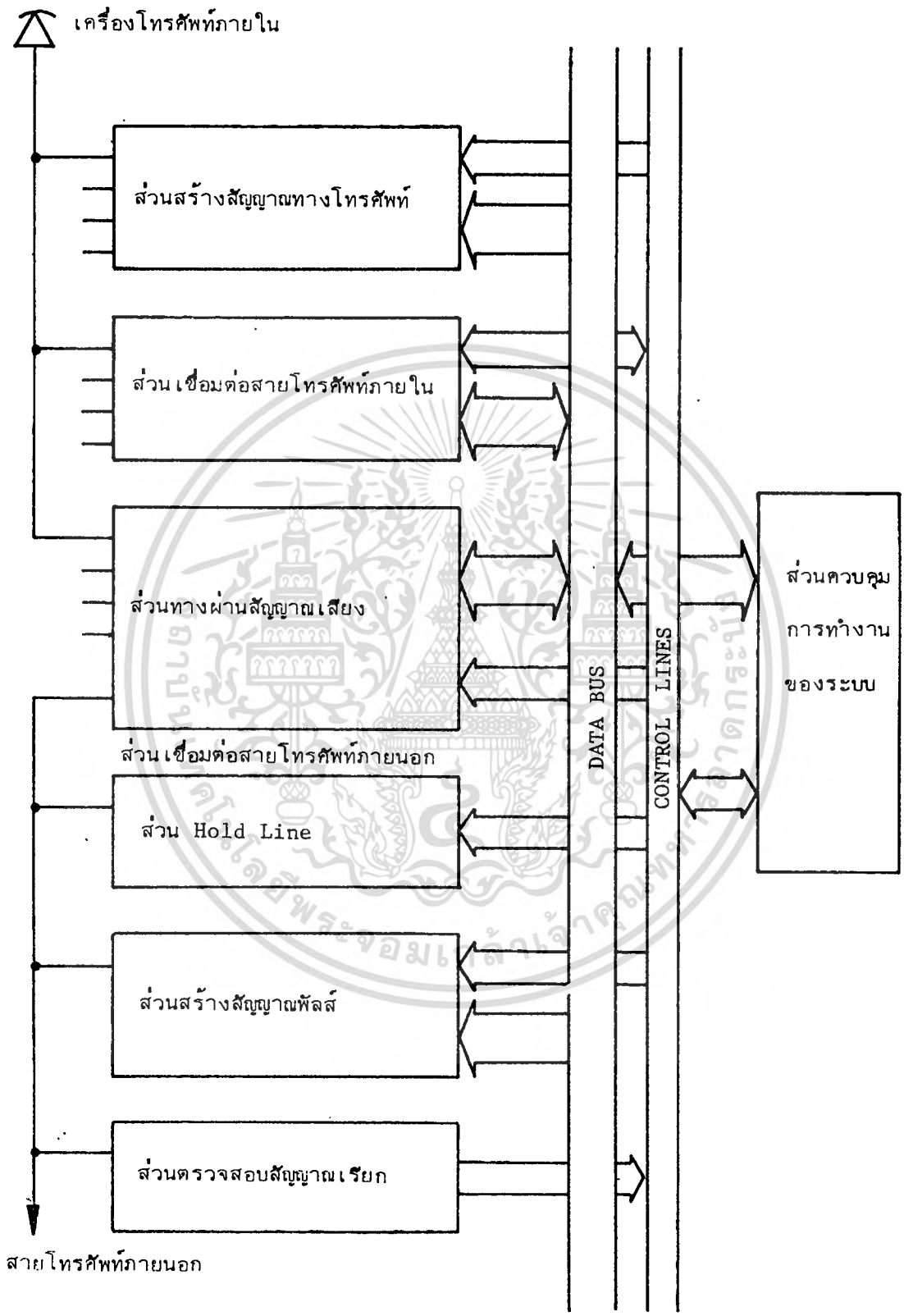
ค. ส่วนทางผ่านสัญญาณเสียง

ง. ส่วนสร้างสัญญาณทางโทรศัพท์

จ. ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ

ในการทำงานของส่วนต่าง ๆ เหล่านี้จะมีลักษณะการทำงานเป็นแบบดิจิตอล (digital) ทั้งหมด หรือที่เรียกว่า Digital Switching System ซึ่งมีส่วนควบคุมการทำงานของระบบทำหน้าที่รับส่งข้อมูล (data) และสัญญาณควบคุม (control signal) ไปให้ยังส่วนต่าง ๆ ของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ส่วนการทำงานของส่วนควบคุมการทำงานของระบบจะใช้โปรแกรม (program) สำหรับควบคุมการทำงานทั้งหมด ซึ่งรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ ดังจะได้กล่าวในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.1 แสดงผังโครงสร้างระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการใหม่ที่ใช้ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้น

สำหรับหลักการใหม่ที่ใช้ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้นที่มีลักษณะแตกต่างไปจากระบบชุมสายโทนศัพท์สาขาอัตโนมัติที่ได้พัฒนากันมาในอดีต สามารถแบ่งออกได้เป็นส่วนต่าง ๆ เช่น

3.1 หลักการใหม่ในส่วนควบคุมการทำงานของระบบ

ในส่วนควบคุมการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้น จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานแทนการควบคุมแบบวงจรแยกย่อย (discrete circuit) โดยมีโปรแกรมควบคุม (ดังจะกล่าวในบทที่ 9) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ให้ควบคุมระบบซึ่งเป็นลักษณะ SPC (Stored Program Control)

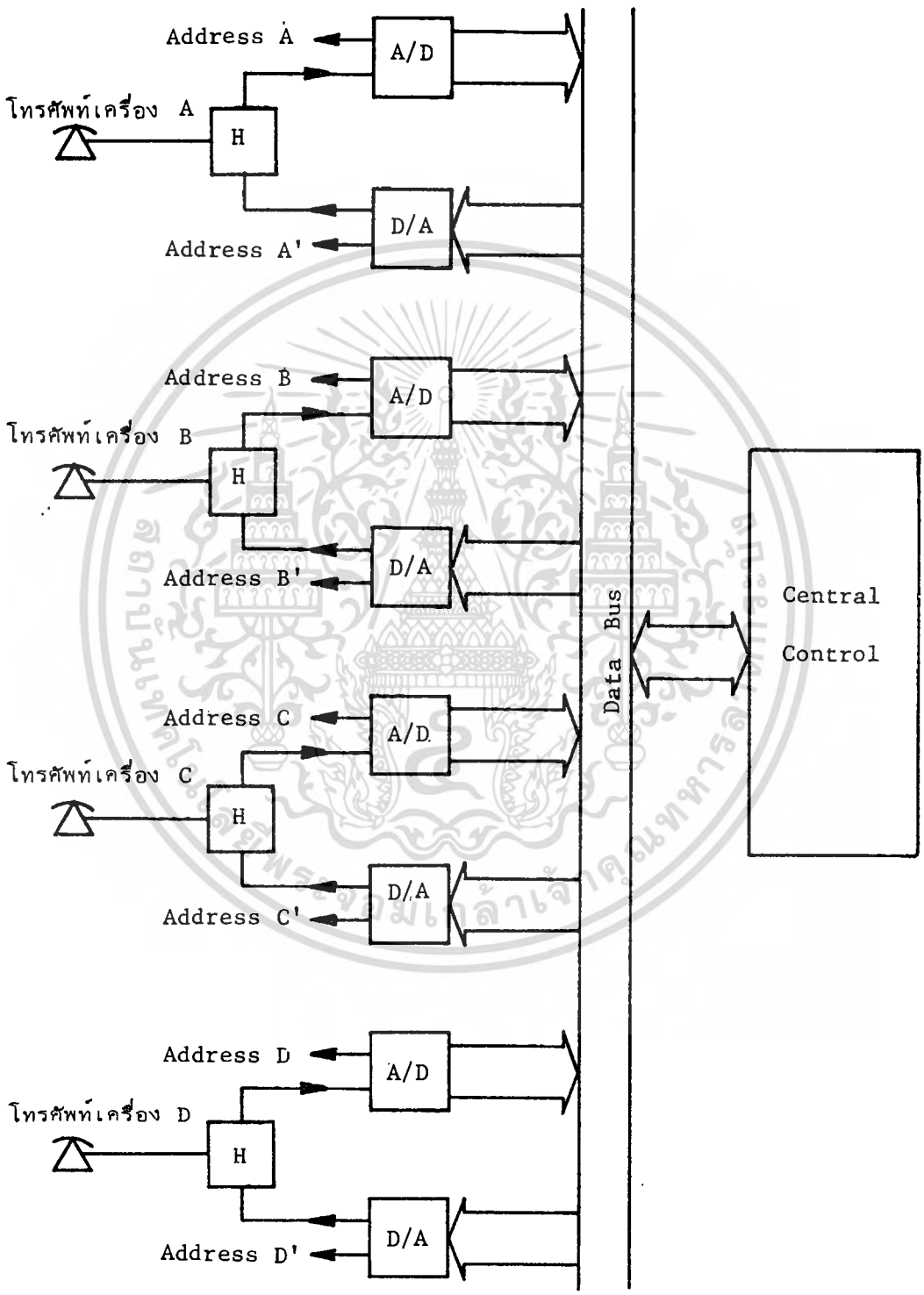
3.2 หลักการใหม่ในส่วนทางผ่านสัญญาณเสียง

ในส่วนทางผ่านสัญญาณเสียงที่ใช้ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้น จะใช้แบบดิจิตอล (digital speech path) ที่มีการทำงานเป็นแบบ TIME SWITCH ซึ่งในระบบจะใช้ไอซี A/D (analog to digital convertor) ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล และใช้ไอซี D/A (digital to analog convertor) ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอก สำหรับหลักการทำงานสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.1

จากรูปที่ 3.1 สัญญาณเสียงที่ได้รับจากเครื่องโทรศัพท์ซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอกจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยอาศัย A/D โดยกำหนดให้ A/D ของโทรศัพท์แต่ละเครื่องอยู่ในตำแหน่งแอดเดรส (address) ต่าง ๆ เช่น กำหนดให้แอดเดรส A สำหรับเครื่อง A, แอดเดรส B สำหรับเครื่อง B, แอดเดรส C สำหรับเครื่อง C และแอดเดรส D สำหรับเครื่อง D และในทำนองเดียวกันจะใช้ D/A เป็นตัวเปลี่ยนสัญญาณเสียงที่เป็นสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอกเพื่อที่จะส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ โดยกำหนดให้แอดเดรส A' สำหรับเครื่อง A, แอดเดรส B' สำหรับเครื่อง B, แอดเดรส C' สำหรับเครื่อง C และแอดเดรส D' สำหรับเครื่อง D

สำหรับการส่งผ่านสัญญาณเสียงระหว่างเครื่องโทรศัพท์จะสามารถกระทำได้ เช่นโทรศัพท์เครื่อง A และโทรศัพท์เครื่อง C ติดต่อกันสัญญาณเสียงที่เป็นสัญญาณอนาลอกจากเครื่อง A จะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.1 แสดงโครงสร้างทางผ่านสัญญาณเสียง (Speech Path) ที่ได้พัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลในตำแหน่งแอดเดรส A และถูกย้ายข้อมูลไปยังตำแหน่งแอดเดรส C' แล้วจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณอนาลอกอีกครั้งเพื่อส่งไปให้เครื่อง C แล้วในทำนองเดียวกันโทรศัพท์เครื่อง C ก็จะสามารถติดต่อโทรศัพท์เครื่อง A ได้โดยสัญญาณอนาลอกจากเครื่อง C จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลในตำแหน่งแอดเดรส C และถูกย้ายข้อมูลไปยังตำแหน่งแอดเดรส A' แล้วจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณอนาลอกเพื่อที่จะส่งไปให้เครื่อง A อีกครั้งหนึ่ง นั่นก็คือโทรศัพท์เครื่อง A และโทรศัพท์เครื่อง C จะสามารถติดต่อกันได้ ซึ่งการทำงานของทางผ่านสัญญาณเสียงโดยอาศัยการย้ายข้อมูลในตำแหน่งหน่วยความจำ (memory location) ที่ตำแหน่งแอดเดรสต่าง ๆ กันจะมีลักษณะการทำงานเป็นแบบ TIME SWITCH

ในการออกแบบวงจรเราสามารถที่จะใช้ตำแหน่งแอดเดรสของ A/D และ D/A ของโทรศัพท์เครื่องเดียวกันให้อยู่ที่ตำแหน่งแอดเดรสเดียวกันได้โดยมีสัญญาณ $\overline{RD}$ จากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบเป็นตัวควบคุมการรับข้อมูลเข้า และในการส่งข้อมูลออกจะมีสัญญาณ $\overline{WR}$ จากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบเป็นตัวควบคุมการรับข้อมูลออก ซึ่งมีวงจรที่ใช้งานจริงดังจะได้อธิบายในบทที่ 7 หัวข้อที่ 7.2 และ 7.3

3.3 ไฮบริดอีเล็กทรอนิกส์

ในส่วนทางผ่านสัญญาณเสียงยังได้นำไฮบริดที่เป็นวงจรอีเล็กทรอนิกส์มาใช้แทนไฮบริดที่เป็นขดลวด ซึ่งไฮบริดที่ใช้จะทำหน้าที่เป็นตัวแยกทิศทางการรับและส่งสัญญาณ ดังจะได้อธิบายในบทที่ 7 หัวข้อที่ 7.4 สำหรับการใช้ไฮบริดที่เป็นวงจรอีเล็กทรอนิกส์แทนการใช้ไฮบริดที่เป็นขดลวด จะทำให้ลดปัญหาความยุ่งยากในการพันขดลวดลง สามารถกำหนดขนาดของการกรองความถี่ของสัญญาณได้ และยังสามารถขยายสัญญาณได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายใน

4.1 บทนำ

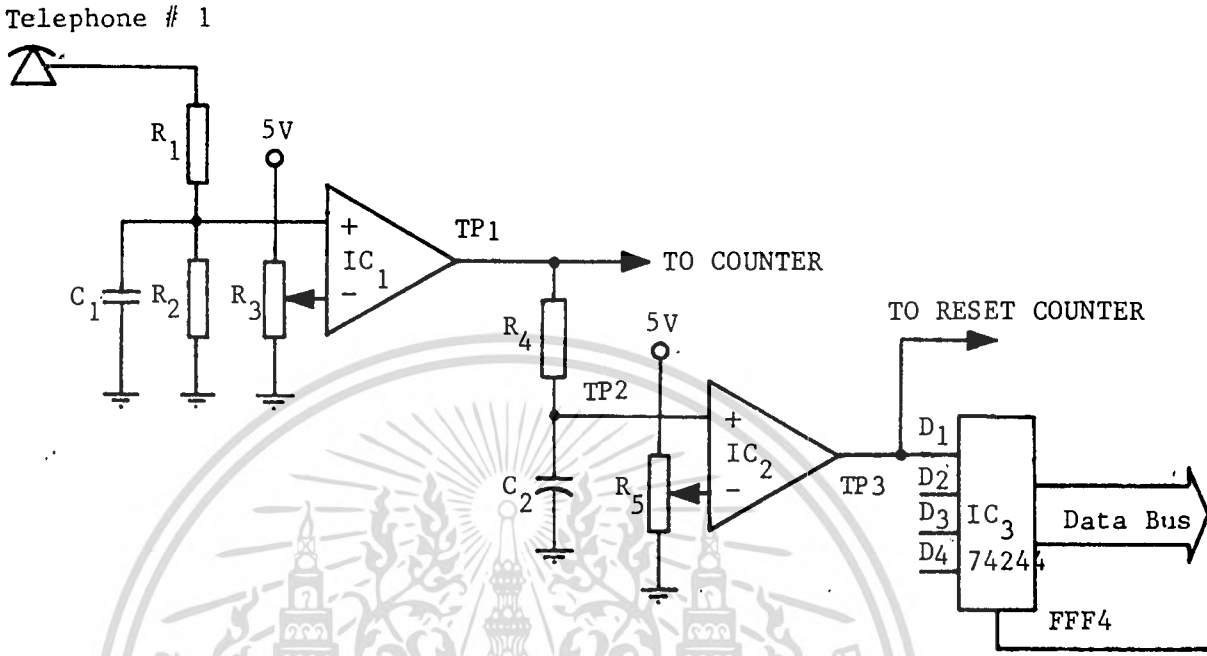
ส่วนที่เป็นวงจรเชื่อมต่อ (interfacing circuit) สายโทรศัพท์ภายในนี้ จะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ภายในและชุมสายอัตโนมัติที่ได้พัฒนาขึ้น วงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะของคู่สายโทรศัพท์ภายในว่ากำลังถูกใช้งานหรือไม่ โดยจะส่งสัญญาณที่มีลอจิก (logic) เป็น 0 เมื่อมีการใช้งานและจะส่งสัญญาณที่มีลอจิกเป็น 1 เมื่อไม่มีการใช้งานไปให้วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบทราบ ส่วนที่เป็นวงจรเชื่อมต่อนี้ยังประกอบด้วยวงจรนับพัลส์ (counter) ที่เกิดจากการหมุนหน้าปัทให้มีเอาท์พุทเป็นเลขไบนารีแบบ BCD (binary code digit) และเมื่อทำการนับเสร็จเรียบร้อยก็จะส่งสัญญาณการนับเสร็จไปให้วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบทราบเพื่อที่จะได้อ่านหมายเลขที่นับได้

4.2 วงจรแสดงสภาวะการใช้งานของสายโทรศัพท์ภายใน

สายโทรศัพท์ภายในจะมีศักดาไฟฟ้า 48 โวลท์ และเมื่อมีการใช้งาน (ยกหูโทรศัพท์) จะมีศักดาไฟฟ้าเหลือประมาณ 10 โวลท์ ในวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณที่มีขนาด 5 โวลท์เมื่ออยู่ในสภาวะปกติและสัญญาณที่มีขนาด 0 โวลท์เมื่อมีการใช้งาน นั่นคือจะสร้างสัญญาณที่มีลอจิกเป็น 1 และ 0 นั่นเอง วงจรที่ใช้งานจริงเป็นดังรูปที่ 4.1

จากวงจรรูปที่ 4.1 ใช้ความต้านทาน R_1 และ R_2 เป็นตัวหารแรงดันลง ซึ่งจะทำให้มีศักดาไฟฟ้าตกคร่อม R_2 เมื่อสภาวะสายโทรศัพท์ภายในไม่ถูกใช้งานมีค่าเป็น 4.36 โวลท์ และเมื่อมีการใช้งานเป็น 0.9 โวลท์ ค่าศักดาไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 นี้จะเป็นอินพุท (input) ของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (voltage comparator) จากรูปจะมีไอซี 1 ทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบแรงดัน ซึ่งจะเปรียบเทียบกับค่าแรงดันเปรียบเทียบ (reference voltage) ที่ปรับค่าโดยความต้านทาน R_3 ไว้ที่ 2.5 โวลท์ จะทำให้เอาท์พุท (output) ของไอซี 1 มีค่าปรับเป็นลอจิก 1 เมื่อสภาวะของสายโทรศัพท์ภายในไม่ถูกใช้งาน และมีค่าลอจิกเป็น 0 เมื่อถูกใช้งาน แต่เนื่องจากมีการหมุนหน้าปัทจะทำให้เกิดพัลส์ (pulse)ที่มีขนาด 48 โวลท์ จึงทำให้เอาท์พุทของไอซี 1 นี้มีพัลส์ที่มีขนาดลอจิกเป็น 1 เนื่องจากการหมุนด้วย เอาท์พุทของไอซี 1 นี้จะถูกส่งไปให้วงจรนับพัลส์ และนำไปสร้าง

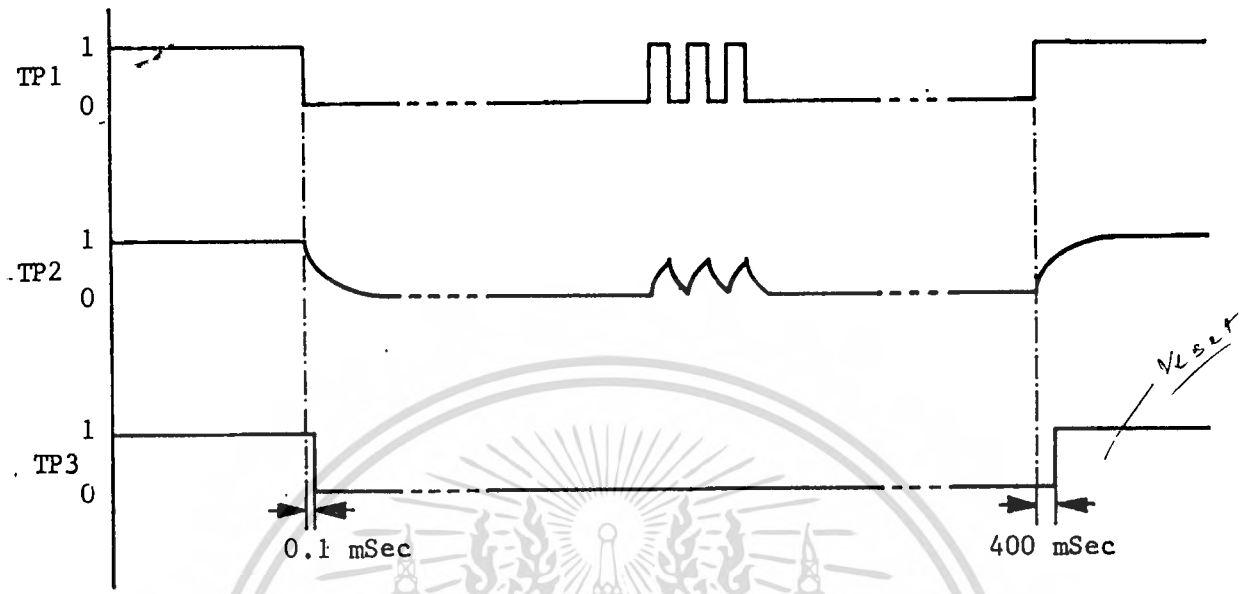
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.1 แสดงวงจรสร้างสัญญาณแสดงสภาวะการใช้งานของสายโทรศัพท์ภายใน

สัญญาณแสดงสภาวะการใช้งานของสายโทรศัพท์ภายใน ซึ่งสัญญาณการใช้งานจะต้องเป็นสัญญาณที่มีลอจิกเป็น 1 และ 0 เท่านั้น ดังนั้นจึงต้องกำจัดพัลส์เหล่านั้นทิ้ง ในการกำจัดพัลส์นี้จะใช้ความต้านทาน R_4 และคาปาซิเตอร์ C_2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินทิเกรเตอร์ (integrator) ซึ่งจะทำให้พัลส์เหล่านั้นเป็นค่าศักดาไฟฟ้าที่มีค่าเฉลี่ยต่ำลง เอาท์พุทที่ได้นี้จะถูกส่งไปให้ไอซี 2 ซึ่งเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า (voltage comparator) โดยปรับค่าความต้านทาน R_5 ให้มีแรงดันเปรียบเทียบให้มีค่ามากกว่าค่าแรงดันเฉลี่ยที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้เอาท์พุทของไอซี 3 นี้สภาวะเป็นลอจิก 1 เมื่อไม่มีการใช้งานและเป็นลอจิก 0 เมื่อมีการใช้งานแม้ว่าจะมีการหมุนหน้าปัทก็ตาม รูปสัญญาณที่เกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.2 ส่วนการส่งสัญญาณแสดงสภาวะการใช้งานของสายโทรศัพท์ภายในไปให้วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบทราบนั้นจะมีไอซี 3 ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณโดยกำหนดให้ตำแหน่งข้อมูล D_1, D_2, D_3 และ D_4 สำหรับสัญญาณแสดงสภาวะการใช้ของโทรศัพท์ภายในหมายเลข 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งไอซี 3 นี้จะอยู่ที่ตำแหน่ง FFF4 ในการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.2 แสดงรูปสัญญาณแสดงสภาวะการใช้งานของสายโทรศัพท์ภายในที่ได้จากรูปที่ 4.1

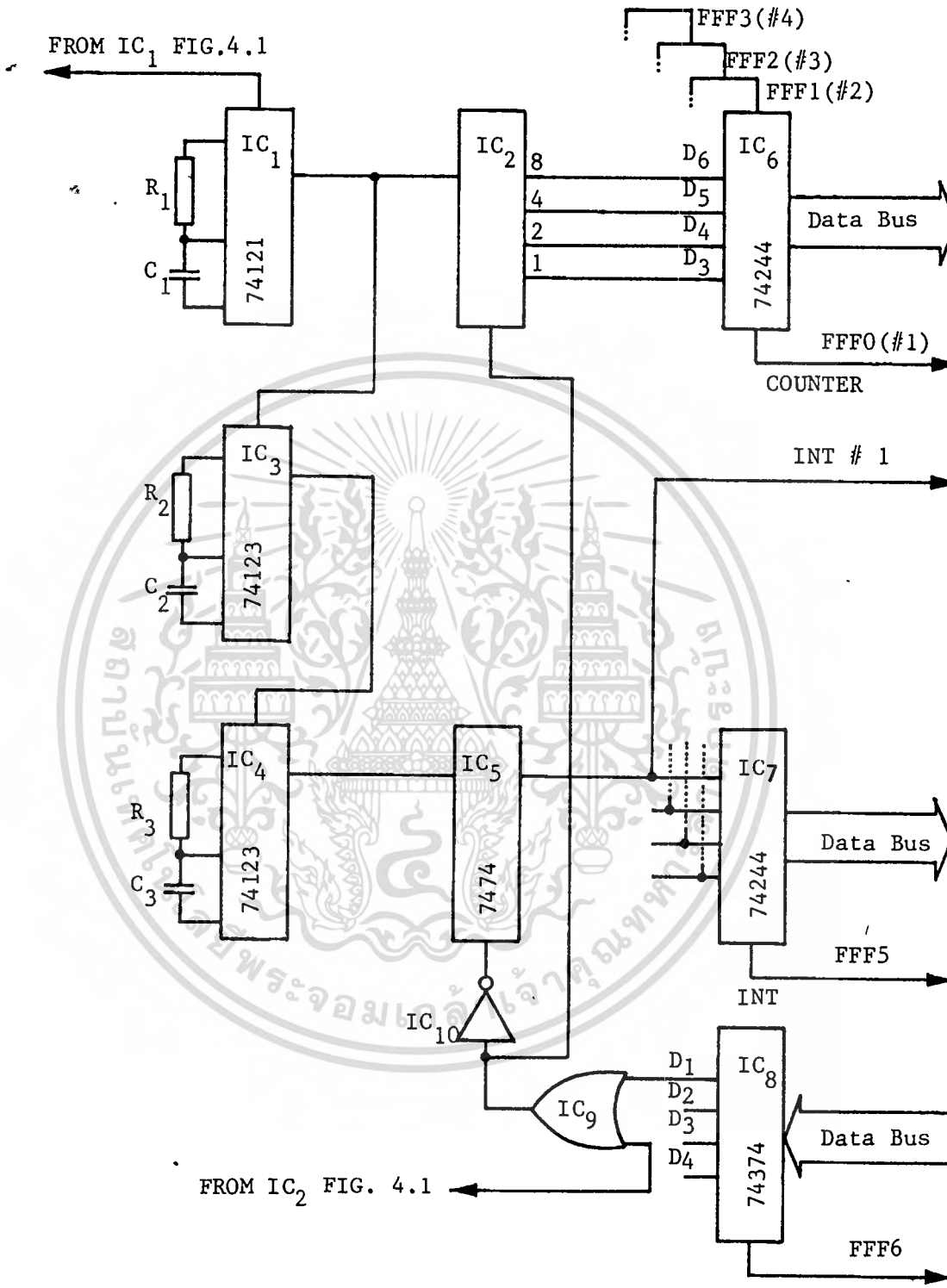
4.3 วงจรนับพัลส์

ในส่วนของวงจรนับพัลส์นี้จะทำหน้าที่นับพัลส์ที่เกิดจากการหมุนหน้าปัทโทรศัพท์ โทรศัพท์ภายในที่ใช้จะต้องเป็นโทรศัพท์ที่มีการส่งพัลส์ออกเป็นแบบ 10 พัลส์ต่อวินาทีเท่านั้น เอาท์พุทที่ได้จากการนับจะเป็นแบบ BCD ซึ่งมีวงจรที่ใช้งานจริงเป็นดังรูปที่ 4.3 จากวงจรรูปที่ 4.3 จะนำเอาเอาท์พุทที่ได้จากไอซี 1 ในวงจรรูปที่ 4.1 มาเป็นอินพุทให้แก่ไอซี 1 ซึ่งเป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ลทำหน้าที่ทำพัลส์ที่ได้จากการหมุนให้มีขนาดแคบลง เพื่อลดปัญหาของสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นบนพัลส์เหล่านั้นไม่ให้รบกวนการนับของวงจรนับการปรับค่าความกว้างของพัลส์สามารถปรับได้โดยปรับค่าความต้านทาน R_1 และคาปาซิเตอร์ C_1 ดังสมการที่ 4.1 พัลส์เหล่านี้จะถูกส่งไปยังวงจรนับและยังนำไปสร้างสัญญาณที่แสดงสภาวะการนับเสร็จของวงจรนับอีกด้วย

$$t(w) = 0.7\ C_1R_1 \qquad (4.1)$$

พัลส์ที่ได้จากเอาท์พุทของไอซี 1 ถูกส่งไปให้ไอซี 2 ซึ่งเป็นวงจรนับ เอาท์พุทที่ได้จากไอซี 2 นี้จะเป็นเลขไบนารีขนาด 4 บิทแบบ BCD ซึ่งกำหนดให้ตำแหน่งเอาท์พุท Q_A,Q_B,Q_C และ Q_D อยู่ที่ตำแหน่งข้อมูล D_3,D_4,D_5 และ D_6 ตามลำดับ เอาท์พุทที่ได้นี้จะถูกส่งไปให้วงจรส่วนควบคุมการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
017230



รูป 4.3 แสดงวงจรนับพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของระบบโดยมีไอซี 6 ทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจรนับ โดยระบุตำแหน่ง FFF0, FFF1, FFF2 และ FFF3 สำหรับการส่งข้อมูลของโทรศัพท์ภายในหมายเลข 1,2,3 และ 4 ตามลำดับเป็นต้น

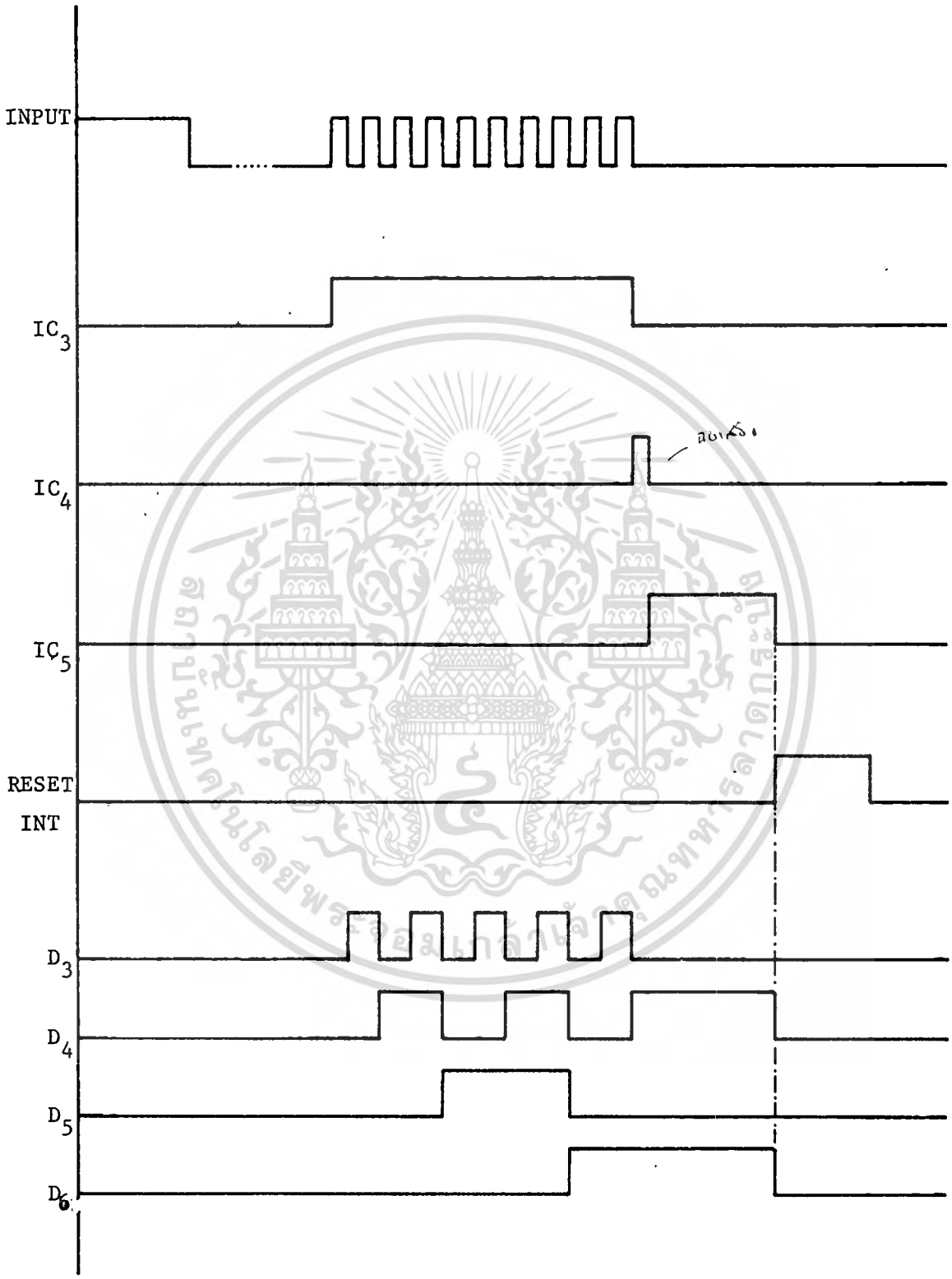
ส่วนการสร้างสัญญาณแสดงสภาวะการนับเสร็จของวงจรนับนั้น จะทำโดยมีไอซี 3 ซึ่งเป็นรีทริกโมโนสเตเบิ้ล (retriggerable monostable)ทำหน้าที่รวมพัลส์ที่ได้จากไอซี 1 ให้เป็นพัลส์ลูกเดียวเพื่อที่จะนำไปเป็นสัญญาณทริก (Trig) ให้แก่ไอซี 4 ซึ่งมีหน้าที่สร้างพัลส์แคบ ๆ ค่าความกว้างของพัลส์ที่เกิดขึ้นจากไอซี 3 และ 4 สามารถปรับได้โดยปรับค่าความต้านทานและคาปาซิเตอร์ ดังสมการที่ 4.2

$$t(w) = 0.28\ R.C\ (1 + \frac{0.7}{R}) \qquad (4.2)$$

เอาท์พุทที่ได้จากไอซี 4 จะนำไปเป็นสัญญาณนาฬิกา (clock) ให้แก่ไอซี 5 ซึ่งเป็นดีฟลิปฟลอป (D flipflop) ซึ่งจะทำให้เอาท์พุทของไอซี 5 เปลี่ยนลอจิกจาก 0 ให้เป็นลอจิก 1 ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อวงจรนับได้นับพัลส์เสร็จเรียบร้อยแล้ว เอาท์พุทของไอซี 5 นั้นจะถูกส่งให้ ไอซี 7 ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลเพื่อส่งไปให้วงจรส่วนควบคุมระบบทราบว่าเป็นเครื่องโทรศัพท์หมายเลขอะไรนับเสร็จ ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง FFF5 โดยกำหนดให้ตำแหน่งข้อมูล D_1, D_2, D_3 และ D_4 สำหรับเครื่องโทรศัพท์ภายในหมายเลข 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ และเอาท์พุทของไอซี 5 ของเครื่องโทรศัพท์ทุกเครื่องยังถูกส่งไปเป็นสัญญาณอินเทอร์รัพท์ (interrupt) ให้แก่วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ เพื่อให้ทราบว่าได้มีการนับพัลส์ของวงจรนับในส่วนเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายในได้ทำการนับเสร็จ

ในการรีเซ็ท (reset) วงจรนับและวงจรแสดงสภาวะการนับเสร็จนี้จะสามารถกระทำได้ทั้งทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟแวร์ (Software)ซึ่งจากทางฮาร์ดแวร์จะสามารถกระทำได้โดยนำสัญญาณแสดงสภาวะการใช้งานของสายโทรศัพท์ภายในมาเป็นสัญญาณรีเซ็ท โดยมีลอจิกเป็น 1 เมื่อต้องการรีเซ็ท นั่นคือสภาวะสายโทรศัพท์ภายในไม่ถูกใช้งาน ส่วนทางด้านซอฟแวร์ (Software) จะกระทำได้โดยการควบคุมของวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบนั่นคือจะส่งลอจิกเป็น 1 เมื่อต้องการรีเซ็ทและลอจิก 0 เมื่อไม่ต้องการรีเซ็ทโดยมีไอซี ทำหน้าที่รับข้อมูลอยู่ที่ตำแหน่ง FFF6 โดยกำหนดให้ตำแหน่งข้อมูล D_1, D_2, D_3 และ D_4 สำหรับโทรศัพท์ภายในหมายเลข 1, 2,3 และ 4 ตามลำดับ สัญญาณทั้งทางด้านฮาร์ด แวร์และซอฟแวร์จะมีไอซี 9 เป็นตัวรวมสัญญาณ เนื่องจากไอซี 5 จะทำการรีเซ็ทเมื่อมีลอจิกเป็น 1 ดังนั้นจึงใช้ไอซี 10 เปลี่ยนสัญญาณรีเซ็ทที่ได้จากไอซี 9 รูปสัญญาณที่ได้จากส่วนของวงจรนับนี้มีดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4แสดงรูปสัญญาณที่ได้จากวงจรนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายนอก

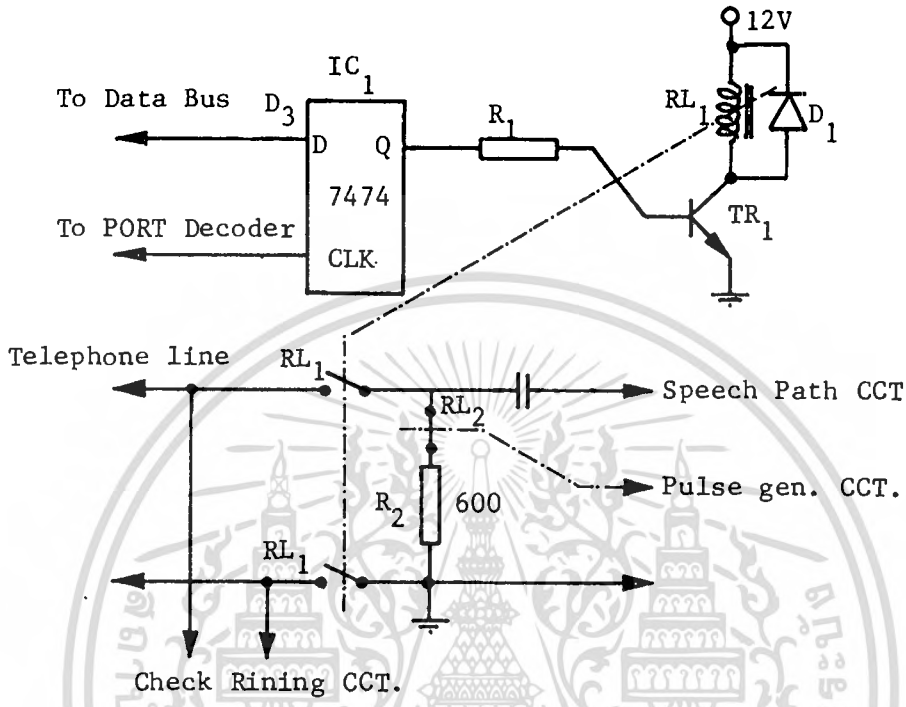
5.1 บทนำ

หน้าที่ของส่วนวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายนอกนี้ จะประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่ Hold line ซึ่งจะต่อความต้านทาน (impedance) ขนาด 600 โอห์มเพื่อเป็นโหลด (load) ให้กับสายโทรศัพท์ภายนอก เมื่อต้องการติดต่ออีกส่วนหนึ่งคือส่วนที่ทำหน้าที่ส่งพัลส์ออก ซึ่งจะทำหน้าที่ส่งพัลส์ออกเมื่อต้องการติดต่อการหมายเลขโทรศัพท์ภายนอก ในวงจรส่วนนี้จะรับ หมายเลขที่ต้องการออกเป็นแบบ BCD จากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบโดยพัลส์ที่ส่งออกมีความเร็วในการส่งออก 10 พัลส์ต่อวินาที และอีกส่วนหนึ่งในส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายนอกนี้คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณเรียก ซึ่งเมื่อมีสัญญาณเรียกจากภายนอกเข้ามาส่วนวงจรนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณเพื่อส่งไปให้วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบทราบ[20]

5.2 ส่วนวงจร Hold line

วงจร Hold line จะทำหน้าที่ควบคุมการใช้งานของสายโทรศัพท์ภายนอกโดยรับข้อมูลจากส่วนวงจรควบคุมการทำงานของระบบ อิมพีแดนซ์ (impedance) ที่ใช้ในการตัดต่อโทรศัพท์มีค่า 600 โอห์มซึ่งเท่ากับค่าอิมพีแดนซ์ของสายโทรศัพท์ภายนอก ค่าอิมพีแดนซ์นี้จะถูกควบคุมโดยใช้รีเลย์ (relay) ดังแสดงในรูปที่ 5.1 จากรูปในวงจรรูปที่ 5.1 รีเลย์ที่ใช้สำหรับควบคุมการตัดต่ออิมพีแดนซ์สำหรับการ hold line จะถูกควบคุมโดยไอซี 1 และมีทรานซิสเตอร์ TR_1 เป็นตัวขับ (drive) ไอซี 1 นี้จะรับข้อมูลจากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ โดยรับจากตำแหน่งข้อมูล D_3 ไอซี 1 นี้ถูกควบคุมการรับข้อมูลโดยวงจรถอดระหัสซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งพอร์ทหมายเลข 1 (PORT#1) ในการควบคุมการทำงานวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบจะสามารถส่งลอจิก 1 เพื่อให้รีเลย์ทำงานได้ และส่งลอจิก 0 เมื่อต้องการยกเลิกการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



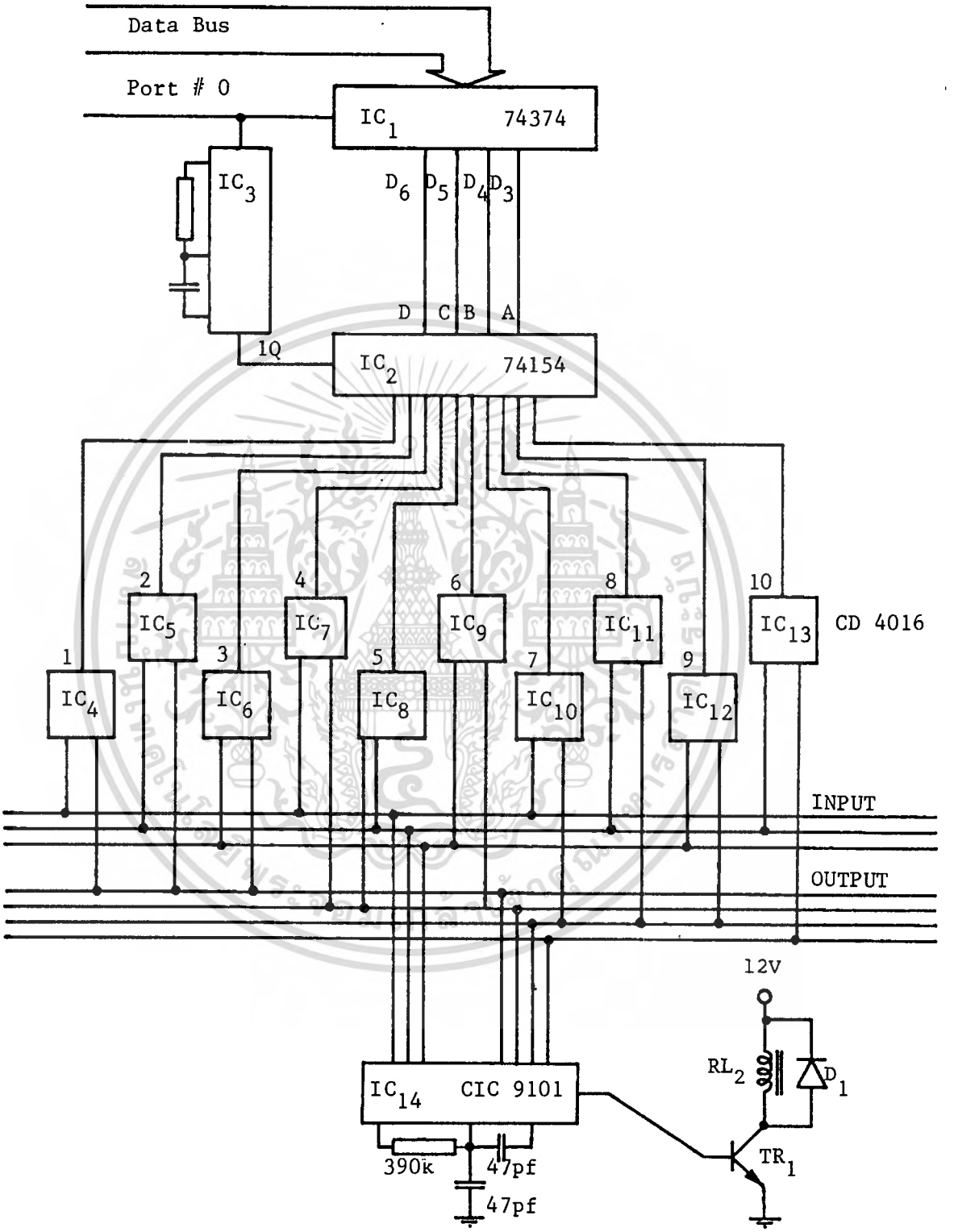
รูป 5.1 แสดงวงจร Hold line

5.3 ส่วนวงจรสร้างสัญญาณพัลส์

วงจรสร้างสัญญาณพัลส์ จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณพัลส์เพื่อส่งออกเมื่อต้องการติดต่อกับโทรศัพท์ภายนอก วงจรสร้างสัญญาณพัลส์ถูกควบคุมการทำงานโดยวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ วงจรที่ใช้งานจริงเป็นดังรูปที่ 5.2

จากวงจรรูปที่ 5.2 ไอซี 1 จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ โดยตำแหน่งของไอซี 1 จะอยู่ที่ตำแหน่งพอร์ทหมายเลข 0 ที่ควบคุมโดยวงจรถอดระหัส ข้อมูลที่ได้รับจากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบจะเป็นระหัสเลขไบนารีแบบ BCD ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งข้อมูล D_3, D_4, D_5 และ D_6 ข้อมูลที่ไอซี 1 ได้รับจะส่งไปให้ไอซี ซึ่งทำหน้าที่ถอดระหัสเลขไบนารีที่ได้ ส่วนไอซี 3 จะทำหน้าที่หน่วง (delay) เวลาในการถอดระหัสของไอซี 2 ซึ่งช่วงเวลาของการหน่วงหาได้จากสมการที่ 4.1 เอาท์พุทของไอซี 2 ที่ได้จะไปควบคุมการทำงานของไอซี 4 ถึงไอซี 13 ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



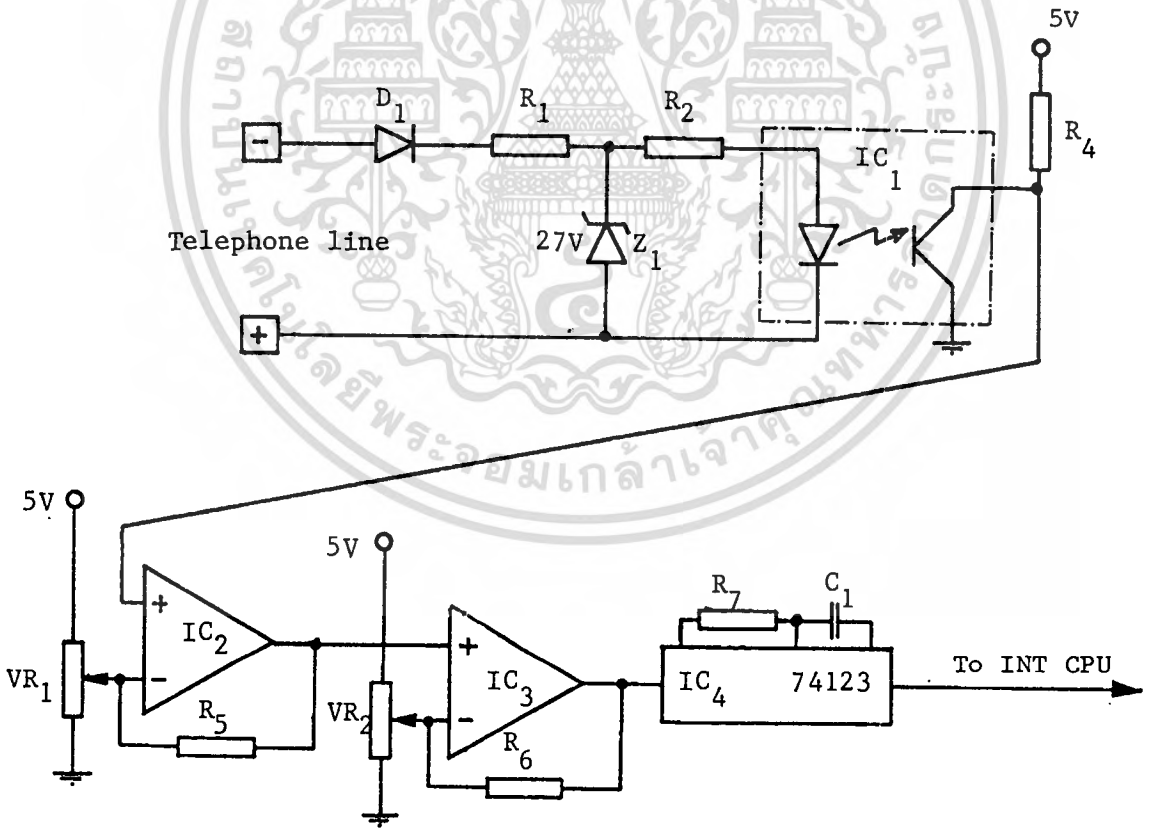
รูป 5.2 แสดงรูปวงจรสร้างสัญญาณพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนพัลส์ที่ต้องการส่งออกจาก 1 พัลส์ถึง 10 พัลส์ตามลำดับ ไอซี 4 ถึง 13 นี้จะต่อกันอยู่ในลักษณะเป็นแมททริก (Matrix) ซึ่งมีอินพุทอยู่ 3 แถวและเอาท์พุทอยู่ 4 แถว ดังแสดงในวงจร ซึ่งไอซี 4 ถึง 13 นี้เป็นอนาลอกสวิช (Analog Switch) อินพุทและเอาท์พุทของไอซี 4 ถึง 13 นี้จะต่อกับไอซี 14 ซึ่งเป็นวงจรสร้างพัลส์ ดัลส์ที่ถูกส่งออกมาจะนำไปขับทรานซิสเตอร์ TR_1 ซึ่งทำหน้าที่ขับรีเลย์ (Relay) RL_2 จะทำให้รีเลย์ RL_2 ทำงานเป็นจังหวะตามจำนวนพัลส์ไปด้วย สำหรับหน้าสัมผัสของรีเลย์ RL_2 จะมีกาต่อวงจรดังรูป 5.1

5.4 ส่วนวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก

วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบเฉพาะสัญญาณเรียกที่เกิดขึ้นจากการติดต่อจากสายโทรศัพท์ภายนอกเท่านั้น เมื่อมีการเรียกจากภายนอกวงจรนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณส่งไปให้วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบทราบว่ามีการเรียกจากภายนอกเข้ามา วงจรที่ใช้งานจริงเป็นดังรูปที่ 5.3



รูป 5.3 แสดงรูปวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรูปที่ 5.3 การต่อวงจรเข้ากับสายโทรศัพท์ภายนอกจะต้องตรวจสอบศักดาไฟฟ้าของสายโทรศัพท์โดยให้ศักดาไฟฟ้าลบต่อเข้ากับไดโอด (diode) D_1 ซึ่งทำหน้าที่กันกระแสไฟไหลผ่านวงจร เมื่อไม่มีสัญญาณเรียก เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาศักดาไฟฟ้าที่เป็นบวกจะสามารถไหลผ่านไดโอด D_1 เข้าไปได้ สัญญาณเรียกที่สามารถผ่านเข้าไปจะมีศักดาไฟฟ้าตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด (Zener diode) Z_1 ประมาณ 27 โวลท์ และส่วนที่เกินจะถูกส่งเข้าไปให้ไอซี 1 ทางด้านรับซึ่งเป็น opto-transducer โดยมีความต้านทาน R_2 ทำหน้าที่กำหนด (limit) กระแสที่ส่งเข้าไป เมื่อไอซี 1 มีอินพุทเข้าก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทางด้านเอาท์พุททำงาน ซึ่งจะทำให้เกิดศักดาไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทาน R_4 ค่าศักดาไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทาน R_4 นี้จะเป็นอินพุทของไอซี 2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรเปรียบเทียบศักดาไฟฟ้า (voltage comparator) ค่าศักดาเปรียบเทียบจะสามารถปรับได้จากค่าความต้านทาน VR_1 ไอซี 2 นี้มีค่าความต้านทาน R_5 ทำหน้าที่เป็นวงจรป้อนกลับ (feedback) ซึ่งจะทำให้วงจรเปรียบเทียบศักดาไฟฟ้านี้มีการทำงานเป็นแบบฮีสเตอร์รีซิส (Hysterresis) เนื่องจากเอาท์พุทของไอซี 2 นี้จะเป็นพัลส์ที่มีความถี่เท่ากับสัญญาณเรียก ส่วนไอซี 3 ที่ใช้ทำหน้าที่เหมือนกับไอซี 2 ซึ่งใช้เพื่อลดปัญหาสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น และใช้ไอซี 4 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรรีทริกเกรเบิ้ล (retriggrable) โมโนสเตเบิ้ลทำการรวมให้เป็นพัลส์ลูกเดียวกัน พัลส์ที่ได้จากไอซี 4 นี้จะส่งเป็นสัญญาณอินเทอร์รัพ (interrupt) ให้วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งจะทำให้ทราบว่ามีการเรียกจากภายนอกเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ

6.1 บทนำ

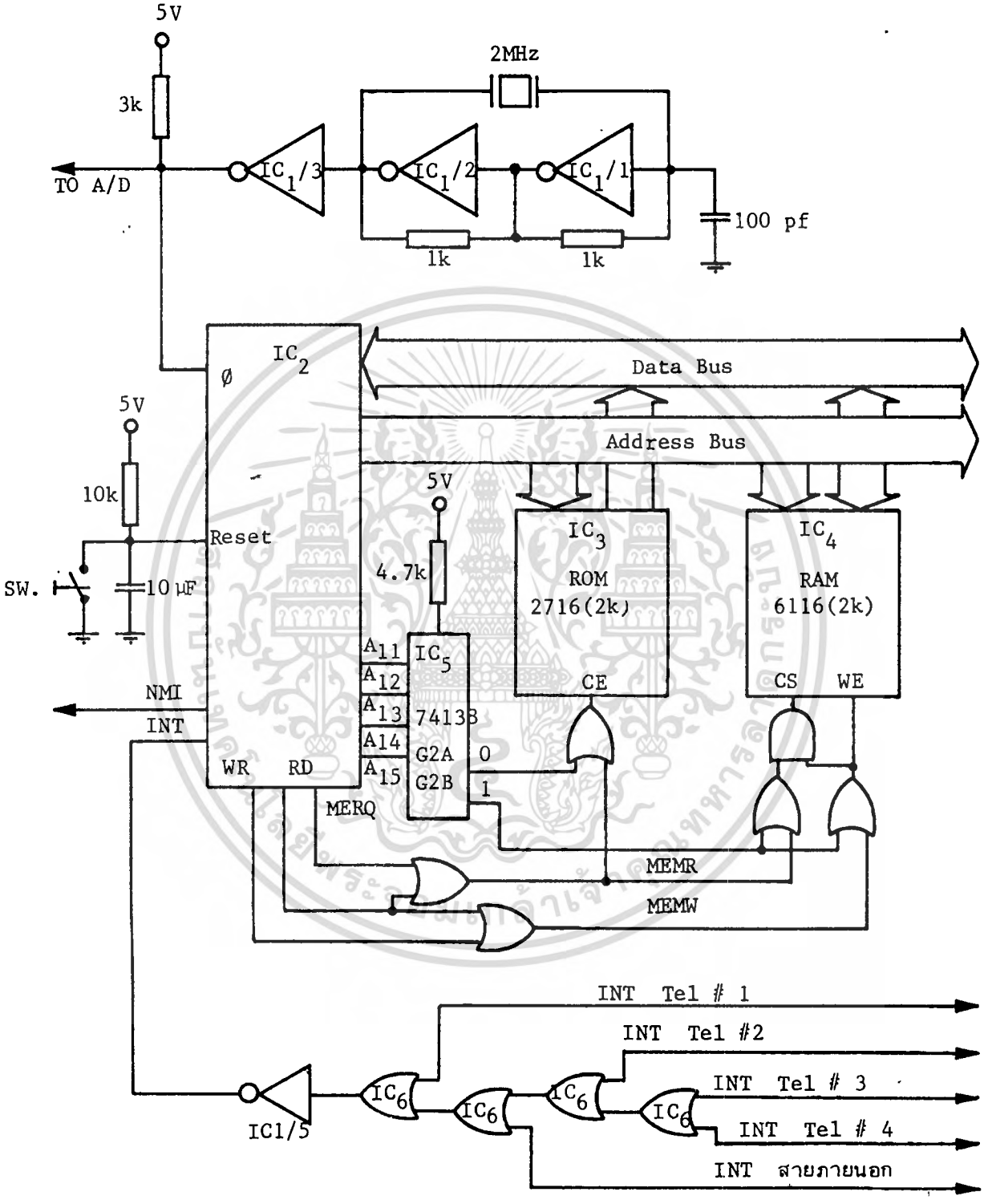
ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ เป็นส่วนที่สำคัญที่สุด ระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น เพราะเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของวงจรส่วนอื่น ๆ โดยทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะของเครื่องโทรศัพท์ ควบคุมการจ่ายสัญญาณโทรศัพท์และควบคุมการติดต่อของเครื่องโทรศัพท์ ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ ส่วนโปรแกรม (Program) สำหรับควบคุมการทำงานจะได้ได้กล่าวไว้ในบทที่ 9 วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบนี้สามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้คือวงจรหน่วยประมวลผล (central processing unit ; CPU) วงจรหน่วยความจำ (memory) วงจรสัญญาณอันเตอร์รัพ (interrupt) และวงจรถอดระหัส (decoder)

6.2 วงจรหน่วยประมวลผล วงจรหน่วยความจำ และวงจรสัญญาณอินเตอร์รัพ

ในส่วนของวงจรนี้จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) เบอร์ Z 80A ทำหน้าที่เป็นวงจรประมวลผล สัญญาณนาฬิกาที่ใช้สำหรับวงจรนี้จะใช้ที่ความถี่ 2 เมกะเฮิร์ท (2 MHz) และในส่วนวงจรหน่วยความจำจะใช้หน่วยความจำแบบ ROM (read only memory) ขนาด 2 กิโลไบท์ (2^{1} k byte) สำหรับเก็บโปรแกรมเบื้องต้นสำหรับหน่วยประมวลผล และหน่วยความจำแบบ RAM (random access memory) ขนาด 2 กิโลไบท์สำหรับเก็บข้อมูลและโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงาน วงจรที่ใช้ดังแสดงในรูปที่ 6.1

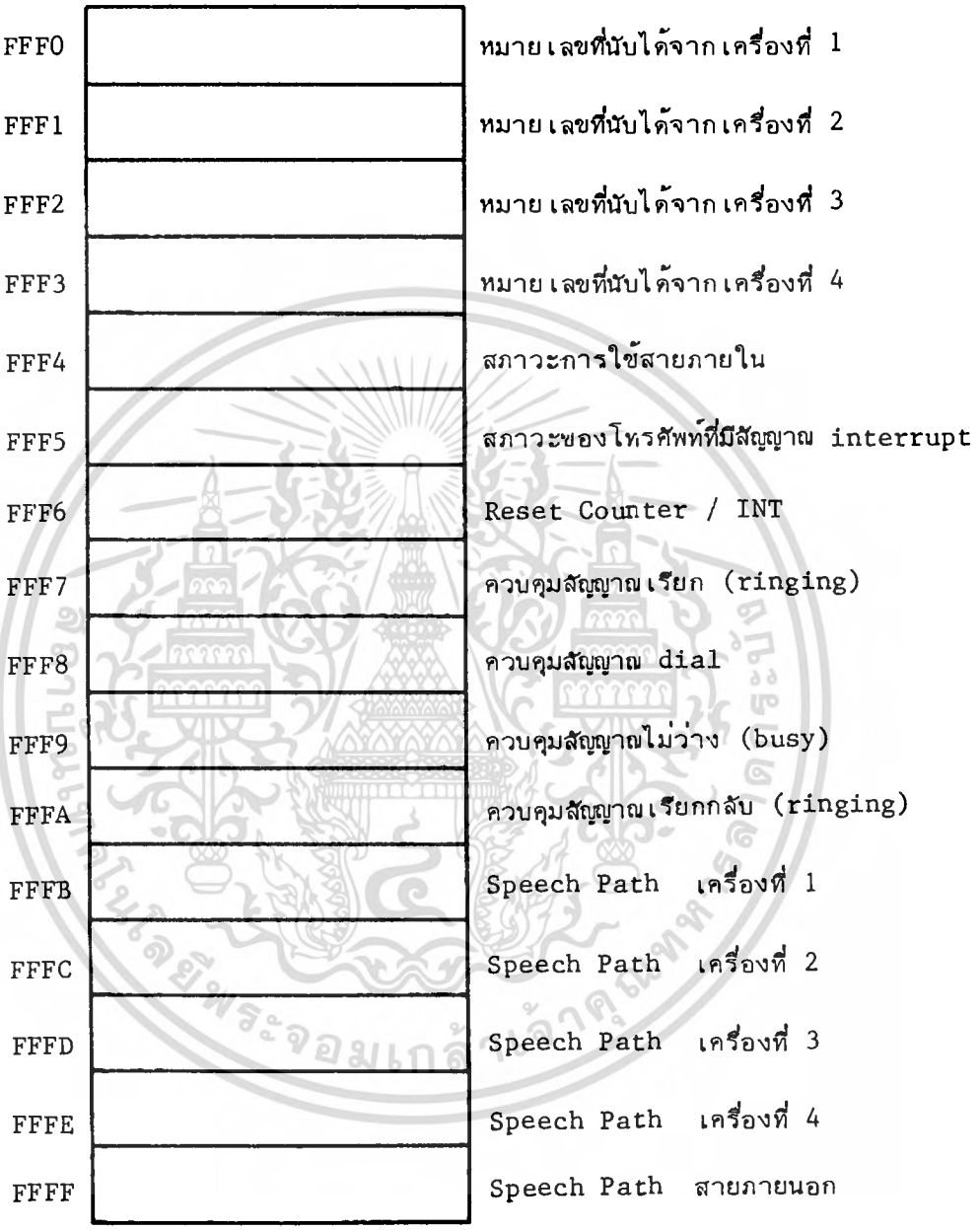
จากวงจรในรูปที่ 6.1 ไอซี 1 จะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณนาฬิกา (clock) ซึ่งมีแร่ผลึก (crystal) ทำหน้าที่ควบคุมความถี่ สัญญาณนาฬิกาที่ผลิตได้มีความถี่ 2 เมกะเฮิร์ท (2 MHz) สำหรับจ่ายให้วงจรหน่วยประมวลผล และวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ส่วนไอซี 2 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z80 ทำหน้าที่เป็นวงจรหน่วยประมวลผล โดยมีโปรแกรมควบคุมการทำงานซึ่งเก็บไว้ในไอซี 3 และไอซี 4 ไอซี 3 ที่ใช้เป็นวงจรหน่วยความจำแบบ ROM เบอร์ 2716 ที่มีความจุขนาด 2 กิโลไบท์และไอซี 4 ที่ใช้เป็นหน่วยความจำแบบ RAM เบอร์ 6116 ที่มีความจุขนาด 2 กิโลไบท์ ตำแหน่งของไอซี 3 และ 4 จะถูกระบุโดยวงจรถอดระหัสไอซี 5 ซึ่งกำหนดให้ไอซี 3 เก็บข้อมูลไว้ที่ตำแหน่ง 0000 ถึงตำแหน่ง 07FF และไอซี 4 เก็บข้อมูลไว้ที่ตำแหน่ง 0800 ถึงตำแหน่ง 0FFF เนื่องจากไอซี 3 ที่ใช้เป็นหน่วยความจำแบบ ROM สัญญาณควบคุมจากวงจรหน่วยประ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.1 แสดงรูปวงจรหน่วยประมวลผล วงจรหน่วยความจำ และวงจรรับสัญญาณอินเตอร์รัพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.2 แสดงการใช้ตำแหน่งของหน่วยความจำมาทำหน้าที่เป็นอินพุทและเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มวลผลที่ใช้จึง เป็นสัญญาณ $\overline{RD}$ และ $\overline{MERQ}$ สหรับควบคุมการอ่านข้อมูล ส่วนไอซี 4 เป็นหน่วยความจำแบบ RAM สัญญาณควบคุมจากวงจรหน่วยประมวลผลที่ใช้จึง เป็นสัญญาณ $\overline{RD}$ และ $\overline{MERQ}$ สำหรับควบคุมการอ่านข้อมูล สัญญาณ $\overline{WR}$ และ $\overline{MERQ}$ สำหรับควบคุมการ เขียนข้อมูล

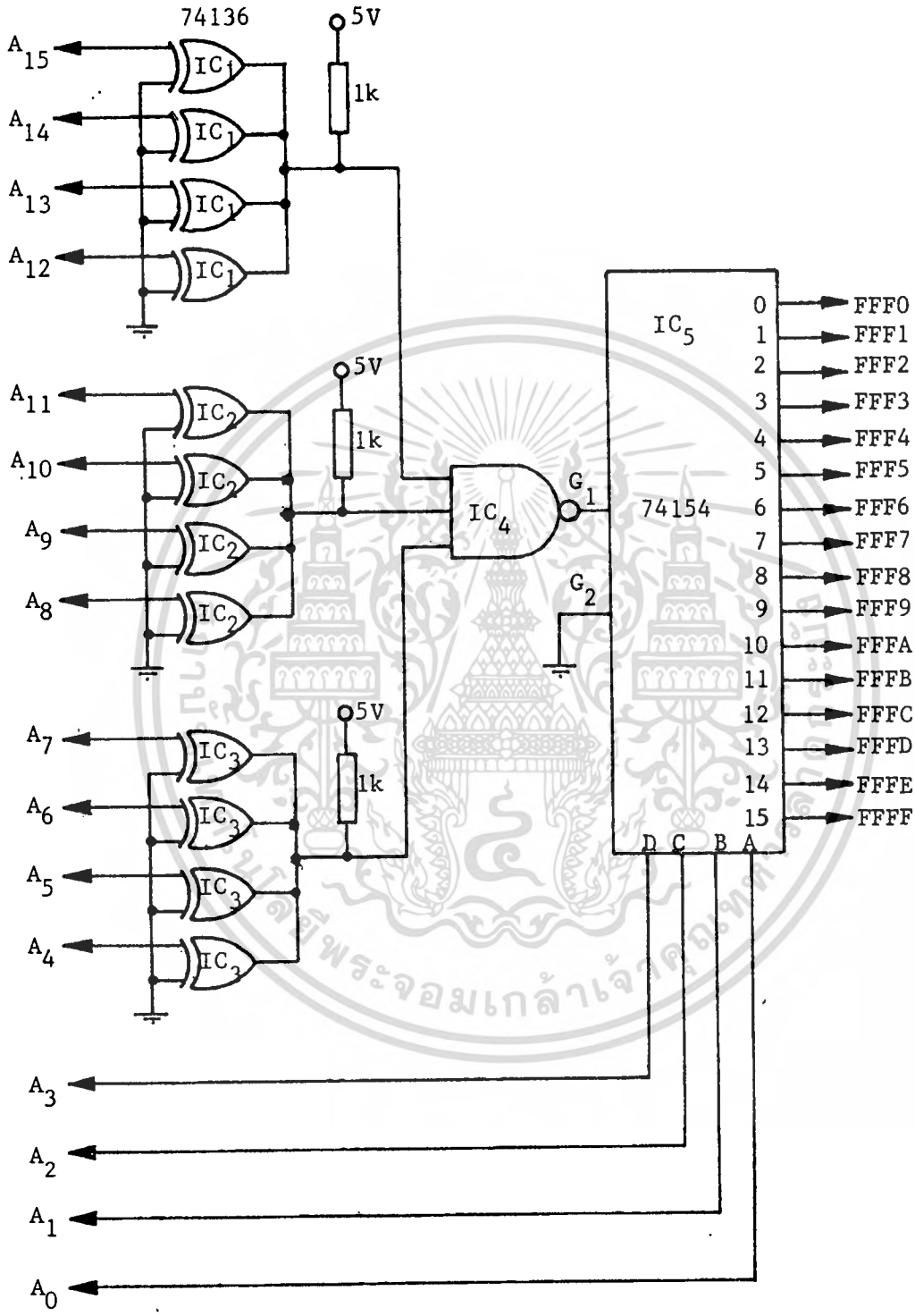
ส่วนการรับสัญญาณอิน เตอร์รัพ (interrupt) จะมีไอซี 6 และไอซี 1/5 ซึ่งต่อดังแสดงในรูปที่ 6.1ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งมาจากวงจร เชื่อมต่อโทรศัพท์ภายใน เครื่องต่าง ๆ และจากวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายนอก เพื่อแสดงการนับ เสร็จของวงจรนับพัลส์ และวงจรตรวจสอบสัญญาณ เรียก เมื่อมีการใช้วงจรประมวลผลทราบ เพื่อทำการประมวลผลต่อไป ส่วนสัญญาณ $\overline{NMI}$ วงจรหน่วนประมวลผลจะได้รับจากวงจร เปลี่ยนสัญญาณอนาลอก เป็นสัญญาณดิจิตอล

6.3 วงจรถอดระหัส

วงจรถอดระหัสจะทำหน้าที่ เป็นตัวกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ของอินพุท (input) และ เอาท์พุท (output) ที่ได้จากวงจรส่วนต่าง ๆ ซึ่งตำแหน่งของอินพุทที่ใช้งานมีทั้งที่ตำแหน่งความจำซึ่งสัญญาณ $\overline{RD}$ ควบคุมในการใช้ เป็นตำแหน่งอินพุท และสัญญาณ $\overline{WR}$ ควบคุมในการใช้ เป็นตำแหน่ง เอาท์-พุท ส่วนตำแหน่งอินพุทและ เอาท์พุทอีกอย่างที่ใช้จะ เป็นตำแหน่งของพอร์ท (port) ซึ่งมีสัญญาณ $\overline{I/O}$ เป็นสัญญาณควบคุมการกำหนดตำแหน่งอินพุทและ เอาท์พุทที่ใช้ตำแหน่งหน่วนความจำดังแสดงในรูปที่ 6.2 และการกำหนดตำแหน่งอินพุทและ เอาท์พุทที่ใช้ตำแหน่งของพอร์ทดังแสดงในรูปที่ 6.3 ส่วนวงจรถอดระหัสที่ใช้ตำแหน่งหน่วยความจำแสดงในรูปที่ 6.4 และวงจรถอดระหัสที่ใช้ตำแหน่งของพอร์ทดังแสดงในรูปที่ 6.5

รูป 6.3 แสดงตำแหน่งของ เอาท์พุทพอร์ทที่ใช้งาน

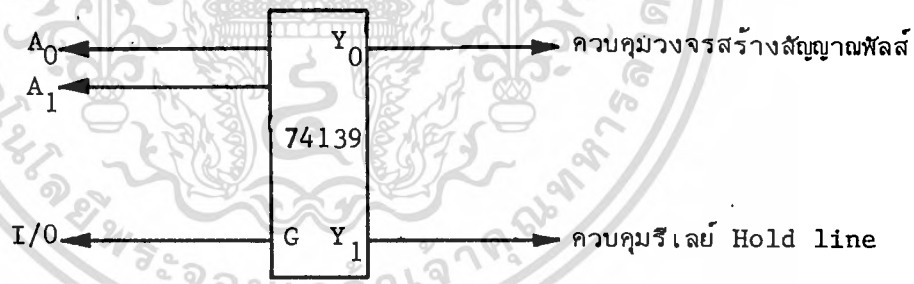
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.4 แสดงรูปวงจรถอดระหัสตำแหน่งอินพุทและ เอาท์พุทที่ใช้ตำแหน่งของหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรูปที่ 6.4 บัสตำแหน่ง (Address Bus) ที่ตำแหน่ง A_4 ถึงตำแหน่ง A_{15} จะต่อกับไอซี 1, ไอซี 2 และไอซี 3 ซึ่งเป็น Exclusive OR ซึ่งมีอินพุทอีกขาหนึ่งของแต่ละตัวต่อลงกราวด์ (ground) และเนื่องจากไอซีที่ใช้มีเอาท์พุทเป็นแบบ open collector จึงสามารถต่อรวมกันได้ โดยมีค่าความต้านทาน 1 กิโลโอห์ม (1 kΩ) ต่อไว้เพื่อไบอัส (bias) ให้แก่ทรานซิสเตอร์ ดังแสดงในรูป ดังนั้นเมื่อบัสตำแหน่ง (Address Bus) ที่ตำแหน่ง A_4 ถึงตำแหน่ง A_{15} มีลอจิกเป็น 1 ทั้งหมดก็จะทำให้ไอซี 1, ไอซี 2 และไอซี 3 มีเอาท์พุทเป็นลอจิก 1 ซึ่งเอาท์พุทเหล่านี้จะต่อกับไอซี 4 ซึ่งเป็น NAND gate ก็จะทำให้มีเอาท์พุทเป็นลอจิก 0 นั่นคือไอซี 4 จะให้เอาท์พุทที่เป็นลอจิก 0 เมื่อบัสตำแหน่ง (Address Bus) มีข้อมูลอยู่ที่ตำแหน่ง FFFX ซึ่งเอาท์พุทของไอซี 4 จะไปควบคุมการถอดระหัสของไอซี 5 ส่วนอินพุทของไอซี 5 จะรับข้อมูลจากบัสตำแหน่ง (Address Bus) ที่ตำแหน่ง A_0 ถึงตำแหน่ง A_3 ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลก็จะทำให้เอาท์พุทของไอซี 5 มีการถอดระหัสตำแหน่งของหน่วยความจำขึ้น โดยทำการถอดระหัสตำแหน่ง FFF0 ถึงตำแหน่ง FFFF เอาท์พุทที่ได้จะไปควบคุมการรับและส่งข้อมูลของวงจรต่าง ๆ โดยทำงานร่วมกับสัญญาณ RD เมื่อทำการรับข้อมูลและสัญญาณ WR เมื่อทำการส่งข้อมูล ตำแหน่งของอินพุทและเอาท์พุทที่ใช้ดังแสดงในรูปที่ 6.2



รูป 6.5 แสดงรูปวงจรถอดระหัสที่ใช้ตำแหน่งของพอร์ท

จากวงจรรูปที่ 6.5 ไอซีที่ใช้เป็นไอซีวงจรถอดระหัส (decoder) โดยรับข้อมูลจากบัสตำแหน่ง (Address Bus) โดยรับจากตำแหน่ง A_0 กับ A_1 โดยมีสัญญาณ I/O จากวงจรหน่วยประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานร่วมกับสัญญาณ RD ในกรณีที่เป็นอินพุทพอร์ท และทำงานร่วมกับสัญญาณ WD ในกรณีที่เป็นเอาท์พุทพอร์ท ตำแหน่งของพอร์ทที่ใช้ดังแสดงในรูปที่ 6.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

ส่วนทางผ่านสัญญาณเสียงพูด

7.1 บทนำ

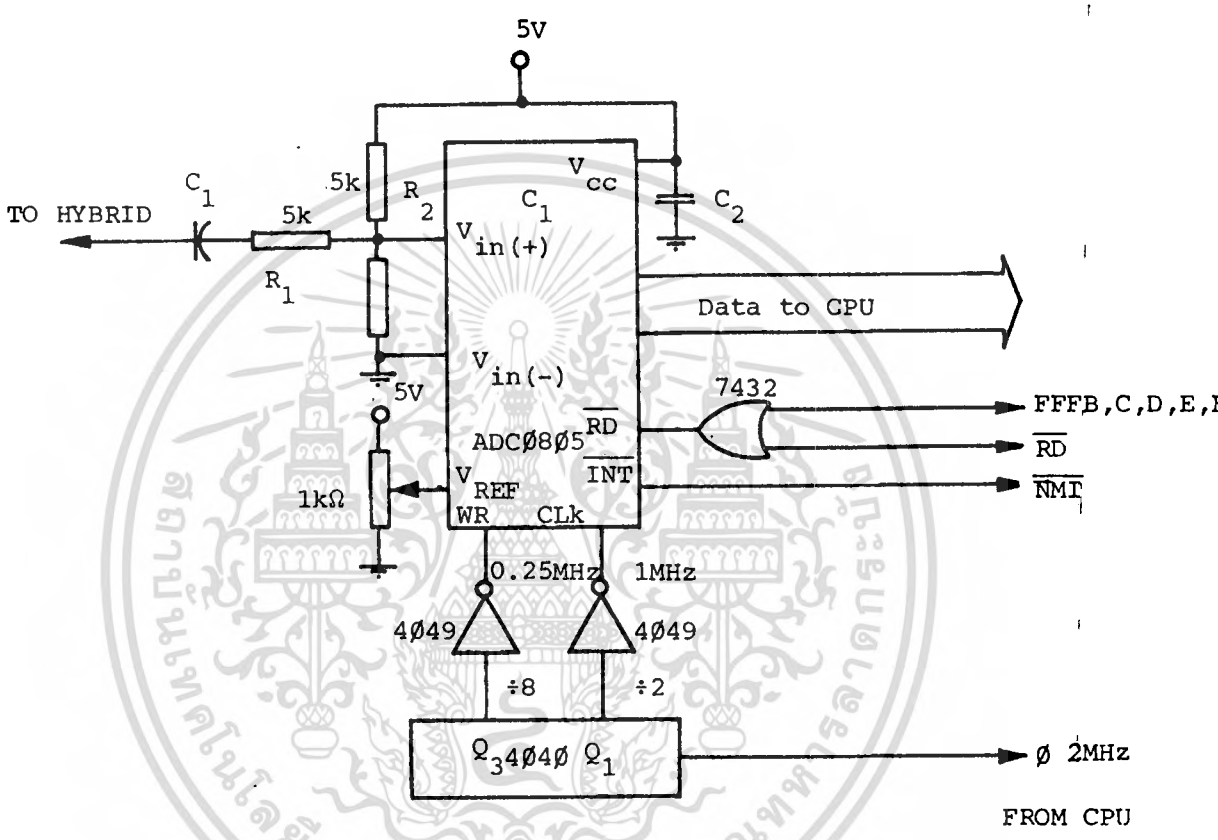
ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นทางผ่านสัญญาณเสียงพูด (speech path) นี้จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านสัญญาณเสียงในการติดต่อจากโทรศัพท์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งที่ต้องการได้ ทางผ่านสัญญาณเสียงพูดที่ใช้ในระบบเป็นแบบดิจิตอล (digital speech path) ที่มีการทำงานเป็นแบบ TIME SWITCH ซึ่งมีหลักการทำงานดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ในส่วนทางผ่านสัญญาณเสียงพูดนี้สามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอก (analog signal) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (digital signal) ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอก และส่วนที่ทำหน้าที่เป็นไฮบริด (hybrid)[9]

7.2 ส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล[17]

ในส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลนี้จะใช้ไอซีเบอร์ ADC 0805 ซึ่งเป็นไอซี A/D (analog to digital convertor) ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณ ซึ่งมีวงจรที่ใช้งานเป็นดังรูปที่ 7.1

จากวงจรดังรูปที่ 7.1 ไอซี A/D ที่ใช้จะเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกที่ได้จากเครื่องโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิท สำหรับการรับสัญญาณอนาลอกจะมีความต้านทาน R_1 เป็นตัวกำหนดความต้านทานอินพุท (input impedance) โดยมีความต้านทาน R_2 และ R_3 ทำหน้าที่ปรับแรงดันเปรียบเทียบให้กับอินพุท ซึ่งจะกำหนดให้ค่าของสัญญาณอนาลอกที่เข้ามาเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 5 โวลท์ ($5V_{p-p}$) เท่านั้น ส่วนค่าความต้านทาน R_4 จะทำหน้าที่ปรับระดับแรงดันเปรียบเทียบสำหรับการ Quantize ซึ่งในการใช้งานจะปรับไว้ที่ 2.5 โวลท์ ไอซี A/D ที่ใช้สามารถป้อนสัญญาณนาฬิกาได้ถึง 1.46 เมกะเฮิร์ท (1.46 MHz) ซึ่งในการใช้งานจริงจะใช้สัญญาณนาฬิกา (clock) ขนาด 1 เมกะเฮิร์ท (1 MHz) โดยนำสัญญาณนาฬิกา (clock) จากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบที่มีขนาด 2 เมกะเฮิร์ท (2 MHz) มาหารโดยใช้ไอซีเบอร์ 4040 ซึ่งเป็นวงจรหารให้มีขนาด 1 เมกะเฮิร์ท และ 0.25 เมกะเฮิร์ท สำหรับสัญญาณที่มีขนาด 0.25 เมกะเฮิร์ทนี้จะเป็นสัญญาณ WR ให้แก่ไอซี A/D สำหรับการเปลี่ยนแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลของไอซี A/D นี้จะใช้เวลาใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 7.1 แสดงรูปวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอก (analog signal) เป็นสัญญาณดิจิตอล (digital signal)

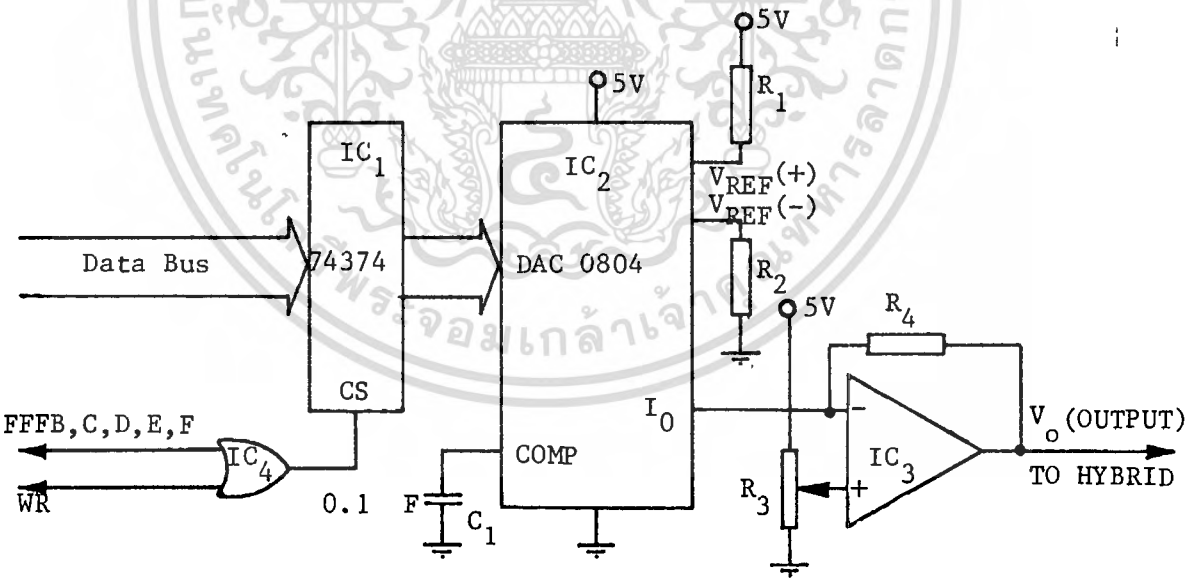
การเปลี่ยนสัญญาณ (conversion time) 100 ไมโครวินาที (μs) ทำให้มีอัตราการสุ่มสัญญาณ (sampling rate) ขนาด 10 กิโลเฮิร์ท (10 kHz) ซึ่งเพียงพอสำหรับเสียงทางโทรศัพท์ที่มีขนาดความกว้างสัญญาณ (band width) ไม่เกิน 4 กิโลเฮิร์ท (4 kHz) เมื่อไอซี A/D เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเสร็จก็จะส่งสัญญาณ INT (interrupt) ออกมา ซึ่งสัญญาณ INT นี้จะนำไปเป็นสัญญาณ NMI (nonmaskable interrupt) ให้วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบทราบ เนื่องจากเอาท์พุทของไอซี A/D นี้เป็น TRI-STATE output latches จึงสามารถต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้โดยต่อได้โดยตรงกับบัสข้อมูล (data bus) ได้ สำหรับการควบคุมการอ่านข้อมูล วงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบและส่งสัญญาณ RD และสัญญาณที่ได้จากวงจรถอดระหัส (decoder) ที่ระบุตำแหน่งของเครื่องโทรศัพท์มาเป็นสัญญาณ RD สำหรับไอซี A/D ซึ่งเมื่อมีการอ่านข้อมูลจะทำให้รีเซ็ท (reset) สัญญาณ INT ของไอซี A/D เพื่อที่จะเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลใหม่อีกครั้ง สำหรับตำแหน่งไอซี A/D ของเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกระบุโดยตำแหน่งหน่วยความจำ (memory locations) ซึ่งกำหนดไว้ดังรูปที่ 6.2

7.3 ส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก

ในวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณที่เป็นสัญญาณดิจิตอลให้กลับมาเป็นรูปสัญญาณอนาลอกเพื่อที่จะส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ ในส่วนวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกนี้จะใช้ไอซีเบอร์ DAC 0804 ซึ่งเป็นไอซี D/A (digital to analog convertor) ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณ ซึ่งมีวงจรที่ใช้งานเป็นดังรูปที่ 7.2



รูป 7.2 แสดงรูปวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอล (digital signal) เป็นสัญญาณอนาลอก (analog signal)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรดังรูปที่ 7.2 ในวงจรส่วนนี้ไอซี 1 จะทำหน้าที่รับข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิตอล จากบัสข้อมูล (data bus) โดยมีสัญญาณ WR และสัญญาณที่ได้จากวงจรถอดระหัส (decoder) ที่ระบุตำแหน่งของเครื่องโทรศัพท์จากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ มาเป็นสัญญาณควบคุมการรับข้อมูลของไอซี 1 สำหรับตำแหน่งการรับข้อมูลของเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกระบุโดยตำแหน่งหน่วยความจำ (memory locations) ซึ่งกำหนดไว้ดังรูปที่ 6.2 เมื่อไอซี 1 รับข้อมูลแล้วจะส่งข้อมูลไปให้ไอซี 2 ซึ่งเป็นไอซี D/A ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอก สัญญาณอนาลอกที่ได้จะมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 5 โวลท์ ($5V_{p-p}$) ซึ่งสามารถปรับระดับการเปลี่ยนแปลงนี้ได้จากค่า V_{REF} (+) และ V_{REF} (-) ซึ่งได้จากสมการที่ 7.1

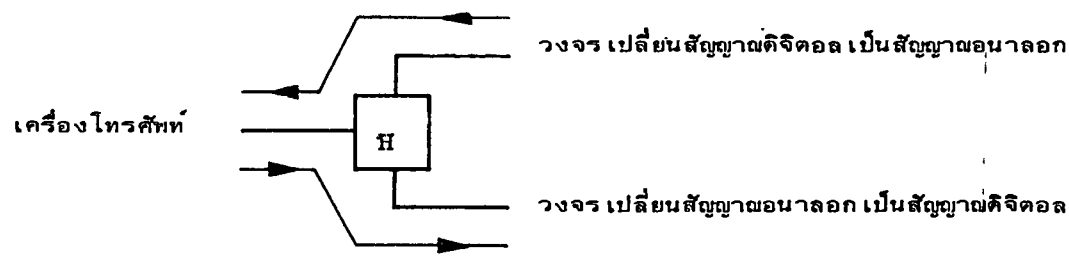
$$V_{output} = V_{REF} \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \ldots\ldots\ldots \frac{A_8}{256}\right) \qquad (7.1)$$

สำหรับ A = 1 เมื่อเป็น high level และ A = 0 เมื่อเป็น low level

สัญญาณอนาลอกที่ได้จะส่งไปให้ไอซี 3 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ (Buffer) ซึ่งสามารถปรับระดับแรงดันเปรียบเทียบได้จากค่าความต้านทาน R_3 ในการใช้งานจะปรับไว้ที่ 2.5 โวลท์เพื่อให้ค่าเอาท์พุทเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0 โวลท์ถึง 5 โวลท์ สัญญาณอนาลอกที่ได้นี้จะถูกส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ที่ต้องการได้

7.4 ส่วนวงจรไฮบริด (Hybrid)

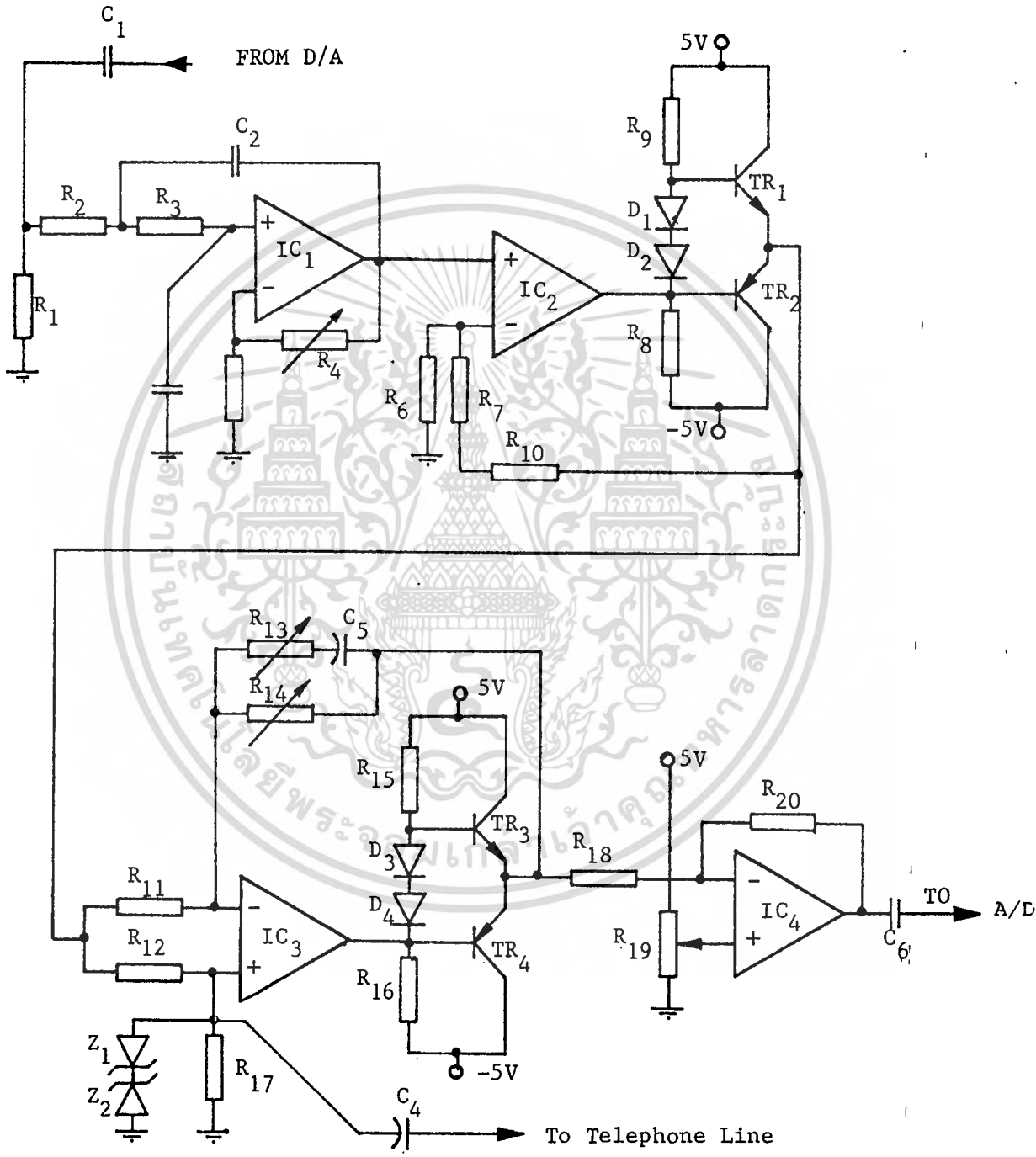
ไฮบริดที่ใช้นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวแยกสัญญาณโดยกำหนดทิศทางการการรับและส่งสัญญาณในรูปที่ 7.3 ซึ่งจะรับสัญญาณอนาลอกจากเครื่องโทรศัพท์แล้วส่งไปให้วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล และจะรับสัญญาณอนาลอกที่ได้จากวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกแล้วส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ และทำหน้าที่กันไม่ให้สัญญาณอนาลอกที่ได้จากวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกถูกส่งไปยังวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล



รูป 7.3 แสดงการทำงานของไฮบริด (Hybrid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮบริดที่ใช้ในระบบชุมสายโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้นจะใช้ไฮบริดอีเล็กทรอนิกส์แทนการใช้ไฮบริดประเภทขด
ลวด [16] ซึ่งไฮบริดที่ใช้จะเป็นลักษณะต่อวงจรย่อยรวมกัน (discrete) ดังแสดงในรูปที่ 7.4 [18,19,21,2



รูป 7.4 แสดงรูปวงจรไฮบริดอีเล็กทรอนิกส์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรูปที่ 7.4 สัญญาณอนาลอกจากวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกจะถูกส่งไปให้ไอซี 1 โดยมีคาปาซิเตอร์ C_1 ทำหน้าที่กันกระแสไฟตรง (dc) จากวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งไอซี 1 นี้จะทำหน้าที่เป็นวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (low pass filter) ที่มีช่วงของการกรองความถี่ (cut off frequency) อยู่ที่ 3.4 กิโลเฮิซ์ท (3.4kHz) สัญญาณที่ได้จากเอาท์พุทของไอซี 1 จะถูกส่งไปให้ยังไอซี 2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณแบบ non-inverting โดยมีทรานซิสเตอร์ TR_1 และ TR_2 ทำหน้าที่ขยายกระแสของสัญญาณซึ่งต่อกันแบบ complementary สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากไอซี 2 นี้จะถูกส่งไปให้ยังไอซี 3 ซึ่งเป็นวงจรไฮบริด (Hybrid) ซึ่งมีการทำงานเป็นแบบdifference amplifier จะทำให้ไม่มีสัญญาณออกมาเมื่อรับสัญญาณจากวงจรขยายสัญญาณไอซี 2 โดยมีค่าความต้านทาน R_{14} ทำหน้าที่ปรับกระแสรั่วไหล (leak) ทางกระแสตรง (dc) และมีค่าความต้านทาน R_{13} ค่าคาปาซิเตอร์ C_5 ทำหน้าที่ปรับกระแสรั่วไหล (leak) ทางกระแสสลับ (ac) ดังนั้นจึงมีเฉพาะค่าศักดาไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทาน R_{17} เพื่อที่จะส่งสัญญาณไปให้เครื่องโทรศัพท์ สำหรับคาปาซิเตอร์ C_4 จะทำหน้าที่กันกระแสไฟตรงที่จ่ายให้เครื่องโทรศัพท์ไม่ให้รบกวนวงจรไฮบริด และยังมีซีเนอร์ไดโอด (Zener diode) Z_1 และ Z_2 ทำหน้าที่กันพัลส์ (pulse) ที่เกิดจากการหมุนหน้าปัทโทรศัพท์มารบกวนวงจร ในกรณีที่มีสัญญาณเสียงจากเครื่องโทรศัพท์เข้ามา ไอซี 3 จะทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณ โดยมีทรานซิสเตอร์ TR_3 และ TR_L ทำหน้าที่ขยายกระแสของสัญญาณซึ่งต่อกันแบบ complementary สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากไอซี 3 จะถูกส่งไปให้ยังไอซี 4 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณแบบ inverting สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากไอซี 4 นี้จะส่งไปให้วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยมีคาปาซิเตอร์ C_6 ทำหน้าที่กันกระแสไฟตรงจากวงจรไฮบริดไปรบกวนวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

ส่วนสร้างสัญญาณโทรศัพท์

8.1 บทนำ

โทรศัพท์โดยทั่วไปจะต้องมีสัญญาณคอยบอกสภาวะของเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งสัญญาณที่ใช้มีอยู่ในระบบ มีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ

1. สัญญาณไดแอล (dial tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่ามีช่องสัญญาณว่าง สัญญาณไดแอลนี้มีความถี่ 400 Hz ส่งออกมาอย่างต่อเนื่อง

2. สัญญาณไม่ว่าง (busy tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าเครื่องโทรศัพท์ที่ติดต่อไปได้ถูกใช้งาน สัญญาณไม่ว่างนี้มีความถี่ 400 Hz ส่งแบบเป็นช่วง ๆ เปิด 1 วินาทีและช่วงปิด 1 วินาที

3. สัญญาณเรียก (ringing tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่ามีการติดต่อมาจากโทรศัพท์เครื่องอื่น สัญญาณเรียกนี้มีความถี่ 20 Hz ส่งแบบเป็นช่วง ๆ เปิด 1 วินาทีและช่วงปิด 3 วินาที โดยมีแรงดันอยู่ในช่วง 75 ถึง 150 โวลท์

4. สัญญาณเรียกกลับ (ring back tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าการเรียกกำลังได้ทำการติดต่อ สัญญาณเรียกกลับนี้มีความถี่ 400 Hz ส่งแบบเป็นช่วง ๆ เปิด 1 วินาที และช่วงปิด 3 วินาที

8.2 วงจรกำเนิดสัญญาณไดแอล (dial tone), สัญญาณไม่ว่าง (busy tone) และสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone)

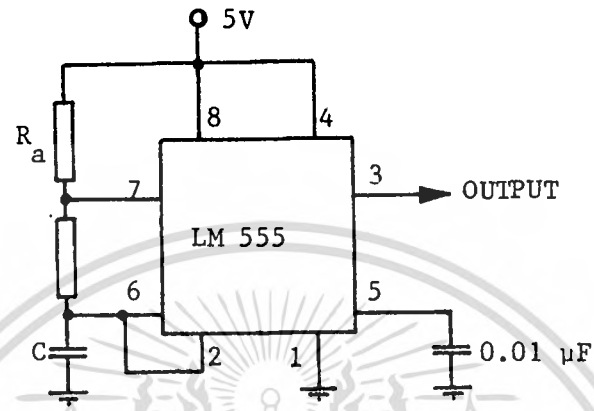
ในวงจรกำเนิดสัญญาณทางโทรศัพท์นี้จะใช้ไอซีเบอร์ LM 555 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรอะสเตเบิ้ลในการกำเนิดสัญญาณความถี่ต่าง ๆ ซึ่งสามารถปรับค่าได้โดยเปลี่ยนค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุ (capacitor) ดังสมการที่ 8.1, 8.2, 8.3 และวงจรรูปที่ 8.1

$$\text{ความถี่} = f = \frac{1}{T} = \frac{1.443}{(R_a + 2R_b)C} \tag{8.1}$$

$$\text{ช่วงเปิด} = t_1 = 0.693\ (R_a + R_b)C \tag{8.2}$$

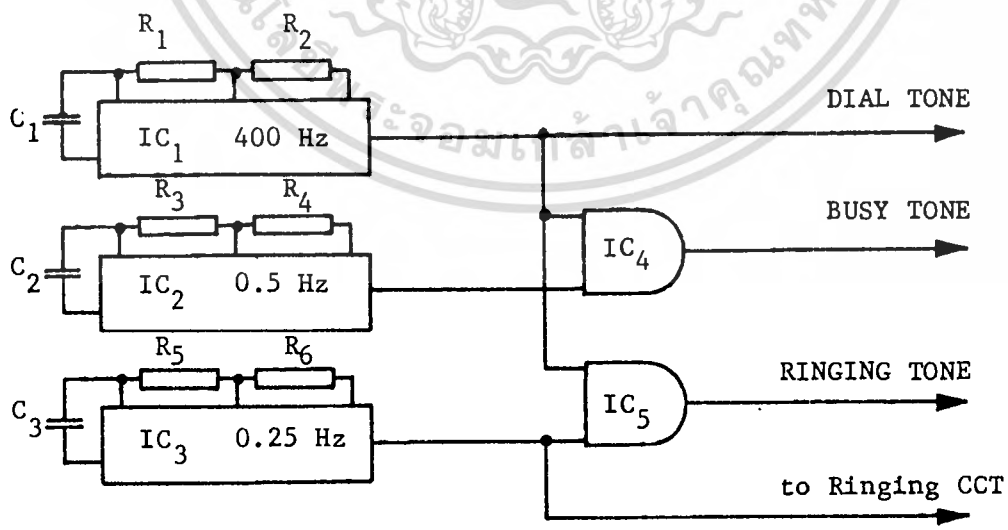
$$\text{ช่วงปิด} = t_2 = 0.693\ R_b C \tag{8.3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



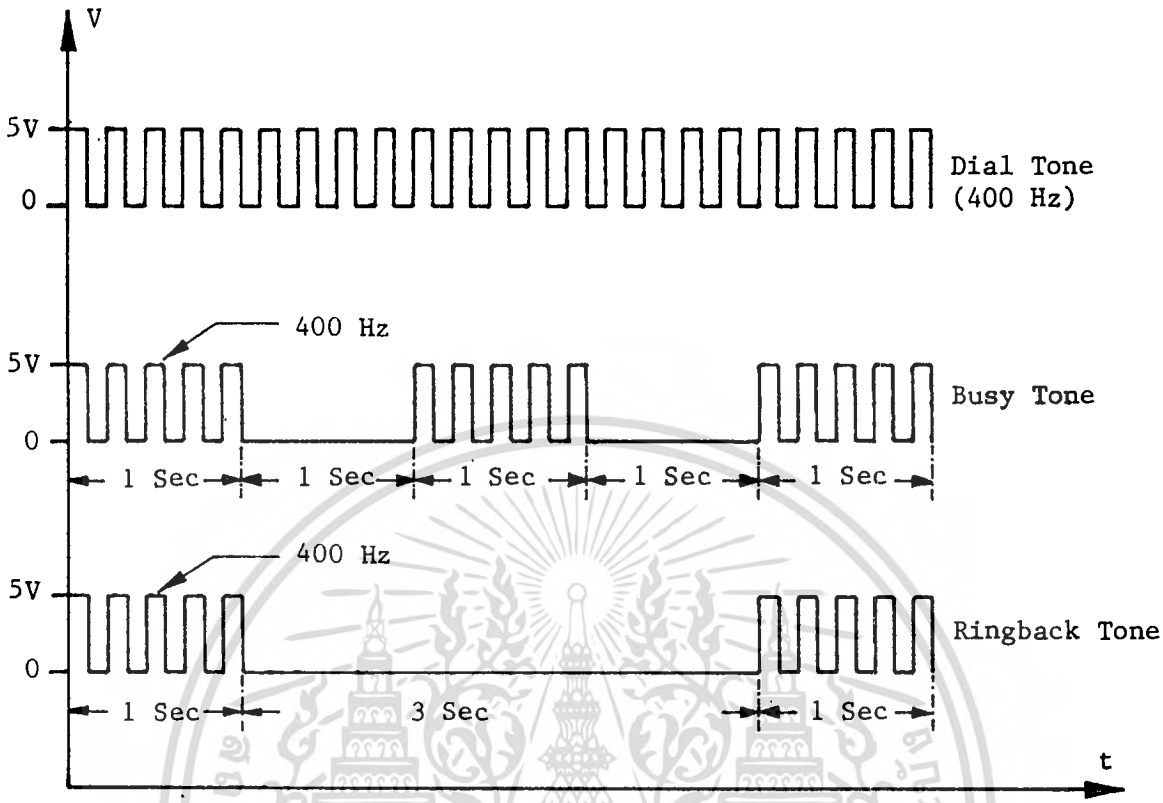
รูป 8.1 แสดงวงจรอะสเตเบิ้ลโดยใช้ไอซีเบอร์ LM 555

ส่วนวงจรที่ใช้กำเนิดสัญญาณไดแอล (dial tone), สัญญาณไม่ว่า (busy tone) และสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone) ที่ใช้งานจริงดังรูปที่ 8.2 และมีรูปสัญญาณดังแสดงในรูปที่ 8.3



รูป 8.2 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณ (dial tone), สัญญาณไม่ว่าง (busy tone) และสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



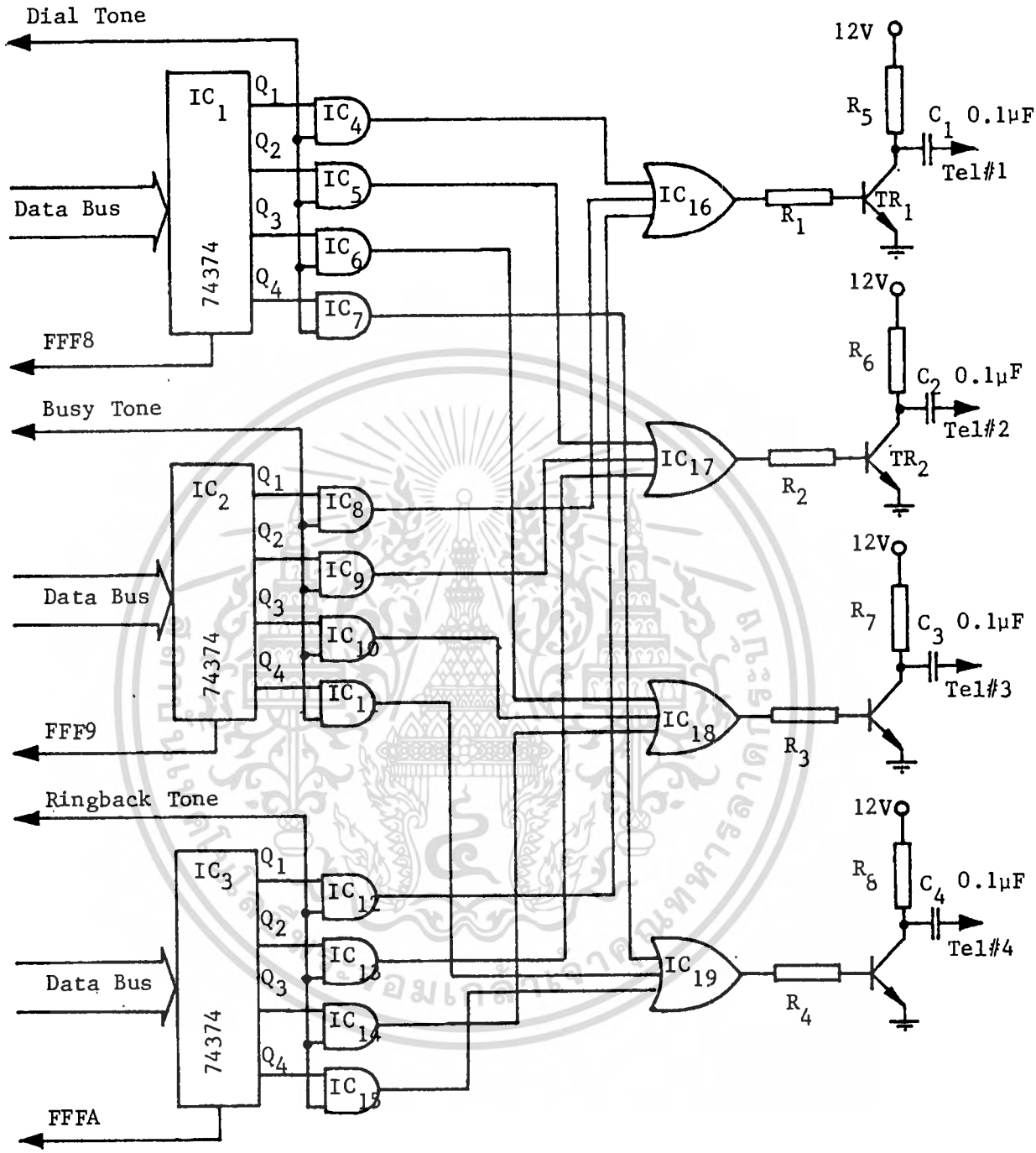
รูป 8.3 แสดงรูปสัญญาณต่าง ๆ ที่ได้จากวงจรที่แสดงในรูปที่ 8.2

จากวงจรรูปที่ 8.2 สัญญาณไดแอล (dial tone) ได้จากสัญญาณที่สร้างขึ้นจากไอซี ซึ่งกำเนิดความถี่ 400 Hz สัญญาณไม่ว่าง (busy tone) ได้จากสัญญาณที่สร้างขึ้นจากไอซี 1 และไอซี 2 ซึ่งนำมา AND กัน และสัญญาณเรียกกลับได้จากสัญญาณที่สร้างขึ้นจากไอซี 1 และไอซี 3 ซึ่งนำมา AND กัน

8.3 วงจรควบคุมการจ่ายสัญญาณไดแอล (dial tone), สัญญาณไม่ว่าง (busy tone) และสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone)

ในการควบคุมการจ่ายสัญญาณต่าง ๆ จะถูกควบคุมการจ่ายโดยวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ โดยจะส่งข้อมูลที่เป็นลอจิก 1 สำหรับการจ่ายสัญญาณ และลอจิก 0 เมื่องดจ่ายสัญญาณ โดยกำหนดให้ข้อมูลสำหรับเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 อยู่ที่ตำแหน่งข้อมูล D_1 และเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 2,3,4 อยู่ที่ตำแหน่งข้อมูล D_2,D_3 และ D_4 ตามลำดับ วงจรที่ใช้ควบคุมการจ่ายสัญญาณจริงเป็นดังรูปที่ 8.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 8.4 วงจรควบคุมการจ่ายสัญญาณไดแอล (dial tone),สัญญาณไม่ว่าง (busy tone) และสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone)

จากวงจรรูปที่ 8.4 มีไอซี 1 ทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจรส่วนควบคุม สำหรับการควบคุมการส่งสัญญาณไดแอล (dial tone) ไปให้โทรศัพท์เครื่องต่าง ๆ โดยไอซี 1 นี้จะอยู่ที่ตำแหน่ง FFF8 ข้อมูลที่ได้จากไอซี 1 นี้จะไปควบคุมการทำงานของไอซี 4, ไอซี 5, ไอซี 6, และไอซี 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการจ่ายสัญญาณไดแอล (dial tone) ไปให้โทรศัพท์เครื่องที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ

ไอซี 2 ทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจรส่วนควบคุม สำหรับการควบคุมการส่งสัญญาณไม่ว่าง (busy tone) ไปให้โทรศัพท์เครื่องต่าง ๆ โดยไอซี 2 นี้จะอยู่ที่ตำแหน่ง FFF9 ข้อมูลที่ได้จากไอซี 2 นี้จะไปควบคุมการทำงานของไอซี 8, ไอซี 9, ไอซี 10 และไอซี 11 สำหรับการจ่ายสัญญาณไม่ว่าง (busy tone) ไปให้โทรศัพท์เครื่องที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ

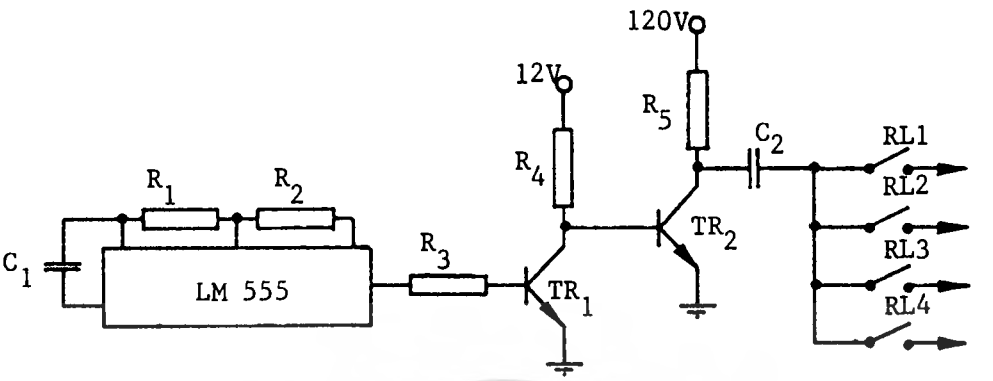
ไอซี 3 ทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจรส่วนควบคุม สำหรับการควบคุมการส่งสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone) ไปให้โทรศัพท์เครื่องต่าง ๆ โดยไอซี 3 นี้จะอยู่ที่ตำแหน่ง FFFA ข้อมูลที่ได้จากไอซี 3 นี้จะไปควบคุมการทำงานของไอซี 12,ไอซี 13,ไอซี 14 และไอซี 15 สำหรับการจ่ายสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone) ไปให้โทรศัพท์เครื่องที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ

สำหรับการส่งสัญญาณไดแอล (dial tone) สัญญาณไม่ว่าง (busy tone)และสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone) ไปให้โทรศัพท์เครื่องที่ 1 จะมีไอซี 16 ทำหน้าที่รวมสัญญาณ และมีทรานซิสเตอร์ TR_1 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้สามารถจ่ายกระแส (current) ได้เพิ่มขึ้น ก่อนที่จะส่งออกไปยังสายโทรศัพท์ภายในจะมีคาปาซิเตอร์ 0.1 µF ทำหน้าที่กันกระแสไฟตรงจากสายโทรศัพท์ไม่ให้ไปรบกวนวงจร ในทำนองเดียวกันสำหรับโทรศัพท์เครื่องที่ 2,3 และ 4 จะมีไอซี 17, ไอซี 18 และไอซี 19 ทำหน้าที่รวมสัญญาณและมีทรานซิสเตอร์ TR_2, TR_3 และ TR_4 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ

8.4 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียก (ringing tone) และวงจรควบคุมการจ่ายสัญญาณเรียก (ringing tone)

เนื่องจากสัญญาณเรียกมีแรงดันสูงกว่าสัญญาณต่างดังที่ได้กล่าวมา ดังนั้นวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกจึงจำเป็นต้องแยกวงจรการสร้างสัญญาณและวงจรส่วนควบคุมแยกไว้จากวงจรอื่น การกำเนิดสัญญาณความถี่ 20 Hz สำหรับสัญญาณเรียกจะใช้ไอซี LM 555 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรอะสเตเบิ้ลเป็นตัวกำเนิด ซึ่งค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุที่ใช้จะหาได้จากสมการที่ 8.1, 8.2 และ 8.3 สัญญาณที่ได้จากไอซี LM 555 นี้จะถูกขยายโดยทรานซิสเตอร์ TR_1 และ TR_2 เพื่อที่จะให้ได้แรงดันถึง 120 โวลท์สำหรับสัญญาณเรียก ดังแสดงในรูปที่ 8.5 และมีคาปาซิเตอร์ C_2 ทำหน้าที่กันกระแสไฟตรงของสายโทรศัพท์ภายใน การจ่ายสัญญาณเรียกจะใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ (relay) ซึ่งควบคุมโดยวงจรควบคุมการจ่ายสัญญาณเรียก สำหรับส่งไปให้โทรศัพท์เครื่องต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 8.5 แสดงวงจรสร้างสัญญาณความถี่ 20Hz 120 โวลท์ สำหรับสัญญาณเรียก

ส่วนวงจรควบคุมการจ่ายสัญญาณเรียกดังแสดงในรูปที่ 8.6 ซึ่งมีไอซี 1 ทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจรส่วนควบคุม โดยไอซี 1 นี้จะอยู่ที่ตำแหน่ง FFF7 เอาท์พุทของไอซี 1 นี้จะไปควบคุมการทำงานของไอซี 2, ไอซี 3, ไอซี 4 และไอซี 5 ซึ่งได้ต่ออินพุทอีกข้างหนึ่งกับเอาท์พุทของไอซี 3 ซึ่งแสดงในวงจร 8.2 เอาท์พุทของไอซี 2, ไอซี 3, ไอซี 4 และไอซี 5 นี้จะไปขับทรานซิสเตอร์ TR_1, TR_2, TR_3 และ TR_4 ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของรีเลย์ RL_1, RL_2, RL_3 และ RL_4 ตามลำดับ สำหรับหน้าสัมผัสของรีเลย์ RL_1, RL_2, RL_3 และ RL_4 จะเป็นตัวจ่ายสัญญาณความถี่ 20 Hz ขนาด 120 โวลท์สำหรับโทรศัพท์เครื่องที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ เช่นไอซี 1 มีลอจิกเป็น 1 ที่เอาท์พุท Q_1 จะทำให้ไอซี 2 ทำงานซึ่งจะทำให้รีเลย์ 1 ทำงานเป็นจังหวะตามเอาท์พุทของไอซี 3 ในวงจรรูป 8.2 นั่นคือ สัญญาณความถี่ 20 Hz ขนาด 120 โวลท์จะถูกส่งไปให้โทรศัพท์เครื่องหมายเลข 1 เป็นจังหวะ 1 วินาที และหยุดส่ง 3 วินาที ซึ่งเป็นสัญญาณเรียกนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

โปรแกรมควบคุมและผังการทำงาน

9.1 บทนำ

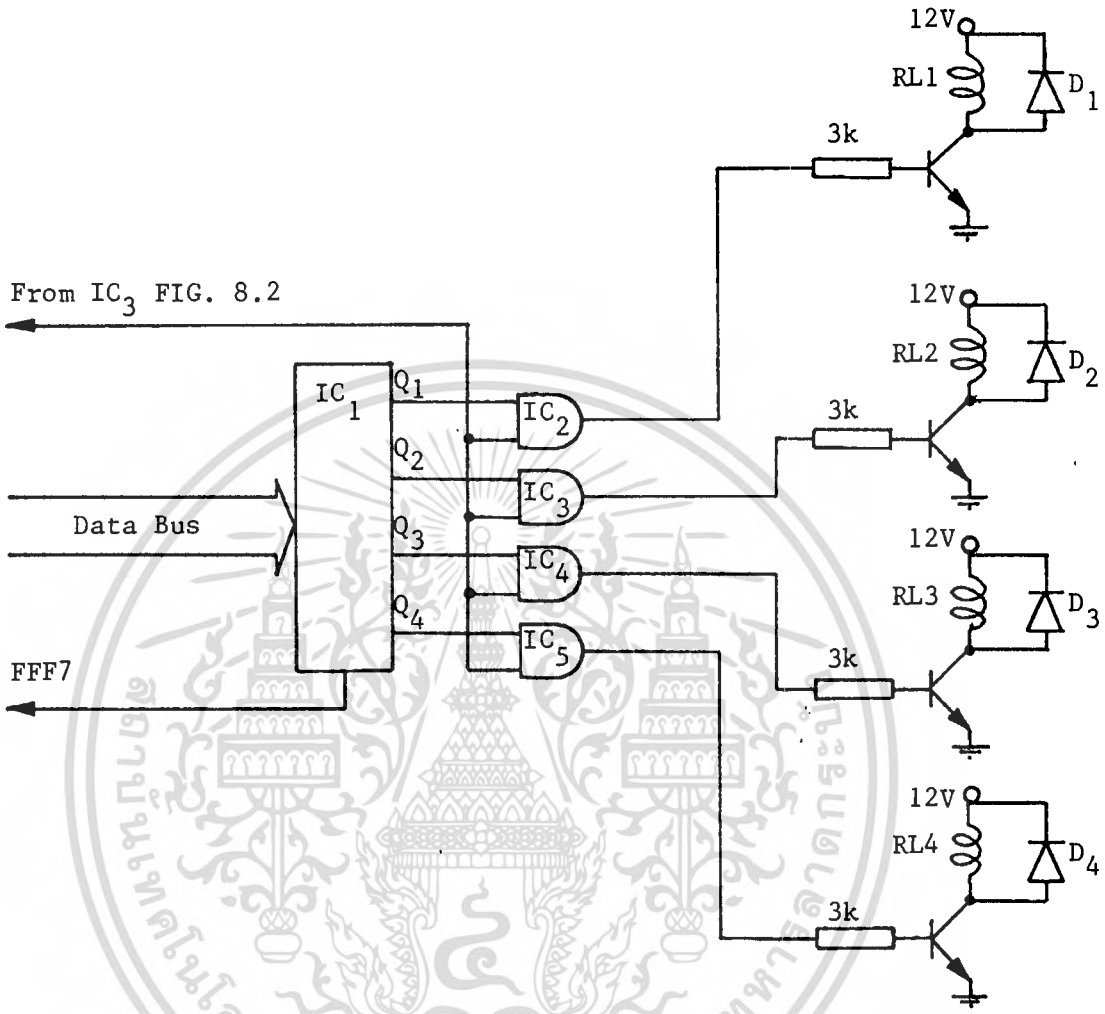
Z80 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีคำสั่งการทำงานที่มีประสิทธิภาพมาก การนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้ในการควบคุมการทำงานแทนการใช้วงจรแยกย่อย (discrete circuit) จะทำให้สามารถกำหนดลักษณะการทำงานได้ง่ายกว่า เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะการทำงานได้โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมควบคุมการทำงาน[13,15] ซึ่งโปรแกรมควบคุมการทำงานนี้มีหน้าที่ส่งคำสั่ง[14] (command word) ไปกำหนดการทำงานของอินพุทและเอาท์พุทต่าง ๆ สำหรับโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถแบ่งโปรแกรมควบคุมการทำงานออกเป็นโปรแกรมย่อยได้ดังแสดงในหัวข้อต่อไป

ส่วนความสัมพันธ์ของโปรแกรมที่ใช้ในระบบคือ เมื่อเริ่มการทำงานของระบบ CPU จะทำโปรแกรมย้ายตำแหน่งข้อมูลก่อนและทำโปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นต่อมา แล้วจึงทำโปรแกรมควบคุมการทำงานจะมีโปรแกรมควบคุมการทำงานเป็นอิสระต่อกันอยู่ 3 โปรแกรม แต่มีระดับความสำคัญ (priority) ต่างกัน ซึ่งสามารถเรียงตามลำดับความสำคัญได้คือ

1. โปรแกรมทางผ่านสัญญาณเสียง
2. โปรแกรมตรวจสอบ interrupt สายภายนอกและเมื่อหมุนเลขหมายโทรศัพท์ภายใน
3. โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ภายในและภายนอก

แต่โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ภายในและภายนอกจะเป็นโปรแกรมหลักในการทำงานของระบบส่วนโปรแกรมทางผ่านสัญญาณเสียงจะทำงานต่อเมื่อมีสัญญาณ $\overline{\text{NMI}}$ (Non Maskable Interrupt) จากวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลถูกส่งไปให้ CPU และโปรแกรมตรวจสอบ interrupt สายภายนอกและเมื่อหมุนเลขหมายโทรศัพท์ภายในจะทำงานเมื่อมีสัญญาณ $\overline{\text{INT}}$ (interrupt) จากวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ภายนอกและภายในส่งไปให้ CPU เมื่อสัญญาณ $\overline{\text{NMI}}$ หรือสัญญาณ $\overline{\text{INT}}$ เข้ามาโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ภายในและภายนอกจะหยุดทำงานชั่วคราว และจะทำโปรแกรมทางผ่านสัญญาณเสียงก่อนเมื่อสัญญาณ $\overline{\text{NMI}}$ และสัญญาณ $\overline{\text{INT}}$ เข้ามาพร้อมกัน โปรแกรมเหล่านี้จะทำงานตลอดเวลาที่ระบบทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.6 แสดงวงจรควบคุมการจ่ายสัญญาณเรียก

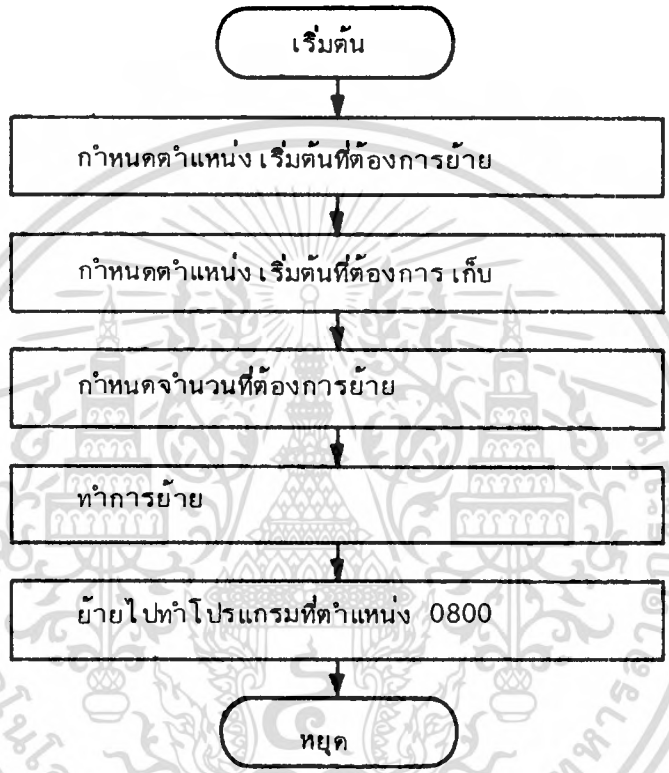
8.5 สรุป

สัญญาณทางโทรศัพท์ต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์เครื่องต่าง ๆ ได้โดยการควบคุมการทำงานจากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งจะสามารถกำหนดเครื่องโทรศัพท์หมายเลขต่าง ๆ ได้โดยอาศัยตำแหน่งของข้อมูลโดยให้ D_1, D_2, D_3 และ D_4 สำหรับเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1,2,3 และ 4 ตามลำดับและสามารถเลือกสัญญาณที่ต้องการจะส่งได้โดยอาศัยตำแหน่งที่ได้จากวงจรถอดระหัสโดยกำหนดให้ตำแหน่ง FFF7 สำหรับสัญญาณเรียก (ringing tone), ตำแหน่ง FFF8 สำหรับสัญญาณไดแอล (dial tone) ตำแหน่ง FFF9 สำหรับสัญญาณไม่ว่าง (busy tone) และตำแหน่ง FFFA สำหรับสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2 โปรแกรมย้ายตำแหน่งข้อมูล

โปรแกรมย้ายตำแหน่งข้อมูลมีหน้าที่ย้ายข้อมูลซึ่งเป็นโปรแกรมต่าง ๆ ที่เก็บไว้ใน ROM ที่ตำแหน่ง 0100 ถึงตำแหน่ง 07FF ไปไว้ในตำแหน่ง RAM ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 0800 ถึง 0FFF ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.2



รูป 9.2 แสดงผังการทำงาน (flow chart) ของโปรแกรมย้ายตำแหน่งข้อมูล

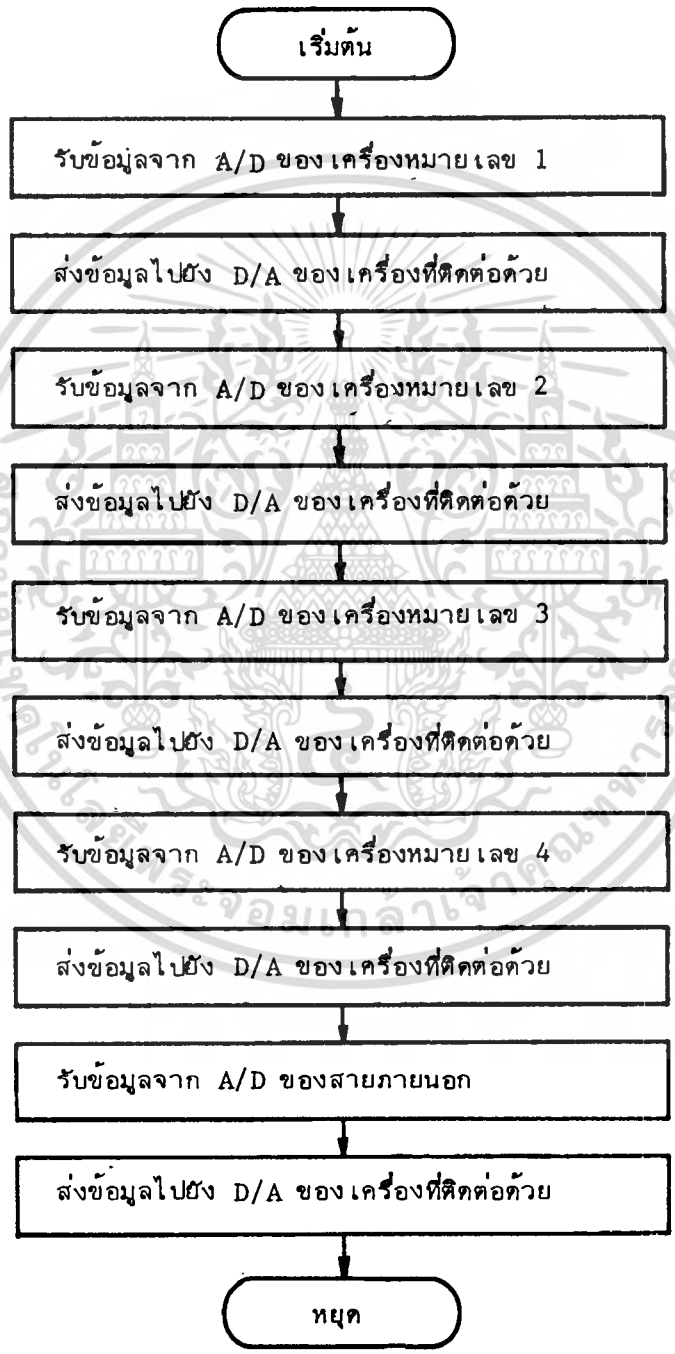
สำหรับโปรแกรมย้ายตำแหน่งข้อมูลมีดังต่อไปนี้

```
ADR       OPCODE          INSTRUCTION
                          ORG 0000H
0000      21 00 01        LD  HL, 0100
0003      11 00 08        LD  DE, 0800
0006      01 FF 06        LD  BC, 06FF
0009      ED B0           LDIR
000B      31 F0 0F        LD  SP, 0FF0
000E      C3 00 08        JP  0800
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3 โปรแกรมทางผ่านสัญญาณเสียง (Speech Path)

โปรแกรมทางผ่านสัญญาณเสียงมีหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณเสียงจากโทรศัพท์เครื่องหนึ่ง ๆ ไปยังโทรศัพท์เครื่องต่าง ๆ ที่ต้องการติดต่อด้วย ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.3



รูป 9.3 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมทางผ่านสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมทางผ่านสัญญาณเสียงมีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
02D2	F5	PUSH AF
02D3	3A FB FF	LD A, (FFFB)
02D6	32 E0 FF	LD (FFE0), A
02D9	00	NOP
02DA	00	NOP
02DB	3A FC FF	LD A, (FFFC)
02DE	32 E0 FF	LD (FFE0), A
02E1	00	NOP
02E2	00	NOP
02E3	3A FD FF	LD A, (FFFD)
02E6	32 E0 FF	LD (FFE0), A
02E9	00	NOP
02EA	00	NOP
02EB	3A FE FF	LD A, (FFFE)
02EE	32 E0 FF	LD (FFE0), A
02F1	00	NOP
02F2	00	NOP
02F3	3A FF FF	LD A, (FFFF)
02F6	32 E0 FF	LD (FFE0), A
02F9	F1	POP AF
02FA	ED 45	RETN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.4 โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้น

โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นมีหน้าที่กำหนดค่าต่าง ๆ ที่เป็นตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรมต่าง ๆ และสภาวะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีค่าเริ่มต้นพร้อมที่จะทำงาน ดังมีผังการแสดงในรูปที่ 9.4

รูป 9.4 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

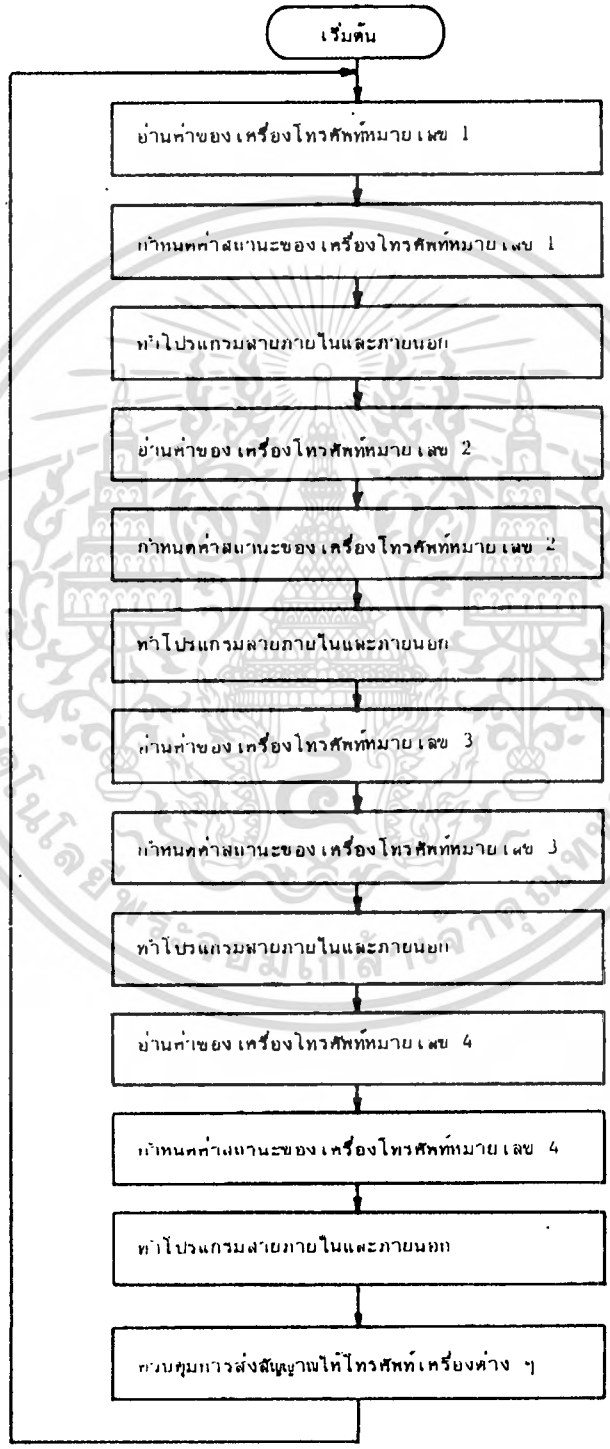
สำหรับโปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นมีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0100	3E 00	LD A, 00
0102	F5	PUSH AF
0103	21 00 0F	LD HL, 0F00
0106	F1	POP AF
0107	77	LD (HL), A
0108	F5	PUSH AF
0109	23	INC HL
010A	7D	LD A, L
010B	FE 11	CP 11
010D	CA 13 03	JP Z, (0B13)
0110	C3 06 08	JP, 0806
0113	DD 21 00 0F	LD IX, 0F00
0117	FB	EI
0118	ED 56	IM 1
011A	3A F4 FF	LD A, (FFF4)
011D	32 00 0F	LD (0F00), A
0120	3E 00	LD A, 00
0122	32 F6 FF	LD (FFF6), A
0125	C3 40 08	JP 0840

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานของ เครื่องโทรศัพท์ภายในและภายนอก

โปรแกรมควบคุมการทำงานนี้จะทำหน้าที่อ่านสภาวะของ เครื่องโทรศัพท์ต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปกำหนดสถานะต่าง ๆ เพื่อใช้ในโปรแกรมอื่นและควบคุมการส่งสัญญาณต่าง ๆ ที่ส่งไปให้โทรศัพท์ ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.5



รูป 9.5 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานของ เครื่องโทรศัพท์ภายในและภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ภายในและภายนอกมีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INDTRUCTION
0140	3E 4E	LD A, 4E
0142	32 FC 08	LD (0BFC), A
0145	3E CE	LD A, CE
0147	32 FD 08	LD (08FD), A
014A	3E 8E	LD A, 8E
014C	32 FE 08	LD (08FE), A
014F	3E 00	LD A, 00
0151	32 FF 08	LD (08FF), A
0154	3E 50	LD A, 50
0156	32 16 0B	LD (0B16), A
0159	CD 00 09	CALL 0900
015C	3E 56	LD A, 56
015E	32 FC 08	LD (08FC), A
0161	3E D6	LD A, D6
0163	32 FD 08	LD (08FD), A
0166	3E 96	LD A, 96
0168	32 FE 08	LD (08FE), A
016B	3E 00	LD A, 00
016D	32 FF 06	LD (08FF), A
0170	3E 6C	LD A, 6C
0172	32 EF 0A	LD (0AEF), A
0175	CD 00 09	CALL 0900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0178	3E 5E	LD A, 5E
017A	32 FC 08	LD (08FC), A
017D	3E DE	LD A, DE
017F	32 FD 08	LD (08FD), A
0182	3E 9E	LD A, 9E
0184	32 FE 08	LD (08FE), A
0187	3E 00	LD A, 00
0189	32 FF 08	LD (08FF), A
018C	3E 88	LD A, 88
018E	32 16 0B	LD (0B16), A
0191	CD 00 09	CALL 0900
0194	3E 66	LD A, 66
0196	32 FC 08	LD (08FC), A
0199	3E E6	LD A, E6
019B	32 FD 08	LD (08FD), A
019E	3E A6	LD A, A6
01A0	32 FE 08	LD (08FE), A
01A3	3E 00	LD A, 00
01A5	32 FF 08	LD (08FF), A
01A8	3E A4	LD A, A4
01AA	32 16 0B	LD (0B16), A
01AD	CD 00 09	CALL 0900

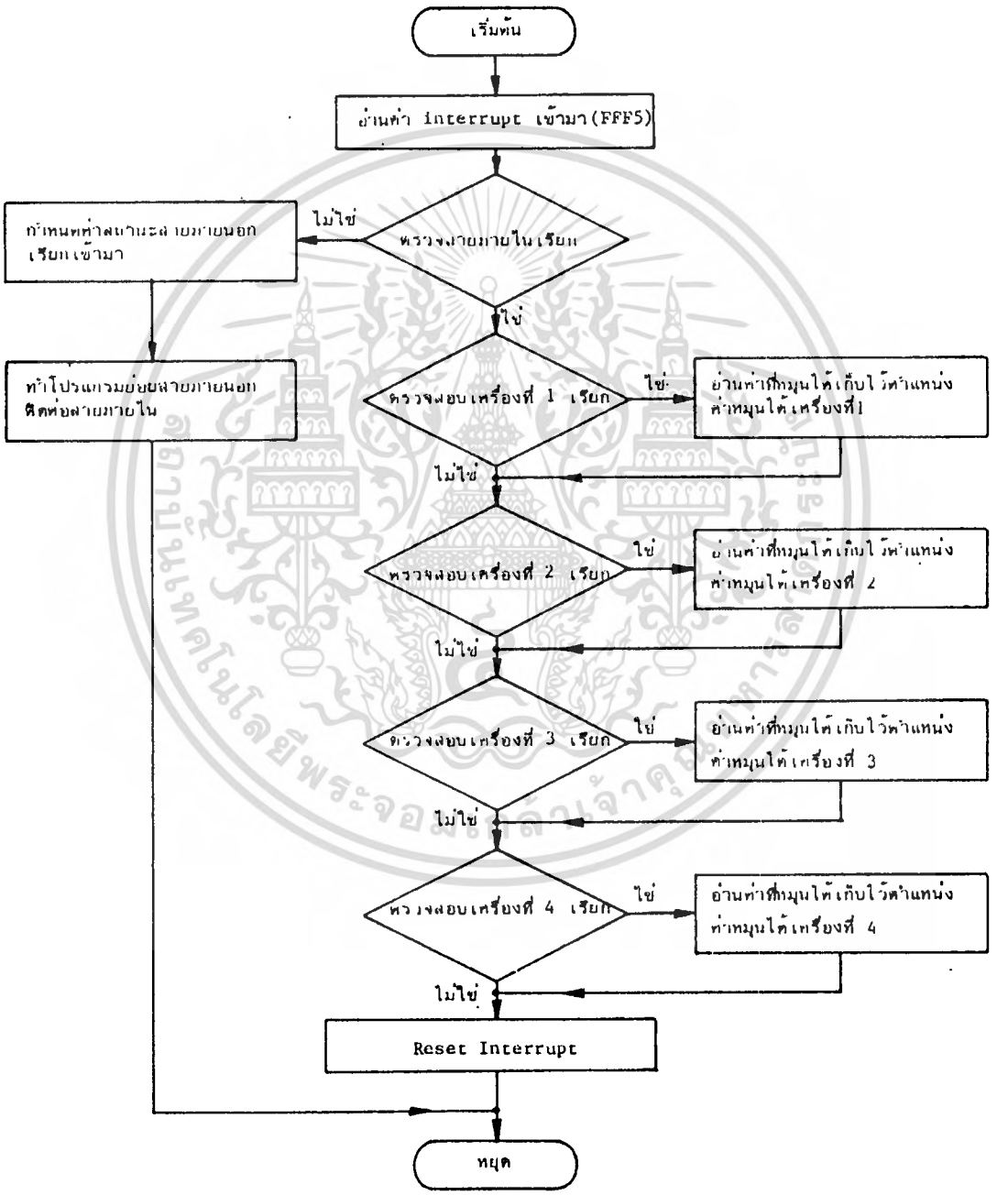
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
01B0	3A 06 0F	LD A, (0F06)
01B3	32 F9 FF	LD (FFF9), A
01B6	3A 07 0F	LD A, (0F08)
01B9	32 F7 FF	LD (FFF7), A
01BC	3A 0B 0F	LD A, (0F0B)
01BF	32 FA FF	LD (FFFA), A
01C2	3A F4 FF	LD A, (FFF4)
01C5	32 00 0F	LD (0F00), A
01C8	3A 04 0F	LD A, (0F04)
01CB	32 F8 FF	LD (FFF8), A
01CE	C3 40 08	JP 0840

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. 6 โปรแกรมตรวจสอบ interrupt สายภายนอกและเมื่อหมุนหมายเลขโทรศัพท์ภายใน

โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบเมื่อมีสัญญาณ interrupt (INT) เข้ามาว่าเป็นของสายภายนอกเรียกเข้ามาหรือจากการหมุนเลขหมายโทรศัพท์ภายใน และยังตรวจสอบว่าเป็นของเครื่องหมายเลขไหน ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.6



รูป 9.6 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบ interrupt สายภายนอกและเมื่อหมุนเลขหมายโทรศัพท์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมตรวจสอบ interrupt สายภายนอกและเมื่อหมุนเลขหมายโทรศัพท์ภายใน มีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0038	F5	PUSH AF
0039	3A F5 FF	LD A, (FFF5)
003C	47	LD B, A
003D	D6 02	SUB 02
003F	DA DC 00	JP C, (00DC)
0042	CB 48	bit 1, B
0044	CA 6D 00	JP Z, (006D)
0047	3A F0 FF	LD A, (FFF0)
004A	E6 78	AND A, 78
004C	CA 6D 00	JP Z, (006D)
004F	DD CB 0C 4E	bit 1, (IX+0C)
0053	CA 5B 00	JP Z, (005B)
0056	D3 00	OUT (00), A
0058	C3 6D 00	JP 006D
005B	32 50 08	LD (0850), A
005E	DD CB 04 8E	RESET 1, (DX+04)
0062	C3 69 00	JP 0069
0066	C3 D2 08	JP (SPEECH PATH)
0069	DD CB 03 CE	SET 1, (IX+03)
006D	CB 50	bit 2, B
006F	CA 91 00	JP Z, (0091)
0072	3A F1 FF	LD A, (FFF1)
0075	E6 78	AND A, 78
0077	CA 91 00	JP Z, (0091)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
007A	DD CB 0C 56	bit 2, (IX+0C)
007E	CA 86 00	JP Z, (0086)
0081	D3 00	OUT (00), A
0083	C3 91 00	JP 0091
0086	32 6C 08	LD (086C), A
0089	DD CB 04 96	RESET 2, (IX+04)
008D	DD CB 03 D6	SET 2, (IX+03)
0091	CB 58	bit 3, B
0093	CA B5 00	JP Z, (00B5)
0096	3A F2 FF	LD A, (FFF2)
0099	E6 78	AND A, 78
009B	CA B5 00	JP Z, (00B5)
009E	DD CB 0C 5E	bit 3, (IX+0C)
00A2	CA AA 00	JP Z, (00AA)
00A5	D3 00	OUT (00), A
00A7	C3 B5 00	JP 00B5
00AA	32 88 08	LD (0888), A
00AD	DD CB 04 9E	RESET 3, (IX+04)
00B1	DD CB 03 DE	SET 3, (IX+03)
00B5	CB 60	bit 4, B
00B7	CA E0 00	JP A, (00E0)
00BA	3A F3 FF	LD A, (FFF3)
00BD	E6 78	AND A, 78
00BF	CA E0 00	JP Z, (00E0)
00C2	DD CB 0C 66	bit 4, (IX+0C)
00C6	CA CE 00	JP Z, (00CE)

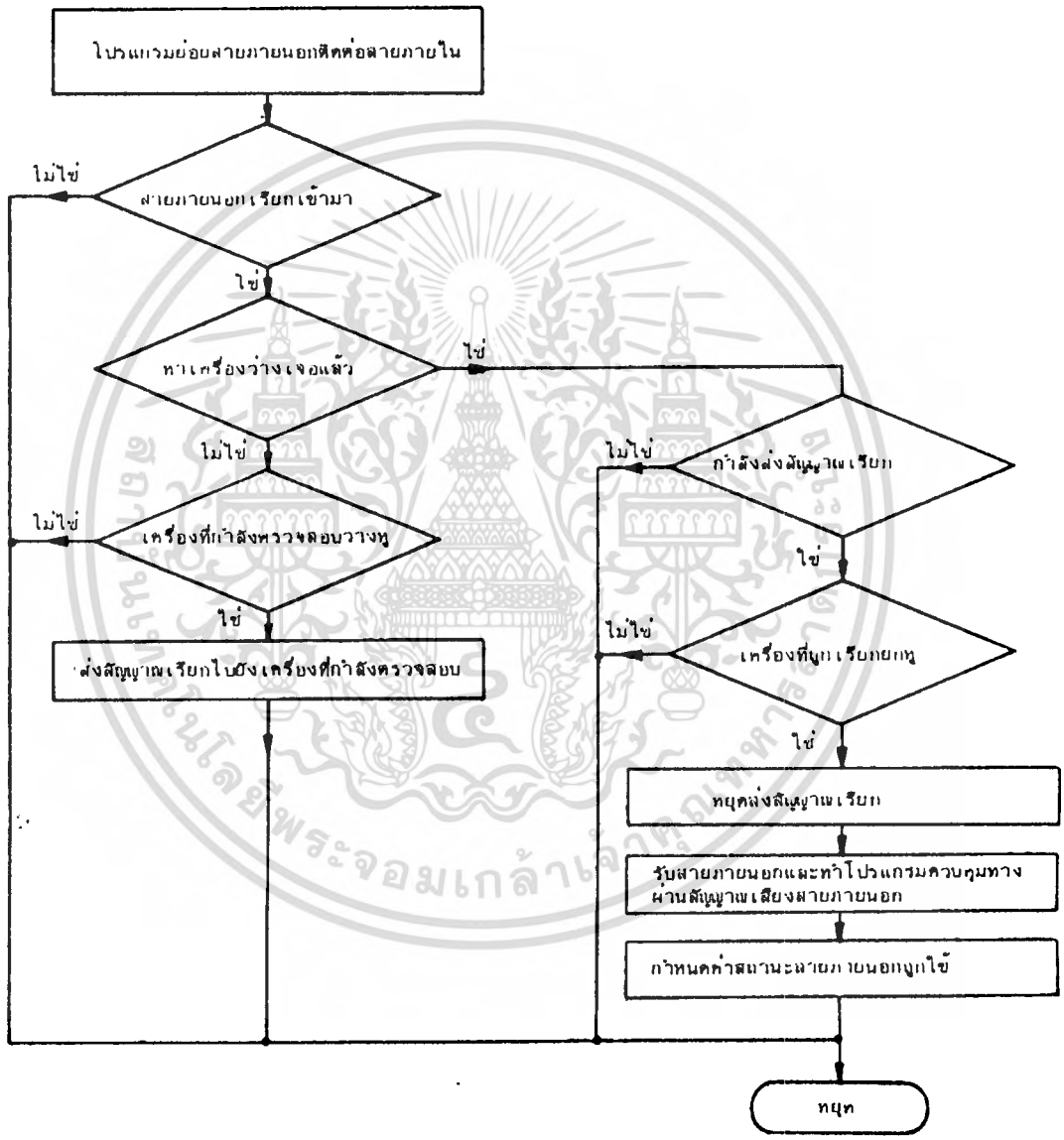
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
00C9	D3 00	OUT (00), A
00CB	C3 E0 00	JP 00E0
00CE	32 A4 08	LD (08A4), A
00D1	DD CB 04 A6	RESET 4, (IX+04)
00D5	DD CB 03 E6	SET 4, (IX+03)
00D9	C3 E0 00	JP 00E0
00DC	DD CB 03 EE	SET 5, (IX+03)
00E0	3E FF	LD A, FF
00E2	32 F6 FF	LD (FFF6), A
00E5	FB	EI
00E6	ED 56	IM
00E8	3E 00	LD A, 00
00EA	32 F6 FF	LD (FFF6), A
00ED	F1	POP AF
00EE	ED 45	RETI
001F	E6 E1	AND A, E1
0021	47	LD B, A
0022	D6 02	SUB 02
0024	C3 3F 00	JP 003F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. 7 โปรแกรมย่อยสายภายนอกติดต่อสายภายใน

โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบและติดต่อเครื่องโทรศัพท์ภายใน เมื่อมีสัญญาณ Interrupt จากสายภายนอกเข้ามา ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.7



รูป 9.7 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมย่อยสายภายนอกติดต่อสายภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมย่อยสายภายนอกติดต่อสายภายใน มีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
05D0	DD CB 01 6E	bit 5, (IX+01)
05D4	C2 24 0D	JP NZ, RET
05D7	DD CB 03 6E	bit 5, (IX+03)
05DB	CA 24 0D	JP Z, RET
05DE	DD CB 0E 00	bit n, (IX+0E)
05E2	C2 24 0D	JP NZ, RET
05E5	DD CB 02 6E	bit 5, (IX+02)
05E9	C2 FB 0C	JP NZ, (0CFB)
05EC	DD CB 00 00	bit n, (IX+00)
05F0	CA 20 0D	JP Z, (0D20)
05F3	DD CB 07 00	SET n, (IX+07)
05F7	DD CB 02 EE	SET 5, (IX+02)
05FB	DD CB 00 00	bit n, (IX+00)
05FF	C2 24 0D	JP NZ, RET
0602	DD CB 07 00	RESET n, (IX+07)
0606	3E FF	LD A, FF
0608	3D 01	OUT (01), A
060A	DD CB 0F 00	SET n, (IX+0F)
060E	DD CB 01 EE	SET 5, (IX+01)
0612	3E 00	LD A, 00
0614	32 0E 0F	LD (0F0E), A
0617	DD CB 02 00	SET n, (IX+02)
0620	DD CB 0E 00	SET n, (IX+0E)
0624	CA 30 0D	RET

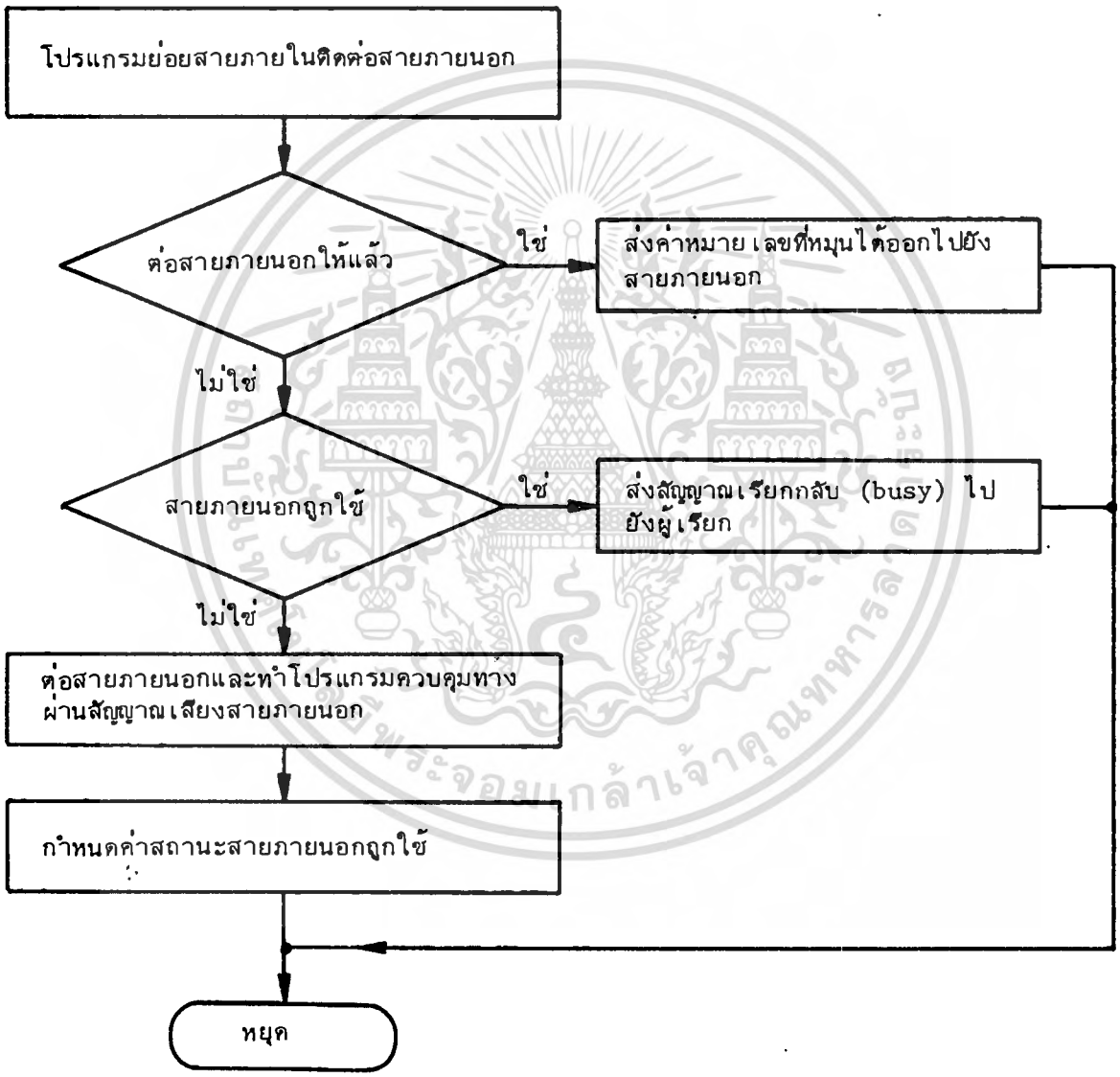
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0630	C3 DO OC	JP OCDO
0635	DD CB 02 EE	SET 5, (IX+02)
0639	DD CB OE OO	bit n, (IX+OE)
063D	C3 FB OC	JP OCFB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. 8 โปรแกรมย่อยสายภายในติดต่อสายภายนอก

โปรแกรมนี้ทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมการใช้สายภายนอก เมื่อมีโทรศัพท์ภายในต้องการติดต่อ ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.8



รูป 9.8 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมย่อยสายภายในติดต่อสายภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

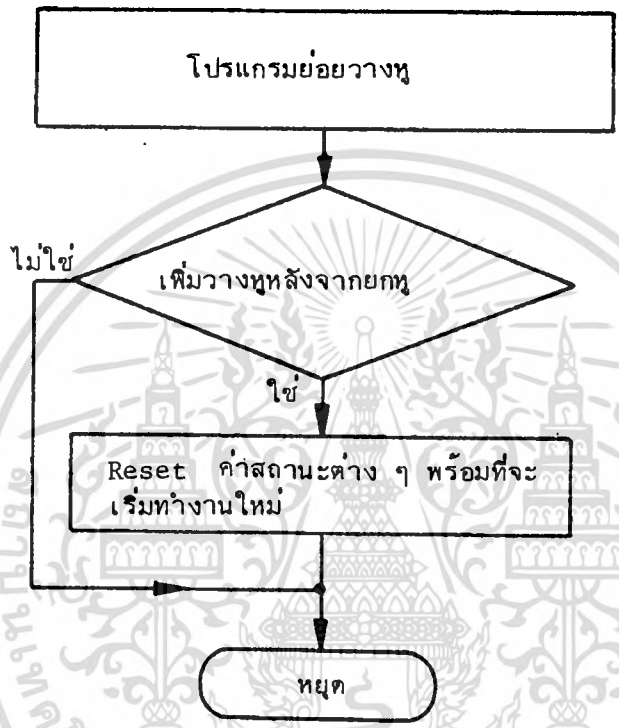
สำหรับโปรแกรมย่อยสายภายในติดต่อสายภายนอก มีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0590	DD CB OD OO	bit n, (IX+OD)
0594	C2 30 OD	JP NZ, END
0597	DD CB OD OO	SET n, IX+OD)
059B	DD CB 01 6E	bit 5, (IX+01)
059F	C2 CO OC	JP NZ, (OCCO)
05A2	3E FF	LD A, FF
05A4	D3 01	OUT (01), A
05A6	DD CB 01 EE	SET 5, (IX+01)
05AA	DD CB OC OO	SET n, (IX+OC)
05AE	DD CB OF OO	SET n, (IX+OF)
05B2	C3 30 OO	JP END
05CO	DD CB 06 OO	SET n, (IX+06)
05C4	C3 30 OD	JP END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.9 โปรแกรมย่อยวางหู

โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบการวางหูของเครื่องโทรศัพท์ภายใน ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.9



รูป 9.9 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมย่อยวางหู

สำหรับโปรแกรมย่อยวางหู มีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
03B9	DD CB 0A 00	bit n, (IX+0A)
03BD	C2 30 00	JP NZ, END
03C0	DD CB 01 00	RESET n, (IX+01)
03C4	DD CB 02 00	RESET n, (IX+02)
03C8	DD CB 03 00	RESET n, (IX+03)

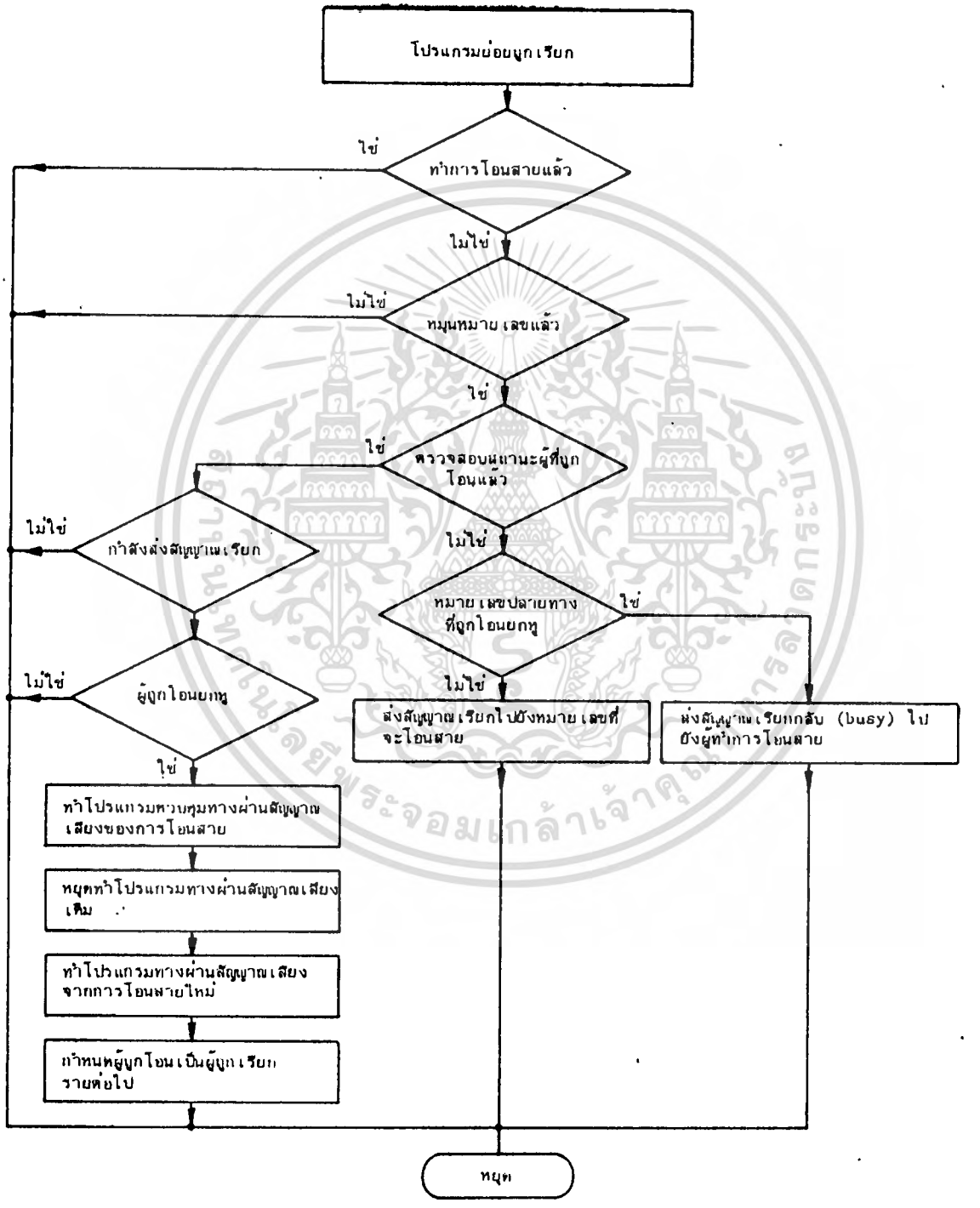
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
03CC	DD CB 04 00	RESET n, (IX+04)
03D0	DD CB 05 00	RESET n, (IX+05)
03D4	DD CB 06 00	RESET n, (IX+06)
03D8	DD CB 07 00	RESET X, (IX+07)
03DC	DD CB 08 00	RESET n, (IX+08)
03E0	DD CB 09 00	RESET n, (IX+09)
03E4	DD CB 0B 00	RESET n, (IX+0B)
03E8	DD CB 0A 00	SET n, (IX+0A)
03EC	DD CB 0C 00	RESET n, (IX+0C)
03F0	DD CB 0D 00	RESET n, (IX+0D)
03F4	DD CB 10 00	RESET n, (IX+10)
03F8	DD CB 0F 00	bit n, (IX+0F)
03FC	CA 13 0B	JP Z, (0B 13)
03FF	DD CB 0F 00	RESET n, (IX+0F)
0403	DD CB 01 AE	RESET 5, (IX+01)
0407	DD CB 02 AE	RESET 5, (IX+02)
040B	DD CB 03 AE	RESET 5, (IX+03)
040D	3E 00	LD A, 00
0411	D3 01	OUT (01), A
0413	3E 00	LD A, 00
0415	32 00 08	LD (0800), A
0418	DD CB 0D 00	bit n, (IX+0D)
041C	CA 26 0B	JP Z, (0B 26)
041F	DD CB 0D 00	RESET n, (IX+0D)
0423	C3 30 0D	JP END
0426	DD CB 07 00	RESET X, (IX+07)
042A	C3 30 0D	JP END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.10 โปรแกรมย่อยถูกเรียก

โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ภายในเมื่อถูกเรียกจากภายในและภายนอกรวมทั้งตรวจสอบถึงการโอนสาย ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.10



รูป 9.10 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมย่อยถูกเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

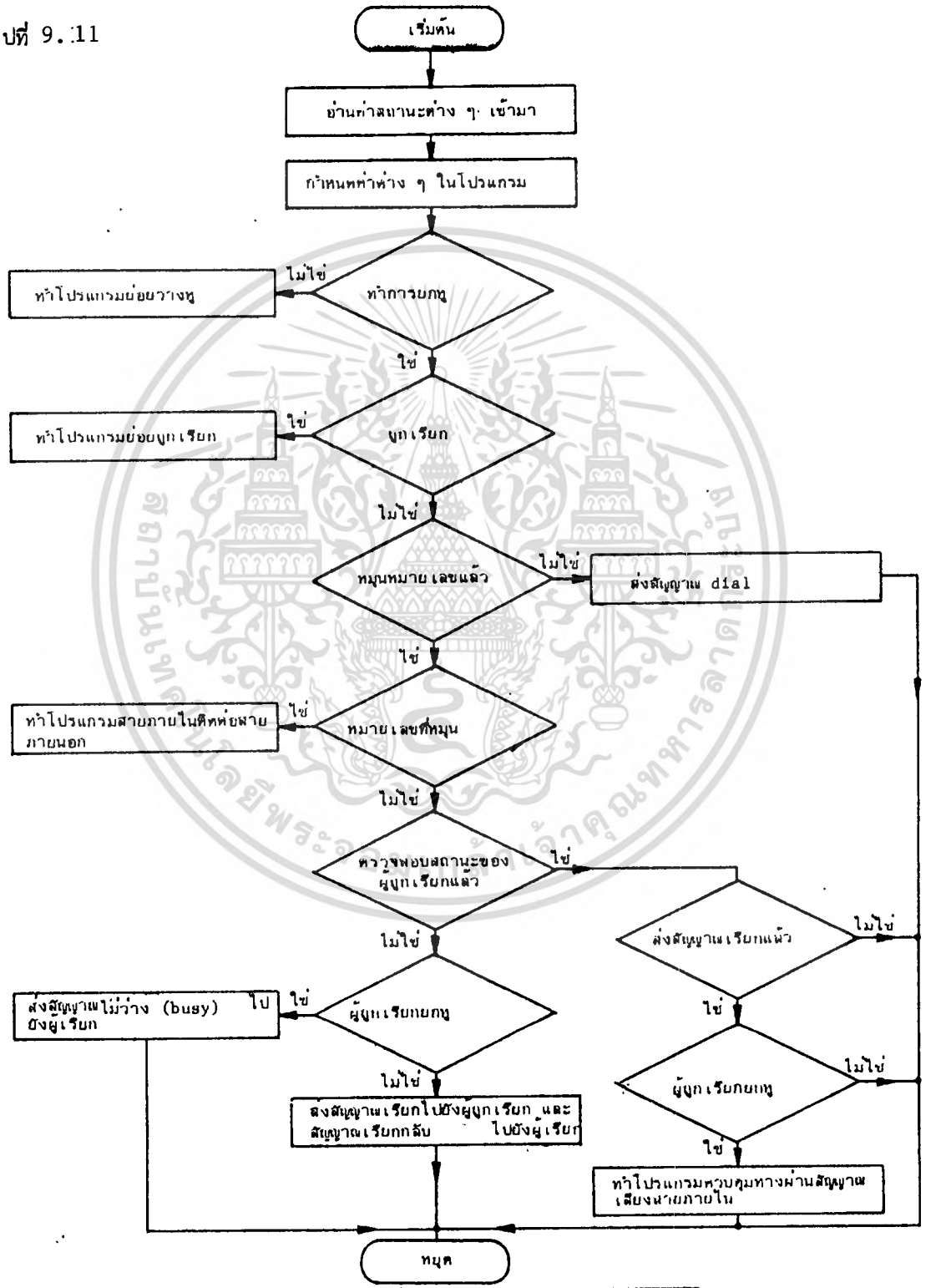
สำหรับโปรแกรมย่อยถูกเรียก มีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0369	DD CB 08 00	bit n, (IX+08)
036D	C2 30 0D	JP NZ, END
0370	DD CB 03 00	bit n, (IX+03)
0374	CA 30 0D	JP Z, END
0377	DD CB 09 00	bit n, (IX+09)
037B	C2 9C 0A	JP NZ, (0A9C)
037E	DD CB 09 00	SET n, (IX+09)
0382	DD CB 00 00	bit x, (IX+00)
0386	CA B1 0A	JP Z, (0AB1)
0389	DD CB 02 00	bit x, (IX+02)
038D	C2 B1 0A	JP NZ, (0AB1)
0390	DD CB 07 00	SET Y, (IX+07)
0394	DD CB 02 00	SET Y, (IX+02)
0398	DD CB 0B 00	SET n, (IX+0B)
039C	DD CB 06 00	bit n, (IX+06)
03A0	C2 30 0D	JP NZ, END
03A3	DD CB 00 00	bit x, (IX+00)
03A7	C2 30 0D	JP NZ, END
03AA	DD CB 08 00	SET n, (IX+08)
03AE	C3 40 0C	JP, (Speech Path)
03B1	DD CB 06 00	SET n, (IX+06)
03B5	C3 30 0D	JP END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.11 โปรแกรมสายภายในและสายภายนอก

โปรแกรมนี้จะเป็นโปรแกรมที่ใช้งานร่วมกันของเครื่องโทรศัพท์หมายเลขต่าง ๆ โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ดังมีผังการทำงานแสดงใน รูปที่ 9.11



รูป 9.11 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมสายภายในและสายภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมสายภายในและสายภายนอก มีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0200	3A FC 08	LD A, (08FC)
0203	32 03 0A	LD (0A03), A
0206	32 0E 0A	LD (0A0E), A
0209	32 15 0A	LD (0A15), A
020C	32 2C 0A	LD (0A2C), A
020F	32 51 0A	LD (0A51), A
0212	32 6C 0A	LD (0A6C), A
0215	32 73 0A	LD (0A73), A
0218	32 7A 0A	LD (0A7A), A
021B	32 9F 0A	LD (0A9F), A
021E	32 BC 0A	LD (0ABC), A
0221	32 FB 0A	LD (0AFB), A
0224	32 53 0B	LD (0B53), A
0227	32 93 0C	LD (0C93), A
022A	32 E1 0C	LD (0CE1), A
022D	32 EF 0C	LD (0CEF), A
0230	32 FE 0C	LD (0CFE), A
0233	32 1B 0B	LD (0B1B), A
0236	00 00 00	NOP
0239	3A FE 08	LD A, (08FD)
023C	32 0A 0A	LD (0A0A), A
023F	32 1C 0A	LD (0A1C), A
0242	32 33 0A	LD (0A33), A
0245	32 4D 0A	LD (0A4D), A
0248	32 62 0A	LD (0A62), A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
024B	32 81 0A	LD (0A81), A
024E	32 9B 0A	LD (0A9B), A
0251	32 AD 0A	LD (0AAD), A
0254	32 BA 0A	LD (0ABA), A
0257	32 EB 0A	LD (0AEB), A
025A	32 9A 0C	LD (0C9A), A
025D	32 AD 0C	LD (0CAD), A
0260	32 B1 0C	LD (0CB1), A
0263	32 F6 0C	LD (0CF6), A
0266	32 0D 0D	LD (0D0D), A
0269	32 C3 0C	LD (0CC3), A
026C	32 23 0D	LD (0D23), A
026F	32 AA 0B	LD (0BAA), A
0272	32 1A 0D	LD (0D1A), A
0275	00 00 00	NOP
0278	3A FE 08	LD A, (08FE)
027B	32 C3 0A	LD (0AC3), A
027E	32 CB 0A	LD (0ACB), A
0281	32 CF 0A	LD (0ACF), A
0284	32 D3 0A	LD (0AD3), A
0287	32 D7 0A	LD (0AD7), A
028A	32 DF 0A	LD (0ADF), A
028D	32 E3 0A	LD (0AE3), A
0290	32 E7 0A	LD (0AE7), A
0293	32 EF 0A	LD (0AEF), A
0296	32 F3 0A	LD (0AF3), A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0299	32 F7 0A	LD (0AF7), A
029C	32 02 0B	LD (0B02), A
029F	32 64 0B	LD (0B64), A
02A2	32 4B 0C	LD (0C 4B), A
02A5	32 05 0D	LD (0D05), A
02A8	32 0A 0A	LD (0A0A), A
02AB	00 00 00	NOP
02AE	3A FF 08	LD (08FF)
02B1	C6 46	ADD A, 46
02B3	32 37 0A	LD (0A37), A
02B6	32 3E 0A	LD (0A3E), A
02B9	32 58 0A	LD (0A58), A
02BC	32 85 0A	LD (0A85), A
02BE	32 8C 0A	LD (0A8C), A
02C2	32 A6 0A	LD (0AA6), A
02C5	00 00 00	NOP
02C8	00 00 00	NOP
02CB	C6 40	ADD A, 40
02CD	32 C7 0A	LD (0AC7), A
02D1	32 DB 0A	LD (0ADB), A
02D4	32 5A 0B	LD (0B5A), A
02D7	32 43 0C	LD (0C43), A
02DA	00 00 00	NOP
02DD	00 00 00	NOP
02E0	C6 40	ADD A, 40
02E2	32 45 0A	LD (0A45), A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
02E5	32 49 0A	LD (0A49), A
02E8	32 93 0A	LD (0A93), A
02EE	32 5E 0B	LD (0B5E), A
02F1	32 47 0C	LD (0C47), A
02F4	C3 00 0A	JP 0A00
0300	DD CB 00 00	bit n, (IX+00)
0304	C3 B9 0A	JP NZ, (0AB9)
0307	DD CB 0A 00	RESET n, (IX+JA)
030B	DD CB 02 00	bit n, (IX+02)
030F	C2 69 0A	JP NZ, (0A69)
0312	DD CB 03 00	bit n, (IX+03)
0316	C2 20 0A	JP NZ, (0A20)
0319	DD CB 04 00	SET n, (IX+04)
031D	C3 30 0D	JP END
0320	3A FF 08	LD A, (00FF)
0323	06 48	LD B, 48
0325	90	SUB B
0326	D2 90 0C	JP NC, (0C90)
0329	DD CB 05 00	bit n, (IX+05)
032D	C2 4E 0A	JP NZ, (0A4E)
0330	DD CB 05 00	SET n, (IX+05)
0334	DD CB 00 00	bit x, (IX+00)
0338	CA 5F 0A	JP Z, (0A5F)
033B	DD CB 02 00	bit x, (IX+02)
033F	C2 5F 0A	JP NZ, (0A5F)

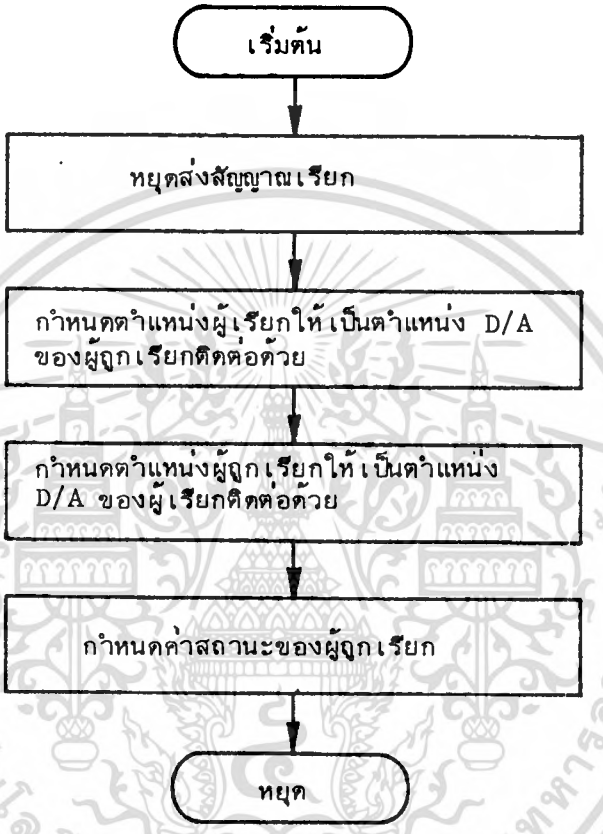
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0342	DD CB 07 00	SET y, (IX+07)
0346	DD CB 02 00	SET y, (IX+02)
034A	DD CB 0B 00	SET n, (IX+0B)
034E	DD CB 06 00	bit n, (IX+06)
0352	C2 30 0D	JP NZ, END
0355	DD CB 00 00	bit x, (IX+00)
0359	CA 50 0B	JP Z, (Speech Path)
035C	C3 30 0D	JP END
035F	DD CB 06 00	SET n, (IX+06)
0363	C3 30 0D	JP END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.12 โปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียง (Speech Path) สายภายใน

โปรแกรมนี้ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ภายใน และกำหนดสถานะให้ผู้รับเป็นผู้ถูกเรียก รวมทั้งควบคุมการหยุดสัญญาณเรียกและถูกเรียก ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.12



รูป 9.12 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียงสายภายใน

สำหรับโปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียง (Speech Path) สายภายใน มีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0450	DD CB 01 00	bit n, (IX+10)
0454	C2 30 0D	JP NZ, END
0457	DD CB 07 00	RESET x, (IX+07)
0458	DD CB 01 00	SET x, (IX+01)
0461	DD CB 0B 00	RESET n, (IX+0B)
0465	3A FC 08	LD A, (08FC)

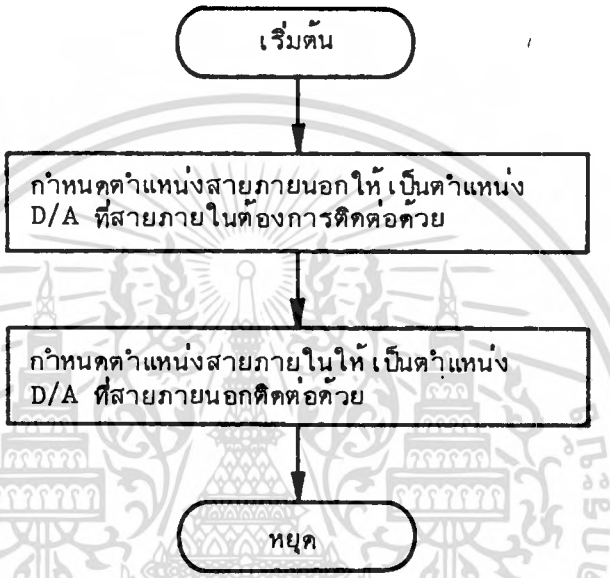
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0468	C6 89	ADD A, 89
046A	32 7D 0B	LD (0B7D), A
046D	32 86 0B	LD (0B86), A
0470	3A FF 08	LD A, (0BFF)
0473	C6 CF	ADD A, CF
0475	32 83 0B	LD (0B83), A
0478	32 80 0B	LD (0B80), A
047B	00	NOP
047C	3A FF 0B	LD A, (0BFF)
047F	32 D1 08	LD (08D1), A
0482	3A FF 0B	LD A, (0BFF)
0485	32 D1 08	LD (08D1), A
0488	3A FF 08	LD A, (08FF)
048B	C6 D0	ADD A, D0
048D	00	NOP
048E	32 9C 0B	LD (0B9C), A
0491	C6 01	ADD A, 01
0493	32 A5 0B	LD (0BA5), A
0496	3A FC 08	LD A, (08FC)
0499	C6 89	ADD A, 89
049B	32 FF 0B	LD (0BFF), A
049E	32 A2 0B	LD (0BA2), A
04A1	3A FF 0B	LD A, (0BFF)
04A4	32 FF 0B	LD (0BFF), A
04A7	DD CB 10 00	SET n, (IX+10)
04AB	C3 30 0D	JP END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.13 โปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียง (Speech Path) สายภายนอก

โปรแกรมนี้ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งการติดต่อของสายภายนอกที่จะทำการติดต่อด้วย ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.13



รูป 9.13 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณสายภายนอก

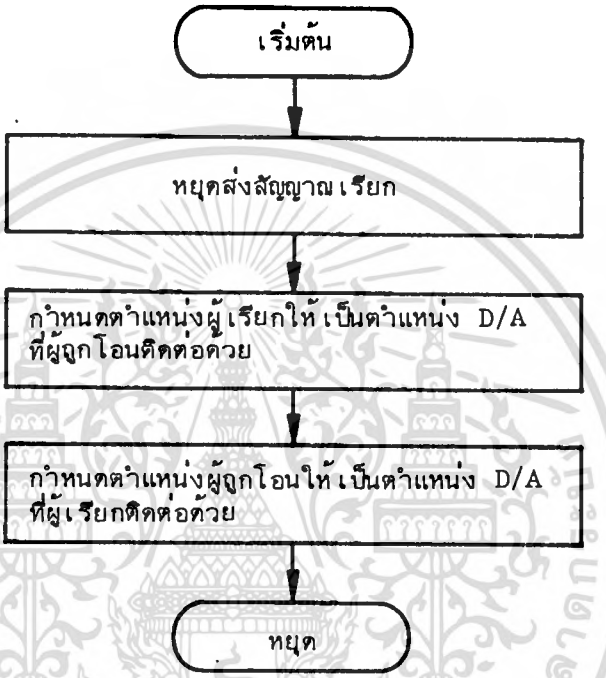
สำหรับโปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียง (Speech Path) สายภายนอก มีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0500	3A FC 08	LD A, (08FC)
0503	C6 89	ADD A, 89
0505	32 14 0C	LD (0C14), A
0508	32 0C 0C	LD (0C0C), A
050B	3A nn 0B	LD A, (0Bnn)
050E	32 F7 08	LD (08F7), A
0511	3E FF	LD A, FF
0513	32 nn 08	LD (08nn), A
0516	C9 30 0D	RET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.14 โปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียง (Speech Path)การโอนสาย

โปรแกรมนี้ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งการติดต่อ เมื่อมีการโอนสาย เกิดขึ้น ดังมีผังการทำงานแสดงในรูปที่ 9.14



รูป 9.14 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียงการโอนสาย

สำหรับโปรแกรมควบคุมทางผ่านสัญญาณเสียง (Speech Path) ของการโอนสาย มีดังต่อไปนี้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0540	DD CB 07 00	RESET x, (IX+07)
0544	DD CB 01 00	SET x, (IX+01)
0548	DD CB 0B 00	RESET n, (IX+0B)
054C	3A FC 08	LD A, (08FC)
054F	C6 8A	ADD A, 8A

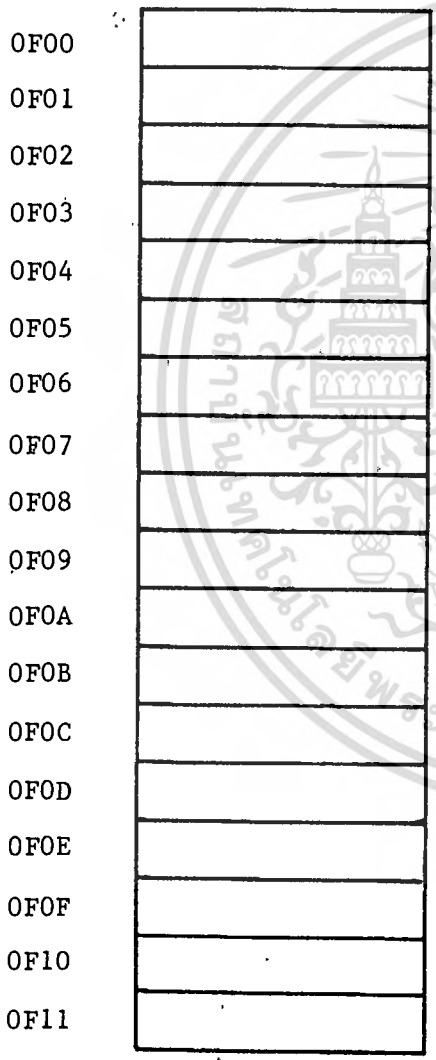
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADR	OPCODE	INSTRUCTION
0551	32 5A 0C	LD (0C5A), A
0554	C6 01	ADD A, 01
0556	32 71 0C	LD (0C71), A
0559	3A FF 0B	LD A, (0BFF)
055C	32 6E 0C	LD (0C6E), A
055F	3A FF 08	LD A, (08FF)
0562	C6 CF	ADD A, CF
0564	32 74 0C	LD (0C74), A
0567	32 6B 0C	LD (0C6B), A
056A	3A FF 0B	LD A, (0BFF)
056D	32 D1 08	LD (08D1), A
0570	3A FF 0B	LD A, (0BFF)
0573	32 D1 08	LD (08D1), A
0576	C3 30 0D	JP END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.15 ตำแหน่งของสถานะต่างๆ

ค่าสถานะที่เก็บไว้นี้จะได้จากการทำงานของโปรแกรมต่างๆ ซึ่งนำมาเก็บไว้เพื่อต้องการนำไปตรวจสอบหรือใช้งานอีกครั้งหนึ่ง สถานะของโทรศัพท์เครื่องที่ 1 จะเก็บไว้ที่ตำแหน่งข้อมูล D1 สำหรับเครื่องที่ 2 ,เครื่องที่ 3 ,เครื่องที่ 4 จะเก็บไว้ที่ตำแหน่งข้อมูล D2 ,D3 ,D4 ตามลำดับ ส่วนสายภายนอกจะเก็บไว้ที่ตำแหน่งข้อมูล D5 ส่วนค่าสถานะต่างๆและตำแหน่งที่เก็บไว้ดังแสดงในรูปที่ 9.15



รูปที่ 9.15 แสดงตำแหน่งของสถานะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10

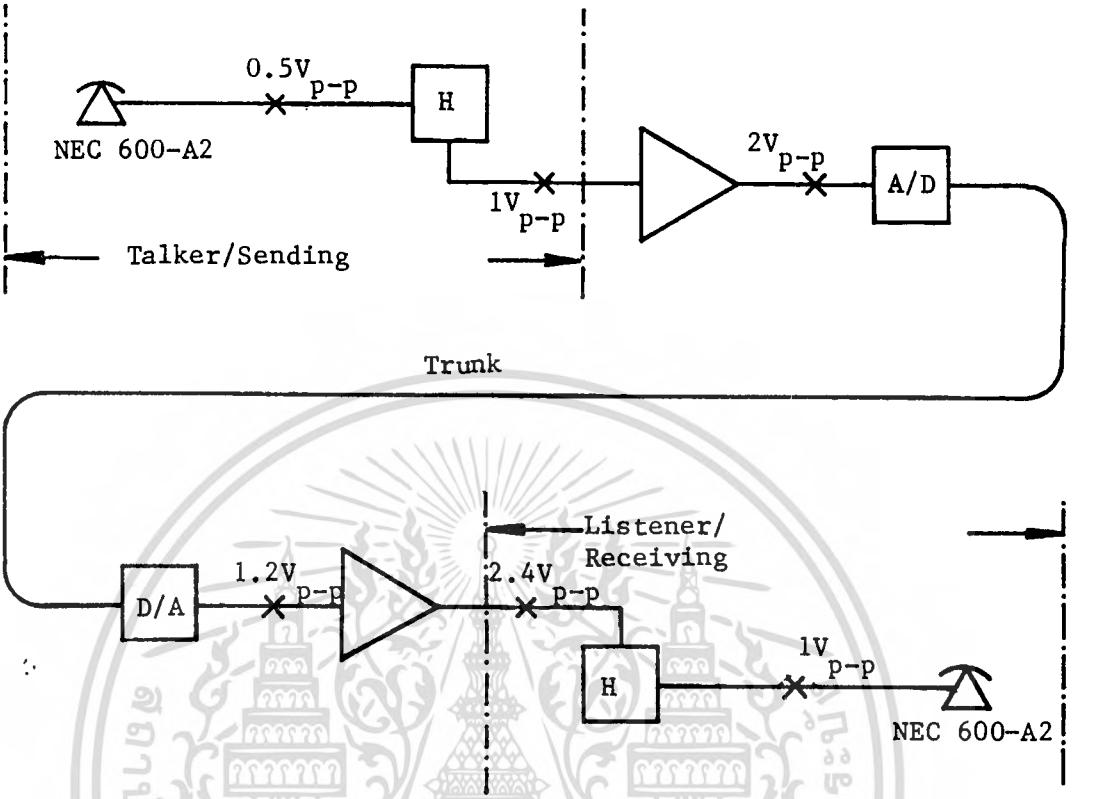
การทดสอบระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น

การทดสอบระบบส่วนใหญ่กระทำโดยการใช้มาตรฐานของ CCITT Recommendation[10,11,12] เป็นส่วนสำคัญ โดยการทดสอบที่ได้ทำไปแล้วบ้างมีดังต่อไปนี้

- Timing Test : Hook switch time : on = 0.2 m Sec
  : Hook switch time : off = 400 m Sec
- ระบบเป็นแบบ 10 pps (pulse per sec)
- Speech path เป็นแบบ Time switch ชนิด Nonblocking (Time division multiplex) ซึ่งไม่ block channel โดยระบบควบคุมเป็นแบบ SPC (Stored program control)
- Speech quality test เป็นการทดสอบดูคุณภาพของเสียง โดยทดสอบดูสัญญาณเสียงที่พูดกันจะเพี้ยนแค่ไหน แน่นอนว่าคุณภาพขึ้นอยู่กับระบบที่มีคุณภาพดี รวมไปถึงช่องสัญญาณ ตลอดจนเกี่ยวพันถึงคนซึ่งเป็นแฟคเตอร์สำคัญมาก คุณภาพเสียงสามารถแบ่งว่า ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอย่าง คือ คุณภาพของเสียงด้านส่ง คุณภาพของเสียงด้านรับ และคุณภาพของการส่ง โดยจัดเอาว่าคุณภาพของเสียงด้านส่งและรับขึ้นอยู่กับคน และคุณภาพของการส่งเกี่ยวโยงถึงช่องสัญญาณของการส่งอย่างเดียว การทดลองกระทำโดยใช้ไดอะแกรม ดังรูปที่ 10.1

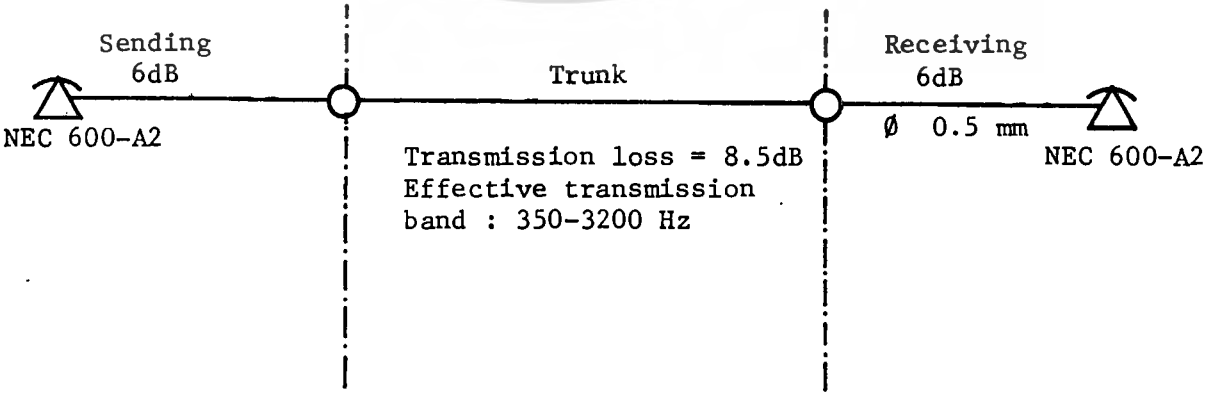
การทดสอบกระทำโดย ให้ผู้พูดทำการพูดผ่านเข้าระบบชุมสายแล้วให้ผู้ฟังมาฟังที่ด้านรับแล้วพิจารณาว่าเสียงของผู้พูดนั้นผู้ฟังทราบไหมว่าเป็นเสียงใคร ถ้าทราบแสดงว่าคุณภาพของเสียงที่ส่งออกมามีคุณภาพดี จากการทดสอบคน 18 คน พบว่าผู้ฟังจำเสียงพูดได้ 17 คน อีกหนึ่งคนที่จำเสียงไม่ได้ ก็เพราะว่าเสียงผู้พูดเพี้ยนไปเนื่องจากเป็นไข้หวัด แสดงได้ว่า speech path ของระบบมีคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 10.1 ไดอะแกรมการทดสอบคุณภาพของเสียง

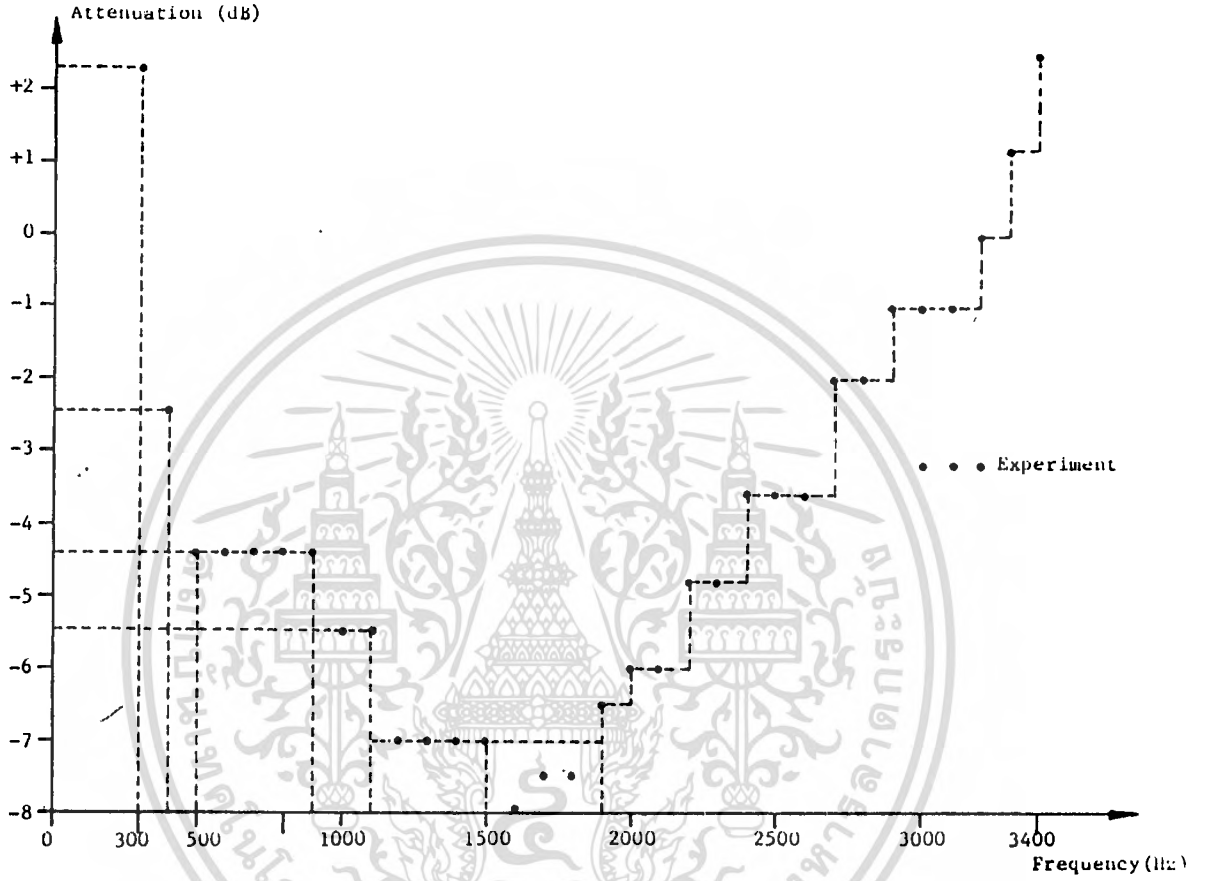
- Transmission characteristic Test เป็นการทดสอบดูค่าความสูญเสียต่าง ๆ ในระบบได้ผลดังรูป 10.2 การทดสอบใช้สัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณมาตรฐาน Ando Type AD-9601 ที่ความถี่ 820 Hz



รูป 10.2 แสดงการทดสอบคุณสมบัติของการส่งที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Frequency characteristic Test ดูผลตอบสนองที่ย่านความถี่ต่าง ๆ ได้คุณสมบัติ ดังรูปที่ 10.3



รูป 10.3 แสดงผลตอบสนองที่ความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 11

บทสรุป

ระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมานี้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบอื่นๆ ที่ได้ทำขึ้นมาในประเทศของเรา และเป็นระบบที่ทันสมัย คือ

- การประมวลผล (process) สัญญาณเป็นแบบดิจิตอล ซึ่งใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ การย้ายข้อมูลต่าง ๆ ทำได้ง่ายมากโดยที่อัตราของการย้ายข้อมูลขึ้นอยู่กับความเร็วการทำงานของ CPU ซึ่งจะทำให้มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้วงจรแยกย่อย (descrete circuits)

- ทางผ่านเสียงสัญญาณ (speech path) ที่ใช้เป็นแบบดิจิตอล ทำให้ route ที่ใช้งานขึ้นอยู่กับซอฟแวร์ (software) ที่ใช้งาน ซึ่งเป็นการลดปัญหา cross point ของรีเลย์ ทำให้การขยาย route ออกไปทำได้ 100%

- การตัดต่อและเช็คเลขหมายถูกควบคุมโดย CPU ในกรณีที่ต้องการให้ทำงานตัดต่อให้เร็วขึ้นก็ทำได้โดยการแยกให้มี CPU ควบคุม speech path อีกชุดหนึ่ง

- การเพิ่ม capacity หรือการขยายเลขหมายทำได้ง่าย โดยอาศัยส่วน interface เพิ่มขึ้นเท่านั้นโดยที่ส่วนควบคุมยังเหมือนเดิม ซึ่งรวมทั้งระบบภายในและภายนอก

- การขยายเพื่อที่จะทำเป็น third party ถูกกำหนดได้โดยการใช้ software ซึ่งง่ายกว่าการใช้ Hardware

- ระบบ signalling ถูกควบคุมโดย CPU และมีการใช้รีเลย์เพียงตัวเดียวสำหรับสัญญาณเรียกในขณะที่ระบบอื่นใช้รีเลย์มาก

- ระบบนี้จะเป็นต้นแบบอันหนึ่งของระบบ SPC แบบดิจิตอล ในขณะที่ระบบที่พัฒนาขึ้นมาในอดีตเป็นแบบระบบอนาลอก ซึ่งคาดว่าจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบชุมสายโทรศัพทอัตโนมัติแบบดิจิตอล (digital switching system) ในประเทศต่อไปในอนาคตข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อรองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม และอาจารย์ กอบชัย เดชหาญ ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษา ในการให้คำปรึกษาและแนะนำ เรื่องการ เรียนตลอดจนการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนจบการศึกษา พร้อมกันนี้ใคร่ขอ ขอบพระคุณรองศาสตราจารย์มนูญ สุข เกษม และอาจารย์ถวิล พึ่งมา ในการให้คำแนะนำที่มีประโยชน์หลาย ๆ อย่าง เกี่ยวกับระบบโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้นมานี้ รวมทั้งการทดสอบระบบ และขอขอบคุณ คุณอดิศักดิ์ เมฆกิติกุล และ คุณสมหวัง แม้นพิมลชัย ที่ช่วย เหลือในการทดลองบางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. มนูญ สุขเกษม "ตู้สาขาภายในอีเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ" บันทึกการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 1 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง หน้า 2-5-2 มิถุนายน 2521.

2. ถวิล พึ่งมา และมนูญ สุขเกษม "เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติสาขา" บันทึกการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 4 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยี-พระจอมเกล้า ลาดกระบัง หน้า 5/1 สิงหาคม 2524.

3. พนม เพชรจตุพร, ชัยวัฒน์ เติมสินวัฒนา, ชรินทร์ บัณฑุกุล และสิทธิชัย โภไคยอุดม "วงจรถอดระหัสของเลขหมายตัวที่ 8 ของเบอร์โทรศัพท์" บันทึกการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 4 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง หน้า 8/8 สิงหาคม 2524.

4. สุวงษ์ โสมพงษ์, ถวิล พึ่งมา และมนูญ สุขเกษม "การพัฒนาแอทเทนแดนท์สำหรับตู้สาขา" บันทึกการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 5 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หน้า D.18 พฤศจิกายน 2525.

5. ทนงศักดิ์ เนตรชลายุทธ, ถวิล พึ่งมา และมนูญ สุขเกษม "เทคโนโลยีเครื่องชุมสายดิจิตอล" บันทึกการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 5 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หน้า D.21 พฤศจิกายน 2525.

6. ถวิล พึ่งมา "เครื่องชุมสายสาขาอัตโนมัติระบบอีเล็กทรอนิกส์" วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง 2525.

7. ถวัลย์วงศ์ ไกรโรจนานันท์, เอกชัย แสงอินทร์ และธีรพันธ์ เมธังกูร "ระบบตู้ชุมสายอัตโนมัติไร้พนักงานรับสาย" บันทึกการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 6 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หน้า 2-178 พฤศจิกายน 2526.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. J. Bellamy, "Digital Telephony", New York : John Wiley & Sons, 1982.

9. วิศิษฐ์ สรรพอาษา "Digital speech path" บันทึกการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 6 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หน้า 2-185 พฤศจิกายน 2526.

10. Japan International Cooperation Agency and Nippon Telegraph & Telephone Public Corporation", Telephone switching engineering : Digital switching system", GE82-No.11(1), pp. 25-27, March 1984.

11. Nippon Telegraph & Telephone Public Corporation, "Carrier telephone engineering : Transmission engineering standard", GC79-No.9, pp.1-32, 1984.

12. "CCITT Recommendation for international telephone switching system : Annex", November, 1977.

13. William Barden, Jr., "The Z-80 Microcomputer Handbook", Indiana, Howard W. Sams & CO.,Inc., 1978.

14. Rodnay Zaks, "Programming the Z-80", Sybex, 1979.

15. James W. Coffron, "Z-80 Applications", Sybex, 1983.

16. John L. Hilburn, David E. Johnson, "Manual of active filter design", McGraw Hill, 1973.

17. Frank F.E. Owen, "PCM and Digital Transmission Systems", Texas Instrcments, McGRAW-HILL, 1982.

18. Messerschmitt, D.G., "An Electronic Hybrid with Adaptive Balancing for Telephony", IEEE Trans.Commun., Vol. COM-28, No.B, pp.1399-1407, August, 1980.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. Dotter, B.E., de la Plaza, A., Hodges, D.A. and Messerschmitt, D.G., "Implementation of an Adaptive Banlancing Hybrid",IEEE Trans.Commun., vol. COM-28, No.8, pp. 1408-1416, August, 1980.

20. Sirsi, R.M. Meza, P.J., Lande, D.P. amd Strawbrich, R.C., "Integrated Electronic Subscriber Line Interface Circuit with Ringing on Chip". IEEE J. of Solid State Circuit, vol. SC-18, No.6, pp.665-677, December, 1983.

21. Shirasu, H., Shibukawa, M., Amada, E., Hasegawa, Y., Fujii, F., Yasunari, K. and Toba, Y., "ACMOS SLIC with an Automatic Balancing Hybrid", IEEE J. of Solid State Circuit, vol. SC-18, No.6, pp. 678-684, December, 1983.

22. Akram, M.F., and Pace, W.D., "An Integrated Electronic Telephone Circuit" IEEE J. of Solid State Circuit, vol.SC-18 NO.6, pp.684-691, December, 1983.

23. Neigh, J.L., "Transmission Planning for an Evolving Local Swithed", DIGITAL NETWORK", IEEE Trans.Commun., vol. 27, No.7, pp.1019-1024, July, 1979.

24. Bunker, R.L., Scida, F.J. and McCabe, R.P., "Zero Loss Considerations in Digital Class 5 Office", IEEE Trans.Commun., vol. 27, No.7, pp.1013-1018, July, 1979.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

1. "Digital Speech Path" บันทึกการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 6 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หน้า 2-185-2-191, 17-18 พฤศจิกายน 2526

2. "การพัฒนาชุมสายอีเล็กทรอนิกส์ภายในอัตโนมัติที่ลาดกระบัง" จะพิมพ์ในวิศวสารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2527

3. "An electronic hybrid for EPABX" จะพิมพ์ในบันทึกการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 7 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี 6-7 ธันวาคม 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้